



**FES Aragón**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ARAGÓN"**

*La Tesis Titulada:*

**"ACOPIO, USO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA ÉPOCA PREHISPÁNICA:  
EL CASO DE LA CULTURA MEXICA".**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A:**

**Diana Elizabeth Sánchez Figueroa**

**Director: Ing. Maridel Zarate Morales**

**San Juan de Aragón, Edo. De México ,a enero 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CAPÍTULO 1

### PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema de investigación

Una cuenca muy extensa rodeada por montañas, en la que dominaba un sistema de cinco lagos que en tiempo de lluvias se convertían en un solo espejo de agua, fue el escenario en el que se desarrolló de manera vertiginosa la cultura de los Mexicas entre los siglos XIV y XVI. Actualmente, es una zona ocupada en gran parte por la ciudad de México y su área conurbada, y muy poco queda ya de los grandes cuerpos de agua que proporcionaron todo un modo de vida a los grupos humanos que desde hace cerca de 30 000 años comenzaron a poblar esta región, que ahora se conoce como Cuenca de México y que los Mexicas llamaban Anáhuac. Después de una larga peregrinación de más de 200 años desde su lugar de origen, ubicado al norte de Mesoamérica, los Mexicas llegaron a esta región que estaba densamente ocupada por diversos grupos humanos con desarrollos culturales bastante complejos y florecientes. Esos grupos aprovechaban la gran cantidad de recursos naturales a su alcance: Animales y plantas para la caza y recolección en bosques y lagos; piedras en las montañas como basalto, tezontle y pedernal; obsidiana en los derrames volcánicos; madera de los bosques, carrizos de los lagos y sal que obtenían en las costas. Hacia el año 1325, se establecieron en un islote ubicado en la parte occidental del lago de Texcoco a cambio de pagar tributo a los Tepanecas de Azcapotzalco, quienes eran dueños de esa parte del lago. De acuerdo con su historia, el lugar de la fundación les fue indicado mediante una señal por su dios tribal, Huitzilopochtli, quien se comunicaba con ellos a través de su sacerdote. El grupo errante estableció su ciudad en el lugar donde vieron dicha señal, la cual consistía en un águila parada sobre un nopal, y la llamó México-Tenochtitlán.

En ese lugar, construyeron un sencillo templo a su dios Huitzilopochtli, el cual se constituiría en el centro de su mundo. A partir de este sitio, dividieron el terreno en cuatro grandes secciones o parcialidades, y construyeron largas calzadas orientadas

hacia los rumbos del Universo para comunicar la isla con tierra firme; esta distribución resultó en un diseño reticular de la urbe, semejante al de Teotihuacan. Las parcialidades recibieron los nombres de Moyotlan, Teopan, Atzacolco y Cuepopan; en cuanto a las calzadas, al norte se encontraba la del Tepeyac, al sur la de Iztapalapa y al poniente la que comunicaba con Tacuba. A partir de estos elementos, la ciudad comenzó a crecer rápidamente, hasta convertirse en una de las más grandes y pobladas de su tiempo. Con el tiempo, el lugar sagrado marcado por el templo de Huitzilopochtli se amplió y llegó a convertirse en una gran plaza de 500 [m] por lado, que daba cabida a cerca de 78 templos y estructuras de tipo religioso. Alrededor de este espacio, separado del resto de la ciudad por medio de una plataforma de baja altura, estaban los palacios y las casas de gobernantes y nobles, y más lejos, las casas de la gente común. Toda el área habitacional se encontraba organizada en barrios que a su vez formaban parte de cada una de las cuatro grandes parcialidades. La Fig. 1.1, muestra la configuración floreciente y esplendorosa de La Gran México-Tenochtitlán en el mes de Julio del año de 1325.

La capital de los mexicanos se convirtió en una de las mayores ciudades de su época en todo el mundo, y fue la cabeza de un poderoso Estado que dominó una gran parte de Mesoamérica. El florecimiento de la ciudad se realizó a costa del tributo pagado por los pueblos sometidos a su poder. Por ello, cuando los españoles llegaron a Mesoamérica, numerosas naciones indígenas se aliaron con ellos, con el objetivo de poner fin a la dominación Tenochca, como forma de venganza. Cuauhtémoc (último *Tlatoani* de México-Tenochtitlán), encabezó la resistencia de la ciudad, que cayó el 13 de Agosto de 1521 a manos de los españoles y sus aliados indígenas, todos bajo el mando de Hernán Cortés.



Fuente: [http://www.ensubasta.com.mx/fundacion\\_de\\_tenochtitlan.htm](http://www.ensubasta.com.mx/fundacion_de_tenochtitlan.htm)

Fig. 1.1. Vista de La Gran México-Tenochtitlán en 1325.

## 1.2. Pregunta de investigación

- *¿Cómo se hacía el acopio, el uso y la distribución del agua en la época prehispánica, en la cultura Mexica?*

## 1.3. Objetivo de la investigación

- *Conocer cómo se hacía el acopio, el uso y la distribución del agua en la época prehispánica, en la cultura Mexica.*

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La cuenca de México era rica en recursos naturales explotados por los pueblos comarcanos. Los Mexicas aprovisionaban la ciudad mediante una agricultura muy intensiva con cultivos en tierra firme, en chinampas (cultivos flotantes en pantanos y orillas de los islotes), y el aprovechamiento de la fauna ribereña (peces, aves, ajolotes, ranas, acociles, insectos, sal, algas, conejos, venados, garzas). El uso de la canoa era fundamental para el tejido de una red complicada que movía el sistema económico mediante el intercambio y la movilidad de los productos, y los insumos necesarios para la agricultura como tierra especial para la elaboración de chinampas y fertilizantes naturales como el excremento humano.

El asentamiento en el entorno lacustre exigió sistemas hidráulicos para el aprovechamiento de los recursos naturales y la contención de las aguas para evitar que la ciudad se anegara con aguas salobres y se abasteciera de agua dulce, así como para cultivos y la propia circulación hacia lo interno y externo de la ciudad. Se hicieron necesarias entonces obras complejas de control y cultivo (así como de cómputo y conocimiento de ciclos y factores climáticos), que permitieron producir alimentos en volumen para una mega-urbe que desarrolló sistemas complejos agrícolas, base de su economía y subsistencia. Los Mexicas construyeron y cultivaron chinampas, parcelas superficiales sustentadas con pilotes y gruesas capas de tierra regadas con canales (acalotes), y por infiltración propia del lecho donde estaban asentadas.

También idearon sistemas de riego mediante canales, presas (hechas con madera, piedra o lodo) diques, compuertas y depósitos pluviales. Las aguas del lago representaron siempre un riesgo por las corrientes que en él se formaban (causantes actuales de las denominadas tolvaneras en la ciudad de México, que corren de oriente a occidente casi sin ningún obstáculo), así como las características propias de un entorno lacustre. Las obras principales fueron los diques o albarradas, destacando el llamado Albarradón de Nezahualcóyotl, ideado por éste y construido en 1449 (luego de una enorme inundación), un muro de piedra y argamasa pensado en la contención y separación de las aguas salobres y dulces, y que corría de sur a norte desde el embarcadero de Mexicatzingo (actual cruce de La Viga y Ermita-Iztapalapa), en el margen de Iztapalapa hasta el Peñón de Los Baños (cerca del actual aeropuerto), a lo largo de 16 [kilómetros].

Otro fue el de Ahuizotl, construido en 1499, y que protegía el islote en su parte este de las corrientes del Lago Texcoco en el embarcadero del mismo nombre. México-Tenochtitlán se inundó en 1382, 1449 y 1517. Otra obra hidráulica importante fueron los acueductos, destacando el construido por Ahuizotl, para abastecer de agua dulce desde el Acuecuexcatl de Huitzilopochco (Churubusco), hasta el centro de Tenochtitlán por la calzada de Ixtapalapa, y que fue un elemento central para la caída de Tenochtitlán en 1521 al conquistarlo Hernán Cortés, y cortar el abasto de agua, así como el doble de Chapultepec (construido en 1465) que circulaba adyacente a la

calzada Tlacopan, con dos canales que se usaba uno a la vez para dar mantenimiento al otro (Rico Galindo, 2008).

Por otro lado, se debe recordar la idea de los humedales artificiales (chinampas), los cuales son sistemas biológicos con base en plantas vasculares y microorganismos que permiten el manejo sustentable del agua como recurso. El origen de estos humedales (HA) se remonta a épocas prehispánicas (ya que existía una relación directa con las chinampas y la sustentabilidad que se requería en aquel momento histórico; y que hoy en día puede y debe ser una propuesta viable para volver a darle sustentabilidad hídrica y ecológica a la actual ciudad de México, que tanto lo requiere, para poder utilizar óptimamente los mantos acuíferos de que se dispone en la ciudad, sin sobre-explotarlos y buscando, que se puedan volver a rellenar mediante la recuperación del agua de lluvia. Para facilitar el entendimiento de los humedales artificiales (HA), resulta útil, aludir a los humedales naturales (HN), ya que éstos, representan el fundamento de realización y uso de los humedales artificiales (HA).

Un humedal natural (HN) es una zona en que el agua es el principal factor que controla ese ambiente, ya que del mismo, depende tanto la vida vegetal, la animal y la microbiota<sup>1</sup> que en él existen. Un humedal Natural (HN) de acuerdo con el artículo 1.1 de la Convención de Ramsar (1971), corresponde a extensiones de marismas<sup>2</sup>, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas; incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. En este contexto, sitios como el Lago de Xochimilco, correspondería a un humedal. La Fig. 1.2, presenta una marisma. La Fig. 1.3, muestra un canal del Lago de Xochimilco, clasificado formalmente como un humedal natural (HN).

---

<sup>1</sup> Microbiota. La microbiota normal, flora microbiana normal, o microbioma humano es el conjunto de microorganismos que se localizan de manera normal en distintos sitios del cuerpo humano. Puede ser definida como los microorganismos que son frecuentemente encontrados en varias partes del cuerpo, en individuos sanos. Esta microbiota normal está en relación simbiótica comensal con el hospedador, ya que también se obtienen ventajas de ellos tanto como ellos la obtienen del individuo; estos ayudan en la digestión del alimento, producen vitaminas y protegen contra la colonización de otros microorganismos que pueden ser patógenos, lo cual es llamado antagonismo microbiano. En particular, el equilibrio entre las comunidades microbianas que conforman la microbiota del tracto gastrointestinal y de la vagina es de vital importancia para la salud del ser humano. Hay pocos parámetros fisiológicos e inmunológicos que no están profundamente afectados por la presencia y naturaleza de la microbiota normal del cuerpo, siendo la resistencia del huésped a las infecciones uno de los factores más prominentes.

<sup>2</sup> En Geografía, una marisma es un ecosistema húmedo con plantas herbáceas que crecen en el agua. Una marisma es diferente de una ciénaga, que está dominada por árboles en vez de herbáceas. El agua de una marisma puede ser sólo de mar, aunque normalmente es una mezcla de agua marina y dulce, denominada salobre. Las marismas suelen estar asociadas a estuarios, éstas se basan comúnmente en suelos con fondos arenosos. Las marismas son muy importantes para la vida salvaje siendo uno de los hábitats preferidos para criar una gran variedad de vida; desde diminutas algas planctónicas, hasta una abundante cantidad de flora y fauna, fundamentalmente aves.



Fuente: <http://www.ecologiahoy.com/marismas>

**Fig. 1.2.** Fotografía de una marisma.



Fuente: <http://culturacolectiva.com/parque-ecologico-xochimilco/>

**Fig. 1.3.** Fotografía de un canal del Lago de Xochimilco, el cual es un humedal natural (HN).

En cuanto a los humedales artificiales (HA), éstos, pueden describirse como una ecotecnia<sup>3</sup>, cuyos principios se basan en los humedales naturales (HN); se emplean

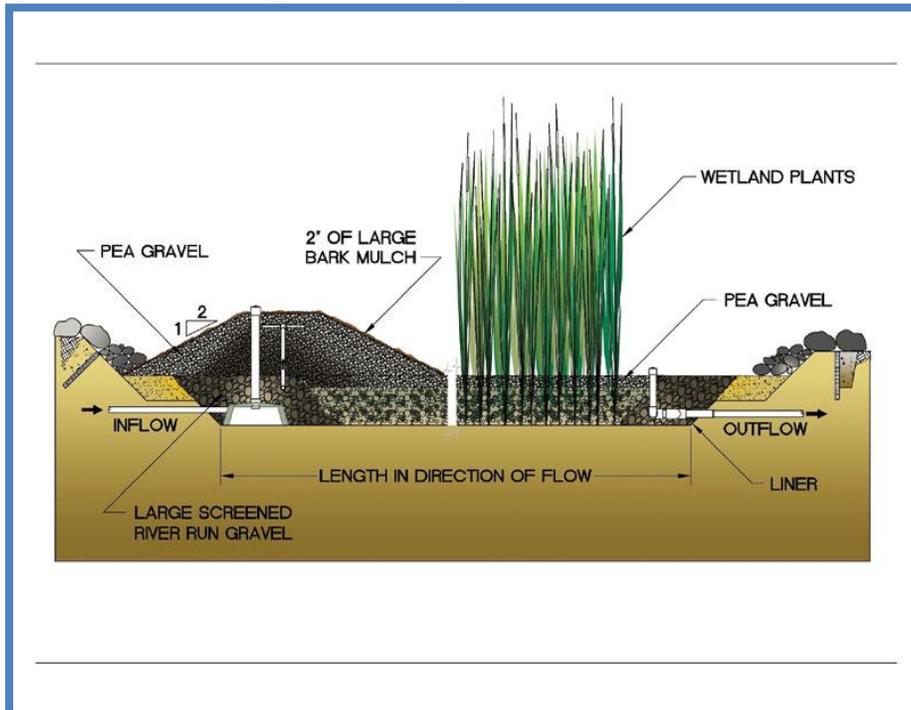
---

<sup>3</sup> Ecotecnia. La ecotecnia es una práctica con tecnología aplicada, para aprovechar las fuentes de energía renovable como son: La hidráulica, la eólica y la solar. También, utilizar lo que la naturaleza proporciona y

para reducir de manera sustentable, los contaminantes presentes en el agua. Los principales componentes de un humedal artificial (HA) son tres:

- **Material pétreo o medio de soporte:** Éste, filtra las partículas suspendidas presentes en el agua a tratar, y permite tanto el crecimiento de los micro-organismos sobre su superficie, como el de las plantas vasculares.
- **Plantas vasculares:** Las cuales retiran contaminantes nitrogenados y fosforados; y por otro lado, aportan oxígeno y nutrientes a los micro-organismos asociados con la rizosfera.
- **Micro-organismo:** Tanto transformadores de materia orgánica disuelta de tipo carbonoso, nitrogenado y fosforado, como (de)predadores de bacterias, microalgas y protozoos.

