



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**

# SEMBLANZA HISTÓRICA DEL AGUA EN MÉXICO



**Vivir Mejor**

# **SEMBLANZA HISTÓRICA DEL AGUA EN MÉXICO**

Noviembre de 2009

[www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

## ADVERTENCIA

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Esta publicación forma parte de los productos generados por la Subdirección General de Programación cuyo cuidado editorial estuvo a cargo de la Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua.

Título: SEMBLANZA HISTÓRICA DEL AGUA EN MÉXICO

Autor: Comisión Nacional del Agua  
INSURGENTES SUR No. 2416 COL. COPILCO EL BAJO  
C.P. 04340, COYOACÁN, MÉXICO, D.F.  
TEL. (55) 5174-4000  
[WWW.CONAGUA.GOB.MX](http://WWW.CONAGUA.GOB.MX)

Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
BOULEVARD ADOLFO RUIZ CORTINES No. 4209 COL. JARDINES DE LA MONTAÑA,  
C.P 14210, TLALPAN, MÉXICO, D.F.

IMPRESO EN MÉXICO  
DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA.  
QUEDA PROHIBIDO EL USO PARA FINES DISTINTOS AL DESARROLLO SOCIAL.

# Contenido

<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>Las obras hidráulicas en las épocas prehispánica y colonial</b> Teresa Rojas Rabiela	<b>9</b>
<b>De la tradición a la modernidad.</b> <b>Cambios técnicos y tecnológicos en los usos del agua</b> Martín Sánchez Rodríguez	<b>27</b>
<b>Legislación en torno al agua, siglos XIX y XX</b> Diana Birrichaga	<b>43</b>
<b>Manejo del agua en México.</b> <b>Bosquejo de la evolución institucional federal 1926-2008</b> Antonio Escobar Ohmstede	<b>61</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>75</b>
<b>Índice de ilustraciones</b>	<b>79</b>







ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA



Rio Colorado

Baja California  
Noreste

Baja California  
Norte

Sonora Sur

Quintana Roo  
Cerro de las  
Cruzetas del Norte

Baja California  
Centro Este

Mapimi

Bravo-Chonchos

Baja California  
Suroeste

Sinaloa

Nayarit

Nayarit  
Agua Prieta

San Fernando  
Soto la Marina

Presidio  
San Pedro

El Salado

Huicicila

Lerma-Santiago

Pánuco

Huicicila

Ameca

Tuxpan-Naut

Costa de Jalisco

Amatitlán

Oaxaca

Costa de Michoacán

Balsas

Papaloapan

Costa Grande

Coahuila

Costa Chica-Río Verde

Tehuacan

Costa de Oaxaca

Tehuacan

Guerrero

Chiapas

GUATEMALA

Yucatán Norte

BELICE

# Introducción

El libro que tiene en sus manos muestra una panorámica de los usos del agua, tanto los considerados consuntivos (riego y abastecimiento de agua) como los no consuntivos (generación de energía eléctrica y recreación), desde antes del arribo de los españoles (época prehispánica), pasando por las diversas formas y usos que se adoptaron en los casi 300 años de que el actual México fue conocido como un reino y colonia de España, así como por las continuidades y los cambios acaecidos en el siglo XIX y los procesos de modernización del siglo XX. Sin embargo, el tema de la modernización no se puede entender sin observar los procesos y los momentos históricos en que se legisló en torno al agua y sin que se vean las condiciones en que evolucionó la administración del vital líquido hasta nuestros días. De esta manera, el texto muestra la riqueza de las variadas técnicas hidráulicas que se desarrollaron en México desde épocas tempranas, la adaptación y la adopción de las que trajeron los españoles, así como el desarrollo que se dio en los siglos XIX y XX hasta lograr una mayor captación de agua por medio de presas, cajas de agua, entarquinamiento y otros sistemas hidráulicos, todo ello con el fin de expandir las tierras de cultivos y generar la energía eléctrica necesaria para un país que entraba en la etapa de la modernidad industrial a pasos acelerados.

Es así, que lo que el lector tiene en sus manos es una obra que cuenta con cuatro capítulos realizados por etnohistoriadores e historiadores que han elaborado estudios en torno a la temática hídrica en México. El primer capítulo cubre la historia hídrica de Mesoamérica (que casi

corresponde al actual México) hasta la llegada de los españoles, mencionando los cambios y continuidades en tecnología hidráulica. El segundo, muestra las innovaciones y esfuerzos tecnológicos para un mejor aprovechamiento del agua en la agricultura e industria en los siglos XIX y XX. El siguiente es un recorrido del tipo de legislación que se realizó desde el siglo XVI hasta nuestros días por parte de las diversas formas de gobierno; y finalmente, el cuarto, es una visión general sobre las instancias administrativas que se formaron para la administración y gestión del agua en los siglos XIX y XX, que se complementa tanto el tercero como el segundo capítulo.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), presenta esta publicación con el fin de mostrar que al recuperar la memoria histórica gráfica y escrita, los seres humanos y las instituciones podremos entender mejor nuestro pasado, presente y futuro, lo que, sin duda, es de vital importancia para la toma de decisiones y las políticas públicas. La CONAGUA refrenda este compromiso social y lo estimula por medio de la conservación de los documentos que resguarda el Archivo Histórico del Agua (AHA). En convenio realizado desde 1994 con el CIESAS, el AHA recupera, conserva y concentra la documentación en torno a la gestión del agua desde el periodo colonial hasta la década de los ochenta del siglo XIX en México y es uno de los pocos archivos de su género en el mundo.





*[Handwritten scribble]*

*[Faint handwritten text]*



Donna m...  
sa...  
n...  
g...  
m...



Donna m...  
u...  
m...  
g...  
a...  
p...

Don so mag  
e la hoc con



o3 que ho





# Las obras hidráulicas en las épocas prehispánica y colonial

Teresa Rojas Rabiela

Desde sus orígenes, las sociedades humanas encontraron la forma de procurarse alimento, agua y abrigo acordes con las características de los hábitats que colonizaron en el planeta azul. Las primeras formas de subsistencia tuvieron larga duración en la historia de la humanidad, basadas en la caza, la recolección y la pesca, y con una vida errante. Las formas agrícolas que siguieron, fundamentadas en la producción artificial de alimentos, tienen tan sólo unos milenios, sin que esto signifique que las formas cazadoras-recolectoras-pescadoras nómadas o seminómadas hayan dejado de existir como hasta el presente. Y así como variaron los modos de producción, igualmente sucedió con las formas de procurarse el agua necesaria, desde aquellas más antiguas en que éstas se usó directamente en las fuentes mismas, sin modificación alguna, hasta las muy elaboradas actuales, que permiten captarla y conducirla desde fuentes muy lejanas hasta las viviendas, pasando por su empleo como fuerza motriz y otros muchos y variados aprovechamientos.

Entre los habitantes que poblaron América, y particularmente el territorio del México actual, la relación con el agua siguió caminos similares a los del resto de la humanidad. La primera domesticación de una planta y el inicio del cultivo tuvo lugar hace 10 mil años (*Cucurbita pepo*, calabaza). Más tarde, en una época aún no determinada pero que seguramente tuvo lugar en el curso del desarrollo de la actividad agrícola, los cultivadores incipientes ensayaron y perfeccionaron los métodos y técnicas para asegurar el suministro de agua para beber, para irrigar los campos y muchas otras que cristalizaron en el curso de los siglos y que hoy conocemos parcialmente gracias a las investigaciones arqueológicas e históricas realizadas sobre todo a partir del siglo XX.

Enseguida se presenta una síntesis de los tipos de obras hidráulicas que existieron en la antigua Mesoamérica (superárea cultural que en el siglo XVI abarcaba el centro y el sur de México y gran parte de Centroamérica), así como las fuentes de agua utilizadas, haciendo

notar que son tipos ideales, puesto que casi siempre las instalaciones tuvieron más de una función y se vincularon con más de un tipo de agua (pluvial y de manantial, por ejemplo):

- Captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua para usos domésticos, de aguas pluviales, perennes superficiales y subterráneas.
- Conducción, control y drenaje de aguas pluviales para evitar inundaciones.
- Conducción y drenaje de aguas de desecho (“negras”) de las poblaciones rurales y urbanas.
- Provisión de agua para la irrigación agrícola.
- Control, aprovechamiento y desagüe de zonas lacustres y pantanosas.
- Recreación y ritualidad.

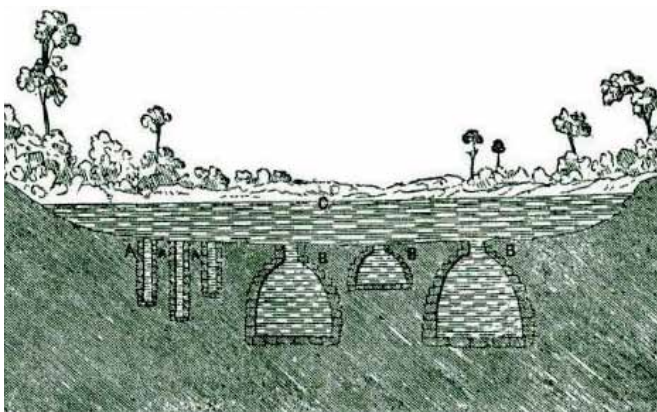
## Obras hidráulicas para usos domésticos

*Agua de lluvia.* La recolección y el almacenamiento de agua pluvial fueron prácticas comunes en Mesoamérica desde tiempos muy antiguos, fuera en recipientes en depósitos subterráneos, o a cielo abierto. El agua se captaba mediante canales y zanjas, aprovechando el agua rodada (en patios y casas, o en el campo, en jagüeyes, mediante bordos, entre otros), o bien, conduciéndola desde los techos de las

viviendas y edificios por medio de canoas o *canjilones* de madera o pencas o canalitos, a los depósitos. En las viviendas el agua se almacenó en recipientes de barro, enterrados o no, así como en pilas o piletas de barro, cal y canto, piedra, excavados en el suelo, recubiertos o no con piedra o argamasa y estuco.

Entre los almacenes subterráneos domésticos de mayor antigüedad en el área se encuentran los de San José Mogote (1000 a.C.) y Tierras Largas (1000-900 a.C.), Oaxaca (Marcus 2006:233). Otros depósitos subterráneos son los *chultunes* o cisternas mayas, que se cuentan por miles en la península de Yucatán, que fueron vitales para los asentamientos prehispánicos y que persisten hasta el presente (Zapata 1982).

En lo que respecta a los depósitos pluviales a cielo abierto, destacan los jagüeyes, que fueron muy comunes en el centro y el sur de México, en especial en las zonas áridas y semiáridas donde el nivel freático estaba muy bajo o el suelo era rocoso y resultaba muy difícil alcanzarlo mediante la excavación de pozos someros. A los jagüeyes, hechos artificialmente o acondicionados aprovechando hondonadas naturales, situados en terrenos cercanos a cerros y lomeríos, se canalizaba el agua de las pequeñas corrientes pluviales o de los escurrimientos de los cerros y techos aledaños. Otro tipo de depósito pluvial prehispánico, recientemente identificado por el arqueólogo Lorenzo Ochoa en la Huasteca meridional, y a diferencia de los jagüeyes que son de tierra, está recubierto con piedra basáltica columnar. Se trata de al menos cuatro



Vestigios de tres antiguos *chultunes* y tres pozos ocultos en una aguada, Yucatán, 1844



Área de recolección de agua de un *chultún* o cisterna maya. Yakal XIV, Yucatán, 1888



grandes depósitos situados en la antigua población-mercado de Tzicoac-Cacahuatenco (Veracruz), que proveían de agua a sus pobladores durante todo el año.

Así como hubo asentamientos que únicamente tuvieron acceso al agua de lluvia para abastecerse, otras se surtieron de fuentes permanentes. De acuerdo con Doolittle (1990), la construcción de acueductos en el México antiguo pasó por las siguientes tres etapas: 1) acueductos de tierra, bajos y cortos (como el de Loma La Coyotera, Oaxaca); 2) acueductos hechos de varas y troncos entrelazados con piedras, tierra y céspedes, que servían para rellenar y atravesar algunos barrancos y, 3) acueductos sobre taludes hechos de cal y canto y estucados.

Los tres acueductos prehispánicos mejor conocidos por las fuentes históricas y parcialmente por la arqueología son del Posclásico, de la cuenca de México, y corresponden al tercer tipo: Chapultepec, Acuecuexco (Coyoacán) y Tetzcotzinco (Acolhuacan). Los dos primeros abastecieron a la gran urbe insular de Tenochtitlan, mientras que el tercero, conocido popularmente como los "baños de Nezahualcóyotl", combinó varias funciones (irrigación, recreación y agua para usos domésticos), y es el único cuyos restos se conservan en buen estado hasta la fecha.

*Aguas subterráneas:* pozos verticales. La perforación de pozos verticales para "alumbrar aguas" fue un procedimiento común para surtir a las poblaciones y en ocasiones también para irrigar. Sin embargo, se conoce poco sobre sus características, antigüedad y distribución, con la excepción de uno de los más antiguos, que tiene 4.7 metros de profundidad y fue identificado por Neely en San Marcos Necoxtla, Puebla, fechado nada menos que en 7900 a.C. (Marcus 2006:236).

Otros pozos artesianos, aún sin fechar, fueron localizados en la Mesa de Metlatoyuca, en la Huasteca meridional, Veracruz, por Ochoa. Uno de ellos, por ejemplo, muy bien conservado, es de forma rectangular con paredes perfectamente forradas con lajas y cuenta con una escalera de acceso hecha con el mismo material y que llega hasta el espejo de agua, situado actualmente a unos tres metros de profundidad.

En las tierras bajas mayas se han localizado varios pozos de una profundidad mayor a los 13 metros en el sitio de Dzibilnocac, a unos 50 kilómetros de Edzná

(Campeche) (Marcus 2006:237); pero el perfil de otros, junto a los de varios *chultunes*, se puede observar en una lámina de Catherwood, correspondiente a un punto entre Ticul y Bolonché (Yucatán 1844, en 1978, lám. XVIII). De otra imagen del mismo artista proviene una importante pista sobre la posible forma de extraer el agua de los pozos en Mesoamérica, dado que todo parece indicar que la polea no se utilizó.

## Obras hidráulicas para la irrigación agrícola

Si el agua de lluvia fue durante milenios la fuente primordial que alimentó los cultivos, esto no impidió que tal "agricultura de temporal" (posible de practicar con hasta



Irrigador con su *uictli* o *coa* de hoja en un posible derramadero, *Códice Florentino*, siglo XVI / Extracción de agua sin auxilio de polea. Sabaché, Yucatán, ca. 1844

600-700 milímetros de lluvia promedio anual) se combinara desde épocas muy antiguas también, con alguna forma de riego y que, con el tiempo, éste fuera adquiriendo cada vez más importancia. De hecho, los restos de sus obras son, en forma similar a los de las plantas domesticadas, una clara evidencia del desarrollo civilizatorio alcanzado por las antiguas sociedades mesoamericanas.

El riego cumplió dos fines básicos: 1) incrementar los rendimientos tanto de las plantas cultivadas (productividad agrícola) como del trabajo humano (productividad del trabajo, las horas-hombre invertidas por superficie cultivada) y, 2) servir como instrumento para ampliar la “frontera agrícola”, dado que la irrigación permitió colonizar más tierras (cada vez más altas o más bajas, más áridas y con lluvia errática o insuficiente o sujetas a heladas y granizadas) y dar lugar al cultivo continuo de la tierra.



Acueducto monumental de Teopantecuanitlan, Guerrero, 2008

Esto sin mencionar que con las obras hidráulicas fue posible aprovechar los enormes depósitos de agua representados por los humedales existentes en diversas regiones del área, al abrirse zanjas para controlar los flujos, desecar y cultivar en los terrenos rescatados, construir plataformas artificiales para establecer viviendas y contar con vías de navegación, de gran importancia en estas sociedades sin animales de trabajo.

Desde el punto de vista de su distribución, la irrigación en Mesoamérica puede caracterizarse como *dispersa* y las obras como de *pequeña y mediana escalas*. Entre las excepciones destaca la cuenca de México, con un conjunto de estructuras hidráulicas monumentales que los españoles encontraron en funcionamiento cuando llegaron a la región. Pero es un hecho que antes del periodo tardío existieron obras de grandes dimensiones en otras regiones, como por ejemplo el canal y la presa de Teopantecuanitlan (Guerrero), sitio olmeca poblado entre 1400 y 600 a.C.

En todo caso, la predominancia de la pequeña y la mediana escalas se vincula con el tamaño de los ríos existentes en las zonas áridas y semiáridas de la Meseta central y la vertiente del Pacífico, mientras que los grandes ríos se localizan en las zonas más húmedas y con altas precipitaciones, donde el riego es por lo general innecesario. El primer estudio panorámico sobre la distribución de los regadíos en Mesoamérica se lo debemos a Ángel Palerm (1954, en 1972), quien documentó la existencia de 382 puntos con mención de riego prehispánico diseminados en dieciséis estados del México actual, que resultan de la suma de 292 pueblos con dichas referencias, más las correspondientes a “Las huertas y el regadío” y a “El cultivo de cacao y el regadío”.

Palerm observó, con razón, que el área de distribución de la irrigación en Mesoamérica coincide, y no por azar, con la de mayor concentración demográfica, urbana, política y militar del momento previo a la conquista. Tuvo especial densidad e importancia en la cuenca de México, el valle de Morelos (ríos Atoyac y otros tributarios del Balsas), los valles de Tlaxcala y Puebla (ríos Atoyac y Nexapa), la Mixteca baja (Río Salado), Hidalgo (ríos Tula y Grande de Tulancingo), Guerrero (ríos Balsas y Tepalcatepic), valle de Oaxaca, cuenca de Pátzcuaro, varios ríos y cuencas en Colima y Jalisco, Veracruz y Campeche.



## Sistemas de riego con instalaciones permanentes o temporales

La irrigación permanente tuvo como base el agua de manantiales, ríos y arroyos de caudal constante, sobre todo en los tributarios más que en ríos mayores, debido sobre todo a la naturaleza de las intrincadas topografía e hidrografía de Mesoamérica. Los caudales de los grandes ríos pocas veces pudieron utilizarse en sistemas de riego continuo debido a su gran variación estacional y a su desnivel respecto a los terrenos adyacentes. Así, casi todos los casos conocidos de riego a partir de manantiales y ríos y arroyos pequeños y medianos contaron con presas derivadoras temporales destinadas a irrigar durante la temporada de secas. Estas presas, hoy lo sabemos, constituyen un recurso técnico antiguo muy extendido y con pervivencia hasta el presente.

Las instalaciones básicas para el riego consistieron en *presas*, de las que fundamentalmente hubo dos tipos distintos: almacenadoras permanentes y derivadoras efímeras o temporales; así como *canales* (de tierra, piedra, madera, barro, piedra con estuco, argamasa-calicanto), *acueductos* sobre taludes de tierra para conectar vanos entre barrancas, lomas, montañas y otros accidentes topográficos y, posiblemente, *depósitos* o *embalses secundarios* cuya finalidad era la de regular el flujo enviado por los canales y elevar el nivel para irrigar mayor cantidad de tierra.

En lo que respecta a la conducción, diversos autores afirman que el riego llegaba a las parcelas de cultivo en



Canal petrificado de Hierve el Agua, Oaxaca, 1993

forma directa desde las fuentes de agua por medio de tomas y redes de canales que recolectan el fluido en los cursos de los ríos permanentes. Las evidencias más detalladas indican que las tomas se hacían encauzando las corrientes con bordos-cortinas hechos de tierra, piedras, estacas, ramas y céspedes, es decir, con presas derivadoras flexibles y, luego, con canales de tierra o recubiertos.

Las formas de los canales desarrollados en Mesoamérica fueron, en orden cronológico, las siguientes: en corte y en forma rectangular (Teopantecuanitlan, Guerrero); trapezoidal (Santa Clara Coatitlán, México); en "U" (Tlaxcala) y escalonado (Xoxocotlán, Oaxaca). Más tarde apareció la forma de "V" (Otumba, México y Tula, Hidalgo) (Doolittle 1990:8).

La existencia de compuertas es materia de controversia, si bien por lo general se admite el uso de formas incipientes de algún mecanismo para abrir y cerrar el flujo, consistente en meras obstrucciones con tierra y piedras ("echar presa") o bien de compuertas principales y deslizantes. He propuesto que al menos uno de los tipos de compuertas antiguas habría sido a manera de entarimado de tabloncillos que giraría sobre su eje superior. Los registros en fuentes pictográficas son tres: uno en la *Matrícula de tributos*, otro idéntico en el *Códice Mendocino* y el tercero, algo diferente, en el *Códice Cozcatzin*, todos procedentes de la cuenca de México.

Entre los sistemas hidráulicos de riego permanentes más célebres y antiguos de Mesoamérica están



Dos compuertas en glifos de dos lugares situados en la cuenca de México. *Códice Mendocino* y *Códice Cazcatzin*, siglo XVI

los de Cuicuilco (Distrito Federal); Teopantecuanitlan (Copalillo, Guerrero), con un canal monolítico que pudo haberse empleado para riego, y una presa almacenadora cuya relación con el canal aún se investiga; Xoxocotlan, Monte Albán (Oaxaca), que cuenta con una presita almacenadora de cal y piedra recubierta con una capa de cal, de la que parte un canal que corre por más de dos kilómetros e irriga las laderas. Un tercer sistema antiguo es el de Santa Clara Coatitlan (Estado de México), formado por la canalización de una corriente temporal, que se extiende por dos kilómetros y que luego se ramifica en canalitos. Un cuarto, quizás el más célebre, es el de la presa Purrón o Maquitongo (Tehuacán, Puebla), una de las más antiguas y monumentales, en realidad un complejo de obras hechas en la boca de la cañada del arroyo Lencho-Diego. La presa se empezó a construir en el Formativo medio (ca. 750-600 a.C.) y se utilizó durante 900 años, hasta alrededor de 200 d.C. (referencias en Rojas Rabiela 2009).

Gracias a la combinación de los estudios arqueológicos e históricos se conocen otros muchos casos de este tipo, alimentados con fuentes permanentes, destinados al riego o que tuvieron usos combinados, entre los que están los siguientes: sistemas hidráulicos del valle de Tehuacán (Puebla); sistema hidráulico del Tetzcotzincó (Estado de México); sistemas hidráulicos de Hierve el Agua y la Cañada de Cuicatlán (Oaxaca); sistema de riego permanente del río Teotihuacan (Estado de México); sistema de riego permanente del río Tula, Teotlalpan (Estado de México e Hidalgo); sistema de riego permanente del valle de Cuernavaca (Morelos); sistema de riego permanente

de la cuenca del río Nexapa (Puebla), entre otros muchos (referencias en Rojas Rabiela 2009).

## Sistemas de riego con presas derivadoras transitorias

Ya me referí a estas estructuras flexibles y transitorias construidas para represar arroyos y ríos con objeto de irrigar las tierras adyacentes durante el estiaje aprovechando la gravedad. Ampliamente distribuidas en las regiones agrícolas del centro, el sur y el Pacífico de Mesoamérica, están aún parcialmente en uso en México y otras partes del mundo. Estos embalses, presones o azudes (término de origen árabe para estructuras similares en el Viejo Mundo) se forman al represar el agua con bordos o "empalizadas" hechas con troncos, cañuela o varas entretejidas, piedras, tierra y céspedes, en el cauce de alguna corriente, para obligar "a las aguas a desviarse a un canal previamente construido" (*Obras hidráulicas en la América colonial* 1993: 240) e irrigar las parcelas situadas en las riberas, aguas abajo, aprovechando la fuerza de gravedad. El agua represada se ha utilizado por lo general durante la temporada de secas y sus estructuras son arrastradas y destruidas durante el siguiente temporal veraniego cuando los ríos aumentan su caudal y el riego es ya innecesario. Hay algunos ejemplos arqueológicos, como los del río (permanente) Xiquila y el arroyo del Cañón Tecorral (temporal) (Oaxaca), y otros varios provenientes de fuentes históricas como los del río Tacuba (Pérez Rocha 1982), Cuautitlán (Rojas Rabiela



La presa para almacenar agua más importante de las encontradas hasta ahora es la presa Maquitongo-Purrón, Tehuacán, Puebla, 2005



Presa temporal o efímera, Putla, Oaxaca, 1984



1974; Strauss 1974) y Cholula (Reyes 1976). Su posible registro pictográfico puede observarse en el *Lienzo de Zacatepec* número 2 (Mixteca de la Costa).

## Sistemas de riego con agua pluvial

Estos sistemas de riego por inundación o avenidas, conocidos como “derramaderos”, son una especie de presas efímeras en miniatura cuyos bordos o cortinas se construyen en las laderas montañosas con materiales locales tales como palos, ramas, tierra y piedras, con el fin de distribuir los escurrimientos pluviales sobre un área mayor que la que cubrirían en forma natural; en ocasiones cuentan con canalitos de tierra. El agua y los sedimentos (aluvión, lama) se encauzan a las parcelas adyacentes con el objetivo de asegurar las cosechas del ciclo de temporal, convirtiéndose poco a poco en un tipo de terraza agrícola llamada, precisamente, “presa”, “atajadizo”, “lama-bordo” o “trinchera”. Sus restos antiguos se encuentran en Tepeaca, el valle de Oaxaca, la Mixteca Alta, el Río Salado, el valle de Teotihuacan y Tepetlaoztoc, así como en Chihuahua, entre otros (Rojas Rabiela 1988:120).

## Sistemas de humedad/riego en lagunas estacionales, arenales y vegas

La agricultura de humedad se ha practicado en terrenos naturalmente húmedos que no requieren riego ni lluvia. Su distribución fue dispersa y relativamente limitada en términos de superficie y comprende una gama relativamente amplia de tipos, desde aquellos en lechos y playones de ríos, hasta otros en lagunas que se secan parte del año, zonas con alto nivel freático o con suelos que retienen la humedad (especialmente en laderas montañosas desmontadas para la agricultura), así como en hoyas húmedas. Los conocemos mediante documentos históricos y ejemplos etnográficos, habida cuenta de su pervivencia, sobre todo en el estado de Guerrero. Los mejor descritos se ubican en Tepecuacuilco; Comelagarto, Totolapa, donde se denominan “huertos” en “bajiales” (Armillas 1949); Oapan y Tetelcingo, donde se elaboran *tecalis* en los are-

nales del río; a todo lo largo del Balsas, desde Tlacoztitlan y Mezcala, en donde existen “huertos de humedad” y en los arenales del río Tlapaneco y sus tributarios, en donde se construyen terrenos artificiales conocidos como “trompezones”, *tlachiquihuites* o *tequichiquihuites* (referencias en Rojas Rabiela 2009).

## Sistemas hidráulicos y formación de lagunas artificiales

La capacidad de los prehispánicos para realizar obras hidráulicas con fines múltiples (agrícolas, cría de plantas y animales acuáticos, navegación) una vez más queda de manifiesto al conocer algunos casos de formación artificial



Plano de la vega irrigada de Tlacosautitlan, Chilapa, Guerrero, siglo XVI

de “lagunas”, en realidad embalses o presas. Por lo pronto pueden citarse tres casos: el de la “laguna-presa” de Totoltepec, en el norte de la cuenca de México, vinculado con el sistema de riego del río Cuautitlán (Rojas Rabiela 1974); el de Coatepec-Tula (Hidalgo) y el de Amanalco (Estado de México). A propósito de esta habilidad para formar cuerpos de agua artificiales, lo mismo que para “deshacer” cuerpos de agua naturales mediante el drenaje y su uso productivo, puede afirmarse que se manifestó no sólo en las regiones altioplánicas del centro, sino por igual en los humedales de las tierras bajas tropicales, en donde la intensa sequía estacional fue el detonador que impulsó la construcción de camellones agrícolas que al mismo tiempo servían para conservar el agua de esos importantes depósitos naturales, que para habilitar vías de navegación mediante canales y para aprovecharse de la fauna y la flora en la caza, la pesca y la recolección (Siemens 1998).

## Sistemas de riego con agua subterránea

*Riego manual o riego a brazo.* La irrigación manual se practicó en época antigua utilizando agua de pozos, lagunas, canales y embalses en gran variedad de parcelas agrícolas, sobre todo en aquellas sometidas a cultivo intensivo como las *chinampas*, los campos drenados, terrazas y arenales, entre otros, como “riego de auxilio” o bien para producir una segunda o una tercera cosechas anuales en la misma parcela. Los recipientes utilizados han sido cántaros, bateas, jícaras, *tecomates*, cucharones, pértigas con bolsas (*zoquimaitl*), remos y otros. Su práctica representa una forma muy eficiente de usar el agua, si bien implica una alta inversión laboral, ya que además del trabajo necesario para sacarla del depósito, está el de su aplicación planta por planta o en los canalitos de las parcelas.

Las evidencias arqueológicas de pozos someros para riego datan del año 1000 a.C. y proceden de dos sitios del Formativo: Abasolo y Mitla, en el valle de Oaxaca, y probablemente también de otros lugares de ese valle: Zaachila, San Lázaro Etlá y San José Mogote, donde su práctica puede observarse hasta el día de hoy (Flannery 1983, en Marcus 2006:233).