La depuración de las aguas contaminadas involucra procesos de tipo físico, químico, biológico y bioquímico que promueven la bio-transformación, fijación, asimilación, sedimentación y mineralización de los contaminantes que se encuentren dispersos y presentes en el agua. (Ver la Fig. 1.4).



Fuente: <http://www.selba.org/EngTaster/Ecological/Water/SubSurfaceFlowConsWetlands.html>

**Fig. 1.4.** Procesos depurativos de un humedal artificial.

Para el correcto diseño y operación de los humedales artificiales (HA), se requiere de la participación de diversos tipos de profesionales. Por ejemplo, para el estudio y diseño estructural de un humedal artificial, es de suma importancia la participación de la Ingeniería Civil, la cual tendrá que realizar las actividades

que se puede utilizar en las casas-habitación, basándose en la tecnología. Por ejemplo, los hornos basados en energía solar o las azoteas verdes.

necesarias para permitir que el agua dentro del sistema fluya por gravedad, a fin de evitar o de minimizar, el uso de equipos de bombeo, permitiendo así, el ahorro de energía. De igual forma, corresponde a la Biología, la selección de las plantas vasculares y la evaluación de la comunidad microbiana depuradora; así como la capacidad de retención de micro-organismos patógenos, presentes en el agua. La evaluación funcional depurativa global del sistema ya en operación, corresponde a la Ingeniería Química, quien puede, al conceptualizarlo como un espacio físico en que se desarrollan fenómenos físico-químicos, detectar las deficiencias y requerimientos para su óptima operación.

### 1.5. Contextualización de la investigación

Por mucho tiempo, fue usual que se explicara la peregrinación de los aztecas<sup>4</sup>, desde su lugar de origen, hasta su llegada a la cuenca de México, con base en la tradición de las crónicas del siglo XVI, lo que dio lugar a la divulgación de la leyenda de ubica a la legendaria Aztlán en las lejanas tierras de California, y a un recorrido verdaderamente penoso y prolongado, cumplido con grandes esfuerzos por el indomable y recio pueblo Mexica.

Recientes investigación de diversos documentos como el Códice Botturini y el Código Ramírez, han permitido precisar la ruta seguida por la peregrinación hasta la fundación de la gran capital de los Mexicas (México-Tenochtitlán), que en este año 2014, cumple 689 años de existencia; pues la fecha del *Ome Calli*, que se da para su fundación corresponde al año de 1325 (Gobierno del estado de Nayarit, 1990).

La migración Mexica puede considerarse distribuida en tres etapas diferentes: La primera de ellas que se cubrió con el recorrido seguido por ese pueblo desde las lejanas tierras de Aztlán (localizadas ya con cierta precisión en el actual territorio del estado de Nayarit, concretamente en la región de San Felipe Aztatán), hasta la región de Coatepec, situada al norte de Tula (en el actual estado de Hidalgo), cuando todavía ese centro estaba ocupado por los Toltecas. De esta primera etapa, se cuenta realmente con poca información, pues la Tira de la Peregrinación, solamente registra la salida del Valle de Aztlán en el año *Ce Técpatl* (“uno cuchillo de pedernal), que según el Padre Tello, corresponde al año 1091. Siguen en curso del Río Santiago, hasta llegar a la Laguna de Chapala (en el actual estado de Jalisco), de donde continúan hacia la zona norte de Tula (en el estado de Hidalgo). Según la Tira de la Peregrinación, en este primer recorrido, los Mexicas van acompañados de otras ocho tribus, pero para la segunda etapa, que comprende un itinerario desde Coatepec hasta Chapoltepec (hoy Chapultepec), marchan solos, pasan por Cuextecatlichocayan, y siguen a Cóatl Icómac (lugar donde sale la serpiente), en donde permanecen veintiocho años, y un año antes de abandonar el sitio, encienden su “Primer Fuego Nuevo”, ceremonia con la que se daba por terminado el ciclo calendárico de 52 años.

Luego, se marcharon a Tula, y se instalaron ahí por 19 años, durante los cuales participaron en la destrucción definitiva de esa población, para continuar posteriormente, su peregrinación hacia Atlitalaquia en donde están diez años, al cabo

---

<sup>4</sup> Al salir del mítico Valle de Aztlán, dejan de ser Aztecas para convertirse en Mexicas.

de los cuales siguen a Tlemaco y ahí permanecen cinco años. El siguiente punto que ocuparon por doce años fue Apazco, en donde encendieron su “Segundo Fuego Nuevo”, lo que indica que habían transcurrido otros 52 años, desde su salida de Coátl Icómac. Siguieron a Tzompango (hoy Zumpango), donde estuvieron cuatro años y luego se trasladaron a Xoltocan en donde permanecieron cuatro años, y posteriormente se fueron a Acallan o Acalhuacan (lugar que debió localizarse donde se unían los lagos Tzompanco (hoy Zumpango) y Tetzoco (hoy Texcoco), vivieron en ese sitio otros cuatro años, y cruzaron a la ribera occidental para instalarse de nuevo por cuatro años en Ehecatepec (hoy Ecatepec), de donde se marcharon a Tolpetlac (hoy Tulpetlac) en donde se quedaron ocho años.

Más tarde, avanzaron a Coatitlan (hoy Cuautitlán), en donde se quedaron veinte años, al cabo de los cuales, se instalaron por cuatro años en Huixachtitlan. Continuaron a Tecpayocan, hoy cerro del Chiquihuite (atrás de la Basílica de Guadalupe), y en ese sitio encendieron su “Tercer Fuego Nuevo”, lo que nuevamente vuelve a indicar que habían transcurrido 104 años desde su salida de Coátl Icómac. De ahí, siguieron su camino a Pantitlán, donde estuvieron cuatro años, y se trasladaron a Amalinalpan en donde solicitaron permiso a los Tepanecas de Atzapotzalco para aposentarse por ocho años, al cabo de los cuales, regresaron a Pantitlán para una nueva estadía de cuatro años.

Se marcharon entonces a Acolnáhuac, y estuvieron cuatro años, pasaron más tarde a Popotlan (hoy Popotla) cuatro años, y avanzaron a Atlacuihuayan donde también permanecieron por cuatro años, y finalmente, se instalaron en Chapoltepec (hoy Chapultepec), que es el último sitio referido por la Tira de la Peregrinación, aunque cabe aclarar que estando en ese lugar, quedaron bajo la dominación de Culhuacan, y participaron en una guerra entre ese grupo y los de Xochimilco. En Chapoltepec, encendieron el “Cuarto Fuego Nuevo”, lo cual permite saber que para entonces, ya habían transcurrido 156 años, desde su paso por Coátl Icómac.

La tercera etapa de su recorrido, fue realizada en la Cuenca de México, y comprendió desde su expulsión de Chapoltepec, hasta la fundación de su ciudad capital México-Tenochtitlán, y recogiendo el relato que entrega el Códice Ramírez, es posible continuar la huella de este extraordinario y esforzado pueblo. Exulsados de Chapoltepec regresaron a Atlacuihuayan, y estando en ese lugar, solicitaron tierras a los Culhuas, quienes concededores de la belicosidad de los Mexicas, pensaron perjudicarles, entregándoles un sitio inhóspito. Tizapan, donde abundaban todo tipo de víboras y sabandijas, con la idea de que éstas acabaran con los Mexicas.

Poco tiempo después, el Señor de Culhuacan, envió mensajeros a Tizapan para ver que había sido de los mexicanos; y grande fue su sorpresa al encontrar una población crecida y cuidada que le solicitó permiso para comerciar con Culhuacan, y también, para casarse con mujeres de ese pueblo. Posteriormente, los mexicanos le solicitaron una hija, para hacerla su soberana, el Señor de Culhuacan accedió; y cuando se le invitó para lo que él suponía habría de ser la coronación de su hija como Señora de los mexicanos, se encontró con la sorpresa de que había sido sacrificada para convertirla en la diosa Toci. El Señor de Culhuacan montó en cólera, y desató la guerra contra los mexicanos hasta expulsarlos de Tizapan, y obligarlos a recorrer otros

sitios. Siguieron su camino entre pantanos, islotes y tulares, pasaron por Mexicaltzingo, Ixtacalco y finalmente, Mixiutlan, de donde se fueron introduciendo al lago para construir Chinampas, la gran ciudad que asombró a los conquistadores españoles, y en particular, al cronista Bernal Díaz del Castillo, que en su trabajo *La Verdadera Historia de la Conquista de la Nueva España*. Entregó la más fiel descripción de esa extraordinaria ciudad: México-Tenochtitlán, cuya probable fecha de fundación, podría fijarse en el mes de Julio del año de 1325 (Martínez de Cuervo, 1990). Ver la Fig. 1.5. Según los mitos sagrados sobre la fundación de México-Tenochtitlán, los Mexicas levantaron su ciudad, por órdenes de Huitzilopochtli, su dios patrono, en el lugar en que nació un nopal que brotó del corazón de Copil, guerrero sacrificado. La cuenca de México era rica en recursos naturales explotados por los pueblos comarcanos. Los mexicas aprovisionaban la ciudad mediante una agricultura muy intensiva con cultivo en tierra firme, en chinampas (cultivos flotantes en pantanos y orillas de los islotes), y del aprovechamiento de la fauna ribereña (peces, aves, ajolotes, ranas, acociles, insectos, sal, algas, conejos, venados, garzas). El uso de la canoa era fundamental para el tejido de una red complicada que movía el sistema económico mediante el intercambio y la movilidad de los productos y los insumos necesarios para la agricultura como tierra especial para la elaboración de chinampas y fertilizantes naturales como el excremento humano y el de los propios animales existentes.



Fuente: <http://www.arqueomex.com/S2N3nTenochtitlan107.html>

**Fig. 1.5.** Según los mitos de la fundación de Tenochtitlán, los Mexicas levantaron su ciudad, por órdenes de Huitzilopochtli, su dios patrono, en el lugar en que nació un nopal que brotó del corazón de Copil, guerrero sacrificado. Fundación de México-Tenochtitlán. Según El Códice Durán, Historia de las Indias de Nueva España e islas de Tierra Firme, t. I, cap. V, p. 21.

#### 1.6. Importancia, relevancia, alcances y limitaciones de la investigación

- **La importancia:** Radica en que para resolver la problemática hídrica de la ciudad de México en el presente, es necesario conocer la ecotecnia prehispánica que se utilizó para el manejo sustentable del agua en aquel momento histórico. Ya que conociendo esa realidad, será posible construir una propuesta nuevamente sustentable, para el acopio, el uso y la distribución del agua en este siglo XXI, partiendo de lo realizado por los Mexicas en la época prehispánica.

- **La relevancia:** Radica en que en la actualidad, se debe considerar el uso de los humedales artificiales (HA), como una propuesta viable para mejorar el acopio, la distribución y el uso del agua en la ciudad de México; así como para regenerar el ecosistema de esta misma región, dándole sustentabilidad y nuevas oportunidades de desarrollo.
- **Los alcances:** Están vinculados a la ciudad de México. Es decir, es posible re-aplicar y replicar los principios y los alcances que el uso de los humedales artificiales (HA), tuvo en la época prehispánica para reactivar los mantos acuíferos y volver auto-sustentable la ciudad de México, en cuanto al acopio, uso y distribución del agua; así como en la producción de alimentos utilizando ideas innovadoras como las “azoteas verdes” o los jardines de hidroponías en los domicilios. También, es importante, crear conciencia ecológica total, en los habitantes de la ciudad de México.
- **Las limitaciones:** Están asociadas al tiempo para realizar la investigación, y a que no existen demasiadas referencias bibliográficas confiables, asociadas al tema prehispánico en cuanto al acopio, uso y distribución de los recursos hídricos de esa época, con el objetivo de volver a ponerlos en operación. Otra limitante, es la poca iniciativa para desarrollar humedales artificiales en los lugares donde esto podría ser una fuente de re-abastecimiento y depuración de los mantos acuíferos.

#### 1.7. Hipótesis

- *Si se estudia la manera en que se acopiaba, se distribuía y se usaba el agua en la época prehispánica; entonces, será posible reutilizar estas formas en la actualidad, con el objetivo de hacer sustentable la ciudad de México.*

## CAPÍTULO 2

### EL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL ACOPIO, EL USO Y LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

#### 2.1. Introducción

México, realiza desde hace décadas, importantes esfuerzos y ha obtenido relevantes resultados en el mejoramiento, modernización, fortalecimiento y consolidación de la gestión del agua como recurso, usos del agua, planificación, institucionalidad del agua, gobernanza del agua, un marco jurídico y su aplicación, así como determinar y conocer de forma aproximada, las condiciones socioeconómicas, climáticas y ambientales imperantes, y de mejoramiento del contexto cultural y educacional. En ese marco, se ha planteado la necesidad de documentar la experiencia hídrica mexicana para compartir, contrastar, ampliar y profundizar sus perspectivas, y mejorar este acervo con la realimentación de otras experiencias en el orbe.

Desde hace lustros, México participa en los foros hídricos internacionales, empeño que en los últimos años se ha fortalecido e institucionalizado; la voz de México, se escucha cada vez con mayor atención y respeto. El modelo mexicano es visto con interés y profundidad. México es ya un líder en este campo. El país ha participado en todos Foros Mundiales del Agua organizados cada tres años desde 1997, y organizó con gran éxito *El IV Foro Mundial del Agua* (en el mes de Marzo del año 2006), que colocó al país en la visión de muchas naciones. Desde entonces, México ha acrecentado su posición como en el V Foro en Estambul (marzo, 2009), con relevantes participaciones y su pabellón galardonado como el mejor de aquel evento. México tiene la voluntad de ser un motor en los esfuerzos mundiales para mejorar la

gestión del agua, ahí donde las condiciones sean menos favorables, o con mayores riesgos, como ante el cambio climático. En el VI Foro Mundial del Agua, muchos actores en el orbe querrán conocer la evolución de la singular gestión hídrica en México. Bajo ese matiz, ha resultado indispensable preparar un documento de posicionamiento de México ante el mundo en materia hídrica. Aunque paradójicamente, en el país, existen comunidades que no cuentan con un suministro de agua potable en cantidad y calidad suficientes; sin embargo, el país sí participa en el entorno internacional con propuestas que ya en la práctica, no se efectúan en México, esas son las paradojas internacionales en materia hídrica que maneja este país.