Irrigación manual con cántaro. *Códice Florentino*, siglo XVI

## Obras hidráulicas para la conducción, el control y el drenaje de aguas pluviales

La mayoría de las antiguas ciudades mesoamericanas contó con desagües subterráneos que corrían por sus edificios y patios y que, en ocasiones, se conectaban con redes de acequias externas en las orillas y más allá, para irrigar parcelas agrícolas. Entre los casos más antiguos están La Venta (Tabasco) y San Lorenzo Tenochtitlan (Veracruz), dos sitios olmecas, pero que no fueron los únicos dado que urbes posteriores como Teotihuacan, Tula, Tajín o Cempoala contaron con desagües. Tratamiento aparte merece un edificio monumental del Tajín, conocido como la “gran



Ductos de piedra con tapa procedentes de San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz, 2008



*Xicalcolihqui*", cuya función para controlar inundaciones en su interior parece plausible.

En San Lorenzo Tenochtitlan, que floreció entre 1500 y 500 a.C., se emplearon alcantarillas, tuberías de barro hechas de piezas ensambladas, así como acueductos subterráneos de piedra basáltica labrada, cuyos tramos se unieron con chapopote o mezcla. Estas instalaciones hidráulicas se combinaron con pozos, cisternas, estanques y otros depósitos de agua, superficiales y subterráneos (Coe 1968). En La Venta, por su lado, hubo canales y alcantarillas de piedra (Heizer 1968).

## Obras hidráulicas para el control de los niveles de agua en zonas lacustres, pantanosas e inundables

Las lagunas interiores y los humedales jugaron un papel primordial en la historia mesoamericana. Pródigas en agua y recursos naturales, fueron foco de atracción para las poblaciones humanas desde el principio de la colonización del continente. Así ocurrió en la serie de cuencas endorreicas localizadas a lo largo del Eje Volcánico Transversal y en otros humedales existentes en las tierras bajas de Mesoamérica.

De todas las cuencas y todos los humedales ninguno ha sido más estudiado que la cuenca de México, por muchas razones; la primera de ellas es su antigua, constante y exitosa ocupación humana. Durante el periodo Formativo fue el escenario de la aparición del sedentarismo antes de que se practicara la agricultura, raro fenómeno en la historia de la humanidad, que en este caso se relaciona directamente con su riqueza biológica, tal como



Desagües en la antigua ciudad de Cempoala, Veracruz, 1890-1891

lo demostró en su estudio de Zohapilco (Tlapacoya, subcuenca sur), la arqueóloga Niederberger (1976, 1999). Mucho más tarde, la cuenca de México fue la sede de dos de las grandes urbes prehispánicas, Teotihuacan, en uno de los valles del oriente durante el Clásico, y Tenochtitlan, en plena área lacustre durante el Posclásico.

Para enfrentar la paradoja de la desecación-exceso de agua, vinculada con la estacionalidad climática y las fluctuaciones en las estaciones mismas, los habitantes de esta enorme cuenca realizaron una serie de obras hidráulicas monumentales, especialmente durante el periodo tenochca y en el marco de una organización política estatal, que conocemos gracias a numerosas fuentes. La fundación de Tenochtitlan en plena zona lacustre y su vertiginoso ascenso político influyeron de manera directa en el proceso de transformación ambiental que incluyó obras hidráulicas orientadas al control de los niveles de agua para manejar el binomio inundación-desecación de los canales, las chinampas, los asentamientos insulares, peninsulares y de las orillas, hasta aquellas encaminadas a proveer de agua a las poblaciones; irrigar los campos agrícolas en las laderas y los valles de su entorno, los "jardines y casas de placer"; formar lagunas-presas artificiales, entre las más importantes. El conjunto hidráulico que observaron los españoles a su arribo era especialmente denso, intrincado e interconectado en la sección del lago de México. Lo podemos apreciar mejor en el *Mapa de Upsala* o bien de manera sintética en los elaborados por Palerm (1973, adicionado por Doolittle 1990) y González Aparicio (1973), compuesto por diversos diques (albarradas o albarradones); calzadas-dique (con esa doble función); canales de navegación, riego y drenaje de distintas dimensiones y formas y diversos materiales; presas almacenado-



Presa-laguna artificial de Cohuatepec-Tula, *Códice Durán*, siglo XVI

ras y derivadoras; cajas de agua; puentes de entarimado; compuertas y embarcaderos, entre los principales. La infraestructura hidráulica permitió la vida urbana, la comunicación lacustre y, gracias a los “puertos de canoas”, la interconexión entre la propia cuenca y el exterior, el resto del imperio. Pero, sobre todo, sentó las bases para la construcción de chinampas, suelo artificial para el cultivo intensivo y para la habitación, mediante técnicas que combinaban drenaje y creación de suelo (adición de tierra y materia orgánica palustre), que permitió incrementar la base productiva y la sostenibilidad urbana del Estado mexica.

Pero si las chinampas son las parcelas artificiales más célebres en su tipo, no fueron las únicas en Mesoamérica ni tampoco en la América precolombina. Así lo revelan diversos vestigios a manera de configuraciones o huellas impresas en el terreno, que hablan de su antigua presencia en zonas que en el pasado contaron con humedales denomina-

dos “campos elevados o levantados”, o bien, “camellones”, “chinampas de tierra adentro” o “campos drenados”, y se han registrado en México, Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, en tierras bajas tropicales lo mismo que en valles altioplánicos (Denevan 1970, 1980, 1982).

En Mesoamérica, los vestigios de este tipo se concentran en las tierras bajas, desde Belice hasta el norte de Veracruz (desembocadura del río Nautla, Veracruz); llanura aluvial del río Candelaria, Campeche; región del río Bec, Campeche y Quintana Roo; El Petén, Guatemala; río Motagua y Ulúa, Guatemala y Honduras. En los altioplanos se tiene a Teuchtlán, Jalisco; Teotihuacan, México, suroeste de Tlaxcala y valle de Toluca, Estado de México y “tierras levantadas” o melgas se reportan en Tenango del Valle y Tuxtla, Estado de México (referencias en Rojas Rabiela 2009).

Para concluir esta sección sobre las obras hidráulicas prehispánicas es oportuno mencionar, en primer lugar, la



En las chinampas se practicó una de las agriculturas más intensivas de Mesoamérica, Tláhuac, Distrito Federal, 1579



relativa diversidad de soluciones técnicas empleadas por los mesoamericanos para manejar el agua y satisfacer sus necesidades, en condiciones ambientales que fluctuaban entre la aridez de valles como el de Tehuacán y la extrema humedad de la cuenca lacustre de México o de las tierras bajas mayas, y en el contexto de un desarrollo *tecnológico* específico. Este desarrollo debe entenderse como la conjunción de las técnicas y las formas de organización socioeconómicas y políticas prevalecientes en la época histórica que aquí abordamos, de tal manera que problemas como el de los instrumentos de trabajo en Mesoamérica, todos manuales, de madera, piedra y, en ocasiones, metal (cobre duro), deben ser entendidos en el marco específico de la sociedad en la que se empleaban, concomitantes con una fuerza laboral políticamente organizada por el Estado. Nos referimos sobre todo a los sistemas orientados a la aplicación del trabajo a gran diversidad de tareas colectivas, incluyendo las obras públicas y, por supuesto, las hidráulicas. Este tipo de organización de la sociedad corresponde, desde el punto de vista tipológico, y guardadas las diferencias del caso, a las que autores como Marx y Wittfogel denominaron “orientales” o “hidráulicas” del Viejo Mundo. Esta forma de analizar a las sociedades mesoamericanas nos permite entender mejor el tipo de desarrollo *técnico* que observamos en el área, sin aplicación de la rueda en máquinas, ni animales de trabajo ni hierro, por ejemplo. Lo anterior significa, sin lugar a dudas, que las sociedades mesoamericanas desarrollaron una serie de soluciones técnicas de carácter ingenieril para aprovechar los recursos hidráulicos disponibles, siempre en el marco de las condiciones de la época.

Desde el punto de vista *técnico* podemos resumir de la siguiente forma lo básico en materia hidráulica: el agua se condujo y se desalojó por medio de canales de tierra, de argamasa (cal y arena) y de cal y canto (estuco) excavados o sobre acueductos fundados en terraplenes; por canales de piedra o barro ensamblados o pegados, con o sin tapa, o por canales portátiles de madera (truncos ahuecados), pencas de maguey u otros materiales. El agua se guardó, se condujo y canalizó con presas; las primeras, almacenadoras; las segundas, temporales o efímeras, hechas con tierra, piedras, estacas, césped, ramas y arena. El agua se almacenó temporalmente para formar lagunas con una doble función: agrícola y de cría de plantas y ani-

males acuáticos. El agua se represó y separó en compartimentos con diques o calzadas-dique y, simultáneamente, se canalizó y drenó por medio de alcantarillas y compuertas para conseguir el control de los niveles estacionales en lagos y humedales (para hacer posible el asentamiento, el cultivo, la navegación, el acceso a agua para beber y la “cría” de productos biológicos acuáticos). El agua se captó y almacenó en la superficie o en el subsuelo para dar de beber a la población por medio de cisternas y otros depósitos; asimismo, se buscó en el subsuelo mediante pozos para abastecer a pueblos y ciudades y para irrigar. El agua se encaminó y guardó temporalmente para amainar su fuerza y proteger a las poblaciones. Los conductos



Los tlalhuicas y sus tierras de riego según los informantes de Sahagún, *Códice Florentino*, siglo XVI / Los almacigos de lodo en las chinampas de la cuenca de México se hacían con el *zoquimaitl* o *zoquicuero*, Tlaxiátemalco, Xochimilco, 1995

del agua se cerraron y abrieron con compuertas formales, o bien, temporalmente con materiales del entorno inmediato (lodo, piedras, ramas). Al agua excedente de presas, depósitos u otros se le daba salida por vertedores de demasías. En la agricultura, el agua se distribuía inundando la parcela con derramaderos, o bien por medio de canales, zanjas, bordos, surcos, camellones, pozos, cajetes, terrazas y metepantles (bancales).

## Y llegaron los españoles... las obras hidráulicas en la época novohispana

Lo ocurrido en materia hidráulica a partir de la llegada de los españoles a Mesoamérica fue mucho más allá de un mero "cambio técnico" en el que se sustituyeran unos artefactos y materiales (de madera y piedra) por otros (metálicos), y se introdujeran máquinas y especies por completo desconocidos, como las anorias, los molinos o los animales de trabajo. Estas innovaciones significaron una verdadera "revolución tecnológica" en el sentido de que vinieron acompañadas de un nuevo sistema sociopolítico y cultural que dio sentido distinto a esas "cosas" y desencadenó nuevos fenómenos. Esto no niega que las herramientas permitieron excavar los pozos y los depósitos de agua (jagüeyes, cisternas, pozos, acueductos subterráneos) a mayor profundidad, que la rueda hidráulica, la palanca, el torno y la polea, aligeraron el trabajo de extraer y elevar el agua, que los animales, solos o en combinación con la rueda (carretas, carretillas), incrementaron la eficiencia del transporte terrestre y "liberaron" a los *tamemes*/cargadores humanos, y que el arco en acueductos y puentes permitió conducir el agua a mayores distancias y conectar los caminos con mayor eficiencia.

Pero igual: los cambios de fondo, los que revolucionaron el estado de cosas en materia técnica, se dieron en los ámbitos sociopolítico, económico y cultural. Así, en el terreno jurídico, uno de los cambios más profundos se dio en el terreno de los *derechos* sobre el agua; en lo socio-organizativo, en el *coatequitl* (*corveé*) o sistema de trabajo colectivo y obligatorio aportado en la época prehispánica por la gente común para la construcción y el mantenimiento de las obras hidráulicas y públicas en general. Unos y otros produjeron infinidad de conflictos

judiciales y cotidianos entre los europeos y los pueblos de indios. Los molineros y dueños de trapiches, ingenios y batanes, dotados con mercedes reales adquirieron la propiedad de la tierra y el derecho de uso del agua para mover su maquinaria o irrigar sus campos, lo que, más tarde o más temprano, trastocó el funcionamiento de los sistemas hidráulicos mesoamericanos desde el punto de vista técnico, pero no sólo eso, también cambió el sentido todo de la organización sociopolítica que los hacía funcionar (construcción, mantenimiento), nutrida por su sentido de utilidad colectiva y de reciprocidad social.

En los inicios de la época novohispana, la mayoría de los sistemas hidráulicos prehispánicos fue utilizada por los españoles sin mayores modificaciones, pero pronto transformaron técnicamente estos sistemas con la incorporación de las nuevas máquinas, tanto como por la necesidad de irrigar porciones territoriales continuas y de mayores dimensiones, al irse consolidando la propiedad territorial en sus manos, en detrimento de la de los pueblos (y en el contexto de la baja demográfica indígena). Pero las *continuidades* fueron también muy importantes y significativas hasta el punto en que muchas de ellas han pervivido hasta el presente.

Otros elementos y estructuras hidráulicas existieron por igual en el Viejo Mundo que en Mesoamérica (*paralelismos*), si bien con sus diferencias, entre ellos: acueductos, canales, presas de almacenamiento, presas derivadoras, pozos vertica-



Molino y batán en un documento pictográfico, *Códice de Tepetlaoztoc*, siglo XVI / Dos hombres se ocupan de irrigar con ayuda de bimbaletes, 1908



les, diques y calzadas-dique, superficies de recolección de agua de lluvia (impluvio) en patios y techos de edificios, con sus correspondientes conductos (tubos, canalitos) y depósitos de almacenamiento (aljibes, cisternas, pilas, albercas); compuertas; vertederos; ductos subterráneos y alcantarillas para el drenaje de aguas negras.

Las *innovaciones técnicas* más significativas del periodo en materia hidráulica son, en un apretado resumen, las siguientes:

**Palancas.** Hasta donde nuestro conocimiento alcanza, éstas no fueron empleadas en la época prehispánica con fines hidráulicos. A la Nueva España llegaron en la forma de un instrumento muy sencillo, originario del antiguo Egipto, el *bimbalote* (bambilete, cigüeña, *shadouf*), que permite a un solo hombre extraer y elevar el agua de pozos, lagunas y ríos con una pértiga colocada sobre una horqueta o caballete que tiene en un extremo un recipiente y en el otro una piedra que le sirve de contrapeso. Llegó a la Nueva España en fecha no determinada, pero su presencia se registra en Río Verde (San Luis Potosí); Lago de Chapala y Guadalajara (Jalisco), Guanajuato e Irapuato (Guanajuato). Otra palanca manual estuvo en uso hasta no hace muchos años en el lago de Pátzcuaro, que se combinaba con un cucharón de madera con el fin de irrigar las parcelas contiguas.

**Rueda.** Sabido es que la rueda fue conocida y empleada en Mesoamérica, en juguetes, rodillos y malacates para hilar, entre otros, pero no en máquina alguna. En la colonia se hizo presente en diversas formas, entre las que destacamos ahora las utilizadas para elevar el agua y para mover maquinaria con fuerza hidráulica: las *ruedas hidráulicas* (norias, anorias: verticales y horizontales), las *poleas* (para sacar agua), los *tornos* (para lo mismo), los *molinos* (para trigo, caña de azúcar y otros, y para batanes de paños) y, más tarde, los *tornillos* (de Arquímedes) y los *sifones invertidos*.

Los *acueductos sobre arquerías*, para librar los accidentes topográficos por donde corría la atarjea o tubería, pronto sustituyeron a los acueductos prehispánicos sobre terraplenes. El arco se hizo igualmente presente en los *puentes* que complementaron o sustituyeron paulatinamente a los prehispánicos (colgantes o fijos, de troncos o entarimados).

Las *cajas para el control de flujos* o *cajas repartidoras* dotadas con “*datas*” (aberturas con dimensiones basa-

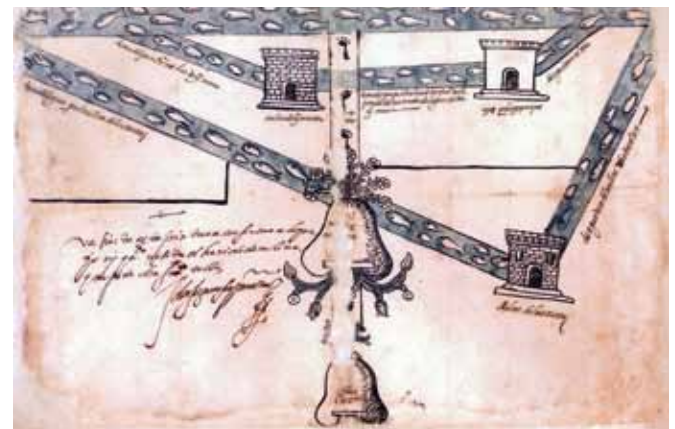
das en la “vara”, que iban de la “paja” y el “surco” hasta el “real” y el “buey de agua”, pasando por el “limón” y la “naranja”) fueron un nuevo e importante instrumento en lo que toca a los métodos de distribución tanto como a los derechos sobre el agua (Galván 1998:252-260).

Las *compuertas* de tablonés y deslizantes (Doolittle 1990) sustituyeron a las prehispánicas, sobre las que sabemos muy poco.

Los *animales de trabajo* que, al lado de las carretas y *carretillas*, facilitaron el transporte de materiales y personas, las tareas agrícolas, artesanales, de albañilería, entre otros; jugaron por igual un importante papel en algunas de las máquinas basadas en la rueda, para extraer el agua de diversas fuentes como pozos y lagos.

El establecimiento de *molinos*, *batanes* y otros “*ingenios*” *mecánicos* movidos por agua, antes desconocidos, modificó profundamente el uso de los ríos y los sistemas hidráulicos indígenas al cambiar de función, básicamente porque, para poder contar con la fuerza necesaria, los nuevos edificios se colocaron en las cabeceras de los ríos.

Otras innovaciones fueron las presas construidas con piedra cortada, ajustada y cementada; presas con contrafuertes y presas de almacenamiento sobre corrientes perennes (Doolittle 1990:162), además de otros elementos arquitectónicos como cornisas, remates de los muros o caballetes, sardineles y gárgolas.



Noria empleada durante la construcción de la primera catedral de la Ciudad de México, *Códice Osuna*, siglo XVI / Dos molinos en términos del pueblo de Tacuba, 1587

## Obras hidráulicas novohispanas

Ante la imposibilidad de tratar con la amplitud debida la historia de todas las obras hidráulicas de la época novohispana, de las nuevas y de las mesoamericanas que persistieron, recurriremos a exponer algunos ejemplos. Así, en materia de *aprovisionamiento de agua* "potable" a las poblaciones, pueden citarse en primer término los *acueductos sobre arquerías*. Entre éstos, el más antiguo y "portentoso" es el de los "arcos de Tembleque", situado entre Zempoala y Otumba (Hidalgo), construido por el franciscano Francisco de Tembleque entre 1553 y 1570, cuya atarjea, que mide 45 kilómetros, corre en partes subterránea y en partes a flor de tierra. El acueducto está compuesto por tres arquerías, con 47, 13 y 67 arcos, respectivamente, el más alto de los cuales alcanza 1.02 metros y cuenta con alcantarillas para el uso de los pueblos comarcanos (*Acueductos de México* 1996:97-101; Toussaint 1974:15). Los ejemplos de acueductos son muy numerosos, algunos de los cuales cuentan con arquería sencilla, otros con doble o triple, testimonio de que la provisión de agua era esencial en el extenso programa de fundación y refundación de poblados y ciudades emprendido por la corona española desde el arribo mismo de Cortés a las costas de Veracruz. Pero los acueductos superficiales no fueron el único recurso empleado con ese fin, puesto que las condiciones locales impusieron otros modelos de aprovisionamiento (recolección de agua pluvial, por ejemplo).



El acueducto novohispano más antiguo es el de Zempoala, Hidalgo, 1553-1570 (2005)

Las poblaciones coloniales contaron, además de acueductos, con sus complementos, las *pilas* y *fuentes* a las que acudían los usuarios a proveerse, incluidos los aguadores que llevaban el agua a los domicilios. Entre las fuentes más notables y antiguas están: la elaborada con ladrillo, estilo mudéjar, de Chiapa de Corzo (Chiapas), terminada en 1569; la de Tochmilco (Puebla), con sus varios surtidores; y la hoy destruida de Texcoco, "de perfiles góticos, de esbeltos arcos que conducían el agua para varios surtidores" (Toussaint 1974:15-16). Otras muchas se construyeron en conventos, iglesias y santuarios, algunas complementadas con aljibes que almacenaban el agua pluvial recogida en los techos y conducida por caños (Toussaint 1974:16), otras surtidas por los acueductos. Las haciendas y ranchos contaron también con acueductos, pilas y fuentes para surtir a los campos, el ganado y las personas, cuyo tratamiento sería materia de un estudio especial (Romero de Terreros 1949, en: *Acueductos de México* 1996:109-128).

Otro servicio urbano de aparente nuevo cuño fueron los *lavaderos colectivos*, algunos situados en espacios públicos, otros en la privacidad de conventos, colegios, hospitales, haciendas y ranchos. Uno de los más antiguos, del siglo XVI, es el de Xalitic, Xalapa (Veracruz).

Los *acueductos subterráneos* o *foggaras*, cuyo origen es aún materia de controversia, se utilizaron desde tiempos muy antiguos en China, el Cercano Oriente y el norte de África y se difundieron ampliamente en los reinos islámicos de la península Ibérica, lo mismo para



Acueducto de Cuernavaca, Morelos, ca. 1930



irrigar que para conducir agua para beber. Estos ductos subterráneos reciben nombres como *qanat* (lanza o conducto, en árabe), "viajes o minas de agua", y "pocería o tajos", y pueden describirse como un conjunto de túneles y pozos que se excavan hasta encontrar agua freática atrapada, por lo general en suelos de travertino. En Parras (Coahuila, México), por ejemplo, el sistema consiste en un túnel o galería horizontal "que funciona como canal subterráneo y capta agua por filtración del manto freático. Posee una pendiente mínima pero suficiente para conducir el agua por gravedad hasta el exterior" en donde es encauzada hasta un depósito y de allí se distribuye a las parcelas mediante canales. Los pozos verticales que conectan el canal sirven para excavar la galería y luego para ventilarla y realizar labores de limpieza (Eling y Martínez García 2008).

Las escasas *foggaras* estudiadas por arqueólogos en México, si bien sin fechar, se sitúan en el norte (Parras, Viesca y Saltillo, Coahuila) y el occidente (La Venta del Astillero, La Gotera, La Ocotera), y se suman a las de



Lavaderos del siglo XVI en Xalitic, Xalapa, Veracruz, 2008 / Lavaderos mexicanos, ca. 1908

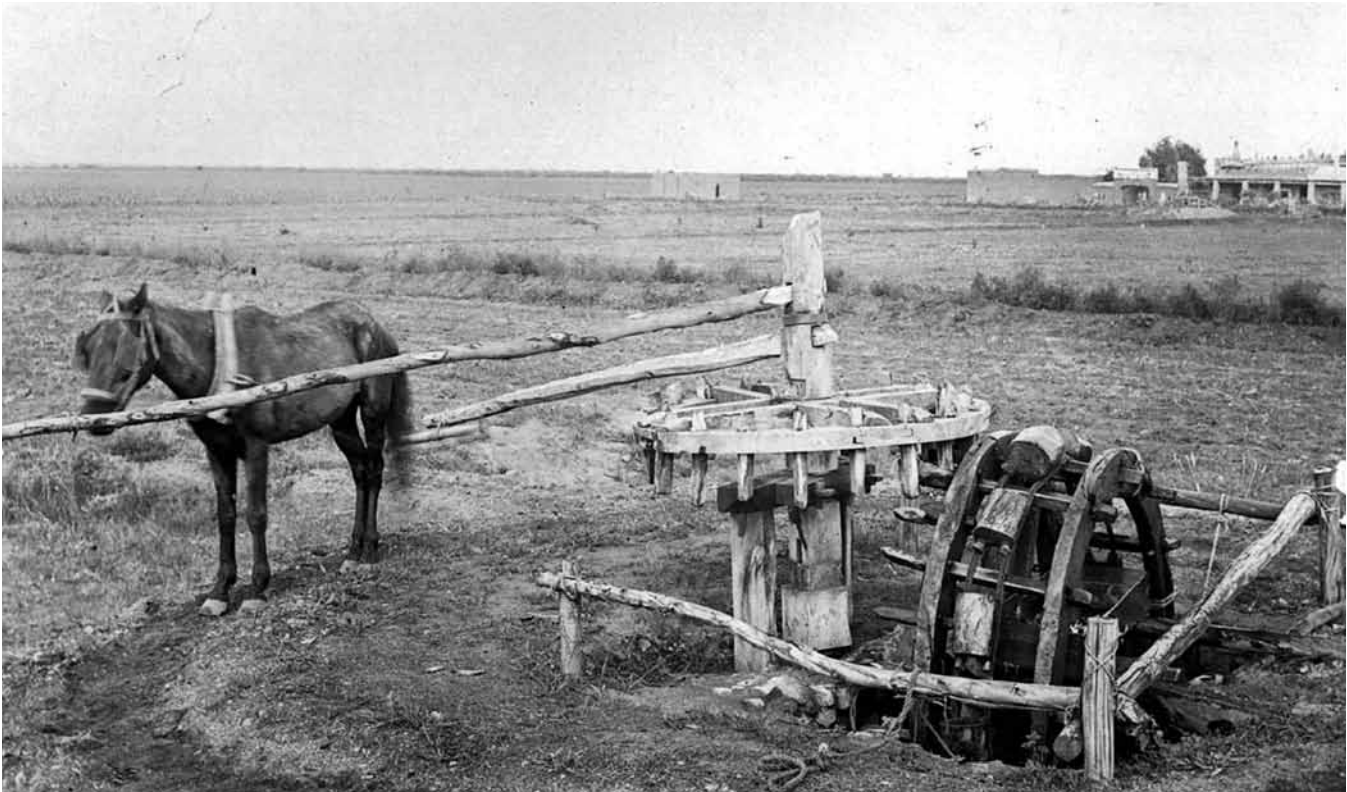
Tlaxcala y Puebla (en Tehuacán existen 80 en funcionamiento; en los municipios de Tepeaca y Acatzingo, más de 30; en Valsequillo 130) (Rojas Rabiela 1988:153-154).

En materia de *presas*, y como ya se dijo, los españoles trajeron tipos similares a los mesoamericanos, si bien con algunas diferencias, en particular en las de almacenamiento. Las presas de derivación eran prácticamente iguales.

La *creación de "lagunas"* no fue ajena al quehacer hidráulico de los españoles en tierras americanas, como no lo fue para los mesoamericanos. El caso mejor documentado es el de la "laguna" de Yuriria [púndaro] (Michoacán), producto del ingenio del fraile agustino Diego de Chávez, fundador del convento del lugar en 1544 y que, de hecho, fungió como el primer vaso regulador del río Lerma. El cronista Basalenque describió la obra que el fraile realizó, e hizo notar que el vaso no se hizo cavando sino aprovechando algunos bajíos y ciénegas existentes, que se secaban estacionalmente, en donde se procedió a excavar una acequia muy ancha y honda por donde condujo

al Río Grande hasta formar la "laguna" (Sánchez y Eling 2007:110-111).

Pero la acción hidráulica contraria también tuvo lugar: la *desección*. El programa más complejo fue el de la cuenca de México, cuyo destino se selló cuando el conquistador Hernán Cortés tomó la decisión geopolítica de fundar la ciudad de México en el mismo sitio que el de la capital imperial tenochca, la urbe lacustre de México-Tenochtitlan, basada en la concepción de una "ciudad seca". La ciudad se concibió, se planeó y se construyó como un asentamiento seco, compacto y reticular, con sólidos edificios y rectas calles, en parte por incompreensión del funcionamiento del sistema lacustre prehispánico, en parte como resultado de la concepción urbana europea de la época. Esta historia se conoce con todo detalle y es de mucho interés porque la ciudad y la cuenca de México fueron el escenario de los primeros ensayos de nuevas técnicas y máquinas. Pero es un hecho que inicialmente los españoles descansaron en la infraestructura hidráulica y en la estructura socio-organizativa que la sustentaba,



Noria horizontal movida por un caballo, empleada para irrigar, Guanajuato, 1907





Noria vertical movida con fuerza humana, Mixteca Alta, Puebla, 1908

pero cuatro desastrosas inundaciones (1555, 1579-1580, 1604 y 1607) afectaron gravemente a la Ciudad de México, con lo que las autoridades se vieron precisadas a buscar un remedio definitivo: emprender el drenaje de la cuenca mediante la apertura del desagüe por Huehuetoca (luego convertido en tajo) a principios del siglo XVII.

En cuanto a *las norias, las poleas, los tornos, las palancas, los molinos* y demás "*máquinas*", cuyo funcionamiento se basa en la rueda, su historia está por escribirse con detalle, pero sin duda fueron utilizadas desde los primeros años de la colonia en los establecimientos de los españoles y fuera de éstos también. Así se constata en numerosos documentos, incluyendo algunos pictográficos, especialmente en tres códices de la cuenca de México del siglo XVI: *Osuna, Aubin* y de *Tepetlaoztoc*. Otras fuentes como son los documentos de archivo, imágenes fotográficas (desde finales del siglo XIX) y registros etnográficos (siglo XX), nos hablan del uso de norias, poleas, tornos, bimbaletes y molinos lo mismo en haciendas y ranchos,

que en pueblos de indios. Un sorprendente estudio reciente de Seele (2006) abre una nueva perspectiva sobre la adopción de las anorias por los campesinos del Río Balsas, así como de su pervivencia hasta el siglo XX, al que se suma otro breve de Doolittle (1996).