## **2.2. La ingeniería civil: Sus funciones, sus campos de acción, y sus campos de investigación**

La Ingeniería Civil, se ocupa del manejo y control de los materiales y procesos, principalmente naturales, a nivel macroscópico con el objetivo básico de proveer infraestructura a los medios de producción. Para ello, lleva a cabo: La concepción, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras civiles tales como: Acueductos, alcantarillados, riego, vías de comunicación, centrales generadoras de electricidad (hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleoeeléctricas o de ciclo combinado), edificaciones, las cuales satisfacen las necesidades humanas de salud, producción de alimentos, transporte, energía, habitación y recreación (González, 2005). Por su estrecha relación con el medio físico tiene además, una labor esencial en los procesos de prevención, manejo y recuperación ante eventos causados por desastres naturales. Por su ubicación dentro del proceso general de producción de la sociedad humana, hizo su aparición en forma temprana con el surgimiento de la civilización; y posteriormente, dado su carácter eminentemente constructivo, se le denominó Ingeniería Civil en contraposición a la Ingeniería Militar, que se encarga principalmente de las obras de defensa propias y de los medios para destruir al enemigo. A medida que el proceso productivo se volvió más complejo, la Ingeniería Civil se diversificó, dando origen a varias otras disciplinas; pero conservando para sí su carácter macroscópico y las obras de infraestructura correlativas, que hacen su objetivo y campo de acción perfectamente específicos, sin que esto implique aislamiento, ni independencia de otras ramas del saber humano.

### **2.2.1. Campo de acción de la ingeniería civil: Campo físico**

La Ingeniería Civil trabaja con comportamientos macroscópicos, aunque debe conocer las interrelaciones a todas las escalas, con el objetivo de comprender los procesos que le interesan. Trabaja tanto con materiales elaborados transformados por el hombre, como con materiales naturales (aire, agua y tierra), y con procesos y con elementos naturales de más difícil predicción y control (lluvias, sismos, ríos, laderas, costas, etcétera). Por todo lo enunciado, y por la escala de trabajo, el mayor campo físico de acción, y por ende de investigación, para la Ingeniería Civil es la obra (en términos ingenieriles) y el terreno donde se implanta, los cuales deben ser modelados e interpretados por medio de procesos matemáticos, modelos físicos, representaciones gráficas, muestreo y ensayos de laboratorio, ensayos de terreno, etcétera. Este

modelaje e interpretación permiten al ingeniero civil hacer extrapolaciones e interpolaciones predictivas, tanto en el espacio como en el tiempo, del comportamiento de las obras de infraestructura que le competen. Estas predicciones deben necesariamente ser confrontadas con la realidad, para verificar o improbar los modelos y metodologías empleadas con el fin de suministrar el soporte adecuado al avance de la profesión.

### **2.2.2. Campo social**

Por su carácter, normalmente ligado al diseño y la construcción de grandes obras de infraestructura, cuyo planeamiento, diseño y ejecución son también comúnmente responsabilidad del Estado, el ingeniero civil, para poder desempeñarse adecuadamente, tiene que depender en alto grado de las políticas gubernamentales de inversión, y salvo muy contados casos, está sujeto en forma directa o indirecta, a los vaivenes de la política local, regional o nacional. Por esto, no es coincidencia que muchos profesionales de la Ingeniería Civil, se encuentren inmersos, bien sea en la administración pública, en los cuerpos colegiados o en la élite empresarial. También por el carácter de la profesión, esencialmente ocupada de obras primordiales para el servicio a la comunidad, su responsabilidad social es muy alta, puesto que con base en sus decisiones, se emplean los fondos comunes de toda la sociedad, la cual depende de los servicios que le proporciona la Ingeniería Civil. Entonces, cualquier error, conceptual o de procedimiento, repercute en todo el ámbito socio-económico muchas veces magnificado. La interrupción de una vía por derrumbes no controlados, el cese de producción de una planta o central generadora hidroeléctrica por fugas de los túneles de conducción, la caída de un edificio por deficiencia en los materiales o en el diseño, la inundación de un valle por la rotura de una presa, la destrucción de un puente por una creciente, o la duplicación de costos de una planta generadora, o un sistema de transporte colectivo (Metro), entre otras, son fenómenos traumáticos social y económicamente, los cuales el ingeniero civil involucrado en particular, y la Ingeniería Civil en lo general, deben tratar por todos los medios de evitar; para lo cual, es indispensable aprender de los errores propios y de los de los demás, con el fin de prevenir ocurrencias similares. En la Ingeniería Civil, más que en cualquier otro campo, tal vez se puede aplicar entonces la frase bíblica: *“Por sus obras los conoceréis”*.

### **2.2.3. Especialidades**

Todas las ingenierías se basan, en general en las mismas ciencias: Física, Química, Matemáticas y trabajan con materiales similares, pero la proporción en que intervienen y su uso dependen de la aplicación que le atribuya la rama específica de la Ingeniería. Como ya se dijo, la Ingeniería Civil trabaja con fuerzas y elementos a nivel macroscópico y específicamente con: aire, agua, tierra, materiales elaborados, vehículos; para crear obras de infraestructura que satisfacen necesidades de: producción de alimentos, salud, energía, transporte, habitación y recreación. Para cumplir estos objetivos se han diferenciado varias ramas, detalladas, y cuya descripción general es la siguiente, según González (2005):

- **Ingeniería Ambiental:** Dedicada al control de la contaminación y al mejoramiento de la calidad del ambiente.
- **Ingeniería Sanitaria:** Tiene como objetivo, los acueductos, los alcantarillados y las plantas de tratamiento; es decir, el ciclo del agua en la sociedad humana.
- **Ingeniería Estructural:** Estudia las estructuras de las edificaciones, los puentes, las torres de transmisión, etcétera.
- **Ingeniería Geotécnica:** Trabaja con materiales térreos (suelos y rocas) tanto *in-situ* como desalojados.
- **Ingeniería Hidráulica:** Estudia el aprovechamiento y el control de los recursos hídricos. Ingeniería de Vías y Transporte: Estudia los medios y los procesos de movilización de los bienes y las personas.
- **Ingeniería de Construcción:** Es la que se encarga de la implantación y la ejecución física, el control de los costos y de los programas de ejecución de las obras.

#### 2.2.4. Campos de investigación en la ingeniería civil

Las etapas que definen los campos de investigación en la Ingeniería Civil, van desde la correcta identificación de las necesidades, de los recursos y de los conocimientos, hasta la aplicación de la tecnología a la producción. El ciclo se cierra con la observación y el análisis de los resultados, que son los factores de realimentación del ciclo, y sin los cuales, no es posible un avance en la ciencia o la tecnología. Como se ha venido insistiendo en los párrafos anteriores, la Ingeniería Civil trabaja principalmente en el terreno y trata de reproducir los procesos naturales mediante modelos matemáticos físicos, para lo cual necesita conocer las propiedades y las variables de cuantificación de los materiales y los procesos involucrados, los cuales obtiene primordialmente de la observación *in-situ*, y de ensayos de laboratorio. En forma acorde con lo expuesto, es posible entonces identificar en principio, las líneas generales de investigación, así:

- **Identificación:**
  - Conocimiento de las necesidades de infraestructura a nivel nacional.
  - Conocimiento de la variabilidad espacial y temporal del medio físico territorial y de los fenómenos naturales pertinentes.
  - Identificación de los recursos naturales y su cuantificación.
  - Identificación de los recursos humanos y su cuantificación.
  - Compilación y evaluación del nivel de conocimientos y tecnología a nivel nacional (incluyendo el conocimiento popular), regional e internacional.
- **Investigación preliminar:**
  - Priorización de las necesidades de Infraestructura.
  - Planteamiento de modelos de evaluación del medio físico y de predicción de ocurrencia de fenómenos naturales.
  - Evaluación de la disponibilidad y explotabilidad de los recursos naturales y su incidencia en el medio físico y social.

- Evaluación de la disponibilidad de los recursos humanos y de su capacitación y equipamiento.
  - Análisis crítico del conocimiento y las técnicas disponibles y verificación de su aplicabilidad a los problemas y medio específico donde se aplicarán; es decir, el país concreto.
- **Investigación básica:**
    - Adaptación del conocimiento científico existente, a la problemática y medio del país que se trate.
    - Examen profundo del conocimiento y tecnologías populares y ancestrales del país en turno.
    - Revisión y adecuación de los sistemas educativos.
    - Aplicabilidad de los materiales autóctonos a la solución de los problemas básicos.
    - Obtención y desarrollo de nuevos conocimientos científicos.
- **Investigación aplicada-tecnología:**
    - Selección de técnicas disponibles aplicables.
    - Adaptación de técnicas disponibles.
    - Obtención y desarrollo de nuevas técnicas.
- **Observación y análisis de resultados:**
    - Empleo, adaptación y desarrollo de sistemas de observación de las obras de infraestructura y el medio físico.
    - Creación de Bancos de Datos y Sistemas de Información.
    - Divulgación de resultados e incorporación a los programas de estudios.
    - Identificación de temas y políticas de investigación. Como puede apreciarse el campo de acción es muy amplio y no es posible en un informe de esta naturaleza, profundizar en todos los temas, máxime cuando el esquema general anterior es aplicable tanto a las ciencias denominadas básicas como a las ramas principales en que se podría subdividir la Ingeniería Civil.

### 2.3. El Estado del Arte sobre el reto hídrico de México

Destaca el complejo urbano de Tenochtitlán, en el sistema de los cinco grandes lagos del Valle de México: Texcoco, Xochimilco, Zumpango, Xaltocan y Chalco. Destaca el Albarradón<sup>5</sup> de Netzahualcóyotl que se construyó en el año de 1499, para controlar las inundaciones y la contaminación del agua dulce de esos lagos por el trasvase de aguas salobres de Texcoco y el Albarradón de Ahuizótl, que dotaba de agua potable a la ciudad y evitaba inundaciones. En esta época se inicia la tradición en ingeniería hidráulica. Con la Conquista, la relación de la ciudad con el entorno se modificó. El

---

<sup>5</sup> *Albarradón*: Es un dique de contención; es decir, es un muro hecho de piedra.

sistema lacustre amenazaba el proyecto de extensión territorial y desarrollo urbano. Con esa visión, se inició la construcción de grandes obras hidráulicas para desecar los lagos y reducir las inundaciones; así se construyeron el Túnel de Huehuetoca y el Tajo de Nochistongo para desviar los caudales de los ríos y evacuar el agua del Lago de Texcoco hacia el Golfo de México. En tanto, la gestión administrativa del agua en la Época Colonial, avanzaba con las mercedes reales para asignar el agua a los usuarios.

En el México independiente surgen los cimientos de la política hídrica con las estructuras institucionales y los marcos normativos del agua, considerada como bien nacional prioritario. En 1853 se inició la tarea formal de administración del agua. La posición sobre el dominio público hídrico se manifiesta en la Constitución Política del año de 1857. La Constitución Política de 1917, establece que el agua originalmente es propiedad de la nación y administrada por el Gobierno Federal.

En el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, se establecieron las bases del pensamiento mexicano sobre el agua, su conceptualización y gestión. En 1926, se inició la etapa moderna de la gestión hídrica en México, con la Comisión Nacional de Irrigación encargada de los asuntos del agua. Se enfatiza el empleo del agua en la producción agrícola, se facilita la ocupación territorial del norte para fines estratégicos, y se establecen condiciones para regular el agua y gestionar el dominio público hídrico.

En el siglo XX, primero privó la visión agrícola pragmática, que transitó hacia la perspectiva históricamente justificada de privilegiar la infraestructura hidráulica, hasta adoptar la perspectiva medioambiental y ecuménica (universal), para todos los usos de CONAGUA, creada en 1989. Entre 1935 y 1965 se dio el mayor auge en el uso del agua para el campo, con el reparto agrario y el acceso al agua en áreas rurales. Empero, la disponibilidad de agua se complicó en las ciudades, pues se omitió incorporar una política pública efectiva para aprovechar el recurso. Se derivaron problemas de salud por la ausencia de servicios eficientes de agua potable y saneamiento. Crecieron las ciudades por los flujos migratorios rural-urbanos; y el suministro de agua y saneamiento se hicieron insuficientes. Ello originó el empleo de aguas proveniente de los lagos y el desagüe de aguas negras en los ríos.

Durante los años 50 y 60 la capacidad técnica y el apoyo político favorecieron el desarrollo acelerado de la infraestructura. Desde 1947 hasta 1960 se crearon comisiones ejecutivas de cuenca para promover el desarrollo hidráulico, riego, hidroelectricidad e industria. Fueron poderosos organismos que desafiaron los esquemas políticos. Para 1977, todas esas comisiones habían sido desmanteladas. El crecimiento urbano-industrial y terciario durante 1960-1980 deterioró la calidad del agua; y disparó la demanda y superando la disponibilidad hídrica en cuencas de gran desarrollo como Lerma y el Valle de México. Se fomentaron las importaciones de agua entre cuencas y el riego agrícola comenzó a ser desplazado por otros usos más rentables. El desarrollo de México requería una legislación hidráulica; así, la Ley Federal de Aguas se promulgó en 1972, aunque nunca se publicaron sus reglamentaciones obligatorias. Por lo tanto, la aplicación de la Ley era débil. En 1975 se elaboró el primer Plan Nacional Hidráulico, pionero en Iberoamérica, junto con Brasil. La planeación hídrica se institucionaliza. En 1976, el agua se convirtió en un

recurso para promover las actividades agrícolas. No se adoptaron políticas para reducir la sobre-explotación de los acuíferos y resolver el aumento en las rivalidades y conflictos por el agua entre los usuarios. Tampoco se implementaron políticas de gestión integral del agua, aunque el concepto de sostenibilidad paulatinamente cobraba relevancia.

A partir de 1986, el desarrollo científico y tecnológico, y la capacitación se fortalecieron con una institucionalidad creciente y compleja con la creación del Instituto Mexicano de Tratamiento del Agua (IMTA), el cual hoy es un organismo público descentralizado federal del sector ambiental, y su misión es producir, implantar y diseminar conocimiento, tecnología e innovación para la gestión sustentable del agua vía investigación científica, desarrollo, transferencia y adaptación de tecnología, innovación, formación de recursos humanos y prestación de servicios tecnológicos. En 1989, la CONAGUA se estableció como única autoridad del agua. Sus responsabilidades de gestión de agua son muy amplias: Asignación y distribución de agua, cobro de derechos por el uso del agua por extracción y por descarga, así como la planificación, la construcción y la operación de obras hidráulicas. CONAGUA se dedicó en sus inicios a reducir la brecha entre el suministro y la demanda agrícola y urbana. En tanto, se hacía indispensable cambiar el paradigma entre gestión de la oferta a gestión de la demanda. Se experimentan cambios y una ola de descentralización.