Las norias verticales con rueda de engranes movidas por ganado caballar, se registran en fotos del periodo porfiriano en Aguascalientes, Guanajuato, Puebla y valle del Mezquital, entre otros. Las norias con cubos de tracción humana, en la Mixteca Alta (Puebla) y en Guanajuato. Las norias de cubos con rosario y tracción animal, en el Lago de Chapala. El torno movido por burros y mulas para extraer agua de pozos, en los valles centrales de Oaxaca, Cuevillas, Hidalgo, Tepeyahualco (Puebla).

Todo lo aquí consignado, y mucho más, constituye la materia de nuevas investigaciones actualmente en curso, que darán pistas más certeras sobre los cambios y continuidades que en materia de tecnología hidráulica tuvieron lugar del periodo prehispánico al colonial.





# De la tradición a la modernidad. Cambios técnicos y tecnológicos en los usos del agua

Martín Sánchez Rodríguez

A lo largo del tiempo, el elemento técnico y el tecnológico han sido factor importante por destacar en el uso y el manejo social del agua, así en México como en el resto del mundo. Desde la agricultura hasta la industria, pasando por el abastecimiento urbano y la utilización del agua como fuente de energía, diversas son las coyunturas y diferentes los procesos de cambio. En todos ellos destaca un componente común: la coexistencia de elementos tradicionales y modernos en el manejo del agua.

## Los usos agrícolas del agua

Un lugar común en la historiografía agraria mexicana es la afirmación de que durante el periodo colonial y primera mitad del siglo XIX, la agricultura careció de innovaciones tecnológicas. Que a diferencia de Europa, donde el cambio técnico y tecnológico había ocurrido entre los siglos XVII y XVIII, en México la producción agrícola había descansado en la expansión de las zonas de cultivo, en el crecimiento de la frontera agrícola.

En apariencia, los hechos confirman estas aseveraciones. La llegada de los españoles y su expansión hacia el norte y el sur de la Nueva España, la depresión demográfica de la población indígena producto de las epidemias, la existencia de amplias regiones del Nuevo Mundo poco pobladas pero ricas en minerales o con suelos fértiles para la práctica de la agricultura y la ganadería, dan la razón a esta postura. Sin embargo, una lectura más cuidadosa de los procesos agrarios mexicanos revelaría la existencia de importantes cambios en las regiones más productivas del territorio. Frente a la falta de desarrollo o de aplicación de nuevas tecnologías en la Nueva España en las primeras tres cuartas partes del siglo XIX: prácticas de barbecho, fertilizantes, rotación de cultivos, el elemento tecnológico más importante de la agricultura estuvo relacionado con la administración del agua (Van Young 1989:234). En otras palabras, la expansión de la producción agrícola, en particular del trigo, se logró mediante la innovación técnica y tecnológica del riego.

Uno de estos cambios se sitúa a mediados del siglo XVIII, ocurre en los valles irrigados por el río Lerma y tiene que ver con la práctica de una técnica de manejo de los



Cuenca Lerma-Santiago, 2008

recursos naturales (tierra y agua) semejante a la que se desarrolló en Egipto, denominada entarquinamiento en cajas de agua y que consiste en el control artificial y temporal de la inundación con aguas torrenciales mediante la construcción de presas de derivación, canales y bordos. Esta técnica ha tenido tanto éxito en términos econó-

micos y sustentables que aún hoy en día agricultores de tres importantes regiones la siguen practicando. De hecho, frente a su desaparición como técnica en Egipto y después de siete mil años de práctica, su permanencia en México constituye un patrimonio cultural intangible, pues su combinación con el riego por aspersión, goteo o fertirrigación, permite conservar los beneficios agronómicos y ecológicos que la caracterizan (Mollard 2008).

Sin lugar a dudas, uno de los elementos principales en el manejo del agua para las actividades agrícolas y ganaderas, fue la presa. Construidas de ramas, tierra, piedra o mampostería durante el México prehispánico, colonial y hasta finales del siglo XIX, su presencia caracterizó el paisaje rural. En cuanto a su función y su diseño, las había de diferentes tipos: la más sencilla era conocida como palizada o estacada y consistía de una hilera de estacas fijas en el fondo del río o arroyo atravesadas con ramas o morillos toscos de tal manera que las hojas y la tierra acu-





Antiguas cajas de agua en Celaya, Guanajuato, ca. 1945

muladas retuvieran el agua para su derivación. Este tipo de presa podía medir poco más de dos metros de alto y su extensión dependía de lo ancho del río, arroyo o avenida. Debido a su fragilidad, estos artificios con frecuencia desaparecían en época de lluvias, pero se volvían a construir gracias a su sencillez y economía.

Las presas de tierra por lo regular se construían fijando estacas de madera en el fondo del río o arroyo, que después se cubrirían con tierra. Diseñadas para resistir mayor presión hidráulica, las presas de mampostería y piedra fueron elemento importante en el manejo del agua para riego. Su trazo y su construcción implicaron una alta especialización por la forma de utilizar el material, los instrumentos, los equipos, las herramientas y el trabajo humano y animal. Sus muros se hacían con piedra y mor-



Entarquinamiento en Michoacán, 2002

tero; cuando la presa era de contrafuertes se debía tener especial cuidado con los ángulos, ya que la piedra debería tener otro tratamiento. Su diseño y el tipo de material empleado daban no sólo mayor resistencia sino también mayores altura y longitud.

La mayor parte de las presas construidas en México hasta finales del siglo XIX se agrupa en la categoría de presas de derivación, en la medida en que su principal función era desviar agua de una corriente principal para su uso agrícola o industrial. Por lo mismo, un componente importante eran los canales de conducción, que podían llegar a tener varios kilómetros de longitud dependiendo de la inclinación del terreno; a menor pendiente mayor longitud y viceversa. Era común que los primeros metros del canal principal, es decir, los que se desprendían inmediatamente



Presas en el México colonial, Irapuato, Guanajuato, 1792



Presa de la Hacienda de Santa Catarina, San Luis Potosí, 2005

después de la presa, fueran también de mampostería; el resto se cavaba en la tierra hasta llegar a los campos de cultivo donde se bifurcaban para formar los distintos canales de distribución.

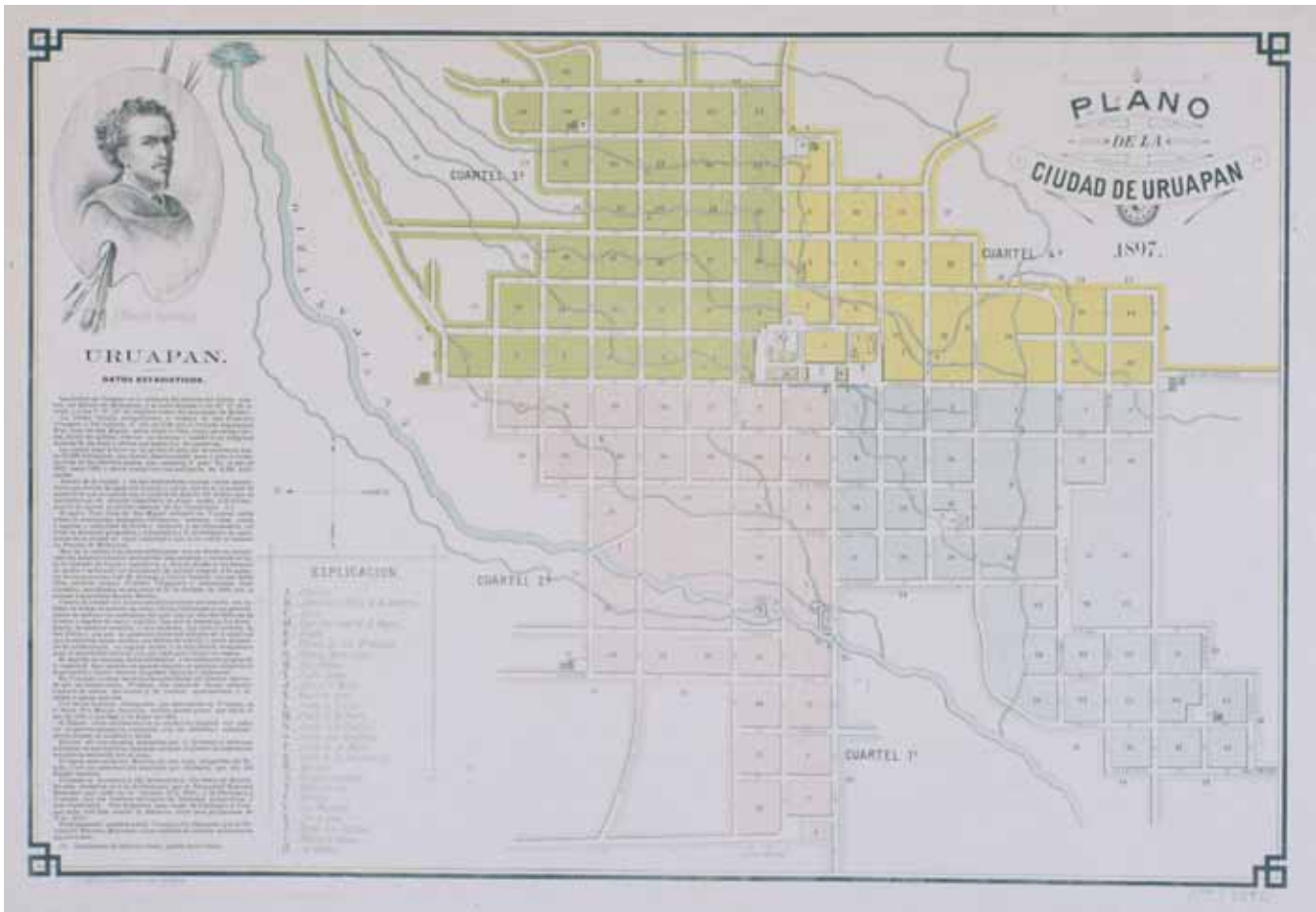
Debido a su importancia, muchas de las presas de mampostería construidas durante la época colonial y el siglo XIX aún se conservan y son parte fundamental en el manejo del agua en el México contemporáneo. No es casual que en diferentes momentos del siglo XX, la Secretaría de Agricultura primero, la Secretaría de Recursos Hidráulicos después, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos posteriormente y ahora la Comisión Nacional del Agua, hayan considerado el mantenimiento, la rehabilitación o la conservación de estas obras. Las presas históricas en México, las que se encuentran todavía en uso y las que por diferentes motivos han quedado obsoletas,

permanecen también como parte del patrimonio cultural de los mexicanos que es posible disfrutar.

Otra herramienta, el bimbaleta, *shadouf* o *picota*, indispensable por su versatilidad en zonas agrícolas marginales o en comunidades de riego con pocas posibilidades de acceder a grandes recursos de agua, si bien su eficiencia era limitada, tuvo un uso extendido en la agricultura de riego mexicana desde la llegada de los españoles en el siglo XVI hasta la segunda mitad del XX. En un estudio elaborado en 1927 para la región del Bajío se calculó que un trabajador podía extraer agua 29 veces por minuto. Después de operar durante cierto tiempo, descansaban un tiempo igual. Se calcula que con este método no se extraían más de diez litros por golpe, de manera que, contando el tiempo de descanso, cada bimbaleta extraía 150 litros por minuto o 2.5 por segundo (Sánchez Rodríguez 2005).







Uruapan, Michoacán, ciudad alegre, 1897

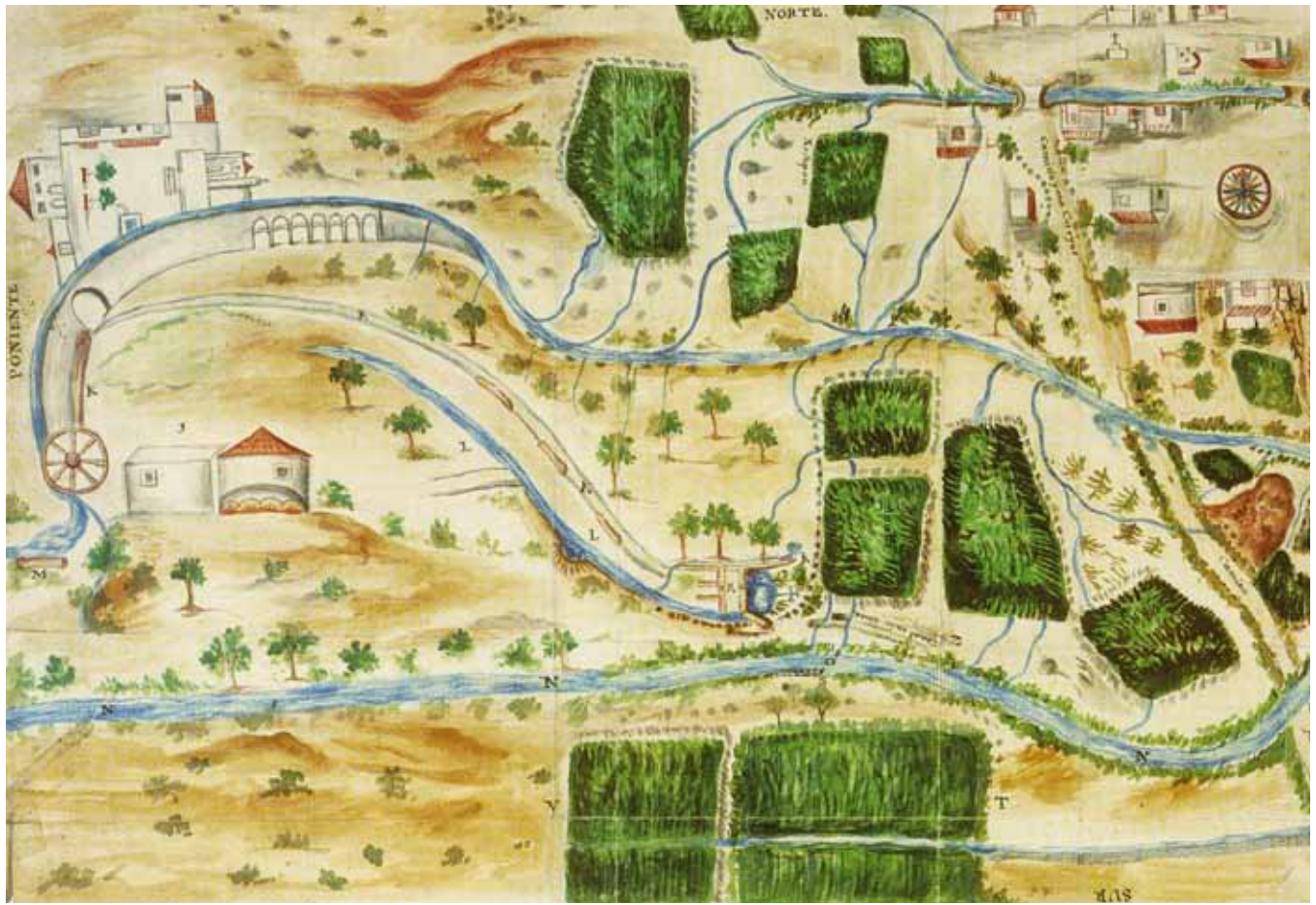
los aguadores cumplieron durante siglos con la función básica de abastecer a los centros urbanos.

Otra forma de abastecimiento de agua para las áreas urbanas fueron las acequias. Igualmente centenaria, por no decir milenaria, esta forma de dotar de agua fue característica compartida por ciudades grandes y chicas. Como ningún otro sistema, el uso de canales o acequias en poblaciones estuvo fuertemente vinculado a las prácticas agrícolas y, en especial, a la horticultura. Múltiples son las referencias textuales a la existencia de canales que atravesaban todas y cada una de las casas de pueblos o ciudades como Uruapan, Jacona, Tancítaro y Atapan en el estado de Michoacán; Parras y Múzquiz en Coahuila; Valle de Allende en Chihuahua; Colotlán, Jalisco y Querétaro por citar unos casos (Sánchez Rodríguez 2002 y 2005).

## Los usos industriales del agua

Como toda sociedad preindustrial, durante siglos la mexicana utilizó la fuerza animal y la hidráulica como fuentes de energía para las actividades textiles, molineras, para la producción de papel, de azúcar, la minería o la siderurgia. Registrados desde el siglo I en el Viejo Mundo y difundido su uso a lo largo del tiempo, el molino hidráulico para el procesamiento del trigo llegó a América con los españoles desde los primeros tiempos del descubrimiento y la conquista. Uno de tantos ejemplos que se podrían citar es el del molino de Santa Mónica que aprovechaba las aguas del río Tlalnepantla en el actual Estado de México y del que se tienen referencias de su funcionamiento desde 1553 (López Mora 2002:65-66).





*Trapiche de Pantitlán y cultivo de caña en Morelos (Oaxtepec, Yautepec, 1795)*

Lo cierto es que desde la invención de la rueda hidráulica, hasta finales del siglo XVIII con la máquina de vapor, pocos fueron los cambios en la tecnología molinera. Si bien a finales del siglo XVIII había aumentado su eficacia, la invención de la máquina de vapor revolucionaría la producción de harinas hasta la primera mitad del siglo XIX. México no fue la excepción, pero los cambios a partir del siglo XIX en la industria harinera llegaron mucho más lentamente. La inestabilidad política característica de las tres primeras cuartas partes del siglo XIX, sumada a las constantes crisis y penurias económicas, limitaron las políticas de fomento y la inversión en infraestructura para la producción.

A pesar de los cambios ocurridos hacia finales del siglo XIX y principios del XX, el uso del agua como productora de energía mecánica seguía ocupando un lugar

importante en la industria molinera nacional. De acuerdo con un estudio de la Secretaría de la Economía Nacional, fechado en 1934, la fuerza motriz empleada para la producción de harina era originada por 450 máquinas con capacidad de 14 764 caballos de fuerza, clasificadas de la siguiente manera: 39 máquinas con 2 396 caballos de fuerza correspondían a motores y turbinas de vapor; 78, con 3 104 caballos de fuerza a motores de combustión interna; 152, con 2 637 caballos de fuerza a turbinas y ruedas hidráulicas y 181, con 6 627 caballos de fuerza a motores eléctricos. En términos porcentuales, la fuerza motriz empleada por los molinos tenía las siguientes proporciones: máquinas de vapor, 16%; máquinas de combustión interna, 21%; turbinas y ruedas hidráulicas, 18% y motores eléctricos, 45% (Secretaría de la Economía Nacional 1934:68).

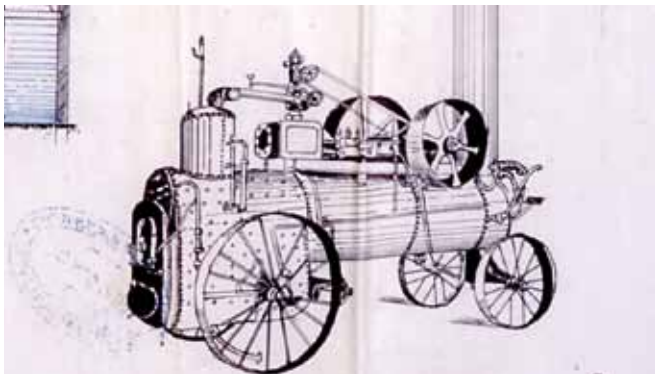
La industria azucarera no difería mucho de la harinera en cuanto al uso de tecnología. La apropiación de las innovaciones producidas a partir de finales del siglo XVIII en el ámbito mundial, incluye: incorporación del vapor como fuente de energía, introducción de molinos verticales equipados con ruedas catarinas, entre otros. El proceso de modernización tecnológica en esta rama de la economía mexicana se desarrolla a partir de mediados del siglo XIX y hasta principios del XX. Ejemplo de esta situación de atraso es el hecho de que hasta el año de 1833 se introdujo el primer trapiche accionado por vapor que existió en México, para la hacienda El Mirador en la zona central de Veracruz (Crespo 1988:482).

A pesar de los esfuerzos modernizadores, la introducción de maquinaria en el proceso de elaboración de azúcar no necesariamente se orientó al cambio de la energía utilizada. De los 45 molinos existentes hasta 1890, 17 eran accionados con ruedas hidráulicas, 12 con vapor, cuatro con tracción animal y de 12 no se sabe con certeza (Crespo 1988:484). En resumen:

Reconocido el fenómeno de la modernización azucarera efectuada entre 1850 y 1910, cabe señalar que fue un proceso lento y no integral, con fuertes disparidades entre las diversas unidades productivas y también con sorprendentes yuxtaposiciones técnicas entre lo tradicional y lo moderno (Crespo 1988:498).

## La segunda revolución industrial y el manejo del agua

Si bien podríamos destacar las innovaciones técnicas y tecnológicas en el manejo del agua antes del siglo XIX, el



Motor de vapor para bombas centrífugas en el río Lerma, 1898

cambio radical en éste y otros muchos aspectos de la vida del hombre ocurrió con el proceso conocido como segunda revolución industrial. Para el caso que nos ocupa, la invención de nuevos materiales de construcción y conducción: cemento Portland, hierro forjado, acero, fue útil por ejemplo, en la construcción de presas mucho más altas y resistentes, en la introducción del sistema de red en la dotación de agua para las poblaciones, la ampliación de los sistemas de comunicación y transporte marítimo, fluvial y aéreo. Son éstos solo algunas muestras de las transformaciones radicales que ocurrieron desde mediados del siglo XIX.

El desarrollo de nuevos usos del agua (generación de energía eléctrica sobre todo) posibilitó el crecimiento de zonas industriales y la dotación de satisfactores materiales que con el tiempo fueron considerados indicadores de progreso y del desarrollo económico de los Estados-nación. La invención del motor de combustión interna y de maquinaria especial para la construcción facilitó la desecación de ciénegas y pantanos o el uso sistemático de las aguas subterráneas.

## La modernización de los usos agrícolas del agua

A finales del siglo XIX, la agricultura comercial mexicana fue objeto de un impulso privado y público importante. Además de su mecanización, la aplicación de nuevos fertilizantes, de técnicas de cultivo, de mejoras en las semillas, entre otros, los nuevos usos del agua que posibilitaron la generación de energía eléctrica y el desarrollo de la bomba hidráulica, hicieron posible el uso sistemático del agua subterránea para riego. Baste recordar que el motor eléctrico que usaba corriente alterna fue inventado en 1888 por Nicola Tesla y fabricado en Estados Unidos de América por Westinghouse, pero el uso de la electricidad para el movimiento de máquinas no se generalizó sino hasta principios de 1900. Mientras esto ocurría, las máquinas de vapor, los motores de combustión interna, los de gas y los de aceite pesado contribuyeron a la explotación del agua con fines de riego como se difundía en diferentes medios impresos.

Este impulso se vinculaba a una particular visión de la naturaleza prevaleciente a finales del siglo XIX y principios del XX y a diferentes ideas de cómo solucionar los problemas del campo en México, de la necesaria expansión de las

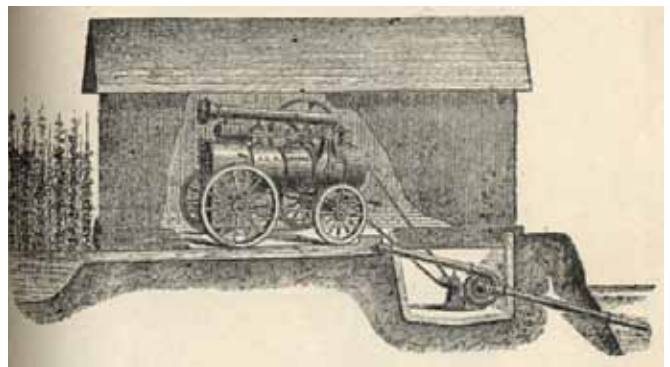
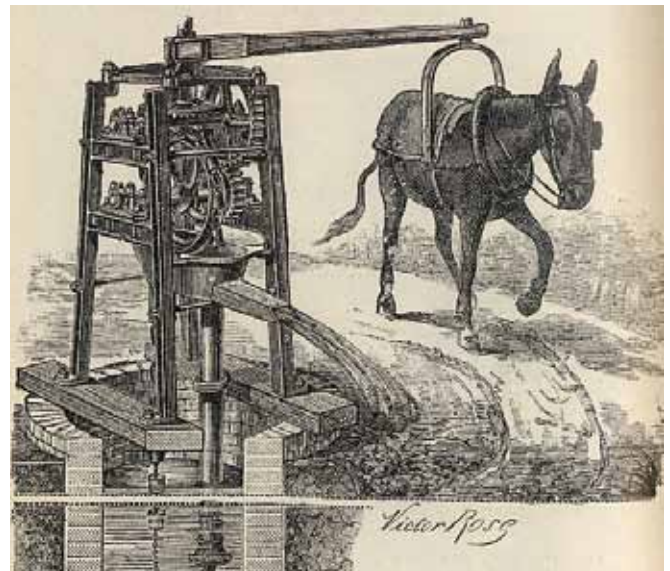


tierras de riego y del papel que debería cumplir el Estado en el desarrollo económico en general y de la agricultura en particular. Múltiples fueron las personas y variados los libros dedicados a los problemas de la irrigación en el ámbito mundial. Reveladores son los trabajos que se publicaron con motivo de las obras de ingeniería hidráulica para el control de las aguas del río Nilo y paradigmáticos son los estudios de Sir William Willcocks al respecto (Willcocks 1889, 1899, 1913).

En algunas regiones de México, como los distintos valles del Bajío en la cuenca del Lerma, la tecnología del pozo profundo y la bomba hidráulica inicialmente complementó la disposición de agua superficial que permitió el mantenimiento de la frontera agrícola de riego y posiblemente una pequeña expansión. De forma sistemática, y en cuanto el desarrollo tecnológico y las posibilidades económicas lo permitieron, los agricultores que hacían uso de los bimbaletes y las norias para la extracción de agua, fueron sustituyéndolos por locomóviles (bombas a vapor) y motores de distinto tipo. No obstante estos avances, en zonas agrícolas marginales el uso del bimbalete para el riego se prolongó hasta la década de 1960 (Gallegos 2002:275-291).

En términos regionales, uno de los cambios más espectaculares en lo que al uso de la tecnología de la bomba y el pozo profundo para las actividades agrícolas se refiere, ocurrió en el noroeste del país. Por ejemplo, hasta antes de 1945, en la región de Hermosillo, en Sonora, se extraían las aguas de los primeros 100 metros del acuífero mediante norias y calderas de vapor (Moreno 2006:107). Después de esta fecha y hasta 1949 ya se habían perforado 70 pozos profundos que cubrían la necesidad de agua de 17 500 hectáreas con apoyo del Gobierno Federal (Moreno 2006:172).

La perforación de pozos y la extracción y distribución del agua del subsuelo han cambiado significativamente desde finales del siglo XIX cuando la tecnología fue comercializada mundialmente, hasta el presente siglo XXI en que se cuenta con bombas mucho más potentes que pueden extraer agua a varios miles de metros de profundidad. En un principio, las bombas hidráulicas funcionaron con motores de vapor y de combustión interna, pero en la medida en que la disponibilidad de energía eléctrica iba en aumento, el uso de motores eléctricos fue abriéndose



Noria con mecanismo metálico, 1914 / Modelo tipo de instalación de bomba movida con locomóvil, 1914

paso entre los usuarios. Por ejemplo, para 1913, la Compañía Hidroeléctrica e Irrigadora de Chapala anunciaba en las páginas interiores del *Boletín de la Cámara Agrícola Nacional Jalisciense*, la venta de fuerza motriz eléctrica para el funcionamiento de las bombas de irrigación. La imagen propagandística que acompaña al anuncio es elocuente: en la parte alta de la página se muestra a un próspero propietario de tierras, bien vestido y en actitud relajada, sentado con la pierna cruzada. Esta persona observa tranquilamente cómo el agua que sale de la bomba eléctrica irriga un campo fértil. En contrapartida, y en un segundo cuadro, un par de agricultores trabaja afanosamente en un campo semidesértico tratando de extraer agua de un pozo con un cigüeñal (*Boletín* 1913). En la misma publicación, la representante tapatía de la empresa Siemens anuncia la existencia de generadores

y motores eléctricos, motores de gas pobre y de aceite crudo para irrigación, y ofrece presupuestos gratis (*Boletín* 1913).

Sin embargo, el uso de la energía eléctrica en las áreas rurales fue concentrándose en sitios específicos. Entre 1943 y 1950 este uso se localizó en zonas como La Laguna, servida por la Compañía Agrícola y de Fuerza Eléctrica del río Conchos; la región de Chapala, por la Nueva Compañía de Chapala; la zona del Bajío servida por el sistema interconectado de Guanajuato; las plantaciones de Veracruz y otras de menor consideración (Lara 1953: 194). El uso de la energía eléctrica para la extracción de agua con la bomba ha recibido una activa promoción de parte del Gobierno Federal durante los últimos cien años por medio del financiamiento, la construcción y la reha-

bilitación de pozos profundos. De hecho, una variante de la gran irrigación estatal posrevolucionaria fue la creación de los distritos de riego a partir del uso del pozo (Moreno 2006).