En 1989, se creó el Consejo Consultivo de la Cuenca Lerma-Chapala, y se firmó un acuerdo de coordinación para sanear las aguas contaminadas, aprovechar mejor el recurso y su gestión ambiental. De ello sobrevino la creación de concejos de cuenca. En Diciembre de 1992, se promulgó la Ley de Aguas Nacionales, y en 1994 su Reglamentación. Ambos instrumentos jurídicos impulsan la planificación hídrica y la gestión del agua, aunque se quedan cortos en materia de impartición de justicia y de descentralización. En el año 2004, se realizaron Reformas profundas a la Ley de Aguas Nacionales para fortalecer la gestión del agua por cuenca, e impulsar la descentralización con el concurso de los estados; se mejoró la gestión de concesiones y las asignaciones e instrumentos, como los bancos de agua. Una parte de estas enmiendas están pendientes de implementarse. Entre 1988 y 2005, la gobernanza del agua en México creció, se fortaleció, y se hizo más compleja, producto de la evolución del país. Surgieron las comisiones de agua en los estados, que se dedican a impulsar y apoyar los servicios de agua potable y de saneamiento, y/o complementan la acción Federal en materia de gestión del agua. Surgieron entidades cúpula para el agua potable y el saneamiento, y para el riego agrícola. El Concejo Consultivo del Agua se creó como pivote que permite la interacción intensa y productiva entre las esferas sociales y el sector privado con el gobierno.

La nueva gobernanza del sector ha recogido los esfuerzos de centros de investigación y de enseñanza como: El Colegio de México (COLMEX), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), universidades estatales, universidades particulares, entre otras. Igualmente, han surgido grupos de la sociedad, nacionales e internacionales, incluyendo entidades de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que interactúan con el *establishment* del agua en México. Entre 2001 y 2006 se reforzó la gobernanza del agua, al crear

trece gerencias regionales que se transformaron en Organismos de Cuenca. Son la autoridad del agua en sus regiones hidrológicas. También se implementaron o reforzaron los concejos de cuenca y se establecieron comisiones de sub-cuenca y comités de micro-cuenca, organizaciones mixtas de gobierno y sociedad, instancias de concertación y coordinación para la mejor gestión del agua en sus demarcaciones. Hoy, en la segunda década del Siglo XXI, existe una amplia y rica experiencia hídrica que se debe fortalecer y diversificar junto con cuadros técnicos capaces e incentivados para hacerle frente a los desafíos futuros.

La disponibilidad natural media per cápita ha disminuido de 17 742 [m<sup>3</sup>/hab/año] en 1950, a tan sólo 4 250 [m<sup>3</sup>/hab/año] en el año 2010; y será de cerca de 3 800 [m<sup>3</sup>/hab/año] en el año 2025. Existe una fuerte disparidad entre la distribución espacial del agua, la población y la actividad económica. La distribución espacial de la lluvia es variada; va desde 2 095 [mm] anuales en las zonas húmedas de Tabasco, a menos de 200 [mm] anuales en las partes más secas del país, como Baja California. Las zonas áridas y semiáridas representan el 68% del país, en la que ocurre la mayor parte de las actividades económicas, políticas y sociales, incluyendo el 87% del PIB de la nación y el 77% de la población, si bien solamente el 31% del agua es renovable. En la zona sur y sureste del país, habita el 23% de la población, se genera el 13% del PIB y escurre el 69% del agua renovable. El 68% de la precipitación se concentra de Junio a Octubre, con una temporada de ciclones tropicales relevante, que incide en el sureste y el Pacífico; contrasta con la presencia de sequías en el norte y la meseta central. México comparte tres cuencas con los Estados Unidos de América, cuatro con Guatemala y una con Belice y Guatemala. México está sujeto a la amenaza de sequías y de inundaciones con pérdidas económicas considerables. Una porción importante del territorio enfrenta un severo grado de presión sobre el recurso hídrico (El agua para consumo *versus* la disponibilidad total, indica el grado de presión sobre el agua). Las zonas centro, norte y noroeste experimentan un fuerte grado de presión del 47%.

En el Valle de México, los volúmenes concesionados son el 155% de la disponibilidad natural. Aunque los derechos de agua representan entre el 15% y 17% de la disponibilidad natural media anual de agua, el 36% de los derechos vigentes corresponden a acuíferos; empero, estas fuentes solamente representan el 17% del agua disponible. Asimismo, el 62% del abasto de agua a los centros de población, incluidas las grandes metrópolis, depende de acuíferos con serios problemas de sobre-explotación. La agricultura de riego emplea los mayores volúmenes concesionados con eficiencias por debajo de lo deseable (entre el 30% y 50%). Una buena parte del área irrigada en zonas de escasez se destina a cultivos de bajo valor y productividad hídrica. La demanda de agua potable es menor que la agrícola, pero depende de aguas subterráneas en zonas de fuerte competencia. Los acuíferos sobre-explotados se incrementaron de 36 en 1981, a 104 en 2006.

De éstos, se extrae el 58% del agua subterránea y proveen 14 [km<sup>3</sup>/año] (casi 50% de la extracción total en acuíferos). Es esencial estabilizar el balance geohidrológico en más de 100 acuíferos. Un número importante de cuerpos de agua, presenta niveles de contaminación inaceptables, si bien los programas de tratamiento

de aguas urbanas e industriales avanzan con buen ritmo. Los patrones de uso del agua y la aplicación de los instrumentos para administrar las aguas nacionales, en cantidad y calidad, obligan a enfrentar cuatro grandes desafíos de los que depende la sostenibilidad del uso y aprovechamiento:

- La sobre-explotación de acuíferos.
- La sobre-concesión de aguas superficiales.
- La contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.
- Los impactos del cambio climático y la capacidad para adaptarse a ellos.

#### **1. Gestión del agua como recurso; gestión del dominio público hídrico; gestión de los conflictos:**

- El Estado es responsable de administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad. El desafío es compatibilizar el crecimiento de la actividad económica y de la población con la disponibilidad.
- El volumen total concesionado es de 233 mil millones de [m<sup>3</sup>], y ha crecido 9% en una década.
- Hay 344 700 títulos inscritos en el REPDA [Registro Público de Derechos de Agua] (49% agropecuario, 39% agua potable, 2.6% industria y servicios).
- Se han agilizado trámites, inspecciones y vigilancia del agua en los grandes usuarios (censos y visitas de inspección), conservación y transmisión de derechos bajo políticas de sustentabilidad, y creando los Bancos de Agua.
- El gobierno federal implementa y opera un Sistema de Trámite Electrónico para trámites de concesiones en línea.
- Por primera ocasión en la historia, se clausuraron 3 746 aprovechamientos ilícitos.
- Para finales del año 2011, se instalaron Bancos del Agua en los trece Organismos de Cuenca y oficinas de apoyo en las Direcciones Locales. Los Bancos de Agua contribuirán a regular el mercado de derechos de agua, coadyuvar al uso eficiente del agua, reducir la sobre-explotación, evitar el acaparamiento y generar rentas por transmisiones.
- Se medirán los volúmenes extraídos de forma directa e indirecta; con sistemas modernos de medición y de transmisión de datos a distancia, sobre volúmenes extraídos para monitorear y evaluar en forma continua, veraz y en tiempo real el comportamiento de cuencas y acuíferos y dirigir los actos de autoridad y sanciones a usuarios irregulares (extraer volúmenes mayores a los concesionados, carecer de concesión o incumplir pagos fiscales).
- Se ha desarrollado una política hídrica basada en el Plan Nacional Hídrico (PNH) 2007-2012, vía indicadores para corto, mediano y largo plazos.

#### **2. Planificación/programación hídrica:**

- La planificación hídrica data de mediados de los años 40 del siglo XX, en su fase primigenia y de 1972 en su etapa moderna. El mejoramiento de la planificación ha sido considerable en los últimos tres lustros.

- Los avances son notables:
  - En el acervo documental y conocimiento en planificar.
  - En integrar programas sub-nacionales y sub-sectoriales.
  - En implementación.
  - En seguimiento, control y rendición de resultados.
- El instrumento clave es el Programa Nacional Hídrico 2007-2012, y su liga con el Plan Nacional de Desarrollo.
- A partir de los años noventa, se ha retomado la planificación hídrica, elemento crucial para mejorar la gestión del agua.
- Fortalecen a este campo los instrumentos de planificación y el sistema de trabajo, así como el seguimiento y control del cumplimiento de objetivos y metas, junto con la vinculación de la planificación con los presupuestos.
- La planificación hídrica estatal (y aun la municipal) ha ido gradualmente surgiendo y mejorando en las áreas geográficas con mayor avance socioeconómico y condiciones problemáticas hídricas más agudas.

### 3. Gestión hidro-ambiental de cuencas y de ecosistemas hídricos:

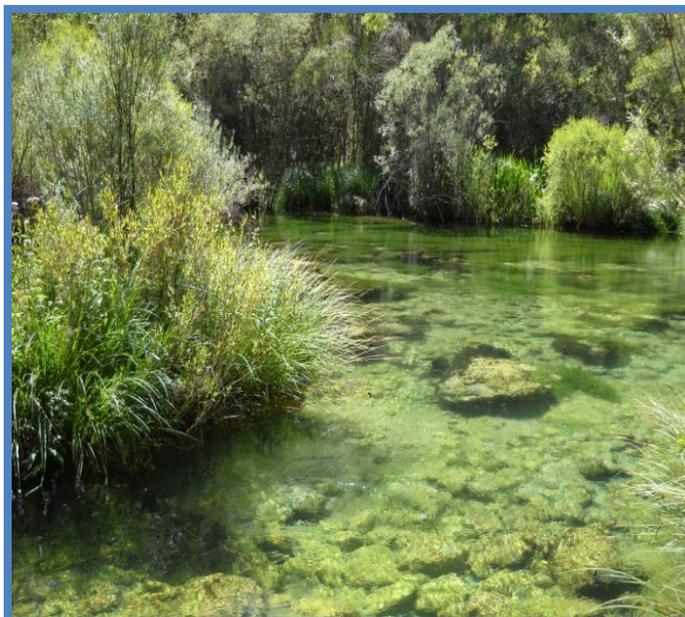
- Fundamentos hidro-ambientales: cuencas hidrográficas, caudales ecológicos, servicios ambientales y reservas de agua: La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) en sus fundamentos, establece la necesidad de conservar los servicios ecosistémicos que proporcionan las cuencas hidrográficas como sustento para conservar ecosistemas acuáticos, riparios<sup>6</sup> (ver la Fig. 2.1) y terrestres. Con la finalidad de fortalecer la planeación y gestión eficiente de los recursos hídricos México elaboró un diagnóstico integral (ambiental, social y económico) por cuenca hidrográfica, con prioridades de atención para el gobierno federal. Para conservar los servicios ecosistémicos se han establecido los siguientes instrumentos de planeación y de gestión:
  - Norma Mexicana de Caudal Ecológico (actualmente en consulta pública). Elaborada mediante la participación de la sociedad y de distintas instituciones federales. Su propósito, es determinar la cantidad, calidad y variación del gasto o caudal necesario para preservar los servicios ambientales asociados al régimen hidrológico y conservar e incrementar la resiliencia<sup>7</sup> de los ecosistemas acuáticos o infraestructura natural. (Ver la Fig. 2.2).

---

<sup>6</sup> *Riparios*: Los ecosistemas riparios, localizados en las márgenes de los ríos, arroyos y cuerpos de agua son corredores biológicos entre las zona de cabeceras de las cuencas hídricas y el mar (Naiman *et. al.*, 2006; Postel y Richter, 2003). Estos ecosistemas ofrecen diversos servicios ambientales como el filtrado de sedimentos y contaminantes que son arrastrados desde las partes altas de la cuenca por los ríos, mitigan el impacto de las inundaciones y aumentan la conectividad e integridad de la cuenca pues favorecen a la dispersión y movilidad de las especies.

<sup>7</sup> *Resiliencia*: La capacidad para adaptarse y superar la adversidad.

- Pago por servicio ambiental hidrológico. Desde el año 2002, la Comisión Nacional Forestal ha destinado un pago a zonas boscosas generadores de servicios ambientales hidrológicos, en un área de 21 984 [km<sup>2</sup>], hasta el año 2010. Además, se han impulsado fondos concurrentes donde gobierno y sociedad establecen pagos por servicios ambientales locales.
- Reservas Potenciales de Agua (RPA) Se han definido 189 cuencas hidrológicas que por sus características de disponibilidad de recursos hídricos, escasa presión e importancia ecológica representan la oportunidad de garantizar en éstas, la funcionalidad y conectividad del ciclo hidrológico que beneficiará a la conservación de ecosistemas más importantes del país, entre ellos, las Áreas Naturales Protegidas, acuáticas y terrestres, humedales de importancia internacional (por ejemplo; La Convención Ramsar<sup>8</sup>), y a su biodiversidad asociada, y con ello, a la Sociedad.



Fuente: [http://viviendoisephanim.blogspot.mx/2011\\_12\\_01\\_archive.html](http://viviendoisephanim.blogspot.mx/2011_12_01_archive.html)

**Fig. 2.1.** Fotografía de un ripario.

---

<sup>8</sup> *La Convención Ramsar:* La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida en forma abreviada como Convenio de Ramsar, fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 18 de enero de 1971 y entró en vigor el 21 de diciembre de 1975. Su principal objetivo es: “*La conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo*”.