Acerca del financiamiento público por medio del Banco Ejidal (1935-1986), para la perforación de pozos, uno de sus directores gerentes dejó en claro la posición oficial en los siguientes términos:

Una de las ramas más importantes de préstamos (...) en el caso del Banco Ejidal, está constituida por las pequeñas obras de riego, sobre todo aprovechamientos de agua subterránea por bombeo. Se ha hecho sin duda, con estos préstamos mucho bien a la agricultura del país y a la economía ejidal (Herrera 1954:14-15).

Según datos del Banco Ejidal, entre 1936 y 1956 se financió la construcción de 1 296 obras; 57% estaba concentrado en la Comarca Lagunera, con un valor de 84 millones de pesos que significaban 73% de los recursos canalizados (Herrera 1958:54-55). Con datos del propio Banco, un autor de la época afirmó que el número de pozos operados por ejidos en todo el país había pasado de 1 369 en 1945 a 2 137 en 1948 (Alanís Patiño "Las tierras de riego", citado en Aboites 1998:172). No olvidemos que a estos números les debemos sumar los alumbramientos financiados con capital privado.

Por otra parte, debido a la perforación indiscriminada de pozos para todos los usos sociales del agua, a mediados del siglo XX las autoridades mexicanas tuvieron que intervenir para reglamentarla, y dispusieron que los interesados en efectuar obras de alumbramiento estaban obligados a dar aviso a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) de las fechas de inicio y término de las obras y su localización. A partir de estas atribuciones, la SRH y sus sucesoras desplegarían una intensa actividad para declarar zonas vedadas e intentar controlar la perforación de pozos. Los decretos sobre vedas iniciaron en el año de 1948 en la zona de León, Gto., y en 1949 siguieron Zumpango, Méx., Abasolo, Gto., San Miguel de Allende, Cañada del Marqués, Querétaro (Andrade 1962).

Complementaria a esta febril actividad de vedas, durante el gobierno de Adolfo Ruíz Cortines (1956) se reformó la ley reglamentaria en el párrafo quinto del Artículo 27 constitucional donde se estableció el principio de dominio sobre la gestión que se había dictado con las aguas superficiales, es



Agricultura moderna vs. agricultura tradicional, 1913



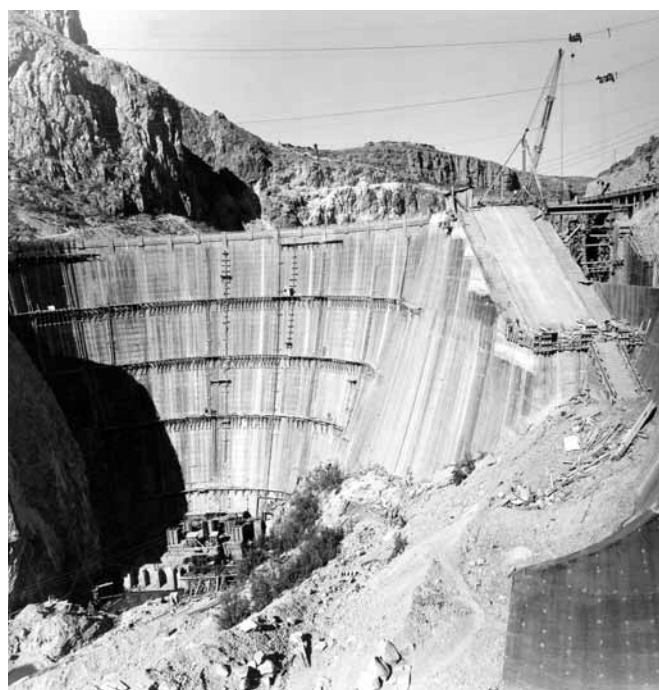
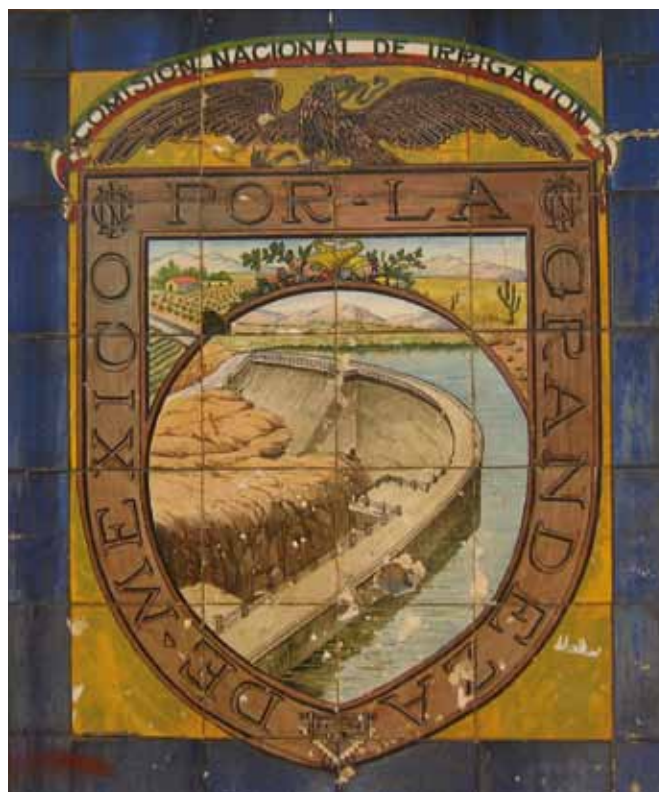
decir, que para poder explotar las aguas del subsuelo señaladas como de propiedad nacional, se debería solicitar concesión o permiso a la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Pero el uso de las aguas subterráneas no fue el único elemento en el crecimiento de la frontera agrícola de riego mexicana. La construcción de presas chicas, medianas y grandes; para riego, hidroeléctricas o control de avenidas, como parte de los programas de desarrollo del Gobierno Federal, también ha jugado un papel importante, por no decir preponderante.

En lo que a las presas toca, el uso de los avances tecnológicos en los materiales de construcción (cemento Portland), sistema de transporte (ferrocarril), maquinaria pesada (dragas, grúas) y herramientas (taladros) fueron inicialmente incorporados por empresarios privados, hacendados y rancheros. El sistema del río Necaxa, compuesto de cinco grandes presas para la generación de energía eléctrica es el comienzo de este tipo de obras en México. Iniciadas en 1903 y concluidas en 1910, la energía eléctrica generada fue fundamental para la explotación minera de El Oro en el Estado de México. La Boquilla, presa de tipo de gravedad, construida para aprovechar las aguas del río Conchos en Chihuahua, se inició en 1909 para atender la demanda de la minería (Aboites 1998:60-61).

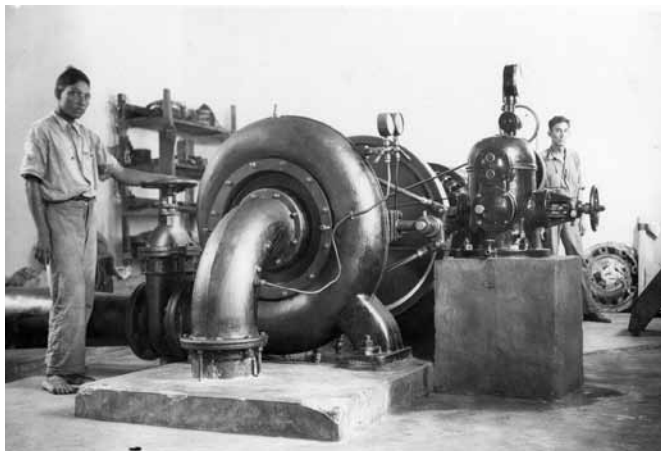
Pero pasado el movimiento más convulsivo de la revolución mexicana, el Gobierno Federal, por medio de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) (1926), inició un programa sistemático de diseño y creación de distritos de riego, grandes proyectos sociales que tenían como fundamento el reparto agrario entre la masa campesina organizada en ejidos; la creación de instituciones financieras de apoyo al campo (Banco Ejidal, primero, y Banco Nacional de Crédito Ejidal, después) y la construcción de infraestructura hidráulica (presas, canales, bordos, pozos).

La primera obra proyectada con fines agrícolas por la CNI fue la presa Plutarco Elías Calles, que dio origen al Sistema de Riego Núm. 1 Presidente Calles, planeada para el beneficio de 22 600 hectáreas en el estado central de Aguascalientes (Comisión Nacional de Irrigación 1930). Durante el periodo de 1926-1931 se iniciaron los trabajos para otros seis sistemas de riego (El Mante, Tamaulipas; Tula, Hidalgo; Don Martín, Coahuila y Nuevo León; Delicias, Chihuahua; San Carlos, Coahuila y Meztitlán, Hidalgo), todos a cargo de la constructora J. G. White Engineering



La irrigación como símbolo nacional. Presa Presidente Calles, Aguascalientes, 1933 (2007) / Presa La Angostura, Sonora, 1941

Corp. (Comisión Nacional de Irrigación 1940:21). Al finalizar esta política, se constituyeron en México 112 distritos con una superficie de riego de 3 496 902 hectáreas y 39 492 unidades de riego con una superficie de 2 956 032 hectáreas. En otras palabras, en 1926, año en que comenzaron los trabajos de parte de la CNI, el país con-



taba con 750 mil hectáreas de riego; en la actualidad son 6.46 millones de hectáreas (Comisión Nacional del Agua 2008:66).

Hoy en día, la nueva política hidráulica que redefinió el papel del Estado en materia de agua y que busca la concurrencia de la participación privada y social, no sólo económica sino también en la gestión, la construcción y el manejo del agua, ha impulsado diferentes programas de modernización del riego en México. La preocupación por el medio ambiente, por el ahorro y el uso más eficiente del recurso en el campo está involucrada en el cambio tecnológico del México del siglo XXI. Sin olvidar nuestro pasado, reconociendo la herencia milenaria en el manejo del agua, hoy podemos ver en México la convivencia de lo viejo y lo nuevo, lo tradicional con lo moderno, la vieja y la nueva tecnología produciendo para los mercados locales, nacionales y mundiales.

La construcción de grandes presas continúa en el México contemporáneo. Las presas deben ahora diseñarse



Aprovechamiento hidráulico en el río Zanatenco, Tonalá, Chiapas, 1939 / Presa de La Amistad, Frontera, 1966



con múltiples propósitos, tanto agrícolas como de generación de energía eléctrica y abastecimiento de agua a las crecientes ciudades del país.

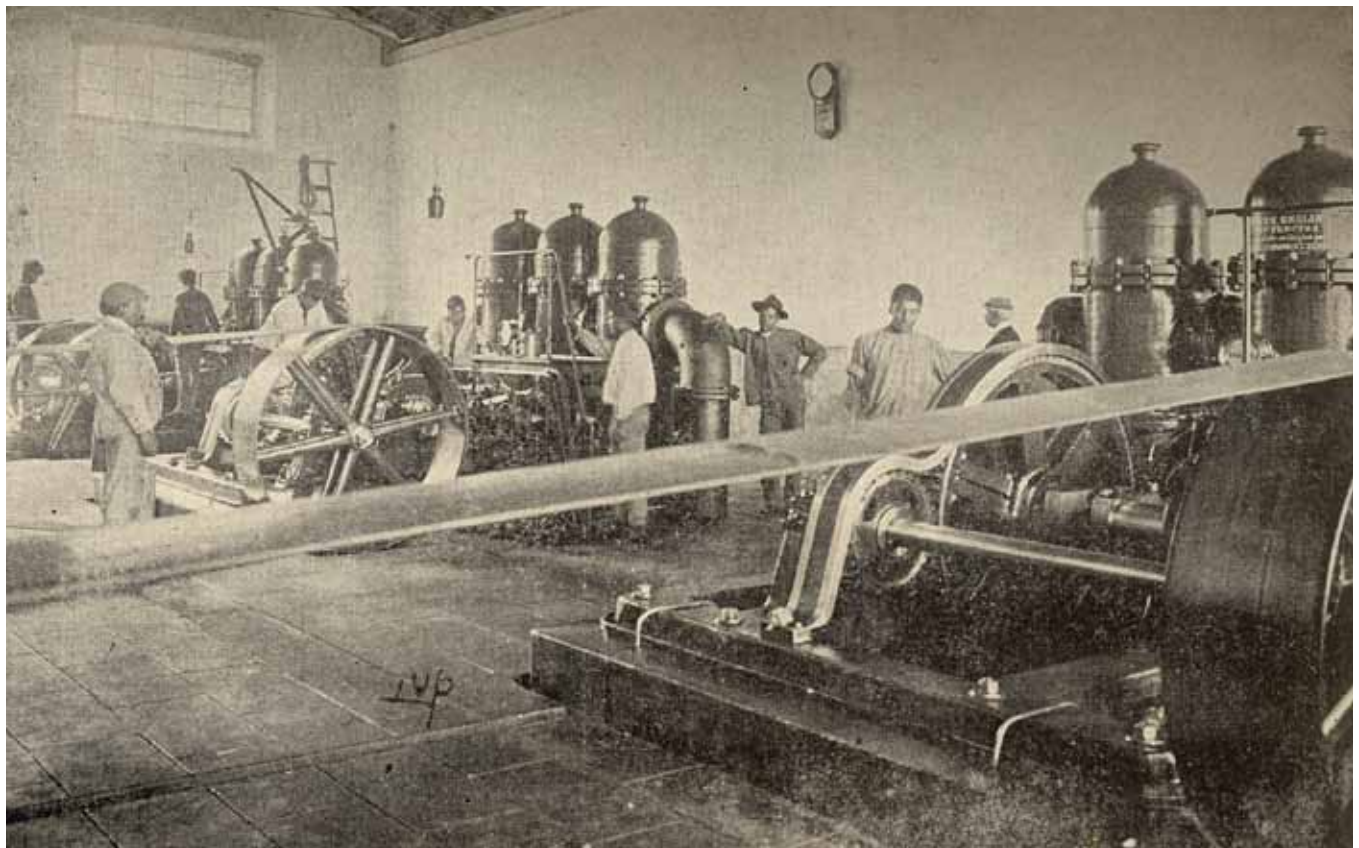
## Los modernos usos urbanos del agua

Desde la segunda mitad del siglo XIX, las poblaciones de México y el mundo han visto cambiar sus condiciones materiales. Así, en el ámbito del agua potable y el saneamiento, las diferencias entre el sistema antiguo y el moderno son notables. A finales del siglo XIX, las deficiencias en el servicio junto con las nuevas ideas sobre salubridad, higiene y modernización urbana impulsadas por el crecimiento económico, provocaron una febril actividad para mejorar la fisonomía de los servicios urbanos (Goubert 1989; Birrichaga 1998:187-192).

En materia hidráulica, los ingenieros consideraban que el sistema antiguo no garantizaba el suministro de

agua para una creciente población urbana, era insalubre, limitado y predominantemente rural. Así pues, propusieron y modernizaron el sistema de agua potable: elevar el consumo *per cápita* (de cinco-10 litros a 250-300 litros diarios por habitante), el uso de la red a partir de tuberías interconectadas, posibilidad de generalización del servicio, calidad controlable y posibilidades de especialización en el suministro (Matés Barco 1999:41-49). Creado y aplicado originalmente en Londres, Inglaterra, a mediados del siglo XVIII, el sistema en red se perfeccionó con la generalización en el uso de tubería de hierro que facilitó las reparaciones, permitió mantener el agua a alta presión para que llegara a los pisos superiores de las casas y mejorar sus condiciones higiénicas (Birrichaga 1998:194; Derry y Williams 1997:609-610).

En el México decimonónico y contemporáneo, la actividad desarrollada para el abastecimiento de agua potable a partir del sistema moderno ha sido enorme. Frente a la insolvencia económica para la construcción de los nuevos



Equipamiento para los manantiales Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, 1905

sistemas de agua potable en sus primeras décadas (1887-1930), la mayoría de las ciudades y poblaciones en el país optó por arrendar o ceder los derechos de agua a empresas privadas o semipúblicas. A decir de Diana Birrichaga, en México, las empresas privadas de agua potable pueden dividirse de acuerdo con la clase de servicio que prestaban: las dedicadas al ramo de agua potable; las que además controlaban el sistema de drenaje y las que aparte de lo anterior vendían el agua para usos urbanos, industriales y agrícolas (Birrichaga 1998:211).

Pero fue a partir de la década de 1940 cuando la dotación de servicios de agua potable y alcantarillado se incrementó en México. La política de industrialización, vía sustitución de importaciones aplicada en el país, y el paulatino proceso de urbanización producto de la migración rural aumentaron las demandas de agua que no podían ser cubiertas con la infraestructura instalada. Basta recordar que las obras más modernas se habían construido en las postrimerías del porfiriato, por ejemplo, el aprovecha-

miento de los manantiales de Los Colomos en Guadalajara, la presa Chuvíscar para dotar de agua a Chihuahua (1908), la captación de agua subterránea para Monterrey (1909) o el aprovechamiento de las de Xochimilco en la Ciudad de México (1913) (Aboites 1998:159).

Hasta antes de 1933, el manejo del ramo de agua potable había estado exclusivamente en manos de los gobiernos



Tanque elevado, González, Tamaulipas, 1970 / Hidrante para servicio público, Yojovi, Oaxaca, 1970



estatales y de los ayuntamientos que habían construido o concesionado la construcción y la administración de la infraestructura hidráulica con resultados poco satisfactorios. No es casual que el censo general de población de 1940 registrara que 62% de las 3.8 millones de viviendas del país careciera de agua y drenaje (Aboites 1988:160). La situación en México comenzó a cambiar a partir de la intervención del Gobierno Federal en el ramo de agua potable y saneamiento. Parte importante de esta intervención fue la creación del Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas fundado en febrero de 1933, con el propósito de impulsar la construcción de obras de equipamiento urbano: agua, alcantarillado, mercados, rastros.

Más trascendente fue el hecho de que la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), creada en 1947 para sustituir a la Comisión Nacional de Irrigación, concentrara esfuerzos y recursos económicos en materia de obras de agua potable y alcantarillado, y les diera cauce por medio de la Dirección de Pequeñas Obras de Agua Potable. Para el periodo de 1946 a 1952, la SRH informó que las obras construidas en 310 poblaciones habían beneficiado a 2 143 860 habitantes en todo el país, y que en otras 79 poblaciones con 1 898 041 habitantes se estaban ejecutando obras de agua potable (Secretaría de Recursos Hidráulicos 1952: 45). El informe de la propia Secretaría correspondiente a 1959-1960 es más detallado en lo tocante a la "campana emprendida para dotar del servicio de agua potable y alcantarillado a las poblaciones del país". De acuerdo con sus cifras, se había introducido agua potable para abastecer a 2 074 000 habitantes y esperaban ese beneficio otros 637 000. En cuanto al alcantarillado, se habían iniciado 22 obras y se continuaba la construcción de otras 26 para favorecer a un total de 1 210 000 habitantes (Secretaría de Recursos Hidráulicos 1961:11).

La cobertura de agua potable y alcantarillado en el país para finales del siglo XX y principios del XXI presenta una situación totalmente distinta. En el censo de 1990 se registró que 89.4% de la población urbana y 51.2% de la rural tenían cobertura de agua potable. Quince años después, en el conteo de 2005, la cifra se había elevado a 95.0% y 70.7%, respectivamente (Comisión Nacional del Agua 2008:79).



Hidrante y placa en el monumento, Necaxa, Puebla, 1959 / Programa de trabajo de la Comisión del Río Grijalva, 1964





MAYNTE

Juan de Arce Chauxaria nombrado de Nueva Vera  
O. Jacaraban

2.  
Cerro de San Antonio  
de los rios Rodriguez

San Antonio  
de los rios

Cerro  
Cerro de San Antonio  
de los rios Rodriguez

Cerro del Cero  
de los rios

Cerro de San Antonio  
de los rios Rodriguez  
Cerro de San Antonio  
de los rios Rodriguez

4.  
Cerro del Cero de los rios  
de los rios Rodriguez

6.  
Cerro de San Antonio  
de los rios Rodriguez

Medio Cero de los rios  
de los rios Rodriguez

5.  
Medio Cero de los rios  
de los rios Rodriguez

3.  
Cerro de los rios  
de los rios Rodriguez

Yo se que el negocio  
de los rios

Amador de los rios



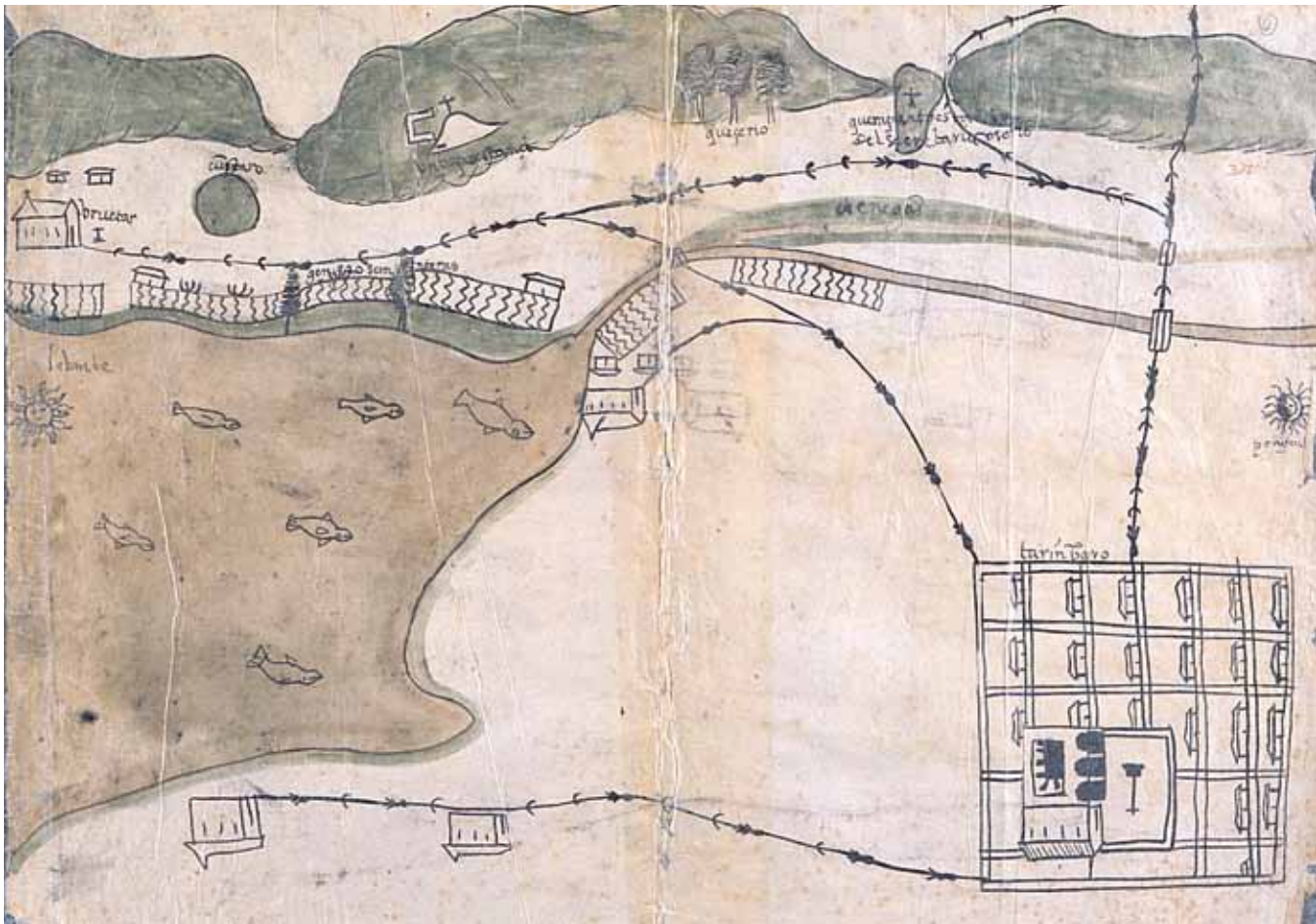
# Legislación en torno al agua, siglos XIX y XX

Diana Birrichaga

Hasta mediados del siglo XIX el manejo y control del agua era un asunto local; los gobiernos estatales y municipales, junto con los particulares, marcaban la pauta sobre la gestión del recurso hidráulico, aspecto heredado del periodo colonial. A mediados del siglo XIX, el arribo de una nueva generación de políticos liberales propició la construcción de un marco jurídico que restringía los derechos de los particulares y las corporaciones civiles y religiosas sobre el agua, y facilitaba la injerencia del Gobierno Federal en materia hidráulica. Sin embargo, los gobiernos liberales enfrentaron el problema de que muchos de los usos del agua en México estaban sustentados en un marco jurídico con fuertes reminiscencias coloniales. Veamos brevemente los principales rasgos de la legislación colonial y de las primeras décadas decimonónicas.

## Cómo se percibió el agua en la legislación colonial

Desde 1520 los pobladores españoles, que arribaron a los territorios conquistados por Hernán Cortés, demandaron se les dotara de agua para desarrollar la agricultura, la minería y el establecimiento de villas y ciudades. En principio los distintos usos del agua fueron regulados con base en la legislación castellana, la cual ordenaba que el agua fuera propiedad eminente y directa de los reyes. En el derecho castellano el uso del agua se dividía entre público y privado. El acceso público consideraba al agua como un bien común de los habitantes de una ciudad o villa y por ello podía obtenerse de manera gratuita en las fuentes



Merced de tierras y agua en Tarímbaro, Michoacán, 1578

públicas. También establecía que las aguas públicas sólo debían ser gravadas con el fin de garantizar la limpieza y reparación de las cañerías. Los usos privados sobre las aguas fueron otorgados a distintas corporaciones (pueblos de indios, órdenes religiosas e instituciones civiles) o particulares mediante concesión real, es decir, se trataba de un uso sancionado por una merced concedida por el rey o en su nombre, que garantizaba el derecho de uso sobre una corriente o un manantial; en caso de disputas, estos documentos eran requeridos para determinar los derechos de propiedad (Birrichaga 2004).

Desde la década de 1560 la corona española elaboró un marco jurídico para sancionar los usos del agua en la Nueva España. El "repartimiento de aguas" fue un instrumento legal que sirvió para regularizar el uso de este recurso entre los distintos usuarios, siendo su finalidad confirmar derechos otorgados en mercedes reales

o en composiciones. En este sentido, los repartimientos coloniales sirvieron de sustento legal para la solución de conflictos sobre derechos de los pueblos de indios y los colonos españoles en torno al usufructo de las aguas. Otro instrumento para regular derechos sobre las aguas fueron las ordenanzas. Por ejemplo, en 1563 se indicaba "que nuestro presidente y oidores nombren juez que reparta las aguas a los naturales por el tiempo que la necesidad dure, cada vez que fuere necesario y no consientan que sobre ello se les haga molestia" (Solano 1991:199). Diez años después, en 1573, el rey Felipe II proclamó ordenanzas para la fundación de pueblos donde se especificaba, entre otras cosas, la forma de distribución del agua y de la tierra de cultivo. El patrón más común era la distribución equitativa entre la población fundadora. No obstante lo anterior, las inconsistencias en las actas complicaron la forma de administrar la justicia en el norte de la Nueva España.



Fue hasta finales del siglo XVIII, con la fundación de Pitic al norte de la Nueva España en 1789 y la formulación de sus ordenanzas, que se pudo pensar en un modelo de distribución de agua para muchos de los poblados norteros fundados posteriormente.

## Leyes, reglamentos y decretos en el siglo XIX: la continuidad colonial

La independencia nacional, las diferentes formas de gobierno y el marco jurídico adoptado en México durante la primera mitad del siglo XIX, poco efecto tuvieron en la gestión del agua. Las mercedes, composiciones, ordenanzas y repartimientos que regulaban el acceso y administración del recurso fueron reconocidos jurídicamente hasta las primeras décadas del siglo XX. A esta situación contribuyó la inestabilidad política y económica del país y la inexistencia de un poder central fuerte. No es casual que después de la independencia, el control de las aguas fuera responsabilidad de los gobiernos locales y estatales. Por esta razón, no es difícil encontrar numerosos reglamentos y bandos municipales que refieren al tema hidráulico. Por ejemplo, el 15 de enero de 1834 el ayuntamiento de la Ciudad de México emitió un bando de policía y buen gobierno que regulaba el trabajo de los aguadores y los obligaba a limpiar cada mes el cieno que se acumulaba en las fuentes públicas y privadas.

El marco legal no sólo reflejaba el control social que deseaban ejercer las autoridades sino que permite percibir cómo la elaboración de reglamentos y decretos sobre un bien que se consideraba común llevó al arribo de nuevas tecnologías hidráulicas; por ejemplo, en 1836 las autoridades de la capital del país ordenaron la instalación de llaves económicas en todas las fuentes públicas para evitar el desperdicio de agua y reducir los grandes derrames que ocasionaban pérdidas en los fondos municipales. En otras entidades era responsabilidad de las autoridades estatales sancionar legalmente el uso de las aguas. Por ejemplo, en 1840 el gobierno de Sonora emitió un reglamento de policía que establecía que las aguas de los ríos y fuentes eran comunes a todos los habitantes y que por ello las autoridades de cada pueblo debían vigilar que no se ensuciaran los depósitos de agua (*Reglamento 1840*,

396). En síntesis, la continuidad colonial en el manejo del agua permitió que los intereses de las oligarquías locales determinaran el derrotero de muchas leyes relativas a los usos de este recurso.