Fuente: <http://www.flow-ecodesign.es/blog/4-tips-resiliencia/>

**Fig. 2.2.** Representación de la resiliencia.

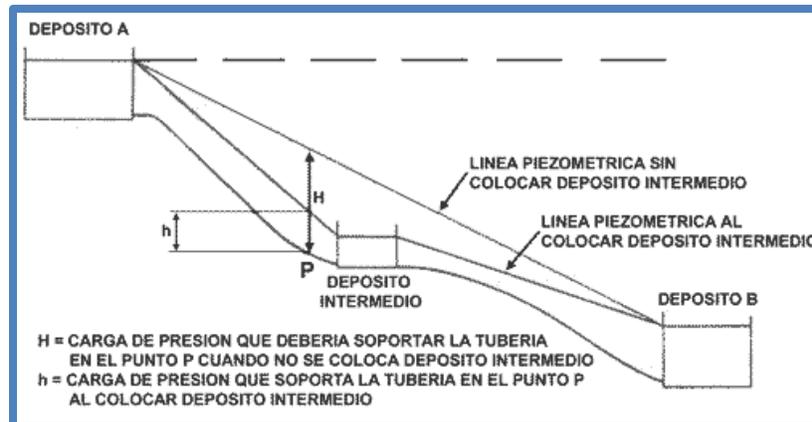
#### **4. Gestión técnica del agua y de la meteorología:**

- El Estado, determina, mide, monitorea e interpreta las variables del ciclo hidrológico, y opera y mantiene el sistema de medición e integra los sistemas de información y las bases de datos.
- Para el manejo del agua, se ha dividido el territorio nacional en 13 Regiones Hidrológicas Administrativas, que agrupan a 731 cuencas hidrológicas y 653 acuíferos (100 están sobreexplotados, con 63 500 pozos).
- Anualmente precipitan en el país, 1 489 [km<sup>3</sup>/año]; de los que 1 089 [km<sup>3</sup>/año] se evapo-transpiran, 329 [km<sup>3</sup>/año] escurre por ríos o arroyos, y los restantes 70 [km<sup>3</sup>/año] se infiltran al subsuelo de forma natural (para recargar los acuíferos).
- Los volúmenes anuales utilizados son 80.6 [km<sup>3</sup>], de los que 61.8 [km<sup>3</sup>] son para riego; 11.4 [km<sup>3</sup>] para agua potable; 3.3 [km<sup>3</sup>] para la industria autoabastecida; y 4.1 [km<sup>3</sup>] para electricidad (excluyendo hidroelectricidad).
- Para observar el clima, se cuenta con una red de estaciones que comprenden: La red sinóptica de altura con 16 estaciones de radio sondeo para observar las capas altas de la atmósfera, más de 3 300 climatológicas, la red sinóptica de superficie con 79 observatorios meteorológicos con información de las condiciones atmosféricas (100% del territorio), 13 radares meteorológicos para evolución de sistemas nubosos e intensidad de lluvia, cuatro estaciones terrenas receptoras de imágenes del satélite meteorológico modelo GOES-8 y un centro de Previsión del Golfo de México.
- La red hidrográfica de ríos y arroyos es de 633 000 [km]. Sus caudales se miden vía 700 estaciones hidrométricas.
- El Estado cuenta con un equipo humano científico y técnico altamente calificado para el acopio y el correcto empleo de la información y una oportuna toma de decisiones ante eventos normales y extraordinarios, como por ejemplo, el cambio climático. Destacan sus tareas relativas a:

- Coordinar y realizar cuando se requiere, las acciones para prevenir y mitigar inundaciones y sequías.
  - Operar, registrar y analizar la evolución de los almacenamientos en embalses y flujo en ríos.
  - Analizar programas de protección ambiental y adaptación al cambio climático.
  - Realizar estudios hidrológicos e hidrogeológicos, de calidad del agua y saneamiento de cuencas.
  - Efectuar pronósticos de meteorología, escurrimientos y simulación de sistemas.
  - Proveer información sistemática sobre sistemas meteorológicos severos y condiciones extremas de lluvia y temperatura, incluso vía: iPhone™, Android™, Twitter™ y YouTube™.
  - Dictaminar, vigilar y asesorar sobre la seguridad funcional y estructural de la infraestructura hídrica, y/o elaborar y difundir las normas del sector hidráulico para conservación, reúso y el saneamiento.
- Se han publicado el 100 % de las disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas, y se ha caracterizado la calidad de agua para los principales ríos de México.
  - Para revertir la sobre-explotación, se han emitido vedas que restringen las extracciones de agua en 149 zonas de aguas superficiales y 160 de subterráneas.
  - Se identificaron 189 cuencas con potencial para reservas de agua superficial para el medio ambiente en México.
  - Se ha elaborado un sistema de identificación y pronósticos de sequías para la cuenca del río Culiacán, y se han elaborado modelos de simulación dinámica para el Valle de México, el Balsas, el Lerma-Chapala, el Colorado y el Bravo.
  - Destaca la firma del acuerdo de distribución de agua en la cuenca Lerma-Chapala entre el gobierno y los usuarios.
  - Se reactivaron 150 redes piezométricas<sup>9</sup> en acuíferos críticos con un total de 5 597 pozos de observación. (Ver la Fig. 2.3).
  - Se desarrolló el Sistema de Información Geográfica del Manejo de Aguas Subterráneas de cobertura nacional y de consultas, a través de una intranet, que incluye información de 63 483 pozos de los 653 acuíferos del país.
  - Se consolidó la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua con 913 sitios de monitoreo programados.
  - Se creó el Laboratorio Nacional de Referencia (LNR), y 29 laboratorios regionales especializados con acreditación (ISO 17025) del LNR y de 25 laboratorios regionales, los cuatro restantes están en proceso de acreditación.
  - Se desarrolló el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Agua, cuya base de datos cubre la información de la calidad del agua del país, e incluye datos de más de 150 690 muestreos generados por la RNM.

---

<sup>9</sup> *Piezométricas*: En acuíferos libres, es la altura de la superficie libre de agua sobre el nivel del mar. Mientras que en acuíferos confinados, es la altura que alcanzaría el agua en el interior de un sondeo, hasta equilibrarse con la presión atmosférica.



Fuente: <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/03/tuberias-de-aduccion-estaciones.html>

**Fig. 2.3.** Representación de una línea piezométrica para la carga (llenado) de depósitos.

- Se ha procurado cambiar el enfoque de la gestión a la demanda, *versus* privilegiar la oferta. Se ha logrado reglamentar la distribución del agua superficial en varias cuencas con el apoyo de modelos dinámicos de simulación y optimización, que simulan oferta, usos y escenarios para discusión en los Concejos de Cuenca.
- Se ha incrementado de manera paulatina el reúso, de lo que se espera ganar en experiencia y perfeccionamiento.
- Se hace un amplio esfuerzo para permear el tema del cambio climático, la adaptación y mitigación, con un vasto esquema de capacitación y desarrollo de herramientas para el trabajo cotidiano, involucrando a los estados y a los municipios para adoptar medidas de adaptación en todas sus acciones de manejo hídrico; y a la sociedad y Concejos de Cuenca para enfrentar la escasez y competencia, a disminuir la contaminación, y a promover el adecuado tratamiento, y el reúso.
- Destaca la decisión de mitigar los efectos negativos de la sequía, de crear los lineamientos, criterios y mecanismos, y cuantificar las áreas afectadas, para emitir acuerdos en situaciones de emergencia por sequía; así como las medidas preventivas y de mitigación de la sequía, con el objetivo de integrar un Plan Nacional de Manejo por Sequía.
- La ONU ha felicitado a México por los avisos meteorológicos y las recomendaciones de Protección Civil y de la CONAGUA, para la protección y resguardo de la población en emergencias por el mal tiempo (lluvias torrenciales).
- Se ha planificado la generación de tres Centros Meteorológicos Regionales, y se construye el centro de Chiapas.
- Se homologan las Normas Mexicanas (NMX), con las normas ISO internacionales; se trabaja sobre 60 NMX referentes al análisis de agua; se cuenta con 9 NMX ya vigentes o en Consulta Pública, y 16 NMX más en revisión.

- Se ha desarrollado el sello “Grado Ecológico”, a productos hidrosanitarios (regaderas y excusados), y lavadoras que operen con consumo inferior al establecido por las NOM, con hasta 62% de ahorro de agua.
- Se elabora la NOM para aparatos y accesorios de uso sanitario, para grifería sanitaria (reguladores de flujo), Especificaciones y métodos de prueba y para Caudal Ecológico.
- La Iniciativa por el Ahorro y Uso Eficiente del Agua impacta a más de 600 mil empleados directos.

## 5. Agua potable, alcantarillado, drenaje y saneamiento.

Los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, son una de las principales demandas sociales, y su cobertura, uno de los mejores indicadores del nivel de bienestar y desarrollo de los países. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece en el Artículo 115, que la prestación de estos servicios es responsabilidad de los municipios, y prevé el concurso de los estados y la Federación en su apoyo. En este marco, el Estado trabaja para apoyar el incremento en el acceso y calidad de estos servicios, incluyendo el tratamiento, reúso e intercambio de aguas residuales y su disposición apropiada, con una visión de gestión integral y sustentable. Para ello, se han diseñado políticas e instrumentado programas enfocados a atender necesidades de los organismos operadores de agua con el fin de fortalecer su desarrollo técnico y autosuficiencia financiera, al mismo tiempo, se les proporciona asistencia técnica, financiera y normativa. Entre 1990 y 2010, la cobertura de agua potable pasó de 78.4% a 90.9%, beneficiando a más de 37 millones de habitantes. En cuanto al servicio de alcantarillado, el incremento fue de 61.5% y 89.6%, respectivamente, incorporando a este servicio cerca de 50 millones de habitantes. Otros datos importantes son los siguientes:

- **Saneamiento:** El caudal de afluentes tratados se duplicó en pocos años, pasó de 45.9 [m<sup>3</sup>/s], equivalente a 23% de las aguas residuales colectadas en el año 2000, a 95.6 [m<sup>3</sup>/s], 45.7% del caudal colectado en 2011. Con las plantas ya en construcción, se prevé alcanzar 56% en el año 2012, y llegar a 63% al final del año 2013.
- **Principales programas:** El impulso en los servicios se debió al establecimiento del Programa de Agua Potable en Zonas Urbanas (APAZU) en 1990, y al Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPySCR) en 1996.
  - Para ampliar las fuentes de financiamiento se diseñaron mecanismos de fomento que apoyan con mayores recursos a quienes eligen esquemas de participación privada; así, en el año 2001, se instrumentó el Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA) que permite complementar los recursos no recuperables que otorga el programa.
  - Para incrementar la recaudación de derechos por el uso del agua en el sector público urbano, en el año 2002, se puso en marcha el Programa de Devolución de Derechos (PRODDER), lo que permitió triplicar la

recaudación para el año 2006. Estos recursos se destinan a acciones de mejoramiento de eficiencias e infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de efluentes municipales. Opera con un esquema similar el Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (PROTAR).

- A la par se han realizado acciones dirigidas a mejorar la eficiencia de los sistemas de agua municipales, a través del Programa de Mejoramiento de Eficiencias, APAZU, PRODDER y PROMAGUA; a la rehabilitación y conservación de la infraestructura; y a elevar la calidad del agua mediante programas de desinfección (Programa Agua Limpia) y potabilización. Asimismo, se descentralizan funciones y transfieren recursos presupuestales a las entidades federativas a los cuales se adicionan las contrapartes correspondientes conforme a las reglas de operación que rigen cada programa:
  - *Inversiones:* Como resultado de los programas mencionados, la inversión ha tenido un incremento significativo, tan solo del periodo 2002-2006 al 2007-2010, el aumento en el subsector fue de 54% (cifras a precios constantes: Abril de 2011).
  - *Infraestructura:* Además de contar con más de 3 000 [km] de acueductos que conducen 112 [m<sup>3</sup>/s] a diversas ciudades y tener 2 186 plantas de tratamiento de aguas residuales que procesan un caudal de 93.6 [m<sup>3</sup>/s], cabe destacar algunas obras que promoverán el manejo sustentable del agua, ya que permitirán el intercambio de agua de acuíferos sobre-explotados por agua superficial, como: Los acueductos “Querétaro II” y “Río Colorado-Tijuana”, ya en operación, y las presas y acueductos de los proyectos “El Realito” y “Zapotillo”, en construcción. El acueducto Querétaro II, de 108 [km] de longitud, abastece 1.5 [m<sup>3</sup>/s] a Querétaro. La presa “El Realito” almacenará 50 millones de [m<sup>3</sup>], y el acueducto de 133 [km], abastecerá 1 [m<sup>3</sup>/s] a la zona conurbada de San Luis Potosí, y posteriormente, 1 [m<sup>3</sup>/s] a Celaya, Guanajuato. La presa Zapotillo es de 911 millones de [m<sup>3</sup>] y el acueducto de 140 [km] permitirá abastecer 3.8 [m<sup>3</sup>/s] a León; 1.8 [m<sup>3</sup>/s] a los Altos de Jalisco, y 3.0 [m<sup>3</sup>/s] a la ciudad de Guadalajara, Jalisco. En el Valle de México, se construye el Túnel Emisor Oriente de 67 [k]m para incrementar la capacidad de desalojo del sistema de drenaje en 150 [m<sup>3</sup>/s], y reducir así, el riesgo de inundaciones de la Zona Metropolitana del Valle de México. En saneamiento, se incrementará el tratamiento de efluentes en las zonas conurbadas de la Ciudad de México y Guadalajara, con las plantas de Atotonilco, de 34.5 [m<sup>3</sup>/s]; y las del Ahogado y Agua Prieta, con capacidad para 2.25 [m<sup>3</sup>/s], y 8 [m<sup>3</sup>/s], respectivamente. Estas plantas desarrollan el componente Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), para comercializar unos 500 mil certificados (tCO<sub>2</sub>e) anuales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. México ha tenido grandes avances como resultado de los programas y acciones realizadas, del incremento en la recaudación, los mecanismos de financiamiento desarrollados, la coordinación con los gobiernos

estatales y municipales. Cabe señalar que desde el año 2005, se alcanzaron los Objetivos del Milenio. Sin embargo, hay carencias puntuales, principalmente, en las zonas rurales de difícil acceso y localidades asentadas en regiones sin fuentes de agua cercanas. En saneamiento, se requieren mecanismos y políticas para dar sustentabilidad a la operación de las plantas, como el desarrollo de mercados de agua tratada y el establecimiento de una cuota a los usuarios por este concepto; de manera general, hay que mejorar la eficiencia y calidad en la prestación de los servicios.