En la década de 1850 el Gobierno Federal comenzó a tener injerencia en el control de algunas aguas al definir –en el decreto sobre las bases de la administración de la República (29 de mayo de 1853)– que los ríos estaban clasificados entre los bienes de dominio público. Un aspecto importante que iría permitiendo la imposición paulatina de la legislación Federal en torno al agua fue que Antonio López de Santa Anna, presidente de la República, creara el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio. En el ramo de aguas esta nueva Secretaría de Estado se encargó de los caminos, canales y vías de comunicación en el país (Aboites 1998:52). El Ministerio también tuvo el control de la Junta Superior de Desagüe, organismo responsable de vigilar todos los ríos del Valle de México. Dos años después (12 de abril de 1855) el Ejecutivo Federal emitió una Ley que dotó al Ministerio de Fomento de facultades para ordenar a los Jefes Políticos que cumplieran las disposiciones relativas a la limpieza



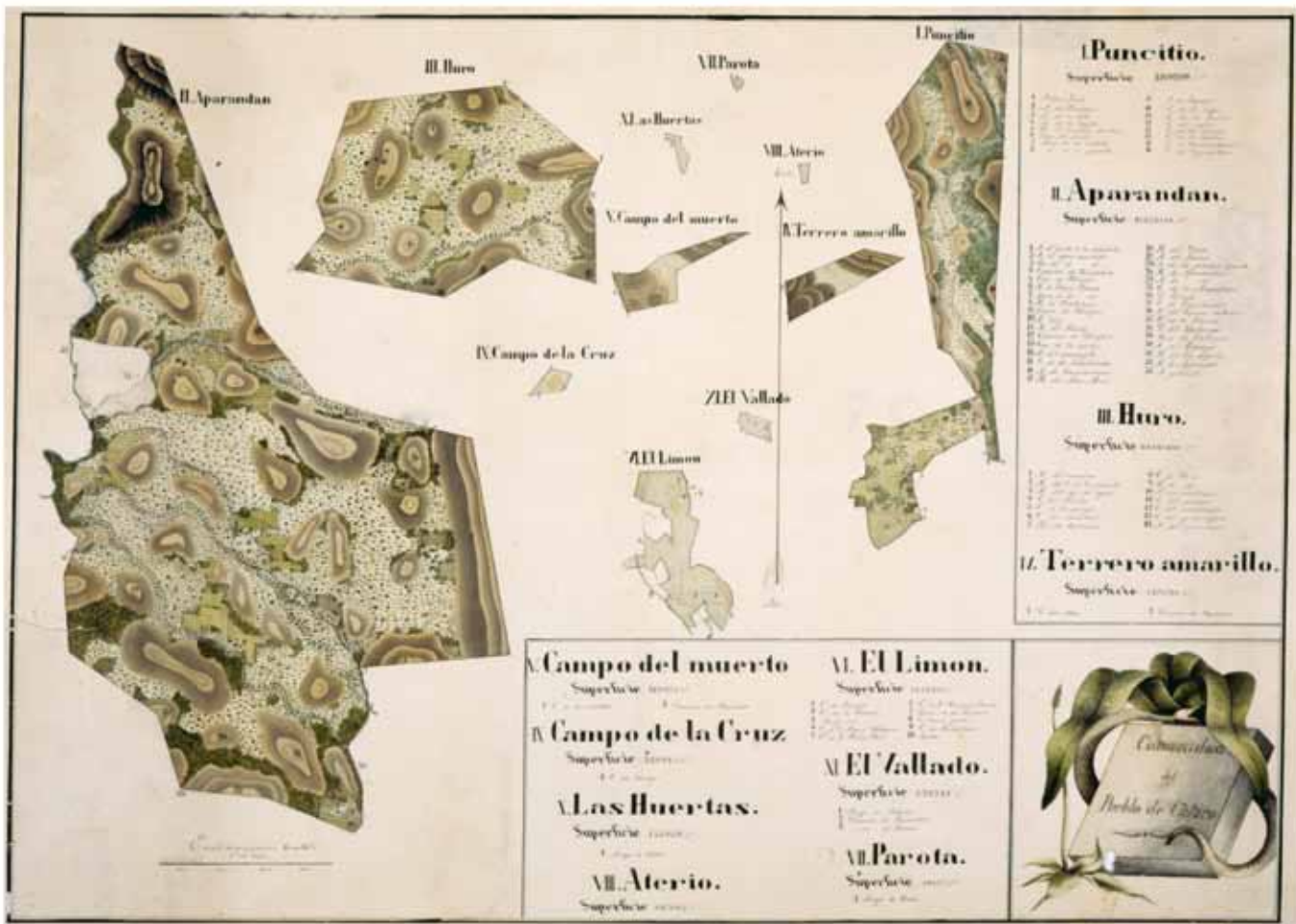
Aguadores de la Ciudad de México, 1855-1856

de los ríos en Valle de México, prohibiendo a la par que se sembrara en los cauces de dichos ríos. Años después, esta ley sirvió para regular la limpieza de los cauces de río en otras partes de la República.

Después del triunfo del Plan de Ayutla (a mediados del siglo XIX), el Gobierno Federal estableció un proyecto de nación que impulsaba la definición de los derechos de propiedad individuales y plenos. Los liberales en el poder –como José María Iglesias, Benito Juárez, Miguel Lerdo de Tejada, entre otros– diseñaron un nuevo marco regulatorio que transformó las estructuras agrarias al desamortizar la propiedad raíz de las corporaciones públicas, privadas, civiles y religiosas. Un punto que inquietaba a los reformadores fue definir los derechos de propiedad del agua, pues este recurso debía establecerse como un bien público y no como un bien corporativo.

## El siglo XIX: la modernidad jurídica

A partir de 1855 los liberales mexicanos iniciaron una transformación de las leyes que permitiera la consolidación de una sociedad cuyo eje fueran los ciudadanos-proprietarios. En este nuevo contexto, los derechos de propiedad corporativos debían desaparecer a fin de construir nuevas relaciones sociales. Para los legisladores era necesario desaparecer la propiedad amortizada, pues mantenía la economía estacionaria, impidiendo el desarrollo de la industria y la agricultura. Igualmente, la modernidad implicaba construir un sistema tributario eficaz. En este tenor, desde la perspectiva de la ideología liberal, era indispensable que el Gobierno Federal asumiera el control del agua, pues era una fuente de recursos económicos. El 4 de febrero de 1856 se emitió un decreto señalando que



Base cartográfica para el reparto de bienes indígenas, Cutzeo, Michoacán, 1873



la Junta Superior de Desagüe podía disponer de las aguas estancadas de los ríos del Valle de México; la finalidad era aumentar los fondos de la Junta. Parecían reformas legales moderadas, pero aumentar la injerencia Federal en el control y administración de los recursos hídricos sería la constante. Unos meses después, el 25 de junio de 1856, fue promulgada la ley con la que se iniciaría la desamortización de los bienes raíces de todas las corporaciones civiles y eclesiásticas. Aunque la ley no hacía referencia a las aguas de uso comunal, el Ministerio de Hacienda emitió una resolución el 27 de agosto de 1856 en la que señalaba que las aguas públicas y corrientes no estaban comprendidas en la desamortización, salvo “en caso de que sean estancadas y correspondan a terrenos de corporaciones” (Labastida 1893:3 y 23).

Con base en la compleja legislación sobre desamortización civil, algunos ayuntamientos comenzaron a exigir inmediatamente a las comunidades indígenas que liberaran sus tierras y aguas comunales. El nuevo marco jurídico fue consolidado con un nuevo pacto federal. En 1857 el Gobierno mexicano estableció una nueva Constitución Federal donde plasmó los derechos y libertades de sus ciudadanos; entre estos últimos estaba el referente a la propiedad. El Artículo 27 constitucional señalaba que:

La propiedad de las personas no puede ser ocupada sin su consentimiento, sino por causa de utilidad pública y previa indemnización. La ley determinará la autoridad que deba hacer la expropiación y los requisitos con que ésta haya de verificarse.

Ninguna corporación civil ó eclesiástica, cualquiera que sea su carácter, denominación ú

objeto, tendrá capacidad legal para adquirir en propiedad ó administrar por sí bienes raíces, con la única excepción de los edificios destinados inmediata y directamente al servicio ú objeto de la institución (*Constitución Federal 1956: 33-34*).



Si bien es cierto que la Constitución de 1857 no trataba el asunto hidráulico de manera directa, sí estableció la garantía de que el Estado mexicano estaba obligado a preservar los derechos de propiedad, incluyendo los que existían sobre las aguas de ríos y manantiales. La protección de la propiedad incluso fue asumida durante los breves años del segundo imperio encabezado por el príncipe austriaco Maximiliano de Habsburgo. En 1864 fue creada la Junta Protectora de las Clases Menesterosas, siendo una de sus funciones formular las leyes necesarias para reglamentar el trabajo en el campo, la dotación de fundos legales y ejidos a los pueblos carentes de ellos y, por último, dirimir los litigios sobre tierras y aguas. En el caso particular de la reglamentación de los recursos hidráulicos, en 1864 el emperador señalaba que las ordenanzas que regían hasta entonces el ramo de aguas eran “oscuras, vagas, defectuosas e inadecuadas”, por lo que decidió emitir leyes y reglamentos para regular su uso, las cuales o nunca se elaboraron o tuvieron un escaso impacto. Asimismo, el 1 de noviembre de 1865, el gobierno del imperio promulgó una ley para solucionar las diferencias entre los pueblos generadas por tierras y aguas. En el artículo primero se ordenaba que todos los pueblos que tuvieran demandas por la propiedad o posesión de tierras o aguas con otro usuario, presentaran sus quejas y argumentos ante la prefectura política superior de su departamento. A la vez se estipulaba que las disputas suscitadas

Benito Juárez, Presidente de México, 1858-1864 / Porfirio Díaz, Presidente de México, 1877-1880





## Los últimos años del siglo XIX: la consolidación de la legislación con tintes modernos

Posterior al arribo de Porfirio Díaz a la Presidencia de México, el Gobierno Federal amplió e intentó fortalecer su control en la administración de los recursos hídricos del país. Este hecho había comenzado con algunas leyes y decretos dictados por los liberales encabezados por el entonces presidente Benito Juárez, pero fue consolidada con la expedición de la ley del 5 de junio de 1888 sobre vías generales de comunicación, que permitía la injerencia de los poderes federales en la administración del agua. La ley definía como vías generales de comunicación los lagos y ríos interiores, si tenían el carácter de navegables. Además se consideraba que los lagos y ríos de cualquier clase y en toda su extensión, que sirvieran como límites de la República o de dos o más Estados, debían estar vigilados por el Ejecutivo Federal. La Ley estipulaba que serían respetados y confirmados los derechos de los particulares respecto a la servidumbre, los usos y aprovechamientos constituidos en su favor sobre ríos, lagos y canales; pero los interesados en el uso de las aguas federales necesitaban confirmar o solicitar sus derechos ante el gobierno encabezado por Díaz.

Esta primera ley que podríamos considerar que abarcaba todo el ámbito nacional, fue objeto de grandes críticas por su ambigüedad, ya que establecía la jurisdicción más no la propiedad federal. Es decir, el Gobierno Federal “contaba exclusivamente con funciones de vigilancia y policía pero carecía de derechos de propiedad, y, por tanto, de facultades para traspasarlos o cederlos a otros” (Lanz 1982, I:359). Pese a las críticas, la Ley sobre Vías Generales de Comunicación de 1888 permitió dirimir los derechos de propiedad sobre las aguas de algunos ríos utilizados en la irrigación. Resultaba tan conveniente para las asociaciones de regantes estar fuera de la intervención local de los gobiernos estatales y municipales que, incluso, algunos buscaron el arbitraje de las autoridades federales para aclarar derechos y dirimir conflictos por el agua.

Tuvieron que pasar otros seis años para que el Gobierno Federal fuera precisando el tipo de papel que deseaba tener en torno al vital líquido. De esta manera, el

6 de junio de 1894 se expidió un decreto que facultaba al Ejecutivo a “hacer concesiones a particulares y compañías para el mejor aprovechamiento de las aguas de jurisdicción Federal, en riegos y como potencia a diversas industrias”. Este precepto sería el eje de la intervención del Gobierno Federal, al definir que el uso de las aguas sólo era asequible mediante la concesión dada por la autoridad. A la par, se otorgaron diversas exenciones fiscales y privilegios para las compañías encargadas de la explotación de los recursos hídricos y se permitió la introducción libre de derechos de importación (por una sola vez) de la maquinaria y aparatos necesarios para la reparación y construcción de obras (Lanz 1982, I:383). El afán de los industriales para adquirir las concesiones sobre los usos del agua estaba estrechamente vinculado a sus nuevos intereses: la irrigación a gran escala y el desarrollo de hidroeléctricas.

Sin embargo, los intentos federales de imponer una legislación única para todo el país no tuvieron todos los resultados esperados. Varios gobernadores y congresos estatales emitieron decretos, que en algunos casos parecían contravenir las leyes de 1888 y 1894. Por ejemplo, respecto al Estado de México, el 12 de octubre de 1896 la Legislatura del estado determinó que el gobernador podía conceder el aprovechamiento de las aguas pertenecientes a la entidad, en riego y energía tanto a particulares como a compañías. Asimismo, estableció que las aguas del estado eran las “de los ríos y arroyos de corriente constante, que atraviesen su territorio y nazcan en él y que no sean navegables o flotables, o sirvan de límites a la República o al estado en los términos que prescribe la ley general de 5 de



Interior de hidroeléctrica, Pedricena, Durango, 1917

junio de 1888" (*Colección de Decretos*, 1897: 483). La intención de la iniciativa era que el control de los recursos hidráulicos lo tuviera el gobierno estatal, a la vez que se les restaba capacidad de injerencia a los ayuntamientos, y aun al propio Gobierno Federal, en el manejo de ese recurso.

La existencia de dos ámbitos de competencia sobre los usos del agua causó enfrentamientos entre los gobiernos estatales y la Federación. De tal modo, la legislación entró en una nueva etapa para imponer la fuerza federal sobre los estados. Así, el 17 de diciembre de 1896, el Congreso autorizó al Gobierno Federal ratificar las concesiones otorgadas por los gobiernos estatales sobre aguas de jurisdicción federal. Por su parte, la ley del 18 de diciembre de 1902 permitió declarar las corrientes federales como bienes de dominio público y de uso común dependientes de la Federación, pero siempre que se cumplieran con los requisitos de la ley de 1888.

Si bien la ley del 5 de junio de 1888 había aclarado una gran laguna en torno al ámbito de competencia del Gobierno Federal respecto a la jurisdicción de las aguas en el país, el marco jurídico mantenía vigentes diversas leyes y acuerdos que originaban algunas confusiones, que generaron que los titulares de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria y la Secretaría de Agricultura y Fomento asumieran funciones sobre la nueva administración del recurso. Las solicitudes para la concesión llegaban indistintamente a ambas dependencias. El gobierno consideraba que como consecuencia de este traslape de leyes –y la consecuente confusión generada en los usuarios–, los trámites por realizar se estaban multiplicando. El país requería una



legislación muy específica que regulara la propiedad y el dominio de las aguas.

## El siglo XX: la legislación hídrica pos-revolucionaria

El 13 de diciembre de 1910, momento álgido, ya que el país se enfrentaba a una de las primeras revoluciones sociales del mundo, fue publicada una Ley que declaraba que eran de jurisdicción federal:

las de los mares territoriales, las de los esteros, lagos y lagunas que comunican con el mar; las de los ríos, lagos y cauces en general y otras corrientes cuyos lechos en su totalidad o en parte sirvan de límites entre los estados o territorios o países vecinos, y cuando se extiendan o pasen de un estado a otro; las de los afluentes directos o indirectos de estas corrientes; las de los lagos y lagunas que comuniquen con los ríos y lagos ya mencionados; las de los ríos, lagunas y cauces en general situados en el distrito y territorios Federales (Lanz 1982, I:433).

Las aguas federales eran de dominio público y de uso común, en consecuencia sólo el Gobierno Federal tenía facultades para darlas en concesión. La Ley fue una respuesta a las demandas de los usuarios y destaca el hecho de que en el texto se consagraron "los derechos preferentes de los poseedores más antiguos e introdujo dos principios que continúan siendo fundamentales en la legislación en la materia, evitar daños a terceros y el interés público" (Romero 2005:88). Con base en la Ley los pequeños regantes, los grandes inversionistas, los mineros, y propietarios de hidroeléctricas comenzaron a tramitar sus concesiones ante el Gobierno Federal. Las aclaraciones jurídicas sobre la Ley de Aguas fueron emitidas por la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria. Así, por



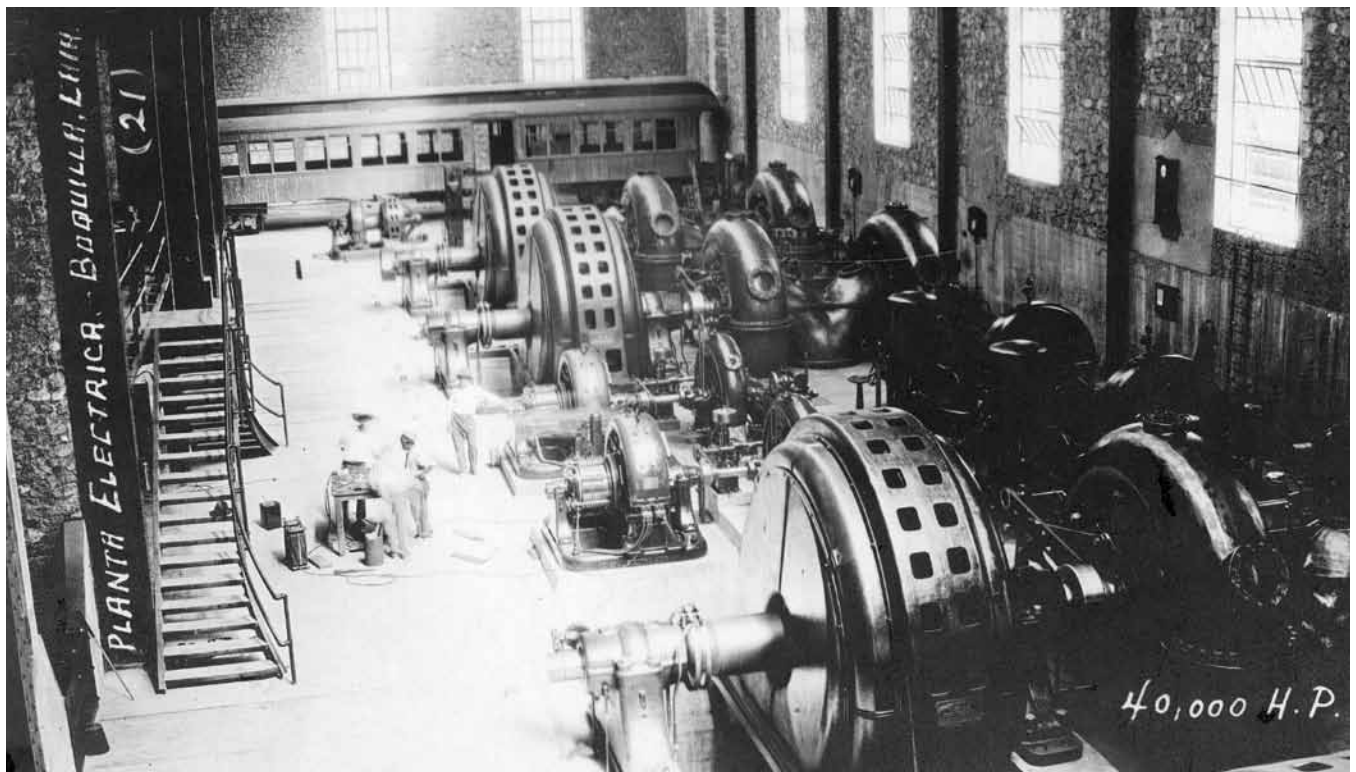
Las mediciones continuaron a pesar de la revolución, ca. 1924 / Venustiano Carranza, jefe revolucionario y Presidente de México, 1917



ejemplo, ante la incertidumbre para definir cuáles eran las aguas de jurisdicción federal, la Secretaría emitió una resolución en la que establecía que conforme a la ley, tanto los manantiales como ojos de agua pertenecían al dueño del fundo en donde nacían o brotaban. La jurisdicción federal sólo se aplicaba cuando las aguas salían del predio original y entraban a un cauce público. Cabe mencionar que con la Ley de 1910 la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas dejó de ser la instancia responsable de la conservación de los ríos del Valle de México y de otorgar concesiones sobre estos afluentes. La Secretaría de Fomento, Colonización e Industria exponía que, con sustento en la Ley, era de su competencia el otorgar todas las concesiones de aguas de propiedad federal.

Con la caída del régimen de Porfirio Díaz, los nuevos gobernantes, surgidos de las fuerzas revolucionarias, tuvieron una visión pesimista en torno a una utilización óptima de los recursos hidráulicos. Las condiciones geográficas del país, que carecía de un régimen de lluvias óptimo para la agricultura, hacían preciso un avance en la irrigación (Aboites 2000:102).

Con la finalidad de hacer un balance y diagnóstico de la infraestructura hidráulica, así como del tipo de recursos que contaba el país, en 1911 la Secretaría de Agricultura y Fomento expidió una circular en la que solicitaba a los jefes políticos y presidentes municipales datos relativos a los recursos hidráulicos que había en cada uno de los estados, para ello debían responder un cuestionario sobre riego y la existencia de ríos y arroyos perennes, así como sobre espacios apropiados para construir presas. Quizá como parte de los informes finales, los gobiernos revolucionarios cuestionaron la política del régimen porfirista para concesionar los recursos naturales a particulares, sin que el Estado recibiese compensación alguna. En marzo de 1914, Querido Moheno, secretario de Industria y Comercio en el gobierno de Adolfo de la Huerta, planteó en un discurso que sólo al reformar la legislación sobre las concesiones, el gobierno tendría facultades para cobrar impuestos. Como ejemplo mencionó que la Compañía de Luz y Fuerza de la Ciudad de México obtenía anualmente millones de pesos por la explotación de la caída de agua de Necaxa. Sin embargo, el erario público no recibía “un solo centavo” (*El Economista*, 21 de marzo de 1914).



Energía eléctrica para el progreso de México, Chihuahua, 1926

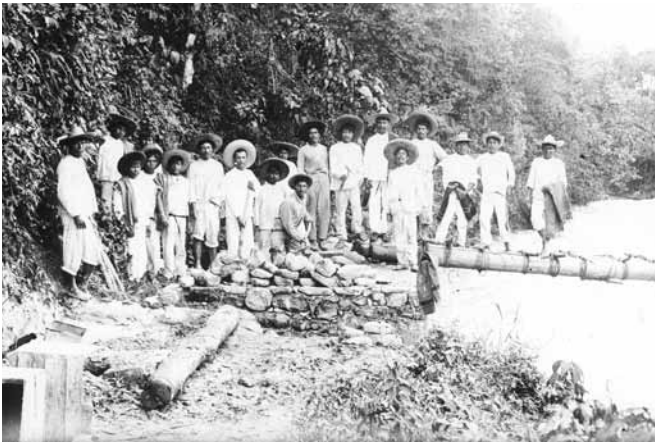
Con los constitucionalistas gobernando el país, continuó el debate sobre las concesiones. Una comisión estableció que era justo recuperar la riqueza del subsuelo y las aguas que estaban en manos de empresarios. El 15 de agosto de 1916 Venustiano Carranza, primer jefe del ejército constitucionalista, expidió una ley que obligaba a los extranjeros que quisieran adquirir concesiones sobre terrenos nacionales, aguas federales, fondos mineros, permisos para la explotación de las riquezas naturales (como productos forestales, pesqueros o petroleros), a renunciar a la protección de sus respectivos gobiernos en caso de conflicto. En el informe de 1916, Pastor Rouaix, secretario de Fomento, mencionó que la nueva legislación impediría que los capitalistas monopolizaran los recursos naturales valiéndose de sus influencias para conservar sus concesiones. Igualmente, señaló que era preciso gravar el uso de los

recursos hidráulicos como un acto de justicia, pues “desde el momento que la Nación [era] propietaria de las aguas, debe percibir una compensación, muy módica por cierto, en cambio de aumento de producción y valor que tienen los usuarios en sus fincas” (*Boletín Oficial de la Secretaría de Fomento*, diciembre de 1916).

En este contexto, la Constitución del 5 de febrero de 1917, con su Artículo 27, introdujo cambios en la política del uso, la distribución y la concesión del agua. El nuevo marco jurídico permitió al Gobierno Federal expedir leyes que regularan las aguas federales de jurisdicción nacional destinadas a la irrigación y a la producción de energía eléctrica. El 6 de julio de 1917 Carranza expidió un decreto estableciendo una renta federal sobre uso y aprovechamiento de las aguas públicas sujetas al dominio de la Federación. Los concesionarios de las aguas federales se negaron a pagar el nuevo impuesto y argumentaron para ello que todavía sufrían el ataque de los grupos revolucionarios. En los estados del centro del país, la situación seguía siendo conflictiva porque los grupos zapatistas atacaban las instalaciones de las haciendas e industrias. Las compañías que utilizaban energía eléctrica como insumo comenzaron a presionar al Gobierno Federal para que diera marcha atrás al mencionado decreto y se respetaran los términos de las concesiones otorgadas durante el gobierno de Porfirio Díaz.

Pese a diversas medidas paliativas, la situación de los regantes continuaba, en efecto, siendo conflictiva debido a dichos ataques. Algunos usuarios de aguas federales solicitaron a la Secretaría de Fomento que los excluyera del pago de la nueva cuota. La respuesta del Gobierno Federal fue favorable, pues el 22 de diciembre de 1918, por acuerdo presidencial se acordó eximir la contribución a todos los usuarios de aguas federales hasta que restablecieran el orden en los estados de Puebla, México y Morelos. Los regantes continuaron presionando para modificar la nueva legislación en materia de agua; pero sería hasta el gobierno de Álvaro Obregón cuando un nuevo decreto, del 20 de junio de 1921, disminuyera los impuestos para las empresas hidroeléctricas, en el ánimo de alentar la instalación de plantas de energía (Castañeda, Escobar Ohmstedte y Andrade, 2005).

Los gobiernos posrevolucionarios elaboraron una nueva legislación considerando tres ejes de los usos del



Vecinos de Chicontla, río Necaxa, Puebla, 1933 / Junta Proaguas, villa de Santa Ana Atzacán, Veracruz, 1945



agua: irrigación, abasto y electricidad. Los dos primeros fueron un binomio, mientras el asunto de la generación de electricidad quedó fuera del control de la Secretaría de Agricultura y Fomento. En 1926 el presidente Plutarco Elías Calles decretó la Ley sobre Irrigación con aguas federales que declaraba de utilidad pública “la irrigación de las propiedades agrícolas privadas”, pero siempre que usaran aguas de jurisdicción federal. Para construir las obras de irrigación en la República fue necesario formar un órgano administrativo: la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) que dependería directamente de la Secretaría de Agricultura y Fomento (Lanz 1982, II:81).

La paulatina centralización de la gestión del agua, por parte del Estado mexicano, desarticuló los mercados locales de agua, donde pueblos y particulares la vendían o intercambiaban. Así, en 1930 la Secretaría de Agricultura y Fomento recibió informes en los que se asentaba que algunos pueblos continuaban con la práctica de vender el agua, pese a la prohibición de hacerlo. Unos años después, en 1934, el presidente Abelardo Rodríguez promovió la Ley de Aguas de Propiedad Nacional donde señalaba que la nación, representada por los poderes federales, tenía la soberanía y dominio sobre las aguas (Lanz 1982, II:152). En ella se plasmó la normatividad para el aprovechamiento de las aguas destinadas a la irrigación y el abasto. Dos puntos que quedaron señalados en la confirmación del uso de las aguas fue que la dependencia dejaría de otorgar consideraciones especiales a las personas indigentes y no podía dispensar los requisitos establecidos en la Ley de Aguas (AHA, Aguas Nacionales, c. 1, exp. 7, f. 39). En 1938, una circular girada por la Secretaría de Agricultura y Fomento ratificó que se debía entregar la documentación de las solicitudes de forma correcta. Los notarios públicos y los jueces debían seguir puntualmente lo establecido en el artículo 50 de la Ley sobre las causales de nulidad de las concesiones, pues de esa manera se evitarían los frecuentes perjuicios que sufrían los usuarios de aguas nacionales por falta de observancia del reglamento respectivo. El 31 de diciembre de 1946 fue publicada la Ley de Riegos, mediante la cual se pretendía fomentar la construcción y operación de los distritos de riego que se formasen con las tierras de ejidos, la propiedad agrícola privada o los terrenos de propiedad nacional (Lanz 1982, I:271).