## **6. Riego, drenaje y áreas de temporal:**

- El Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, contribuye a mejorar la productividad del agua con un manejo eficiente, eficaz y sustentable del agua en riego, a través de apoyos a los usuarios hidro-agrícolas para modernizar la infraestructura hidro-agrícola y tecnificar la superficie agrícola.
- En los distritos de riego, se producen anualmente 7.4 millones de toneladas (MT) de maíz blanco, 2.6 MT de trigo y 0.3 MT de frijol, alimentos básicos en México. Para producir los 43.4 MT anuales, se extraen 28 033 [Hm<sup>3</sup>] de agua.
- Con el Programa de Temporal Tecnificado, se conserva y mantiene la infraestructura transferida a los usuarios quienes conservan, operan y administran las obras, con maquinaria y equipo transferido, asesoría técnica y capacitación.
- La ingeniería hidro-agrícola mexicana, ha sido un referente para proyectos de riego en Latinoamérica y el mundo. Es parte del selecto grupo de los países diseñadores de presas e infraestructura de riego con mayor éxito. Se participa con regularidad en proyectos conjuntos con Brasil, España, Francia, Suiza, Marruecos, Alemania y los Estados Unidos de América.
- Se han incorporado al riego en los últimos 5 años (2007-2011) 75 469 hectáreas, que representa el 38% de la infraestructura de riego durante el periodo de 1986 al 2006 (198 100 hectáreas). En ese período, se incorporaron 66 560 hectáreas de temporal tecnificado, el 62.8% de la infraestructura construida entre los años 1986 y 2006 (66 560 hectáreas).
- En México, se tienen 6.5 millones hectáreas de riego: 3.5 millones en Distritos de Riego y 3 millones en unidades de riego.
- Entre 1997 y 2006 se modernizaron y/o tecnificaron 1 094 648 de hectáreas. Entre 2007 y 2011 se beneficiaron 307 660 hectáreas. Hasta el año 2011, se modernizaron y/o tecnificaron 1 402 308 hectáreas, con aportaciones iguales del gobierno y de los productores.
- Los distritos de riego son operados y administrados por los productores, estos distritos de riego se mantienen y se mejoran con aportaciones paritarias de los usuarios y del gobierno. Los usuarios licitan y contratan las obras, y recaudan las cuotas.
- Existen 23 Distritos de Temporal con 2 862 millones de hectáreas, y 119 956 usuarios (ejidatarios y pequeños propietarios). Se ha transferido maquinaria y

equipo y los usuarios colaboran en conservar drenes y caminos con aportaciones de \$211.9 millones de pesos mexicanos.

- El programa de Manejo del Agua y Preservación de Suelos, se inició en 1991, atiende 1 800 000 de hectáreas para 115 000 usuarios.
- En el siglo veinte, se diseñaron y construyeron más de 2 000 presas de almacenamiento, 4 000 presas derivadoras, 5 000 plantas de bombeo agrícola, 50 000 [km] de canales, 32 000 [km] de drenes, y 70 000 [km] de caminos de producción. La mayoría de esta infraestructura continúa a la fecha funcionando sin mayor problema.
- En los últimos cinco años, el Programa de Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, modernizó 225 972 hectáreas de riego, y tecnificó 81 627 hectáreas con tecnología de punta. La superficie beneficiada total fue de 307 660 hectáreas. Los avances se han logrado con el 50% de aportación de los productores, y con el 50% que aporta el gobierno. Los propios productores contratan las obras. Esto es un gran logro ante las condiciones desfavorables de los productores.
- En el año de 2007, se inició el fomento al desarrollo empresarial. Participaron más de 100 unidades de riego y 60 Promotoras, que capacitan para el manejo sustentable y preservación del agua con un modelo de desarrollo humano y social. Se pretende continuar con este fomento para hacer más rentable la actuación de los productores y elevar su nivel de vida.
- Se ha determinado el volumen que se puede extraer de manera sustentable. Se ha disminuido la demanda al modernizar las redes de distribución y tecnificar el riego parcelario, incrementando producción y productividad de tierra y del agua.
- Desde el año 2006 y hasta el año 2011, se efectuaron proyectos ejecutivos de obras hidro-agrícolas con 175 000 hectáreas de riego nuevas, de modernización o de rehabilitación, para 30 000 familias, y 180 000 hectáreas de temporal tecnificado, para 10 000 familias.
- Se requiere acelerar los procesos, para modernizar la infraestructura y tecnificar el riego, vía proyectos integrales, con esquemas financieros de participación pública privada, y con la recuperación de las inversiones vía las cuotas por servicio de riego.
- En los Distritos de Temporal Tecnificado, en los últimos 5 años, se han atendido con prácticas conservacionistas 102 000 hectáreas con una inversión de \$95 millones de pesos. Se han implementado proyectos de restauración hidrológica ambiental en las partes medias y altas en los estados de Chiapas, Tabasco y Michoacán; invirtiendo \$325 millones de pesos.
- La operación de los Distritos de Temporal Tecnificado, con programas de rehabilitación de infraestructura hidro-agrícola, de manejo del agua y preservación de suelos, así como de asesoría técnica especializada, ha contribuido a disminuir daños por inundaciones y adoptar nuevas tecnologías para conservar el agua y el suelo.
- El programa de restauración hidrológica ambiental es muy favorable, atendiendo las partes altas y medias de las cuencas con los usuarios y la asesoría técnica de instituciones de enseñanza e investigación superior. En tres años en las cuencas de Chiapas, Tabasco y Michoacán, se han atendido 41 500 hectáreas, y se han generado 100 500 empleos temporales.

- Desde el año 2000, el diseño de las obras de riego cambió radicalmente. Se regía por la premisa de incrementar a cualquier costo la superficie bajo riego, como inercia de la Revolución Mexicana. Ahora priva una filosofía más consciente y amable con el ambiente, con una infraestructura moderna, que garantice el uso eficiente (producir más con menos agua). El cambio en el diseño de sistemas de riego ha sido dúctil, pero de difícil implementación con los usuarios, acostumbrados al riego moderado.

## **7. Gobernanza del agua; gestión económica, social, política y ambiental del agua:**

- Los Concejos de Cuenca han contribuido a construir el marco conceptual de la gobernanza hídrica, contribuyendo a satisfacer las necesidades del uso y de la preservación del agua, con la deliberación entre el gobierno, los usuarios y la sociedad.
- En el año de 1989, cuando se creó el Concejo Consultivo para la cuenca del Río Lerma, que en 1993 se transformó en el primer Concejo de Cuenca, y se sentaron las bases para la gestión del agua por cuenca y el funcionamiento de los consejos.
- En el año 2000, se llegó a 25 concejos; y hoy existen, 218 organizaciones de cuenca (los 26 concejos, y un número creciente de órganos de apoyo que operan en territorios más pequeños).
- Para fortalecer a los concejos de cuenca, se formulan y se ejecutan programas de gestión que incorporan la visión de la sociedad en la problemática hídrica, y su implicación en las soluciones.
- Se dotarán apoyos y recursos a los concejos y sus grupos, a través de gerencias operativas, para fortalecer y mejorar el desempeño de las organizaciones de cuenca, con un apoyo permanente en temas especializados.
- Finalmente, se promueve la incorporación de representantes de más sectores, particularmente de organizaciones ciudadanas, instituciones académicas y municipios, para mejorar los niveles de representatividad.
- En resumen, se ha logrado en los últimos años, la incorporación de la sociedad organizada y de los usuarios del agua como actores indispensables en la atención de los problemas más agudos de gobernabilidad de las aguas nacionales.
- Los Concejos de Cuenca, son la plataforma ideal que contribuye a formalizar instrumentos jurídicos; fortalecer las capacidades de los actores; y establecer arreglos institucionales. El desafío es una participación social informada.
- Los Concejos de Cuenca han adquirido una madurez importante, producto de al menos diez años de operación continua, que se constata en la prevalencia de acuerdos de distribución del agua y en la definición de los grandes objetivos de desarrollo hídrico.

## **8. Economía y finanzas del agua:**

- La CONAGUA otorga concesiones o asignaciones para el uso del agua; al año 2011, el 70% del volumen estaba concesionado a la generación eléctrica, 20% al riego, 5% al público urbano, y 2% a la industria, el comercio y los servicios.
- El gobierno federal recauda los derechos fiscales por extracción de aguas nacionales y descarga de afluentes. La recaudación en términos reales entre 1995 y 2006 creció en 2.5%, superando esa tendencia entre 2006-2011 con una tasa de crecimiento acumulada del 24.16%. Hay mayor presencia de la autoridad y mejor cultura contributiva. La recaudación fiscal en el período 2006-2011 creció a una tasa real acumulada del 24.16%, al aplicar varias estrategias, entre las más destacadas e importantes, están las siguientes:
  - Declar@gua: Sistema electrónico de declaraciones y de pagos que facilita pagar los derechos y la devolución de ingresos a los usuarios.
  - La asignación de destinos específicos para programas de inversión como: PRODDER, PROSANEAR, Fideicomiso 1928, y los programas de Distritos de Riegos. La recaudación en conceptos con destino específico ha aumentado notablemente de 2007 a 2011, en público urbano un 25%, descargas se ha triplicado, suministro de agua en bloque un 94%, y en riego un 40%.
  - Instrumentación de la cuota de garantía, para recuperar volúmenes concesionados que no se usen o mantener vigentes derechos vía el pago de dicha cuota.
  - Desarrollo de una metodología clara y transparente para que los usuarios acrediten volúmenes ahorrados al invertir para elevar eficiencias, que serán exceptuados de caducidad (cuando no se usan por dos años consecutivos, CONAGUA puede recuperar esos derechos).
  - Desarrollo de reglas claras que brinden certeza al intercambio de agua, (ceder temporalmente aguas claras a terceros (principalmente para uso público urbano), a cambio de agua residual y/o tratada), sin perder los derechos de concesión.
  - Reformas a la Ley Federal de Derechos: En 2011 hubo dos reformas esenciales: CONAGUA podrá medir directamente los volúmenes usados; e interrumpir el uso del agua por falta de pago de los derechos, lo que permitirá mejorar el cobro de las contribuciones.
- Las políticas públicas para impulsar el uso eficiente del agua e incentivar a los usuarios a pagar, se basan en saber cuánta agua se utiliza, e incentivar así, el uso racional del agua. Empero, mientras no haya estudios sobre el valor económico real del agua, y las formas de incidir en las tarifas de derechos, se continuará el desarrollo de instrumentos regulatorios e incentivos.

## 9. Legislación y gestión jurídica del agua:

- El aparato Jurídico del sector contribuye a mejorar la relación entre usuarios y CONAGUA. En ese sentido, se han realizado el Primero, el Segundo y el Tercer Coloquios Internacionales, para difundir el conocimiento en temas medio

ambientales y jurídicos a la sociedad, principalmente a los jóvenes, a los investigadores y las empresas.

- Se ha publicado la Ley de Aguas Nacionales en el año 1992, así como las Reformas realizadas en el año 2004; actualmente se plantean enmiendas a la Ley y al Reglamento de Aguas Nacionales.
- Se ha impulsado la Reforma jurídica a los artículos 80 de la Ley de Aguas Nacionales, y al 120 de su reglamento, para la generación de energía hidroeléctrica en pequeña producción o escala.
- En materia jurídica, el gobierno se enfoca a resultados y efectividad, con más del 85% de los asuntos, ya concluidos.

#### **10. Información, comunicación, educación y cultura del agua:**

- El agua ha sido, y será elemento esencial en la cultura de las comunidades, del tejido social, y por sus distintas interpretaciones humanas del agua en sí, y del eterno ciclo hidrológico, con sus consecuencias en la vida y desarrollo.
- Los mecanismos de información y educación en agua se han incrementado. La intermitencia de programas debe cesar, y así, formalizarse debidamente.
- De acuerdo con las cifras, es necesario, incrementar la inversión en investigación y en desarrollo tecnológico, y también en el número de plazas para profesores-investigadores. Las capacidades, y la producción en ciencia y en tecnología, se concentra solamente en unas pocas instituciones, con el riesgo de desatender los problemas regionales.
- Las líneas actuales de investigación y de desarrollo tecnológico son: Recarga artificial de los acuíferos, la determinación del caudal ecológico, la desalinización, la cosecha de agua, la restauración y la conservación de cuencas y acuíferos, el análisis y el manejo de las sequías y de las inundaciones, los estudios e impactos del cambio climático, la rehabilitación de las obras hidro-agrícolas, la tecnificación del riego, el control y la recuperación de las fugas en las redes de abastecimiento, el reúso e intercambio del agua, la operación óptima de las presas, la macro y la micro-medición, la entrega oportuna y el adecuado cobro volumétricos del agua, el uso eficiente, el análisis de la contaminación difusa, el tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales, y de los lodos, el saneamiento y la potabilización rural, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones y la gestión integral del agua, así como los estudios financieros y de precio y de tarifas del agua, para cada uso.
- Es estrategia básica, el poder aumentar los recursos financieros y humanos en la investigación y en el desarrollo de tecnología, desarrollar planes estratégicos en el sector de ciencia y de tecnología del agua, establecer el Concejo Tecnológico formado por los directores de los principales Centros de Investigación en el país, para apoyar los programas del sector.
- Las Reformas de la Ley del año 2004, posibilitan al IMTA para proponer orientaciones y contenidos a la política nacional hídrica y el PNH, así como una planeación e instrumentación de programas y acciones en investigación y en desarrollo tecnológico.
- Desde entonces, han destacado los modelos y las herramientas hidráulicas e hidrológicas, los sistemas de tratamiento de afluentes, las herramientas

técnicas, económicas y financieras, de comunicación y la participación social, para apoyar la planeación y la programación, así como las estrategias del sector, y promover y reconocer el valor económico, social y ambiental del agua.

- Resaltan por su importancia, los estudios y sistemas técnicos, los modelos y los sistemas de control y de conocimiento del ciclo hidrológico, el desarrollo de modelos, los equipos e infraestructura hidráulica, y los instrumentos económicos, que en la práctica, resultan efectivos para modificar la conducta de los usuarios de los recursos hídricos y gestionar la demanda del líquido.
- El Documento de Futuros de la Ciencia y la Tecnología del Foro Consultivo de Ciencias (2009), señala que las líneas de investigación en agua se deben alinear con visión de largo plazo (La Agenda del Agua 2030). Con esta estrategia, los resultados de la investigación y del desarrollo de tecnología hídrica, serán más efectivos ante la problemática hídrica.
- El sector de ciencia y de tecnología hídricos, ha contribuido a mejorar la productividad del agua en el sector agrícola, incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, acorde al PNH y PND (cobertura de agua potable al 2012 al 95%; alcantarillado al 87% y en agua tratada, al 70%).
- Los especialistas e instituciones académicas, han avalado las prioridades definidas en La Agenda 2030, y han promovido los avances en investigación y en desarrollo de las tecnologías idóneas para lograr las prioridades como son: Incrementar las redes de agua potable y de alcantarillado, construir la infraestructura para nuevas fuentes de abastecimiento, incluyendo la cosecha de agua de lluvia y las tecnologías apropiadas para el abastecimiento y el tratamiento de aguas residuales en el medio rural.
- Destacan acciones concretas como: Incrementar la eficiencia global de los organismos operadores y capacitar a sus cuadros técnicos y administrativos; fortalecer los programas de cultura del agua, involucrando a los usuarios y al gobierno; desarrollar programas de uso eficiente, sustentados en políticas tarifarias que desincentiven el desperdicio; instalar medidores inter-domiciliarios, y asegurar que su lectura se refleje en estructuras tarifarias eficientes y sustentables.
- Deben privilegiarse, la investigación y el desarrollo de tecnología, así como los métodos apropiados a las condiciones de disponibilidad y de uso del agua en las comunidades rurales, para proponer soluciones prácticas, económicas y asequibles.
- De acuerdo con La Agenda del Agua 2030, las principales acciones para cerrar la brecha entre disponibilidad y demanda, son: En el uso agrícola, incrementar la eficiencia; en el uso urbano, la reducción de fugas, el reúso y empleo de tecnologías más eficientes; y para incrementar la oferta, la construcción de infraestructura para uso de aguas donde hay disponibilidad.
- De acuerdo con instituciones como la UNAM, es fundamental conocer los impactos en la degradación ambiental y, en particular, sobre la cantidad y calidad del agua por cuenca, e identificar las medidas de adaptación que sean realmente efectivas.
- Es lo esencial, controlar la demanda de agua vía una eficiente administración del recurso, para mitigar y corregir los efectos de la sobre-explotación de

acuíferos y la extracción al límite de agua superficial, con impactos en agua, flora y fauna.

- La investigación sobre ríos debe dar prioridad a su dinámica geomorfológica, con el fin de reducir los riesgos por inundaciones, así como priorizar la recuperación de ecosistemas riparios, y definir y conservar el caudal ecológico.
- Deben realizarse estudios que determinen el caudal necesario, y ayuden a restaurar y mantener el hábitat ripario en cauces.
- Es impostergable desarrollar investigación que permita diseñar protocolos para analizar vertidos, y establecer normas para controlar el vertido de sustancias a los cuerpos receptores y de agua, e identificar la contaminación puntual.
- Mejorar la investigación y desarrollar tecnología para lograr el uso eficiente del agua en riego, reviste importancia invaluable para la autosuficiencia alimentaria. Es un gran reto, el uso del que más consume, desperdicia y contamina el agua.
- A partir de la innovación tecnológica, cuyo principal reto en la producción de alimentos, está vinculada a sistemas más eficientes de uso del agua, implementos ahorradores y paquetes tecnológicos que conserven y ahorren agua, incrementen la producción y que sean rentables y asequibles, para sustentar soluciones eficientes y sostenibles en el largo plazo.
- El uso eficiente y sostenible en la agricultura, sobre todo de riego, es la mejor respuesta a la crisis del agua. En ese sentido, la necesidad de desarrollar una batería de tecnologías apropiadas de alta productividad y ahorro de agua.
- El cambio climático producirá huracanes más intensos en diferentes entidades, por lo que se requiere mejor conocimiento e instrumentación meteorológica, con mejores modelos de pronóstico de corto y largo plazos, y sistemas de alerta temprana.
- El desarrollo científico y tecnológico del sector agua, apoyará las 38 iniciativas de La Agenda del Agua 2030, para que se fortalezcan y sean más eficientes, sobre todo en aquellas en las que la investigación e innovación son indispensables.
- México avanza en el desarrollo, implementación y transferencia de dispositivos de alta tecnología y de modelos de gestión, que permiten un uso más eficiente del agua, considerando el impacto ambiental y los efectos del cambio climático, encaminados a la generación de políticas públicas que conlleven al establecer la GIRH, en especial, en zonas de mayor impacto, como es la parte norte del país y las cuencas transfronterizas.

## **11. Desarrollo científico y tecnológico en materia de agua y su gestión:**

- Las necesidades de la ciencia y la tecnología del agua han derivado en un gran esfuerzo para identificar de líneas prioritarias de investigación e innovación tecnológica para controlar la calidad, incrementar la oferta del agua y su reúso, mejorar las obras, su operación y su mantenimiento e incrementar la eficiencia en los usos, e impulsar la gestión integral del agua.
- Para lograr que la investigación sea integral deben incorporarse estudios con perspectivas políticas, históricas, legales y ecológicas. El enfoque

multidisciplinario permite atender los posibles vacíos y omisiones del estudio del agua y su gestión.

- Otra limitante es la falta de información técnica especializada y estadística. La ciencia y la tecnología son opciones más efectivas para resolver los retos futuros. Así se establece en el documento de “Prospectiva de la Ciencia y la Tecnología de México al 2030”: Un crucial indicador de la actividad científica, reconocido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), es la inversión *vis à vis* del PIB o del PEF. México destaca por su baja inversión y menor número de especialistas en estas actividades. No así en el número de publicaciones e investigaciones.

Finalmente, las bases del Posicionamiento del Sector Agua Mexicano: El Gobierno de México se ha posicionado sólidamente para apoyar a la población en el mejoramiento integral de la gestión del agua, incluyendo la prestación de los servicios de agua (principalmente, el agua potable, el saneamiento e irrigación agrícola), con base en el desarrollo de su capacidad de trabajo por sectores, por cuencas y por entidades federativas y a través de éstos, con los municipios, con apoyo en una transversalidad institucional cuyos frutos empiezan a madurar. La visión del Estado en relación con el agua, ha sido gradualmente articulada y mejorada durante décadas, y hoy es una visión de avanzada entre los países en vías de desarrollo. México se anticipó a atender los desafíos de gran envergadura como el cambio climático y la rápida urbanización y la expansión industrial antes de que estos temas estuvieran en la vanguardia de discusiones globales. Así, el vigoroso posicionamiento de México para confrontar los efectos adversos del cambio climático y el gran apoyo brindado al orbe para posicionar el tema del agua en la discusión y acción ante el cambio climático, han reafirmado las direcciones estratégicas y la plataforma de proyectos para apoyar la GIRH. Este posicionamiento ha enfatizado la aplicación de una agenda de desarrollo hídrico integrada con temas como: Energía, clima, agricultura, uso del suelo, y desarrollo económico, así como la importancia de las Reformas Institucionales junto con mejoras y ampliaciones en la infraestructura hídrica que reclama el desarrollo. El crecimiento demográfico ya es modesto, y cesará en los siguientes tres lustros, pero el crecimiento económico proseguirá. Así, la infraestructura hídrica actual (de las más relevantes per cápita en el mundo en desarrollo), deberá casi triplicarse en los próximos cuarenta años. Los esfuerzos del Estado en inversión directa, coinversión, y promoción de inversión por terceros, han crecido en más del 44% en términos reales en el último lustro.

El Estado Mexicano, ha elevado el tema del agua y su gestión en la agenda de las grandes prioridades de inversión y gasto, que se refleja en presupuestos anuales, inversiones y esquemas financieros innovadores para reducir la brecha entre las necesidades y la disponibilidad financiera. Así, en el quinquenio 2007-2011 la inversión acumulada ha ascendido a \$9 400 millones de dólares estadounidenses, y el gasto total en el sector es el 1.2% del PIB nacional. Este financiamiento, ha respondido a la necesidad de abordar desafíos en el desarrollo y gestión del agua, a través de promover de manera más afinada y eficaz, la planificación hídrica, y también las posibles reformas institucionales, junto con mejoras en infraestructura para avanzar

con proyectos que perduren ante el cambio climático (Gobierno Federal, 2012). Estos desafíos incluyen la gestión de crecidas e inundaciones, el aprovechamiento sustentable del potencial hidroeléctrico, la gestión del agua en riego y en temporal, el control de la contaminación, la gestión de agua transfronteriza en forma pacífica y productiva y la adaptación resiliente e innovadora al cambio climático:

- El subsector de servicios de agua potable y saneamiento, es un claro indicador de desarrollo y de progreso. En México se requiere un posicionamiento amplio y plural con una gran variedad de soluciones clasificadas en: (a) la interrelación y responsabilidades de los distintos actores en el subsector reconociendo su pluralidad, asimetrías y cualidades; (b) la evolución institucional en sintonía con las expectativas de crecimiento socioeconómico local y micro-regional y con el desarrollo de México, sin descuidar la evolución política, la globalización y el cambio climático; y (c) el entorno institucional debe reformarse ya que la transversalidad federal, los vínculos y flujos de recursos e información entre los órdenes de gobierno son cada vez más complejos y contribuyen poco a la sostenibilidad de los servicios.
- El gobierno mexicano, impulsa vigorosamente al subsector de agua potable y de saneamiento al encuentro de opciones innovadoras, en estrecha relación con el desarrollo científico y tecnológico, con la modernización administrativa y financiera, así como con la necesidad de mejorar la rendición de cuentas a los usuarios de los servicios.
- Instrumentar la Reforma constitucional sobre el derecho humano al agua, requiere ajustar las políticas públicas sobre el desempeño de los sistemas y de un marco normativo que precise las competencias, las responsabilidades y las atribuciones de los tres órdenes de gobierno, que reglamente los estímulos al subsector, y rediseñe el Sistema Financiero del Agua.
- El Estado, las empresas del subsector y los usuarios, están conscientes de la necesidad de realizar más inversiones, algunas de gran envergadura en las doce metrópolis más grandes del país, para lo cual se requieren principios más claros en sus necesidades financieras, consecución de recursos y formas para su repago.
- El Estado persevera para que el subsector de agua potable y de saneamiento, posea un modelo moderno y ágil en términos financieros, ampliando el acceso a soluciones imaginativas para ofrecer servicios de calidad adecuada y a precios justos.
- El gobierno y los actores, están al encuentro de mejores instrumentos jurídicos, operacionales, administrativos, económico-financieros, sociales y ambientales para perfeccionar el sector ante las exigencias del desarrollo sustentable. Ya es posible alcanzar la excelencia en servicios en muchos sitios y condiciones. Existe la convicción de mejorar el marco institucional para elevar eficiencias, incluyendo su estabilidad y viabilidad al largo plazo.
- El Estado con los actores, está comprometido a propiciar la evolución municipal y de autoridades estatales y federales, y los prestadores de servicios privados, semi-privados y sociales. En tanto, continuará el debate serio y objetivo sobre la regulación eficaz, el mejoramiento de instrumentos financieros, la estructuración, la aprobación y la actualización de tarifas, la modernización de

la medición, la capacitación y la certificación del personal, la atención de los usuarios, el mejor conocimiento ciudadano sobre el agua, y el crecimiento de una industria de servicios de agua potable y de saneamiento.

- Destacan los desafíos de la gestión del agua asociados al rápido crecimiento urbano e industrial, especialmente en polos de desarrollo puntual y micro-regional. Las necesidades de lograr mayores inversiones en plazos relativamente más cortos, constituirán el terreno propicio para soluciones financieras innovadoras.
- Los programas y acciones de agua potable y de saneamiento en localidades rurales, pueden optimizarse como parte de un programa de desarrollo socioeconómico, en coordinación con otras instituciones y autoridades locales.
- Se requiere otorgar la más alta prioridad a mitigar la contaminación del agua para proteger el ambiente, y así, facilitar el reúso con la consiguiente elevación de eficiencias, reducción de costos y mejor solidaridad en cuencas y acuíferos.
- El agua se posiciona en el centro del diálogo sobre desarrollo sustentable con justicia social, bajo la guía de la planificación hídrica (en especial, La Agenda del Agua 2030), y del posicionamiento ante el cambio climático.
- Es crucial la comprensión plena y atención concreta de los desafíos de administración de agua, en materia de seguridad alimentaria, mediante el desarrollo e implementación de planes hidro-agrícolas que resuelvan sus problemas del agua.
- La infraestructura hidro-agrícola debe regirse mediante un órgano superior técnico, normativo y consultivo para modernizar y tecnificar las zonas de riego y temporal, construir y mantener las obras ante eventos extremos. (i) México tiene y ofrece proyectos basados en regular la demanda e incrementar la eficiencia en sus usos y protección del agua, al instrumentar nuevas tecnologías, equipos y alternativas de manejo, tratamiento y reúso orientados a una buena adaptación. (ii) se trabaja intensamente en incorporar la dimensión ambiental en la gestión del agua al reducir la fragilidad ecológica y lograr la adaptación al cambio climático. Así, se establecen caudales ecológicos, se reconocen servicios ambientales, se reservan volúmenes, y se fija un balance entre la conservación ambiental, la función social y el equilibrio en las cuencas.
- Desarrollo de un programa de gestión integrada de eventos hidrometeorológicos extremos, con sistemas funcionales de alerta temprana, infraestructura necesaria y mecanismos y arreglos institucionales para lograr una acción coordinada ante el aumento de la variabilidad climática, caudales de descarga y patrones de inundación.
- El desarrollo de proyectos que aprovechen el potencial de generación de energía hidroeléctrica de manera ambientalmente sostenible, con la mejor gestión del agua bajo criterios de usos múltiples cuando fuere posible.
- Avance con paso firme en la comprensión de las interacciones y los vínculos en materia hídrica entre los sectores económicos. La transversalidad institucional es clave para avanzar con eficiencia, agilidad y menos riesgos.
- El Estado fortalece las instituciones del agua a nivel nacional, por cuenca hidrográfica y/o por acuífero, así como a nivel estatal, municipal. La mejor repartición de las cargas técnicas, administrativas, financieras, jurídicas,

sociales y ambientales, es esencial para transformar el sector agua y contribuir al desarrollo armónico del marco político.

- El Estado fortalece los procedimientos y procesos para la gestión sustentable del dominio público hídrico en general, y de la gestión de las concesiones y asignaciones de agua y de sus bienes inherentes, para acercarlos más a los instrumentos y métodos modernos, técnicos y jurídicos para su mejor administración, regulación, control y sanción, y para dar seguridad jurídica a los usuarios, con confiabilidad y real transparencia. Con la implantación del Trámite Electrónico, el Estado se moderniza y posibilita mayor presencia en la inspección y vigilancia del uso y aprovechamiento del agua.
- El gran desafío de México en materia de dominio público hídrico, es lograr el equilibrio en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, mediante una gestión eficiente, equitativa y justa; y salvaguardar el agua para todos.
- Fortalecimiento y mejoramiento de la plataforma mexicana para gestionar las aguas transfronterizas.
- Avance con paso firme en la identificación e implementación de medidas para el mejoramiento de la gobernanza del agua, y para incrementar de manera considerable la eficiencia en el uso del agua.
- Desarrollo gradual, robusto y socialmente consensuado, de una agenda para la adaptación y mitigación que permitan confrontar la variabilidad hidrológica y las consecuencias del cambio climático en la gestión del agua.
- Desarrollo científico y tecnológico con más recursos asignados, y mejorar así, las capacidades instaladas en el IMTA, fortaleciendo su liderazgo tecnológico en el sector, apoyando a otras instituciones públicas y privadas de esta índole, así como con una congruencia más estrecha entre los programas de ciencia y tecnología hídrica con la solución innovadora de los problemas de mayor envergadura del sector, incluyendo la reducción de los tiempos para su aplicación en la realidad.
- Desarrollo sistemático de personal capacitado a nivel técnico, científico y directivo para apuntalar y renovar los grupos profesionales con programas formales de postgrado, incluyendo títulos de experto, y educación continua, así como el mejoramiento de las capacidades con la búsqueda de la excelencia y la premiación para quienes se destaquen por sus aportaciones, sus innovaciones y sus esfuerzos especiales. Es necesario lograr un entorno de desarrollo profesional que resulte atractivo a los jóvenes para desarrollar una carrera en el servicio público del sector.
- Ampliación y profundización de los canales e instrumentos de comunicación social del sector para contribuir a una participación más nutrida, mejor informada y más comprometida de la sociedad.
- La Ley garantiza el acceso de toda persona a la información gubernamental, tema crítico para brindar la mejor información posible en forma oportuna sobre la previsión u ocurrencia de eventos extremos, así como elevar el conocimiento de la ciudadanía en relación con los asuntos del agua que repercuten en su calidad de vida y aún en su sobrevivencia. Los mecanismos de difusión son elementos clave para la toma de decisiones.
- La Reforma del sector comprende de manera destacada el desarrollo y maduración del Sistema Financiero del Agua para perseverar y profundizar en el

alcance, montos y perspectivas de los derechos fiscales por la extracción de aguas nacionales, y la descarga de afluentes a cuerpos receptores. Otros instrumentos fiscales se analizan para complementar los elementos que alimentan el sistema financiero del agua, para contribuir a la financiación del sector.