Respecto a la legislación de los usos domésticos del agua, desde 1928 la Secretaría de Agricultura y Fomento fue la encargada de reglamentar las concesiones para abasto de agua potable a los poblados que requirieran de este servicio; el Departamento de Salubridad Pública se encargó de dictar las disposiciones sanitarias en materia de aguas. Los gobiernos locales y la iniciativa privada no lograron establecer un óptimo servicio de agua potable en el país. El Gobierno Federal fue la única instancia con recursos para resolver las crisis de abasto de agua potable en algunas ciudades; sin embargo, esta mejoría ocasionó el debilitamiento del dominio y manejo del gobierno estatal y de los ayuntamientos sobre este recurso. En 1934 el Gobierno Federal promovió reformas a la Ley de Aguas con la finalidad de que los ayuntamientos contaran con suficiente recurso hídrico “para satisfacer las necesidades de los habitantes de las poblaciones”, que incluía el riego de terrenos en zonas urbanas, el lavado de atarjeas, el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica para el alumbrado público (Lanz 1982, II:137-138). Este control de los recursos hidráulicos derivó en que los presidentes municipales solicitaran acceso a las aguas de otras comunidades con el argumento de la utilidad pública.

Por otro lado, al Departamento de Salubridad correspondía determinar la potabilidad del agua destinada al uso de las poblaciones del país. El 9 de septiembre de 1935, ese Departamento emitió un reglamento para el análisis de la potabilidad de las aguas, donde se señalaba que esta dependencia era la única con facultades para realizar dichos exámenes. Durante los gobiernos de Lázaro Cárdenas y Miguel Alemán se desarrollaron proyectos para



Casa de baños Topo Chico, Monterrey, Nuevo León, 1934

dotar de agua a amplios sectores de la población en el país (Birrichaga 2007). En 1940 Lázaro Cárdenas expidió el Reglamento de la Ley sobre Servicio Público de aguas potables en el Distrito Federal y en 1947 Miguel Alemán avaló varias leyes en ese sentido: el Reglamento de la Policía Federal Hidráulica, la Ley Federal de Ingeniería Sanitaria que introducía la obligación para los nuevos centros de población contar con la aprobación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, “pero solo en cuanto a la parte de esos proyectos relativa a las obras de abastecimiento de agua potable y alcantarillado” (Lanz 1982, II:287). En 1956 la Ley de Cooperación para dotación de agua potable a los municipios estableció que el Gobierno Federal coadyuvaba con las autoridades locales para dotar de mejores servicios a todas las comunidades.

La legislación emitida sobre el agua representa una arista del *corpus* legal, pues hace falta explicar por qué el Estado sanciona nuevas leyes. A finales de la década de 1940 se crearon varias comisiones ejecutivas para planear el desarrollo regional y la construcción de las obras de infraestructura en los ríos Papaloapan, Tepalcatepec, Balsas, Lerma-Chapala-Santiago, Grijalva, Fuerte, Pánuco. Su mayor auge se dio en la década de los cincuenta y sesenta. El marco legal para el manejo de estas cuencas surgió mediante acuerdos presidenciales que les dieron origen. En diciembre de 1951, los acuerdos de las comisiones del Papaloapan y del Tepalcatepec fueron sancionados y con ello se les dio fuerza de ley. En los años siguientes, las comisiones desaparecieron debido a la pre-



Canal principal de la presa La Calera, Zirándaro, Guerrero, 1970

sión de los diversos estados que pugnarón por ejercer los presupuestos de las comisiones.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos, creada en 1947, se transformó posteriormente en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. En diciembre de 1972 fue aprobada una nueva Ley Federal de Aguas que buscaba regular la explotación y aprovechamiento de las aguas propiedad de la nación. La orientación de esta Ley fue intervencionista, pues unificó las diversas disposiciones jurídicas en materia de agua. En el caso de las concesiones, las limitó a 50 años. Un giro es que para el aprovechamiento de las aguas de propiedad nacional, se dio prioridad a los usos domésticos y urbanos sobre los agrarios e industriales. A finales de 1976, esta Secretaría se fusionó con la de Agricultura y Ganadería para formar la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

A finales de la década de los setenta el gobierno mexicano inició varias reformas estructurales, destacando especialmente la consolidación de las cuentas fiscales (reforma fiscal integral) y los temas relativos a la equidad (principios de la política social y la lucha contra la pobreza, el desarrollo educativo, el empleo, la seguridad social y el gasto público social). Dentro de estas reformas los cambios en la legislación y administración del agua estuvieron vinculados a la discusión sobre el federalismo. El impulso se llevó a través de la cesión de competencias y funciones del Gobierno Federal hacia los estados y municipios. Durante el sexenio de Luis Echeverría Álvarez se impulsó la descentralización a fin de corregir los desequilibrios del desarrollo regional. En octubre de 1980 el Gobierno Federal por medio de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) dispuso la entrega de los sistemas de agua a las entidades federativas. Alegaba una falta de recursos y la ineficiencia en el manejo de los sistemas de agua potable, así como la necesidad de fortalecer el federalismo. Sin embargo, el impulso más fuerte de la descentralización se dio con Miguel de la Madrid (1982-1988), que propuso el “fortalecimiento del federalismo” sustentado en la transición democrática, el cambio político y una reforma administrativa (la recaudación y distribución fiscal). En 1983 se dio una reforma al artículo 115 que implicó la participación de los tres órdenes de gobierno de manera coordinada en los procesos de planeación, análisis y ejecución de las políticas fiscales. Como parte de esa



reforma se asignaron el servicio de agua y alcantarillado a los municipios, "con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrían a su cargo diversos servicios públicos". Con esta reforma quedó asentado en la agenda del Estado mexicano que para lograr un crecimiento económico más estable y dinámico era necesario tratar el asunto del agua como un eje del desarrollo; es decir, impulsar una política más integradora en términos sociales, y sostenible en términos ambientales. De esta manera el objetivo subyacente a estos cambios era fomentar la autosuficiencia del agua y alcantarillado. Se trataba de sustituir la erogación directa de recursos fiscales o subsidios por el otorgamiento de créditos a organismos dependientes de los gobiernos locales.

A finales de la década de los ochenta, se reconoció que la administración del agua debía tener una organización propia y separada de un sector de usos, en particular de la irrigación. El 16 de enero de 1989 el presidente Carlos Salinas de Gortari creó la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como un organismo Federal desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Ésta debía proponer la política hidráulica con el fin de mantener actualizado el Programa Nacional Hidráulico.

Una de las primeras tareas de la CONAGUA fue establecer un nuevo marco jurídico. Así, el primero de diciembre de 1992, se publica la Ley de Aguas Nacionales que postulaba como

principios fundamentales la gestión integrada del agua, la planeación y programación hidráulica, la mayor participación de los usuarios de agua y la seguridad jurídica de los derechos de uso o aprovechamiento, entre otros. Aspecto relevante de esta Ley es el reconocimiento explícito del principio de que la cuenca junto con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos (Ley de aguas Nacionales, artículo 3).

Con base en la Ley, en la década de 1990 la CONAGUA suspendió la construcción y operación directa de grandes obras. Ahora su principal función sería la administración del agua, es decir, daría apoyo técnico especializado a las autoridades locales para que éstas ejecutasen las acciones de tipo operativo, así como la construcción y la operación de infraestructura estratégica. Algunas de estas acciones buscaban la transferencia de funciones a los ámbitos estatal y municipal. En este sentido podemos considerar que la creación del Programa de Transferencia de Distritos de Riego, permitió que la administración, operación, conser-



Presa El Cajón, Nayarit, 2007

vación y mantenimiento de los distritos de riego estuvieran en manos de los usuarios organizados. Además, se entregó a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) la operación de las presas donde se construyeron plantas hidroeléctricas. En 1994, la CONAGUA, como órgano desconcentrado, formó parte de la estructura de la nueva Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, que se reestructuró en el año de 2000 para formar la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP). La reforma al sector hídrico transformó el papel de la CONAGUA. En el siglo XX, el desarrollo económico del país había estado ligado a las tecnologías relacionadas a los usos del agua. Así, este periodo se caracterizó por la construcción de grandes obras hidráulicas, hasta que en la década de los años ochenta las inversiones del Gobierno Federal disminuyeron drásticamente. Por otra parte, ya se han agotado prácticamente todas las posibilidades de aprovechamiento en gran escala en el país.

En las dos últimas décadas han surgido nuevas tendencias en el ámbito mundial para analizar los modelos de desarrollo que han provocado el deterioro ambiental. El agotamiento de los recursos se refleja en las problemáticas que enfrentan las diversas poblaciones del planeta; así

por ejemplo, la escasez y la contaminación del agua han generado una amplia discusión en diversos ámbitos de la sociedad. Sin embargo, todavía no se aprecia “la medida en que el aprovechamiento de los recursos hídricos contribuye a la productividad económica y al bienestar social, aunque todas las actividades sociales y económicas descansan en grado sumo sobre el suministro y la calidad del agua potable”. (*Agenda 21*) En México se están dando los primeros pasos para tratar de solucionar la problemática que se vive en torno al agua. La política y la nueva normatividad respecto a la preservación, distribución y explotación de las aguas se centran en reducir los volúmenes adjudicados a los diversos usuarios mediante el ajuste de los usos y las asignaciones de cantidades disponibles del recurso, siempre tratando de evitar que las restricciones en los usos del agua acentúen la sobreexplotación de los acuíferos. En la Ley de Aguas Nacionales se establece la necesidad de definir una programación hidráulica que gestione los estudios, proyectos, balances hidráulicos, las normas oficiales, las tecnologías y los estudios financieros que permitan establecer el financiamiento de las acciones institucionales en el manejo del agua (Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 1994: artículo 23).



## Legislación hídrica en México

1536	Ordenanza del virrey Antonio de Mendoza sobre medidas de tierras y aguas.
1754	Real cédula en que S.M. da instrucciones del modo en que se han de dirigir las mercedes, y ventas de sitios realengos y baldíos que son a cargo de los Exmos. Sres. Virreyes y presidentes de las Reales Audiencias.
1783	Reglamento General de las Medidas de las Aguas, publicado en el año de 1761.
1803	Cédula de 18 de noviembre de 1803.- Se declara que el vecindario de las ciudades es el único dueño de todas las aguas que se conducen por las cañerías públicas, y que siempre que las necesite para su surtimiento, deben quedar privados de ellas los particulares.
1820	Real orden concediendo nuevas gracias y declarando vigentes las antiguas a los labradores.
5 de mayo de 1836	Bando de policía para evitar por medio de llaves económicas en las fuentes, el desperdicio de agua potable.
31 de diciembre de 1843	Decreto sobre la introducción de agua potable en Veracruz.
22 de abril de 1853	Bases para la administración de la República.
7 de julio de 1853	Ley sobre la expropiación por causa de utilidad pública.
4 de febrero de 1856	Decreto por el que se crea una junta de propietarios para designar la suma y modo a que ha de contribuirse para la ejecución de las obras hidráulicas del desagüe del Valle de México.
12 de septiembre de 1857	Ley de Clasificación de Rentas.
2 de agosto de 1863	Ley implantando el sistema métrico decimal para las medidas de tierras y aguas.
5 de enero de 1869	Circular relativa a información sobre ríos e islas de la República Mexicana.
31 de mayo de 1882	Decreto que autoriza el ayuntamiento de la Ciudad de México para hacer la expropiación de aguas potables.
14 de agosto de 1886	Circular sobre denuncias de caídas de agua.
5 de junio de 1888	Ley de Vías Generales de Comunicación.
24 de junio de 1891	Reglamento provisional para la distribución de las aguas del río Nazas.
29 de diciembre de 1891	Decreto que adiciona el reglamento provisional para la distribución de las aguas del río Nazas.
6 de junio de 1894	Decreto del Congreso que autoriza al Ejecutivo para que haga concesiones para aprovechar las aguas de jurisdicción federal en riegos y en la industria.
3 de junio de 1895	Ley que autoriza al Ejecutivo para reformar contratos sobre ferrocarriles, obras en los puertos y canalización de ríos.
15 de junio de 1895	Reglamento para la distribución de las aguas del río Nazas.
17 de diciembre de 1896	Decreto del Congreso que revalida las concesiones hechas por los estados para utilizar aguas federales.

13 de diciembre de 1910	Ley sobre Aprovechamientos de Aguas de jurisdicción federal.
8 de febrero de 1911	Reglamento de la Ley de Aguas de jurisdicción federal del 13 de diciembre de 1910.
20 de abril de 1920	Acuerdo relativo a disposiciones reglamentarias sobre aguas de propiedad de la nación.
26 de noviembre de 1925	Decreto reformando y adicionando al reglamento de la Ley de Aguas vigente, en lo relativo a la forma en que se comprobarán los derechos para el aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal.
27 de enero de 1926	Ley sobre Irrigación con Aguas Federales y creación de la Comisión Nacional de Irrigación
26 de mayo de 1926	Reglamento del decreto de 29 de octubre de 1925 que reforma el Reglamento de la Ley de Aguas de 13 de diciembre de 1910.
1° de junio de 1926	Decreto adicionando el Reglamento de la Ley de Aguas de 31 de enero de 1911, en lo relativo a la construcción de obras de irrigación.
26 de noviembre de 1927	Decreto que reforma el Reglamento de la Ley de Aguas vigente en lo relativo a las concesiones otorgadas a los gobiernos de los estados, distritos y territorios federales y a los municipios de la República.
28 de febrero de 1928	Decreto que reforma la fracción VI del artículo 19 de la Ley sobre Aprovechamiento de Aguas de jurisdicción federal del 14 de diciembre de 1910.
7 de agosto de 1929	Ley de Aguas de Propiedad Federal.
31 de agosto de 1934	Ley de Aguas de Propiedad Nacional.
31 de diciembre de 1946	Ley de Riegos.
Principios de 1947	Creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.
26 de febrero de 1947	Acuerdo que creó la Comisión de Papaloapan.
14 de mayo de 1947	Acuerdo que creó la Comisión de Tepalcatepec.
28 de noviembre de 1950	Acta Constitutiva de la Comisión Lerma-Chapala-Santiago.
27 de junio de 1951	Acuerdo que creó la Comisión del Río Fuerte y la Comisión del Río Grijalva.
30 de junio de 1951	Acuerdo que creó la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México
29 de diciembre de 1956	Reglamento de la Ley en Materia de Aguas del Subsuelo.
11 de enero de 1972	Ley Federal de Aguas.
26 de marzo de 1976	Decreto por el que se crea la Comisión del Plan Nacional Hidráulico.
Diciembre de 1976	Creación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
29 de octubre de 1980	Acuerdo por el que la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, con la intervención de las de Hacienda y Crédito Público, de Programación y Presupuesto y de Comercio, procederá a entregar a los Gobiernos de los Estados y a los Ayuntamientos todos los sistemas de agua potable y alcantarillado que administra y opera directamente o a través de los organismos creados para ese efecto.



30 de diciembre de 1980	Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal de 1981 (ingresos provenientes de conceptos como: Cooperación de los Gobiernos de Estados y Municipios y de particulares para obras de irrigación, agua potable, alcantarillado, electrificación, etc.).
31 de diciembre de 1981	Ley Federal de Derechos (inversión privada en la operación y construcción de infraestructura hidráulica, obligación de todos los usuarios al pago de derechos por uso de aguas nacionales, incluyendo derechos de descargas de aguas residuales para evitar la contaminación de ríos y mantos acuíferos).
3 de febrero de 1983	Decreto por el que se reforma y adiciona el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se transfieren las responsabilidades de agua potable y alcantarillado a los municipios.
16 de enero de 1989	Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
1° de diciembre de 1992	Ley de Aguas Nacionales.
12 de enero de 1994	Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
10 de diciembre de 1997	Decreto que reforma el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
4 de febrero de 2002	Decreto por el que se otorga facilidades administrativas para la regularización de usuarios de aguas nacionales que realicen actividades de carácter agrícola.
29 de agosto de 2002	Decreto por el que se reforma el artículo 13 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
29 de abril de 2004	Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales.





# Manejo del agua en México.

## Bosquejo de la evolución institucional federal 1926-2008

Antonio Escobar Ohmstede

En julio de 1986, el entonces Presidente de la República, Miguel de la Madrid Hurtado, en su discurso de celebración de los sesenta años de política de irrigación, reconocía la labor de los fundadores de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), así como la de las demás dependencias del Gobierno Federal que habían participado en la construcción de infraestructura para la agricultura, en la generación de energía eléctrica y en la provisión de agua y alcantarillado para las diversas localidades del territorio nacional. En tal ocasión, el presidente manifestaba que el país “tiene memoria histórica, que el país está consciente de su trayectoria y de lo que ha costado impulsar el progreso” (*Ingeniería Hidráulica en México*, número especial, enero de 1987). Se reconocía la labor que habían desarrollado durante varias décadas dichas dependencias federales, para impulsar el desarrollo. Un punto trascendente de este discurso era el referente a la importancia de la “memoria histórica”. De esa memoria trata este trabajo.

Sin duda, para todos los gobiernos posrevolucionarios, la política hidráulica se institucionalizó a partir de

1926, cuando se creó la mencionada CNI. Sin embargo, las políticas modernas tuvieron su origen en los principios emanados del Artículo 27 Constitucional de 1917, sobre la propiedad de las aguas y el papel rector del Estado. A partir de estos principios fundamentales, las leyes y demás disposiciones reglamentarias han evolucionado a lo largo de las últimas ocho décadas, definiendo los alcances de la intervención del Gobierno Federal, así como los derechos y obligaciones de los particulares y de las organizaciones colectivas y privadas que utilizan las aguas nacionales.

El proceso de institucionalización de la administración federal del agua no fue tarea sencilla. Durante gran parte del siglo XIX no se expidió una legislación que diera paso a la intervención del gobierno nacional en este ramo, y menos una que ordenara las funciones que realizaban los ayuntamientos, las comunidades de riego, los pueblos, las empresas y los particulares, en torno a la explotación y la apropiación del agua. Uno de los primeros pasos se dio el 22 de abril de 1853, cuando el entonces presidente Antonio López de Santa Anna modificó las bases para la



Desagüe del Valle de México, 1973 / La modernidad sobre rieles, 1877

administración pública, mediante un decreto que creaba cinco ministerios con los siguientes nombres: Relaciones Exteriores e Interiores; Justicia, Negocios Eclesiásticos e Instrucción Pública; Fomento, Colonización, Industria y Comercio; Guerra y Marina, y Hacienda. El Ministerio de Fomento, Colonización e Industria y Comercio debía ocuparse de la formación de la estadística general, impulsar la industria agrícola, minera y mercantil, promover la colonización, tomar las medidas conducentes al fortalecimiento y la promoción de todos los ramos industriales y mercantiles, expedir patentes y privilegios, montar las exposiciones públicas de productos de las industrias agrícola, minera y fabril, construir caminos, canales y todas las vías de comunicación de la República, el desagüe de la Ciudad de México (Huehuetoca) iniciado en la época colonial y todas las obras relacionadas con éste, así como de las obras públicas financiadas con fondos públicos, tales como mejoramiento de caminos, alumbramiento, pozos, entre otros (véase el decreto del 22 de abril de 1853 en Dublán y Lozano 1876, VI:366-368). Unos meses después, el 29 de mayo, se decretó que entre los bienes del dominio de la nación se contaban los ríos, fueran o no navegables.

Como consecuencia de la creación del citado Ministerio, quedaron suprimidas la Dirección de Industria y Colonización, así como todas las direcciones particulares de los diversos ramos que aquella manejaba y controlaba. Por otra parte, y con el fin de lograr la regularidad necesaria en el despacho de los diversos negocios, se tomó la decisión de que aquellos gravámenes aplicados a la hacienda pública o que por su gravedad afectaran al Gobierno Federal, se tratarían en una junta de ministros, con base en informes presentados por los titulares de los ramos. El Presidente de la República adoptaría la opinión de la junta y quedaría encargado de la ejecución correspondiente.

Durante el siglo XIX, la administración pública recorrió un largo camino para hacer del Gobierno Federal una instancia decisiva en el manejo del agua, lo que llevó a reorganizar y, paulatinamente, reducir las facultades que habían venido ejerciendo los ayuntamientos y los gobiernos de los estados. Este movimiento estuvo íntimamente relacionado con el proceso de centralización del Estado mexicano y se dio de manera poco ortodoxa, según los críticos de la época. Este paso se dio gracias a la Ley de Vías Generales de Comunicación, expedida

mediante el decreto publicado el 5 de junio de 1888 en el *Diario Oficial de la Federación*. En ella se estableció que a partir de esa fecha se considerarían como vías generales de comunicación, además de los caminos nacionales y los ferrocarriles, los mares territoriales, esteros y lagunas localizados en las playas de la República, los canales construidos por la federación, los lagos y ríos internos que fueran navegables o flotables o que marcaran límites de la República o entre dos o más estados de la federación. Al propio Ejecutivo federal le correspondería la vigilancia de estas vías de comunicación y la facultad de reglamentar su uso público y privado (Lanz 1982, I:357-360). La expedición de esta ley ocasionó una gran discusión entre legisladores, abogados, usuarios y gobiernos estatales contra el Gobierno Federal. Aun cuando algunos diputados de varios congresos se opusieron de manera verbal y escrita, diversas entidades federativas legislaron y decretaron leyes de aguas que siguieron de cerca a la federal de 1888. Fue así que Jalisco (1895), el Estado de México (1896) y Michoacán (1906), entre otros, emitieron leyes que

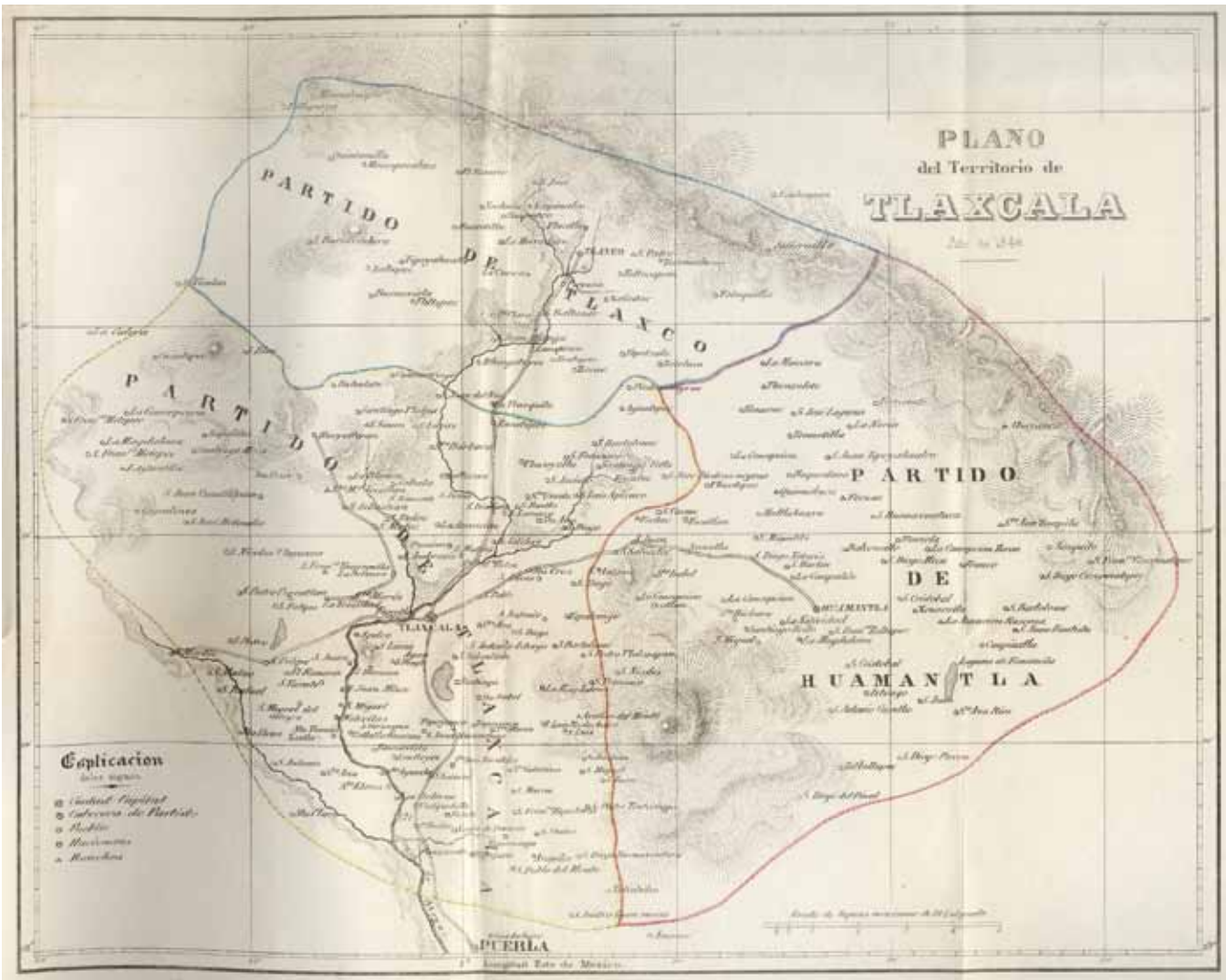
reconocían el nuevo lugar del Gobierno Federal en el otorgamiento de concesiones de agua dentro de sus territorios (Aboites 1998:83-85).

Independientemente de que en su tiempo la mencionada ley fue cuestionada en términos legales, la nueva facultad del Gobierno Federal implicaba la necesidad de conocer, por medio de la Secretaría de Fomento (SF), los recursos que pretendía administrar. Era necesario realizar los estudios indispensables para determinar cuáles eran las corrientes y los depósitos de agua que deberían calificarse como vías generales de comunicación, cuál era su estado en cuanto a los aprovechamientos o derechos preexistentes y, sobre todo, especificar cuáles eran los flujos de agua que anualmente aportaban y las posibilidades de conceder nuevos derechos. Era, pues, un enorme trabajo técnico que partía prácticamente de cero, salvo por los avances valiosos alcanzados por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística y la Comisión Geográfico-Exploradora con la elaboración de la estadística general del país y con los levantamientos de cartas geográficas, la primera



Lagos y lagunas declarados vías generales de comunicación, según la ley de 1888 (1999)





Plano del Territorio de Tlaxcala, 1849

a partir de la década de los años treinta del siglo XIX y la segunda mitad de ese siglo.

Por otra parte, la ley del 5 de junio también implicaba dotar al Gobierno Federal del personal técnico para crear, manejar y organizar el papeleo que necesariamente se produciría, no sólo como resultado del registro de los derechos preexistentes o las confirmaciones de derechos de agua, sino de las solicitudes de nuevas concesiones que a partir de ese momento sancionaría en forma exclusiva el Gobierno Federal.

Para la historia de la administración pública en México, la Ley de Vías Generales de Comunicación del 5 de junio de 1888 representó un paso más hacia el camino de la centralización política que caracterizaría al federalismo

mexicano. Con el impulso de esta ley, los ayuntamientos fueron perdiendo el control sobre el recurso agua, que por más de cuatro siglos habían conservado. De manera paulatina, y en medio de grandes oposiciones y resistencias de gobiernos y grupos locales, el Gobierno Federal avanzó en la tarea de manejar las aguas del país. Esa labor era complicada porque el Gobierno Federal carecía del personal y del conocimiento previo de los recursos sobre los que ejercería control y que se disponía a administrar.

No es de extrañar, entonces, que la realidad de los usos del agua rebasara a la SF. La aparición de sucesivos conflictos por derechos y usos de aguas a lo largo y ancho del país, la ausencia de registros referentes a cada una de las cuencas y el insuficiente personal técnico capacitado

para elaborarlos, obligaron a la Secretaría a actuar sobre la marcha para tratar de aliviar las presiones de que era objeto. De hecho, es probable que fueran precisamente los intentos de solución a estos problemas, la arena en la que el Gobierno Federal, por medio de la SF, afinaría la forma en que administraría el agua durante el siglo xx. En el fondo, la injerencia federal obedecía a los drásticos cambios que sufrían los usos del agua. Nuevos inversiones, tecnologías e intereses la convirtieron en un recurso valioso para diversos grupos empresariales, cosa que no había ocurrido con tal magnitud en las décadas previas. La aparición de grandes obras de riego, y más tarde de hidroeléctricas y obras de provisión de agua a las ciudades, sacudió la vieja manera de administrar el recurso. Como bien sabemos, esa verdadera revolución ocurría a lo largo y ancho del planeta.

Por ejemplo, el mismo año en que apareció publicada la Ley de Vías Generales de Comunicación (1888), el Gobierno Federal inauguró su participación en los conflictos por derechos y usos de agua en la región de la Comarca Lagunera donde estaban enfrentados los usuarios del río Nazas. Un par de años más tarde, y durante la década de 1890, el Gobierno Federal se vio enfrascado en conflictos similares sobre el río Atoyac en el estado de Puebla, el Duero en Michoacán y el Aguanaval en Durango (Kroeber 1994), que lo obligaron a formar comisiones de estudio y reglamentación que con el tiempo, y mientras duró su trabajo, estuvieron integradas formalmente a la estructura de la Secretaría de Fomento.

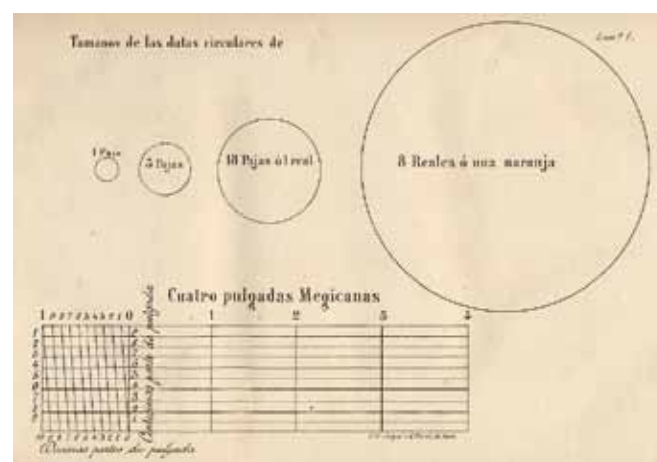
A partir de esos años podemos observar que la SF fue dotándose con un equipo humano especializado y dividido en diferentes comisiones. Además, la mayoría de los que integrarían lo que se denominaría Dirección de Aguas, mejor conocida como la Quinta Sección, era de ingenieros o personas con ciertos conocimientos técnicos y de campo. En el *Boletín* de la SF correspondiente al año de 1909, la Dirección de Aguas aparece dividida en tres comisiones: la Comisión del río Nazas compuesta por trece ingenieros, un escribiente, un comisario de campamento, diez guardacompuestas y seis mozos montados; la Comisión para el Estudio y Reglamentación de Ríos, integrada por ocho ingenieros, y la Comisión Inspector de Ríos y Concesiones con 24 plazas para ingenieros (*Boletín Oficial de la Secretaría de Fomento* 1909, I:XXIV-XXV).

Empero, aun y cuando la SF resolvía sobre concesiones y confirmaciones de derechos de agua, las decisiones ahí se tomaban en medio de un marco legal confuso y en ocasiones contradictorio. No sería sino hasta el 13 de diciembre de 1910, cuando se expidiera la primera ley sobre aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal, cuando se fijaron las normas escritas para regular la explotación y la apropiación de las aguas. Asimismo, se establecían cuáles eran las aguas de jurisdicción federal y se indicaba que la SF sería la instancia que reglamentaría y tramitaría los expedientes sobre concesión para uso y aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal.

De esta manera se avanzó en la definición en términos jurídicos de la administración federal del recurso hídrico. Así, para el caso de las concesiones, todas las solicitudes deberían hacerse por escrito, estar dirigidas a la SF y contener el nombre y el domicilio del solicitante, nombre de la corriente y depósito con expresión de los

**TABLA I.**  
**DATAS DE AGUA DE FORMA RECTILINEA,**  
Con expresion de sus figuras, dimensiones y areas ó superficies.

Medida ó caso comun.	Figura de la forma.	Largos ó anchos de las líneas correspondientes.		Areas ó superficies de las líneas correspondientes.		Areas de las líneas correspondientes en.	
		metros.	varas.	metros.	varas.	metros cuadrados.	varas cuadradas.
1 boya ó 48 varas.	Cuadrado . . .	48	36	44	30	2,304	1, 04
1 arco ó 3 varas.	Rectángulo . . .	8	6	6	4½	48	27
1 varanja ó 8 varas.	Rectángulo . . .	8	6	2	1½	16	9
1 real ó 18 varas.	Rectángulo . . .	8	1½	1	0½	8	1½
1 paja . . . . .	Cuadrado . . .	0½	0½	0½	0½	0¼	¼



Antiguas medidas de agua usadas en México, 1868



Las nuevas concesiones de agua implicaban la localización geográfica de las obras, 1898

distintos nombres que adoptara a lo largo de su trayecto; ubicación específica de la toma, el objeto de la solicitud, volumen solicitado expresado en metros cúbicos o en litros por segundo; ubicación aproximada del lugar en que se devolverían las aguas a su cauce en caso de tratarse de aprovechamientos que no exigieran el consumo total del líquido. En caso de riego era menester informar sobre la superficie aproximada y la ubicación de las tierras. Cuando la concesión fuera aceptada, se daría una confirmación que, además de expresar varios puntos de la solicitud, debía informar sobre el objeto o los usos a los que se hubieran dedicado las aguas en los diez años anteriores al primero de enero de 1911; la cantidad de agua expresada en el título o la que estuviera derivando en los diez años anteriores.

De esta reglamentación se deduce una organización racional de los asuntos manejados por la Secretaría, de los que podemos destacar la integración de un inventario que incluía todos y cada uno de los depósitos y las corrientes declarados como federales con expresión de sus afluentes

o derivaciones, así como los expedientes de cada uno de los usuarios que gozaban de derechos de agua por cada una de las corrientes o depósitos. Como consecuencia de lo anterior, el control del recurso se afinaba y, en teoría, ahora se podría administrar eficientemente. No obstante, de esto último no estamos tan seguros, pues los intereses personales expresados en la toma de mayor flujo de agua que el concedido y el despojo de derechos, marcan la diferencia entre la ley y la práctica cotidiana. De cualquier manera, es un hecho que para fines de control, la práctica administrativa seguida por la SF era más efectiva en 1910 que veinte años antes. Así pues, a partir de estos expedientes se podía contar con historiales particularizados e individualizados, se podría establecer un padrón de usuarios, determinar (formalmente) las cantidades de agua aprovechada por los usufructuarios. Esto, junto con el estudio técnico de los flujos y las necesidades, permitía determinar la conveniencia de conceder o no nuevos derechos; e igualmente podría servir para efectos de planeación de nuevas obras de infraestructura.



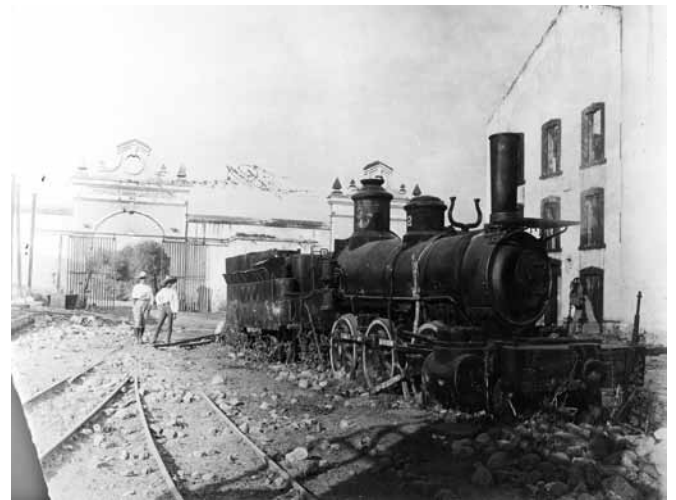
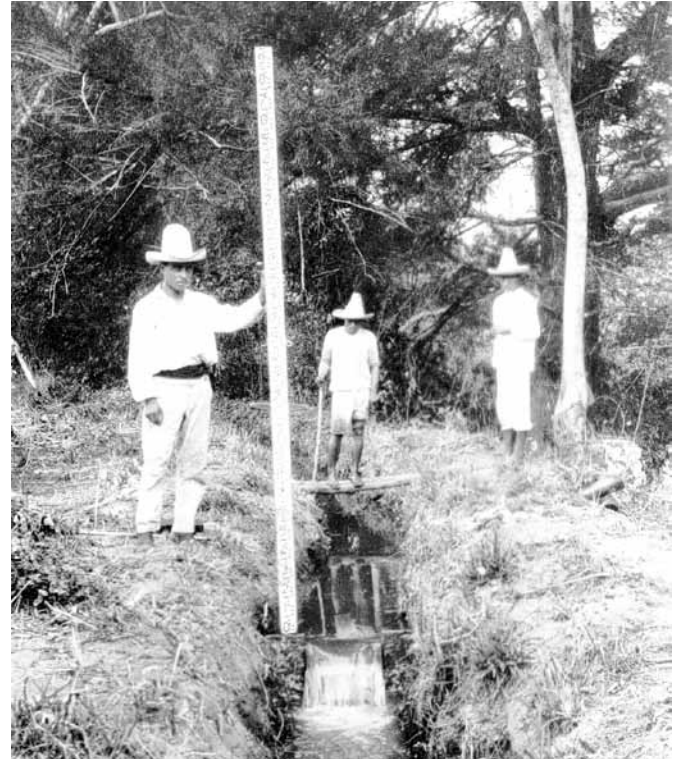
Por otra parte, un trabajo de tal naturaleza implicaba un mayor y más “eficiente” aparato burocrático especializado. Como se dijo, éste ya había encontrado un lugar especial en la Quinta Sección de la Secretaría de Fomento, que empezó a funcionar a partir de 1888. Después de ese año, el personal burocrático de la institución federal no dejó de aumentar a lo largo de varias décadas. Esa evolución institucional de la época porfiriana fue de gran ayuda cuando los gobiernos posrevolucionarios resolvieron acrecentar su intervención en el manejo de las aguas.

La derrota del régimen porfirista, gracias a una de las primeras revoluciones sociales del mundo, y el triunfo del grupo “constitucionalista” en 1915 no implicaron cambios en las políticas hidráulicas del Gobierno Federal y en las formas de administrarlas. De hecho, el control federal sobre los recursos hidráulicos, establecido desde 1888 y cuestionado por su ilegalidad, fue legitimado en el Artículo 27 de la Constitución de 1917 y, en cierto modo, por la vigencia de la Ley de Aguas de 1910, incluso hasta la expedición de una nueva ley del ramo en 1929 en la que se retomaron muchos de los artículos de la legislación porfirista.

Luego del triunfo de la revolución y de la promulgación de la Constitución de 1917, el Gobierno Federal se dio a la tarea de realizar estudios y proyectos que permitieran alcanzar un desarrollo que verdaderamente beneficiara a la sociedad, pues hasta el momento, según el gobierno de Venustiano Carranza, se había dado prioridad a los intereses extranjeros. Por ello, y por iniciativa del Departamento del Interior, se emitió la Nueva Ley de Secretarías de Estado que, entre otras cosas, despojaba a la Secretaría de Relaciones Exteriores de la preeminencia que tenía sobre las demás, y se la otorgaba a la Secretaría de Gobernación, creada por la misma ley. Ésta creó, además, la Secretaría de Agricultura y Fomento (que sustituyó a la SF), que se encargaría, entre otras tareas, de la cuestión agraria y de administrar las aguas de propiedad federal.

Atendiendo a sus objetivos, la recién creada Secretaría puso en marcha una nueva política hidráulica que inició con la realización de estudios cuya finalidad primordial era alcanzar un aprovechamiento real de los recursos naturales. El ingeniero Javier Sánchez Mejorada, funcionario de la misma, en una ponencia presentada en 1926, titulada “Organización, actividades y proyectos de la Comisión Nacional de Irrigación”, decía que desde tiempo atrás el

gobierno reconocía la necesidad de conservar las aguas para usarlas para riego y que, atendiendo a ello, se hicieron diversos ensayos para abordar el problema, pero que “no llegaron a fructificar en obras materiales, debido a multitud de factores complejos; de carácter económico, unos, políticos y de administración otros”. Por esta razón



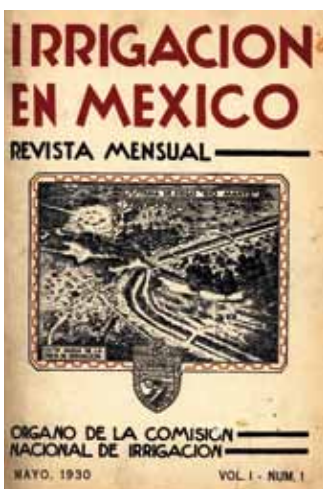
Medir para controlar, ca. 1920 / La modernidad cuestionada por la revolución, ca. 1920



Irrigación en el noreste de México, Culiacán, Sinaloa, 1922

se hacía necesario crear un organismo: “Una gran empresa constructora, como forzosamente tiene que serlo un departamento, una dirección, una comisión, o cualquiera que sea el nombre que quiera dársele, de Irrigación, que de verdad haga obras que justifiquen su título” (Sánchez Mejorada 1926).

Por ello, el Presidente de la República, Plutarco Elías Calles, y el secretario de Agricultura y Fomento, Luis L. León, conscientes de que sólo el Estado podría realizar dicha empresa, enviaron al Congreso una iniciativa de ley, en la que se declaraba de utilidad pública la irrigación de las propiedades agrícolas privadas y se ordenaba que se formara una Comisión Nacional de Irrigación (CNI) que tuviera a su cargo estudiar y construir obras de regadío; ésta debería ser administrada por el Fondo Nacional de Irrigación, creado por la



misma ley. La iniciativa fue aprobada por el Congreso y, de acuerdo con sus mandatos, la dicha comisión quedó instalada el 27 de enero de 1926, siendo su primer presidente el referido ingeniero Luis L. León. De tal forma inició el primer organismo de carácter nacional dedicado al agua, con autonomía suficiente para organizarse como mejor conviniera a las tareas que debía cumplir, administradora directa de sus recursos y con relación directa con el Ejecutivo. El lema de la CNI fue “Por la grandeza de México”, que expresaba bien el alcance de la irrigación para el país (Escobar Ohmstede y Landeros 2002:28). La CNI tuvo como medio para difundir sus actividades, una publicación mensual que se llamó *Irrigación en México* (de la que se publicaron 27 volúmenes, el primero de ellos en mayo de 1930), y que representaba la visión del Gobierno Federal. Esta revista, además de informar y retroalimentar a la Comisión, definía su “misión” con los diversos usuarios a los que se dirigía; incluso en la primera editorial ofrecía a la prensa nacional todo su material gráfico con el fin de ayudar a difundir el trabajo que realizaba. Asimismo, aseveraba que el Estado mexicano había puesto en marcha los mecanismos que permitirían la irrigación en las tierras áridas del país.

En 1929, primero, y luego en 1934, se expidieron nuevas leyes de aguas de propiedad nacional, que eran cada vez más precisas y detalladas con respecto a la manera en que la autoridad federal debía relacionarse con los grupos de la sociedad que explotaban y se apropiaban del recurso. Así pues, en este periodo grandes presas de riego e hidroeléctricas se estaban construyendo en casi todo el mundo; es decir, el gasto del Gobierno Federal en la infraestructura hidráulica de riego, sobre todo después de la crisis económica de 1929, se estaba dando en varios países.

Durante los 20 años de existencia de la CNI se construyeron 30 presas de almacena-



miento con capacidad mayor a los cinco millones de metros cúbicos, así como 14 presas de derivación cuya área de riego no era menor a las dos mil hectáreas; también se pusieron en operación 44 distritos de riego. La CNI se extinguió en 1946, cuando el gobierno del presidente Miguel Alemán consideró que era importante que hubiese un organismo encargado del tema del aprovechamiento y la conservación del agua, para lo que creó la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH). La formulación de un inventario de todos los recursos hidráulicos del país, así como de los suelos; la definición de las políticas para el correcto aprovechamiento del agua potable y de riego, de la generación de energía eléctrica, del



Camión "Huge" descargando arena para la cortina de la presa El Palmito, Durango, 1940 / Flotilla de camiones para trabajos de irrigación, 1940





Maquinaria para el control de las aguas del Río Fuerte, Los Mochis, Sinaloa, 1934

drenaje de terrenos con fines agrícolas, la concesión y la reglamentación de las corrientes, la prevención de inundaciones, así como la creación y el mejoramiento de vías fluviales de navegación, eran algunas de sus tareas, todo esto en coordinación con diversas secretarías del Gobierno Federal.

En ese tiempo se crearon dos organismos que se encargarían de los recursos de las cuencas de los ríos Papaloapan (Oaxaca y Veracruz) y Tepalcatepec (Michoacán), y que fueron el preámbulo a la creación de más comisiones, como la del río Pánuco (San Luis Potosí, Veracruz, Querétaro, Hidalgo y el Estado de México), la del río Grijalva y la del Río Fuerte (Sinaloa). En 1950 se creó la Comisión de Estudios del Sistema Lerma-Chapala-Santiago, con la finalidad de realizar investigaciones que permitieran un mejor aprovechamiento y una distribución equitativa de las aguas en su recorrido por los estados de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Nayarit, y se disolvió 20 años después (Orive 1970:151-155).

Este esfuerzo institucional, que seguía muy de cerca el modelo establecido en Estados Unidos de América (Tennessee Valley Authority), fue el antecedente mexicano del manejo del agua por cuencas hidrológicas. La creación de la SRH mostraba la alta jerarquía que se le asignaba a los asuntos del agua en la administración federal. Sus recursos alcanzaban 10% del presupuesto federal. Era la primera vez que en América Latina se instrumentaba un orga-

nismo que administrara un abanico tan amplio de usos del agua; ahora habría que brindar cooperación y ayuda técnica a varias naciones del continente americano.

Los trabajos de conservación de la infraestructura fueron diferidos y, en cambio, se incrementó el área de tierras irrigadas para poder hacer frente a la creciente demanda de alimentos y de productos de exportación (algodón). Como resultado, a principios de la década de los años sesenta tuvo que ser modificada la composición de la inversión pública con el fin de reducir la importancia relativa de la expansión de áreas en riego. En su lugar se iniciaron grandes proyectos de rehabilitación de los distritos de riego, con la intención de aumentar su productividad.

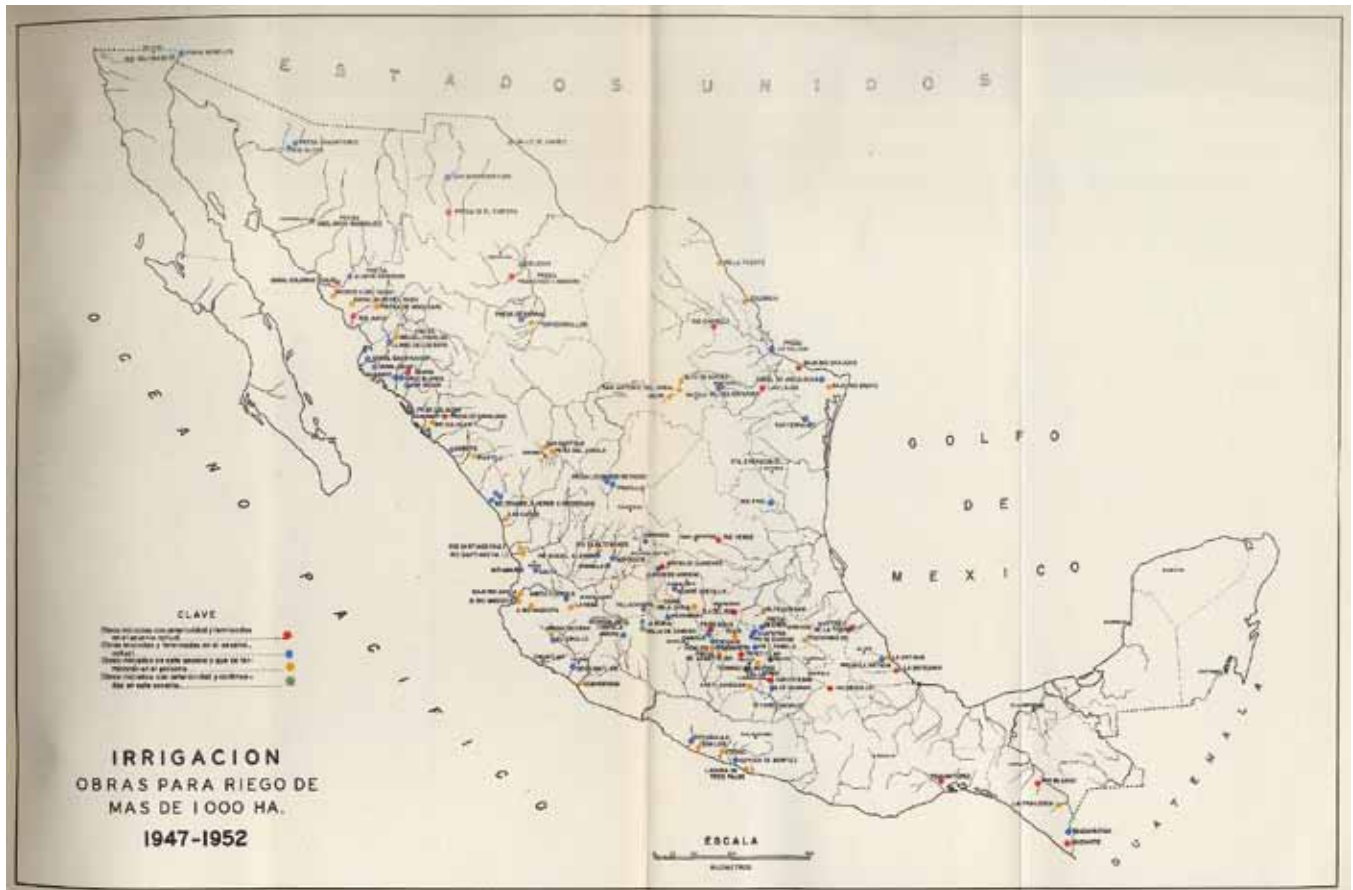
En la misma década de los años sesenta se desarrollaron planes regionales que contemplaban grandes transferencias de agua entre cuencas vecinas: por un lado, para ampliar las tierras en riego en el noroeste y, por otro lado, para asegurar las futuras fuentes de abastecimiento de agua al área metropolitana de la Ciudad de México. Igualmente, se promovieron otros programas sectoriales, incluyendo uno nacional de pequeña irrigación y otro de asistencia técnica en distritos de riego (Plan de Mejoramiento Parcelario, PLAMEPA), así como un programa nacional de agua potable.

En 1971 se introdujeron las primeras disposiciones legales en materia ambiental para mejorar el control de

la contaminación del agua. En 1972 entró en vigor la Ley Federal de Aguas cuyo objeto era reforzar el marco legal para la administración del recurso, principalmente mediante la introducción de mecanismos para regular su uso, incluido el establecimiento de prioridades para su asignación. Se especificaron las funciones y responsabilidades de las dependencias del Gobierno Federal, particularmente las de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. Por ello, se consideró que este cuerpo legal establecería las bases para una administración efectiva del recurso, en cantidad y calidad.

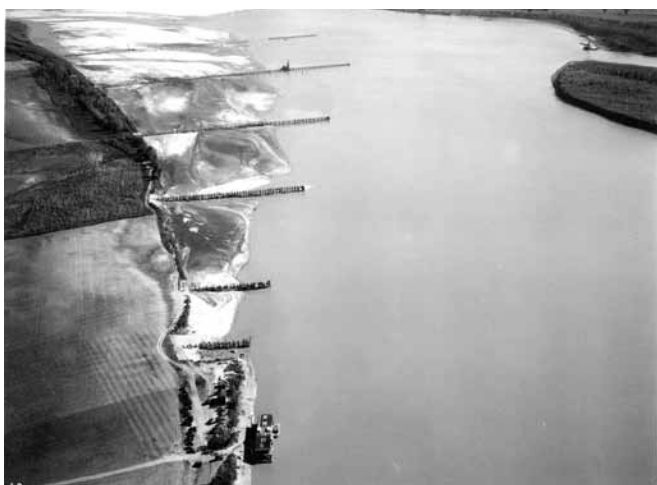
Hacia principios de la década de los años setenta, la SRH ya había acumulado gran cantidad de información y experiencia en el manejo del agua del país. Asimismo, las agrupaciones profesionales y el resto de las instituciones, públicas y privadas relacionadas con la planeación hidráulica y la administración del recurso, compartían la visión de una política integral en el ámbito nacional, que apoyaría

el crecimiento económico y el desarrollo social, al mismo tiempo que abordaba los crecientes problemas de escasez, agotamiento y contaminación. A mediados de esa década se iniciaron los trabajos del Plan Nacional Hidráulico, con el fin de mantener y consolidar la masa crítica que surgió de este esfuerzo de planeación, para lo que se creó la Comisión del Plan Nacional Hidráulico en 1976. En ese mismo año, las Secretarías de Recursos Hidráulicos, y de Agricultura y Ganadería se fusionaron para formar la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), cuyo propósito era unificar la acción gubernamental para la atención de los problemas del campo. Sin embargo, estos cambios ocasionaron una fuerte desintegración de la planeación hidráulica, así como una dispersión de funciones que terminó por afectar la administración del agua, en tanto que la solución a los problemas y conflictos asociados al uso del recurso demandaba una acción gubernamental más efectiva (Aboites 2002:30-34).



Avances de la irrigación revolucionaria, 1951

En la SARH se creó la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica para hacerse cargo del desarrollo de la infraestructura de riego y de abasto de agua en bloque mediante acueductos de gran tamaño. Posteriormente, al iniciar la década de los años ochenta, esta Subsecretaría tendría a su cargo también las tareas relacionadas con la administración del agua. En esa misma época, la Comisión del Plan Nacional Hidráulico se transformó en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), como un mecanismo para avanzar en los objetivos de uso eficiente del agua y la preservación de su calidad. A la par se dio apoyo, de manera importante, a las obras de pequeña irrigación, sin abandonar las de grande irrigación. Dentro de las primeras se desarrollaron obras con aguas superficiales por medio de pequeñas captaciones, así como subterráneas, que formaban parte del Programa Nacional de Perforación de Pozos.



Presa de Nezahualcóyotl, Raudales de Malpaso, Chiapas, 1970 / Proyecto de Control del Río Fuerte, Los Mochis, Sinaloa, 1934

A mediados de la década de los años ochenta se inició el cobro de contribuciones fiscales por el uso del agua potable. Con el tiempo se comprobó el gran potencial de esta medida, como fuente de ingresos y como instrumento efectivo para inducir al uso eficiente del agua, incluido el cuidado ambiental. Sin embargo, se puso de manifiesto también la conveniencia de una acción más directa de la autoridad federal del agua.

La adecuación del marco institucional para la administración y el desarrollo de los recursos hidráulicos del país se constituyeron en prioridad para el Gobierno Federal desde la década de los años ochenta. Avanzar hacia la descentralización efectiva en todos los aspectos de la vida nacional, propiciar la mayor participación de la sociedad y fortalecer la rectoría del Estado en la materia, hacía necesario subsanar diversos problemas que afectaban la adecuada intervención gubernamental, principalmente por la gran dispersión funcional que caracterizaba a la administración del recurso y, consecuentemente, la debilidad que presentaba el ejercicio de actos de autoridad. A finales de la década de los ochenta del siglo pasado, la situación hídrica del país obligaba a una nueva reestructuración. La escasez, el rezago y la contaminación eran una constante en casi todo el territorio mexicano. Al asumir Carlos Salinas de Gortari la presidencia del gobierno de la República, se consideró esencial elaborar una nueva política tendiente a resolver las demandas de la sociedad, con tres objetivos primordiales: a) construir infraestructura hidráulica; b) inducir el uso eficiente del agua; c) restaurar y mejorar la calidad del agua.

En respuesta a los problemas de dispersión institucional y a la necesidad de fortalecer las políticas tendientes a construir la infraestructura necesaria para vencer el rezago y satisfacer nuevas demandas, mejorar la eficiencia en el uso del agua y ampliar las acciones de abatimiento y control de la contaminación, en 1989 se creó, mediante decreto presidencial del 16 de enero, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como un órgano desconcentrado de la SARH. En dicho decreto se establecía, como parte de sus antecedentes, que los propósitos de una nueva política de administración del agua que atendiese las demandas de la sociedad en torno al agua, reclamaban la administración integral del recurso y el cuidado de su conservación por medio de un solo órgano administrativo, con la autonomía técnica necesaria. Anteriormente, en diciembre de

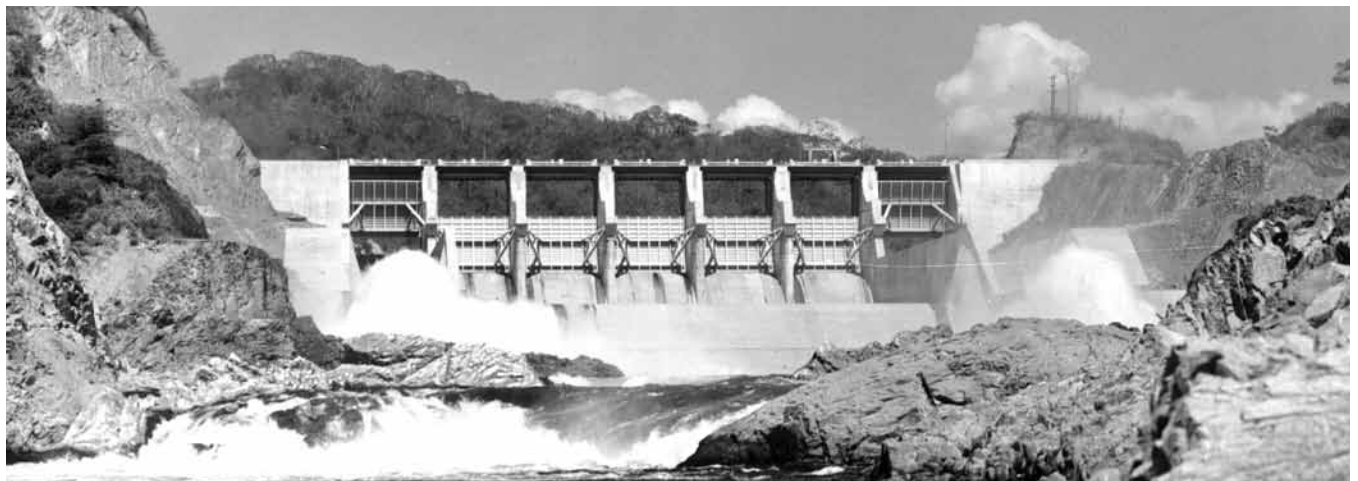


1988, en la Ley Federal de Derechos, se había otorgado a la CONAGUA un papel más directo en la determinación y el cobro de los derechos fiscales relacionados con la materia. El día 1 de febrero de 1989, durante el acto de instalación, se expresó lo siguiente:

La Comisión Nacional del Agua nace con el propósito de dar unidad y congruencia a las acciones del Gobierno Federal en materia de agua. Su compromiso es el de ser una institución eficiente y moderna. Eficiente en su organización y en sus sistemas; moderna en el trazo de sus políticas y en la forma de responder a las demandas.

La Comisión se integró con el personal y los recursos provenientes de la Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica, de la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, de la Comisión Nacional de Aguas del Valle de México, de la Comisión del lago de Texcoco, de las coordinaciones regionales de infraestructura hidráulica y de residencias generales de Construcción y Operación de las delegaciones de la SARH en las entidades federativas. Más tarde, con la modificación de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal con objeto de transformar la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), se dio un paso más al transferir a la CONAGUA las funciones sustantivas relacionadas con la prevención y el control de la contaminación del recurso, así como las relativas al apoyo técnico federal en la

prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. En los ajustes a la organización del Gobierno Federal en 1994, se ubicó a la CONAGUA como un órgano desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), siendo desde entonces el encargado de llevar a cabo la elaboración y la concreción de los diversos y variados planes nacionales hídricos de cada sexenio. Asimismo, ha apoyado a los dos últimos gobiernos federales en la tarea de encauzar la política de considerar que el agua es un elemento de "seguridad nacional"; así como incidir en la toma de decisiones de políticas públicas mediante las diversas leyes y los varios reglamentos que se han ido ajustando a una realidad cada vez más compleja, donde el ambientalismo y la necesidad de cuidar el agua responden a un fenómeno mundial, del que México no está aislado.



Aforo del pozo número 4 Alhoa, Loma Bonita, Oaxaca, 1976 / Vertedor de demasías, presa José María Morelos, Balsas, Guerrero, 1970

# Bibliografía

- Aboites Aguilar, Luis, "Fin de un sueño. Notas sobre la extinción de la Secretaría de Recursos Hidráulicos" en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, año 7, núm. 20, enero-abril 2002.
- \_\_\_\_\_, "Optimismo nacional: geografía, ingeniería hidráulica y política en México (1926-1976)" en Brígida von Mentz (coord.), *Identidades, Estado nacional y globalidad México, siglos XIX y XX*, México, CIESAS, 2000.
- \_\_\_\_\_, *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1916)*, CIESAS, México, 1998.
- Acueductos de México*, México, Banobras, 1996.
- Agenda 21*, [www.un.org/esa/sustdev/agenda21sp/ibdex.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21sp/ibdex.htm).
- Andrade, Manuel, *Leyes y reglamentos sobre aguas-bosques, colonización. Minas y petróleo*. Anotados y concordados por, México, Ediciones Andrade, 1962.
- Armillas, Pedro, "Notas sobre sistemas de cultivo en Mesoamérica. Cultivos de riego y humedad en la cuenca del Río Balsas" [1949] en Teresa Rojas Rabiela (ed.), *Pedro Armillas: Vida y obra*, México, CIESAS / INAH, 1991a, t. I.
- Barrett, Ward, *The Sugar Hacienda of the Marqueses del Valle 1535-1910*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1970.
- Birrichaga Gardida, Diana, "Modernización del sistema hidráulico rural en el Estado de México (1935-1940)" en Diana Birrichaga Gardida (coord.), *La modernización del sistema de agua potable en México 1810-1950*, México, El Colegio Mexiquense, 2007.
- \_\_\_\_\_, "El dominio de las aguas ocultas y descubiertas. Hidráulica colonial en el centro de México, siglos XVI-XVII" en Enrique Florescano y Virginia García Acosta (coords.), *Mestizajes tecnológicos y cambio cultural en México*, México, CIESAS / Porrúa, 2004.
- \_\_\_\_\_, "Las empresas de agua potable en México (1887-1930)" en Blanca E. Suárez Cortez (coord.), *Historia de los usos del agua en México. Oligarquías, empresas y ayuntamientos (1840-1940)*, México, CNA/CIESAS/IMTA, 1998.
- Boletín de la Cámara Agrícola Nacional Jalisciense*, 1 de septiembre de 1913.
- Boletín Oficial de la Secretaría de Fomento*, diciembre de 1916
- Cabrera Acevedo, Lucio, *La Suprema Corte de Justicia en el siglo XIX*, México, Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2 tt., 1998.
- Castañeda, Rocío, Antonio Escobar Ohmstede y Jorge Andrade (comps.), *Desastre económico o debilidad federal en los primeros gobiernos posrevolucionarios*, México, AHA/CNA/CIESAS/UAEM, 2005.
- Catherwood, Frederick, *Visión del mundo maya-1844*, introd. de Alberto Ruz Lhuillier, México, edición privada de Cartón y Papel de México, 1978.
- Coe, Michael D., "San Lorenzo and The Olmec Civilization" en E. Benson (ed.), *Dumbarton*

- Oaks Conference on The Olmec, Washington, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, 1968, pp. 41-67.
- Colección de Decretos, *Colección de Decretos expedidos por el Décimosexto Congreso Constitucional y por el Ejecutivo del Estado Libre y Soberano de México en el periodo ocurrido de 1895 al 2 de marzo de 1897*, Toluca, Imprenta del Gobierno en la Escuela de Artes y Oficios, t. XXIV, 1897.
- Comisión Nacional de Irrigación, *Irrigación en México. Revista Mensual*, México, CNA/AHA/CIESAS/El Colegio de Michoacán, 2004 [Cd-rom].
- \_\_\_\_\_, *La obra de la Comisión Nacional de Irrigación durante el régimen del Sr. Gral. de División Lázaro Cárdenas, 1934-1940*, México, 1940, t. I.
- \_\_\_\_\_, *La obra de la Comisión Nacional de Irrigación durante el régimen del Sr. Gral. de División Lázaro Cárdenas, 1934-1940*, México, 1930, t. I.
- Comisión Nacional del Agua, *Estadísticas del agua en México, Edición 2008*, México, SEMARNAT, 2008.
- \_\_\_\_\_, *Estadísticas del agua en México, Edición 2007*, México, SEMARNAT, 2007.
- Constitución Federal, *Constitución Federal de 1857*, México, FCE, 1956.
- Crespo, Horacio (dir.), *Historia del azúcar en México I*, México, Azúcar S.A./FCE, 1988.
- Denevan, William, M., "Hydraulic Agriculture in the American Tropics. Forms, Measures, and Recent Research" en Kent V. Flannery (ed.), *Maya Subsistence. Studies in Memory of Dennis E. Puleston*, Nueva York, Academic Press, 1982.
- \_\_\_\_\_, "Investigaciones recientes sobre agricultura precolombina de campos elevados en América Latina", *Biótica*, vol. 5, núm. 2, 1980, pp. 57-62.
- \_\_\_\_\_, "Aboriginal Drained-field Cultivation in the Americas", *Science*, vol. 169, núm. 3946, 1970, pp. 647-654.
- Derry, T.K. y Trevor Williams, *Historia de la Tecnología desde 1750 hasta 1900, Siglo Veintiuno Editores*, 16<sup>a</sup> ed., tt. I-II, 1997.
- Doolittle, William E., "Against the Current in Against the Odds: Noria Technology in Mexico", en *Eartworks*, <http://www.utexas.edu/dpts/grg/eworks/eworks.html>.7.
- Dublán, Manuel y José María Lozano, *Legislación Mexicana o Colección de las disposiciones legislativas expedidas desde la independencia de la República*, México, Imprenta del Comercio, 1876, t. VI.
- Eling McIntosh, Herbert y Cristina Martínez García, "Cambios, innovaciones y discontinuidades en los sistemas de riego de Parras de la Fuente, Coahuila, México" en Antonio Escobar Ohmstede, Martín Sánchez y Ana María Gutiérrez (coords.), *Agua y tierra en México, siglos XIX y XX*, México, El Colegio de San Luis Potosí / El Colegio de Michoacán, 2008.
- Escobar Ohmstede, Antonio y Dolores Landeros, "El agua y sus instancias administrativas a través de los siglos" en Dolores Landeros, Nora Duana y Jorge A. Andrade, *Guía de Aprovechamientos Superficiales del Archivo Histórico del Agua*, México, CNA/AHA/AGN/CIESAS, 2002.
- Flannery, Kent V. y Joyce Marcus (eds.), *The Cloud People. Divergent Evolution of the Zapotec and Mixtec Civilizations*, Nueva York, Academic Press, Inc., 1983.
- Gallegos, Carlos, "Del bimbalete a la bomba eléctrica. Cambio tecnológico y agricultura de riego en Copándaro de Galeana" en Martín Sánchez Rodríguez (ed.), *Entre campos de esmeralda. La agricultura de riego en Michoacán*, México, El Colegio de Michoacán / Gobierno del Estado de Michoacán, 2002.
- Galván Rivera, Mariano, *Ordenanzas de tierras y aguas. Facsímil de la quinta edición de 1868*, presentación de Teresa Rojas Rabiela, México, CIESAS/AHA/RAN, 1998.
- González Aparicio, Luis, *Plano reconstructivo de la región de Tenochtitlan*, México, INAH, 1973.
- Goubert, Jean-Pierre, *The Conquest of Water. The Advent of Health in the Industrial Age*, Nueva Jersey, Princeton University Press, 1989.
- Heizer, Robert, "New Observations en La Venta" en E. Benson (ed.), *Dumbarton Oaks Conference*



- on *The Olmec*, Washington, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, 1968.
- Herrera Gómez, Hugo, *La política de riegos del Banco Nacional de Crédito Ejidal*, México, Banco Nacional de Crédito Ejidal, 1954.
- \_\_\_\_\_, *Redituabilidad de las obras de riego por bombeo en la región central del Bajío*, México, Banco Nacional de Crédito Ejidal, 1954.
- Kroeber, Clifton B., *El hombre, la tierra y el agua. Las políticas en torno a la irrigación de la agricultura de México, 1885-1911*, México, IMTA / CIESAS, 1994.
- Labastida, Luis G., *Colección de leyes, decretos, reglamentos, circulares y acuerdos relativos a la desamortización de los bienes de corporaciones civiles y religiosas y a la nacionalización de los que administraron las últimas*, México, Tipografía de la Oficina Impresora de Estampillas, 1893.
- Lanz Cárdenas, José Trinidad, *Legislación de Aguas en México*, 3 tt., México, Gobierno del Estado de Tabasco, 1982.
- Lara Beautell, Cristóbal, *La industria de energía eléctrica*, México, FCE, 1953.
- Linati, Claudio, *Trajés civiles, militares y religiosos en México*, México, UNAM, ed. facsimilar, 1956.
- Lipsett-Rivera, Sonya, "Water and Bureucracy in Colonial Puebla de los Ángeles" en *Latin American Studies*, 1993, núm. 24.
- Llanas Fernández, Roberto "Abastecimiento de agua a la ciudad de México en el siglo XVI" en *Antiguas obras hidráulicas en América. Actas del seminario México 1988*, Madrid, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, 1988.
- López Mora, Rebeca, *El molino de Santa Mónica. Historia de una empresa colonial*, México, El Colegio Mexiquense/Fundación Cultural Antonio Hagenbeck y de la Lama, 2002.
- Loreto López, Rosalva, "De aguas dulces y aguas amargas o De cómo se distribuía el agua en la ciudad de Puebla durante los siglos XVIII y XIX" en Rolsava Loreto y Francisco J. Cervantes B. (coords.), *Limpia y obedecer. La basura, el agua y la muerte en la Puebla de los Ángeles*, México, Universidad Autónoma de Puebla/CEMCA/El Colegio de Puebla, 1994.
- Malissard, Alain, *Los romanos y el agua. La cultura del agua en la Roma antigua*, Barcelona, Herder, 2001.
- Marcus, Joyce y Charles Stanish (eds.), *Agricultural Strategies*, Los Ángeles, Institute of Archaeology-University of California, Los Ángeles, "Cotsen Advanced Seminar", 2006.
- Matés Barco, Juan Manuel, *La conquista del agua. Historia económica del abastecimiento urbano*, Jaén, Universidad de Jaén, 1999.
- Mollard, Eric y Annie Walter, *Agricultures singulières*, París, IRD, 2008.
- Moreno Vázquez, José Luis, *Por abajo del agua. Sobreexplotación y agotamiento del acuífero de la Costa de Hermosillo, 1945-2005*, Sonora, El Colegio de Sonora, 2006.
- Niederberger, Christine, "Las sociedades mesoamericanas: las civilizaciones antiguas y su nacimiento" en T. Rojas Rabiela y John V. Murra (dir.), *Las sociedades originarias*, Historia general de América Latina, vol. I, París, Trota/UNESCO, 1999.
- \_\_\_\_\_, *Cinco milenios de ocupación humana en un sitio lacustre de la Cuenca de México*, México, INAH, 1976 (Colección Científica 30).
- Obras hidráulicas en América Colonial*, Madrid, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo / Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 1993.
- Orive Alba, Adolfo, *La irrigación en México*, México, Grijalvo, 1970.
- Palerm, Ángel, *Agricultura y sociedad en Mesoamérica*, México, Sepsetentas 55, 1972b.
- \_\_\_\_\_, *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México*, México, SEP/INAH, 1973.
- \_\_\_\_\_, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, México, Sepsetentas 32, 1972a.
- Pérez Rocha, Emma, *La tierra y el hombre en la villa de Tacuba durante la época colonial*, México, INAH (Colección Científica 115. Etnohistoria), 1982.
- Pineda Mendoza, Raquel, *Origen, vida y muerte del acueducto de Santa Fe*, UNAM, 2000.

- Reglamento 1840, "Reglamento de policía para el gobierno interior del departamento de Sonora, 3 de octubre de 1840" en *Documentos para la historia de Sonora 1835-1841*, mecanuscrito.
- Reyes García, Cayetano, Altépetl, ciudad indígena. Choluta en el siglo XVI, tesis de licenciatura, ENAH, México, 1976.
- Rojas Rabiela, Teresa, José Luis Martínez R. y Daniel Muriello L., Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico, México, IMTA / CIESAS, inédito [2009].
- \_\_\_\_\_, *Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI*, México, SEP / CIESAS, 1988.
- Romero Navarrete, Lourdes, "La institucionalización de los derechos de agua en la historiografía; revisión y nuevas reflexiones" en Juan Manuel Durán, Martín Sánchez y Antonio Escobar Ohmstede (eds.), *El agua en la historia de México*, México, UdeG / El Colegio de Michoacán, 2005.
- Sahab Haddad, Elías, "La lucha por el agua y en contra del agua en el Valle de México" en *Antiguas obras hidráulicas en América. Actas del seminario México 1988*, Madrid, Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, 1988.
- Sánchez Mejorada, Javier, "Organización, actividades y proyección de la Comisión Nacional de Irrigación" en *Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura*, México, 1926, vol. IV, núm. 11.
- Sánchez Rodríguez, Martín (coord.), *Entre campos de esmeralda. La agricultura de riego en Michoacán*, México, El Colegio de Michoacán / Gobierno del Estado de Michoacán, 2002.
- \_\_\_\_\_, "El mejor de los títulos". *Riego, organización social y administración de recursos hidráulicos en el Bajío mexicano*, México, El Colegio de Michoacán / Gobierno del Estado de Guanajuato, 2005.
- \_\_\_\_\_, y Herbert H. Eling (eds.), *Cartografía hidráulica de Guanajuato*, México, El Colegio de Michoacán / Gobierno del Estado de Guanajuato, 2007.
- Secretaría de la Economía Nacional, Departamento de Estudios Económicos, *La industria harinera. Materia prima, molienda y transportes*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1934.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos, *Informe de labores de la Secretaría de Recursos Hidráulicos del 1° de septiembre de 1959 al 31 de agosto de 1960*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1961.
- \_\_\_\_\_, *Informe de labores de la Secretaría de Recursos Hidráulicos del 1° de septiembre de 1951 al 31 de agosto de 1952*, México, Talleres Gráficos de la Nación, 1952.
- Seele, Enno, *Wasserschöpfpräder in Mexiko (Norias de México)*, Erlangen, Erlanger Geographische Arbeiten, 2006.
- Solano, Francisco de, *Cedulario de tierras. Compilación de legislación agraria colonial (1470-1820)*, México, UAM, 1991.
- Strauss K., Rafael A., "El área septentrional del valle de México: problemas agrohidráulicos, prehispánicos y coloniales" en T. Rojas R., R.A. Strauss K. y J. Lameiras, *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el Valle de México*, México, SEP/INAH, 1974.
- Suárez Cortez, Blanca E. (coord.), *Historia de los usos del agua en México. Oligarquías, empresas y ayuntamientos (1840-1940)*, México, CNA/CIESAS/IMTA, 1998.
- \_\_\_\_\_, y Diana Birrichaga, *Dos estudios sobre los usos del agua en México (siglos XIX y XX)*, México, IMTA / CIESAS, 1997.
- Toussaint, Manuel, *Arte colonial en México*, México, UNAM, 1974.
- Van Young, Eric, *La ciudad y el campo en el México del siglo XVIII. La economía rural de la región de Guadaluajara, 1675-1820*, México, FCE, 1989.
- Velásquez, Martha A., José L. Pimentel Equihua y Jacinta Palerm Viqueira, "Entarquinamiento en cajas de agua en el valle zamorano: una visión agronómica" en Martín Sánchez (coord.), *Entre campos de esmeralda. La agricultura de riego en Michoacán*, México, El Colegio de Michoacán / Gobierno del Estado de Michoacán, 2002.
- Willcocks, Williams, *Egyptian Irrigation*, Londres, E. & F.N. Spon, 1889, 1899, 1913.
- Zapata Peraza, Renée Lorelei, *Los chultunes. Sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial*, México, INAH (Colección Científica 182), 1982.

# Índice de ilustraciones

San Andrés Chalchicomula y haciendas de San Cayetano y Santa Ana, Tepeaca, Puebla (1764), AGN, Tierras: vol. 888, exp. 4, f. 26 4

Regiones hidrológicas de México 6

## Las obras hidráulicas en las épocas prehispánica y colonial

Cuahnacazco, Tepalcingo, Morelos, entre 1592 y 1603 (AGN, Tierras: vol. 1535, exp. 3, f. 1) 8

Vestigios de tres antiguos *chultunes* y tres pozos ocultos en una aguada, Yucatán, 1844. Catherwood (en Stephens, 1963) 10

Área de recolección de agua de un *chultún* o cisterna maya. Yakal Xiv, Yucatán. Fotografía Teobert Maler, diciembre de 1888 (en Maler, 1997) 10

Irrigador con su *uictli* o *coa* de hoja en un posible derramadero. *Códice Florentino*, siglo XVI 11

Extracción de agua sin auxilio de polea. Sabaché, Yucatán, ca. 1844. Catherwood, Frederick, *Visión del mundo maya-1844*, Introducción Alberto Ruz Lhuillier, México, Edición privada de Cartón y Papel de México, S. A., 1978 11

Acueducto monumental de Teopantecuanitlan, Guerrero. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 2008 12

Canal pretificado de Hierve el Agua, Oaxaca. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 1993 13

Dos compuertas en glifos de dos lugares situados en la cuenca de México. *Códice Mendocino* y *Códice Cazcatzin*, siglo XVI 13

La presa para almacenar agua más importante de las encontradas hasta ahora es la presa Maquitongo-Purrón, Tehuacán, Puebla. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 2005 14

Presa temporal o efímera, Putla, Oaxaca. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 1984 14

Plano de la vega irrigada de Tlalcosautitlan, Chilapa, Guerrero, siglo XVI (AGN, Tierras, 2719, exp. 14, f. 8) 15

Irrigación manual con cántaro. *Códice Florentino*, siglo XVI, lib. 11, f. 198 16

Ductos de piedra con tapa procedentes de San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz. Foto Daniel Murillo, 2008 16

Desagües en la antigua ciudad de Cempoala, Veracruz, 1890-1891 17



Presa-laguna artificial de Cohuatepec-Tula, *Códice Durán*, siglo XVI 17

En las chinampas se practicó una de las agriculturas más intensivas de Mesoamérica, Tláhuac, Distrito Federal, 1579 (AGN, Tierras, vol. 2681, exp. 6, f. 2) 18

Los tlalhuicas y sus tierras de riego según los informantes de Sahagún. *Códice Florentino*, siglo XVI, lib. 10, f. 136 19

Los almácigos de lodo en las chinampas de la cuenca de México se hacían con el *zoquimaítl* o *zoquicuero*, San Luis Tlaxialtemalco, Xochimilco. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 1995 19

Molino y batán en un documento pictográfico. *Códice de Tepetlaoztoc*, siglo XVI, ff. 42 y 37 20

Dos hombres se ocupan de irrigar con ayuda de bimbaletes, 1908. Guanajuato. Fotografía de Winfield Scott (AGN, Propiedad Artística y Literaria, C. B. Waite) 20

Noria empleada durante la construcción de la primera catedral de la Ciudad de México en el siglo XVI. *Códice Osuna*, f. 39 21

Dos molinos en términos del pueblo de Tacuba, 1587 (AGN, Tierras, vol. 2719, exp. 22, f. 16) 21

El acueducto novohispano más antiguo es el de Zempoala, Hidalgo, 1553-1570. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 2005 22

Acueducto de Cuernavaca, ca. 1930 (AHA, AS, caja 425, exp. 7764, f. 23) 22

Lavaderos del siglo XVI en Xalitic, Xalapa, Veracruz. Fotografía de Teresa Rojas Rabiela, 2008 23

Lavaderos mexicanos, ca. 1908 (AHA, AS, caja 282, exp. 6805, f. 28) 23

Noria horizontal movida por un caballo, empleada para irrigar. Guanajuato, 1907. Fotografía de Winfield Scott (AGN, Propiedad Artística y Literaria, C. B. Waite) 24

Noria vertical movida con fuerza humana, Mixteca Alta, Puebla, 1908 (AGN. Propiedad Artística y Literaria, C.B. Waite) 25

## De la tradición a la modernidad. Cambios técnicos y tecnológicos en los usos del agua

Entregando agua de lluvia a domicilio, Mérida, Yucatán, 1963 (AHA, CF, caja 30, exp. 684) 26

Cuenca Lerma Santiago, 2008 28

Antiguas cajas de agua en Celaya, Guanajuato ca. 1945 (Colección privada) 29

Entarquinamiento en Michoacán. Fotografía de José Ignacio González Manterola, 2002 29

Presas en el México colonial, Irapuato, Guanajuato, 1792 (AGN, Tierras: vol. 1167, exp. 1, f. 509 bis) 29

Presa de la Hacienda de Santa Catarina, San Luis Potosí, 2005 (Colección particular) 30

Proyecto de acueducto de Pátzcuaro, Michoacán, siglo XVIII (AGN, Tierras: vol. 439, exp. 7, f. 20) 31

Fuente pública y aguadores en Guadalajara, ca. 1908 (Colección particular) 31

Uruapan, Michoacán, ciudad alegre, 1897 (Colección particular) 32

Trapiche de Pantitlán y cultivo de caña en Morelos (Oaxtepec, Yautepec, 1795) (AGN, Tierras: vol. 1937, exp. 1, cuad. 3, f. 30) 33

Motor de vapor para bombas centrífugas en el río Lerma, 1898 (AHA, AS, caja 3708, exp. 731, f. 2) 34

Noria con mecanismo metálico, 1914 (Colección particular) 35

- Modelo tipo de instalación de bomba movida con locomóvil, 1914 (Colección particular) 35
- Agricultura moderna vs. agricultura tradicional, 1913 (Colección particular) 36
- La irrigación como símbolo nacional. Presa Presidente Calles, Aguascalientes, 1933. Fotografía de Martín Sánchez Rodríguez, 2007 37
- Presa La Angostura, Sonora, 1941 (AHA, CT, caja 841, exp. 7942) 37
- Aprovechamiento hidráulico en el río Zacatenco, Tonalá, Chiapas, 1939 (AHA, AN, caja 78, exp. 864) 38
- Presa de La Amistad, Frontera, 1966 (AHA, CT, caja 41, exp. 307) 38
- Equipamiento para los manantiales de Los Colomos, Guadalupe, 1905 (Colección particular) 39
- Tanque elevado, González, Tamaulipas, 1970 (AHA, CF, caja 7, exp. 162) 40
- Hidrante para servicio público, Yojovi, Oaxaca, 1970 (AHA, CP, caja 41, exp. 454) 40
- Hidrante y placa en el monumento, Necaxa, Puebla, 1959 (AHA, CF, caja 719, exp. 20647) 41
- Programa de trabajo de la Comisión del Río Grijalva, 1964 (AHA, CRG, caja 358, exp. 4563) 41
- Aguadores de la Ciudad de México. Casimiro Castro et al., *México y sus alrededores. Colección de monumentos, trajes y paisajes dibujados al manual y litografiados*, Establecimiento Litográfico de Decaen, Editor, México, 1855-1856 45
- Base cartográfica para el reparto de bienes indígenas, Cutzeo, Michoacán, 1873 (Colección particular) 46
- Benito Juárez, Presidente de México, 1858-1864, 1867-1872 (Colección particular) 47
- Porfirio Díaz, Presidente de México, 1877-1880, 1884-1911 (Colección Particular) 47
- Concesiones federales de agua sobre el río Santiago, 1925 (Colección particular) 48
- Interior de hidroeléctrica, Pedricena, Durango, 1917 (AHA, AN, caja 110, exp. 1097, foto 3) 49
- Las mediciones continuaron a pesar de la revolución, ca. 1924 (AHA, AN, caja 289, exp. 2838) 50
- Venustiano Carranza, jefe revolucionario y Presidente de México, 1917 (Colección particular) 50
- Energía eléctrica para el progreso de México, Chihuahua, 1926 (AHA, AN, caja 110, exp. 1097) 51
- Vecinos de Chicontla, río Necaxa, Puebla, 1933 (AHA, AS, caja 272, exp. 6583) 52
- Junta Proaguas, villa de Santa Ana Atzacán, Veracruz, 1945 (AHA, AN, caja 602, exp. 6708) 52
- Casa de baños Topo Chico, Monterrey, Nuevo León, 1934 (AHA, AN, caja 463, exp. 4893) 53
- Canal principal de la presa La Calera, Zirándaro, Guerrero, 1970 (AHA, CF, caja 11, exp. 253) 54
- Presa El Cajón, Nayarit. Fotografía de Martín Sánchez Rodríguez, 2007 55

## Legislación en tomo al agua, siglos XIX y XX

- Solares en el barrio de San Isidro, Querétaro, Qro. (1720) (AGN, Tierras: vol. 541, exp. 7, f. 13) 42
- Merced de tierras y agua en Tarímbaro, Michoacán, 1578 (AGN, Tierras: vol. 2721, exp. 36, f. 370) 44

## Manejo del agua en México. Bosquejo de la evolución institucional federal 1926-2008

Acueducto para el aprovechamiento industrial del río Cuautitlán, Estado de México, 1922 (AHA, AN, caja 77, exp. 212) 60

Desagüe del Valle de México, 1973 (AHA, CF, caja 795, exp. 23414) 62

La modernidad sobre rieles. *Álbum del Ferrocarril Mexicano. Colección de vistas pintadas del natural por Casimiro Castro*. Publicado de cromolitografía por Víctor Debray y Cía. Editores, México, 1877 62

Lagos y lagunas declarados vías generales de comunicación según la ley de 1888 (1999) (Colección particular) 63

Plano del Territorio de Tlaxcala. *Boletín de Geografía y Estadística de la República Mexicana, presentado al supremo gobierno por la Comisión de Estadística Militar*, Tipografía de R. Rafael, México, 1849 64

Antiguas medidas de agua usadas en México. Mariano Galván Rivera, *Ordenanzas de tierras y aguas*, Librería de Rosa y Bouret, París, 1868 65

Las nuevas concesiones de agua implicaban la localización geográfica de las obras, 1898 (AHA, AS, caja 3708, exp. 731, f. 2) 66

Medir para controlar, ca. 1920 (AHA, AS, caja 24, exp. 422) 67

La modernidad cuestionada por la revolución, ca. 1920 (AHA, AS, caja 48, exp. 1647) 67

Irrigación en el noreste de México, Culiacán, Sinaloa, 1922 (AHA, AS, caja 522, exp. 8693) 68

Irrigación en México, 1930 (Colección particular) 68

Camión "Huge" descargando arena para la cortina de la presa El Palmito, Durango, 1940 69

Flotilla de camiones para trabajos de irrigación, 1940 (Colección particular) 69

Maquinaria para el control de las aguas del Río Fuerte, Los Mochis, Sinaloa, 1934 (AHA, AS, c. 301, exp. 7095, foto 1y 2) 70

Avances de la irrigación revolucionaria, 1951 (Colección particular) 71

Presa de Nezahualcóyotl, Raudales de Malpaso, Chiapas, 1970 (AHA, CF, caja 23, exp. 539) 72

Proyecto de control del Río Fuerte, Los Mochis, Sinaloa, 1934 (AHA, AS, caja 301, exp. 7 095) 72

Aforo del pozo número 4 Alhoa, Loma Bonita, Oaxaca, 1976 (AHA, CP, caja, 37, exp. 438) 73

Vertedor de demasías, presa José María Morelos, Balsas, Guerrero, 1970 (AHA, CF, exp. 359) 73