- Las organizaciones de cuenca, contribuyen a construir el marco conceptual de la gobernanza del agua. La gestión integrada del agua por cuenca con la implicación de los actores en la planificación y ejecución corresponsable de acciones, y en plena coordinación con la autoridad del agua en la cuenca, es la mejor estrategia de sustentabilidad hídrica.

## **CAPÍTULO 3**

### **LA INGENIERÍA HIDRÁULICA EN LA CULTURA MEXICA**

#### **3.1 Introducción**

El agua es un recurso vital para el desarrollo de la civilización, la historia lo ha demostrado mediante el florecimiento de las culturas Mesopotámica, Egipcia, Hindú y China. Sin embargo, también la historia ha sido testigo de las graves catástrofes que el agua puede causar. Es por esto, que resulta primordial para cualquier cultura tener un adecuado manejo de este recurso, tanto para su abastecimiento, como para evitar siniestros. Las culturas mesoamericanas no son la excepción, y debieron enfrentar un gran reto al establecerse ya sea en zonas lacustres o con escasez del líquido. Para el aprovechamiento del agua debieron construir desde pequeñas estructuras hidráulicas hasta colosales obras. Cabe mencionar que estos pueblos lograron propósitos como la distribución del agua, el abastecimiento y el riego, siguiendo técnicas sustentables para minimizar su impacto ambiental (González-Rodríguez, 2011).

#### **3.2. Obras hidráulicas en la historia de México**

La historia de México puede ser contada a través de sus obras hidráulicas. Éstas, han respondido a las necesidades de captación, conducción, almacenamiento, distribución e irrigación durante las diferentes épocas históricas por las que ha pasado el país. Los Mexicas (una de las sociedades prehispánicas más representativas del modo de vida lacustre), tuvieron una relación indisoluble con sus recursos hídricos. Como muestra de ello, su ciudad fue diseñada para funcionar en el agua mediante la red de comunicación acuática formada por chinampas, canales y acequias, ellos lograron solucionar un problema recurrente de las culturas mesoamericanas: El transporte del agua. A su llegada los españoles registraron este *modus vivendi* de los indígenas mediante sus informes, cartas y crónicas. Algunos de los datos tomados por los conquistadores sobre las obras hidráulicas del valle de México fueron la existencia de:

- Puertos de/para canoas.
- Acequias hondas para navegación. (Ver la Fig. 3.1).
- Ciudades fundadas totalmente en el agua (sobre chinampas). (Ver la Fig. 3.2).
- Ciudades fundadas parte en agua y parte en tierra firme.
- Calzadas que atravesaban las lagunas.
- Andenes, jardines, estanques y huertos en la orilla de la laguna salobre de México. (Ver la Fig. 3.3).

Con el choque entre los conquistadores y los autóctonos, las técnicas de construcción europeas se mezclaron con las habilidades de construcción y conocimientos de una cultura agrícola. Durante la toma de “México-Tenochtitlán” se destruyó el Acueducto de Chapultepec dejando a la ciudad sin su más importante fuente de abastecimiento.



Fuente: <http://www.levante-emv.com/valencia/2009/08/03/acequias-vias-extincion/617826.html>

**Fig. 3.1.** Fotografía de la representación de una Acequia.



Fuente: <http://pensamientoautodidacta.blogspot.mx/2012/09/de-la-chinampa-la-acuaponia.html>

**Fig. 3.2.** Fotografía de la representación de una Chinampa.



Fuente: [http://www.uv.mx/gaceta/gaceta100/100/campus/campus\\_01.htm](http://www.uv.mx/gaceta/gaceta100/100/campus/campus_01.htm)

**Fig. 3.3.** Fotografía de una laguna salobre.

### **Obras hidráulicas en la época prehispánica**

Durante esta etapa, las chinampas, acequias, calzadas, diques, albarradones y acueductos fueron las obras hidráulicas más representativas. Los principales materiales para su construcción fueron la madera, la piedra y el lodo; así como plantas y tules.

### **Obras hidráulicas para usos domésticos**

En Mesoamérica gran parte del abastecimiento de agua se logró a través de la recolección y almacenamiento del agua pluvial. El agua era captada mediante canales y zanjas y conducida desde los techos de las casas por canoas, canalitos o canjilones hacia depósitos de barro, cal y canto o piedra. Existían también con este fin almacenes subterráneos como los de San José Mogote (1000 a.C.) y Tierras Largas (1000-900 a.C.) Oaxaca, dentro de estos depósitos, también están los chultunes o cisternas mayas (ver la Fig. 3.4). Los jagüeyes eran otra estructura determinante para el

abastecimiento de agua, consistían en bordos de tierra compactados, que recibían el agua de los escurrimientos de los cerros cercanos. Éstos, cumplían funciones tanto para distribución y consumo humano, como para abrevadero de animales. También durante esa época se construyen los primeros acueductos, dentro de éstos, se puede mencionar la historia de los acueductos Mexicas que tuvieron distintas etapas. En la primera etapa, se construyó un conducto abierto hecho de lodo y carrizo con la finalidad de traer agua de los manantiales de Chapultepec. La segunda consistió en su renovación mediante escombros y estuco. En la tercera se construyó finalmente el acueducto que incluyó dos canales, y para la cuarta se construyó el acueducto sur.



Fuente: <http://www.arqueomex.com/S2N3nPATRON83.html>

**Fig.3.4.** Fotografía de un chultún o cisterna Maya.

### Obras hidráulicas para la irrigación agrícola

En Mesoamérica, el riego persiguió dos fines principales (Zapata Peraza, 1982):

- El incremento del rendimiento agrícola de plantas cultivadas y de mano de obra.
- La ampliación de la “frontera agrícola”. Es la construcción de “La Presa de Purrón” en Tehuacán en el estado de Puebla, la obra que marca el inicio de la agricultura de riego en Mesoamérica, esta es la estructura monumental más antigua de su tipo que se haya encontrado. (Ver la Fig. 3.5).



Fuente: [http://www.icadtotal.com/blog\\_de\\_tehuacan/cultural/presa\\_purron\\_coxcatlan/](http://www.icadtotal.com/blog_de_tehuacan/cultural/presa_purron_coxcatlan/)

**Fig. 3.5.** Fotografía que muestra la ubicación de La Presa de Purrón” cerca de Tehuacán en el estado de Puebla.

### **Sistemas de riego con instalaciones permanentes**

En estos sistemas, el agua era generalmente capturada desde su nacimiento utilizando estructuras llamadas “cajas” para regular el flujo de los canales y para favorecer la elevación del nivel del agua logrando un riego en una mayor superficie de tierra. Del canal principal, se originaba una red de distribución de pequeños canales y acequias con depósitos secundarios de almacenamiento, muchos de estos canales se encontraban impermeabilizados con estuco y calicanto. Debido a la topografía fue necesaria la construcción de acueductos para librar barrancas y desniveles. Evidencias de este tipo de sistemas se han encontrado en el área de Texcoco, Chalco, Coyoacán y Tacubaya (Hernández y Ávila García, 2003).

### **Sistemas de riego con presas derivadoras transitorias**

Éstas eran bordos o “empalizadas” para represar el agua, construidas con troncos, cañuela o varas entretrejidas, piedras, tierra y pasto, servían para obligar a las aguas a desviarse a un canal que ya se había construido. Esta agua era utilizada durante la temporada de secas y sus estructuras son destruidas al llegar los temporales cuando los ríos aumentan su caudal haciendo el riego innecesario (Obras hidráulicas en la América Colonial, 1993).

### **Sistemas de riego con agua pluvial**

En el valle de Teotihuacán se encontraron paredes de piedra que cumplían, además de la función del aterrazamiento (ver la Fig. 3.6) y protección de la erosión de cerros, la de la contención de agua de lluvia, y su conducción hacia canales de riego. Esta fue una técnica hidráulica especializada para adaptar el régimen de cultivos a las condiciones específicas de lugares como el valle de México donde las lluvias eran irregulares (Palerm y Viqueira, 1970).



Fuente: <http://tectonicablog.com/?cat=205>

**Fig. 3.6.** Muestra de un aterrazamiento.

### **Sistemas hidráulicos y formación de lagunas artificiales**

Dentro del quehacer de los prehispánicos, también se encontró la formación de “lagunas” artificiales que en realidad eran embalses o presas. Tres de los casos más conocidos son: La “laguna-presa” de Totoltepec en la cuenca del estado de México, el sistema de Coatepec-Tula en el estado de Hidalgo, y el de Amanalco, nuevamente, en el estado de México. En el mismo renglón, las sequías estacionales impulsaron la construcción de camellones agrícolas, éstos cumplían dos funciones importantes: por un lado, conservar el agua de depósitos naturales y por otro lado, la habilitación de vías de navegación mediante canales (Comisión Nacional del Agua, 2009). La Fig. 3.7, muestra el Lago de Camécuaro en el estado de Michoacán. Como puede observarse en la fotografía, es una de las lagunas con el agua más transparente que existen, aun con el paso del tiempo y la contaminación que sistemáticamente se hace de las aguas en el país.



Fuente: <http://www.mexicodesconocido.com.mx/fotos-semana-paisajes-lacustres-mexico-lagunas-camecuaro-michoacan.html>

**Fig. 3.7.** Fotografía del Lago de Camécuaro en el estado de Michoacán.

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

Las antiguas ciudades mesoamericanas generalmente se encontraban provistas de desagües subterráneos, los cuales en muchas ocasiones estaban conectados hacia acequias en las orillas para irrigar parcelas agrícolas, algunos ejemplos son: La Venta, Tabasco y San Lorenzo Tenochtitlán, Veracruz. En la Venta hubo canales y alcantarillas de piedra, mientras que en San Lorenzo Tenochtitlán, el sistema hidráulico se componía de alcantarillas, tuberías de barro y acueductos subterráneos de piedra basáltica labrada, pozos, cisternas, estanques y otros depósitos de agua (Comisión Nacional del Agua, 2009).

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

Las lagunas fueron en Mesoamérica una importante fuente de recursos, determinante para el florecimiento de grandes ciudades como Teotihuacán y Tenochtitlán. Paradójicamente, los sistemas lagunares también representaban una constante amenaza de inundaciones. Para enfrentar este riesgo, se realizaron una serie de obras hidráulicas colosales destinadas al control de los niveles de agua que iban de la inundación a la desecación. Por ejemplo en el Lago de México, los Mexicas construyeron calzadas y diques para moderar el flujo de las aguas de lagos y ríos para evitar por un lado inundaciones; y por otro, que los lagos de Chalco y Xochimilco se mezclaran con las aguas saladas del de Texcoco. Una de las obras más notables de la época fue El Albarradón de Netzahualcóyotl, construido en 1449 (ver la Fig. 3.8). Éste cumplió la función de contener las aguas del lago de Texcoco, que anteriormente ya habían causado graves inundaciones y además, la de separar las aguas dulces de las

salobres. La importancia de este sistema radica en que permitió la vida urbana, la comunicación lacustre, pero sobre todo, la construcción de chinampas. Las chinampas o jardines flotantes constituyeron una de las obras hidráulicas con mayor importancia, vitales para el desarrollo de imperios como el Mexica, ya que estos islotes de tierra cultivable, permitieron la actividad agrícola dentro del lago de Texcoco.

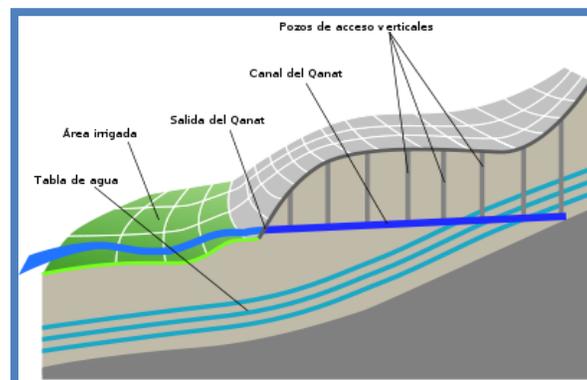


Fuente: <http://elcronistadeecatepec.blogspot.mx/2011/01/toneladas-de-casacajo-deterioran-el.html>

**Fig. 3.8.** Fotografía de El Albaradón de Netzahualcóyotl, en el actual municipio de Ecatepec de Morelos en el estado de México.

### Obras hidráulicas en la época colonial

A la llegada de los españoles, muchos de los sistemas hidráulicos continuaron utilizándose sin grandes cambios; sin embargo, después de cierto periodo de tiempo éstos empezaron a sufrir transformaciones. Con la conquista, se terminó el régimen de organización social existente, y se implantó la organización en haciendas, por lo cual, la compleja red de canales que sirvió para irrigar los valles fue inutilizada. En cambio, sí se siguió aprovechando el agua pluvial mediante presas derivadoras y se introdujeron nuevas técnicas de desviación de corrientes de agua como las galerías filtrantes o qanats de origen persa (Hernández y Ávila García, 2003). La Fig. 3.9, muestra una imagen de un qanat.



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Qanat>

**Fig. 3.9.** Figura que muestra como se construye un Qanat.

## **Innovaciones tecnológicas**

Entre las más importantes innovaciones tecnológicas en las estructuras hidráulicas de la época colonial, se pueden mencionar:

- El empleo de máquinas como la palanca y la rueda para la extracción de agua de pozos por un solo hombre, y para mover maquinaria con fuerza hidráulica. Son ejemplos: Las ruedas hidráulicas, las poleas, y los tornos.
- La construcción de acueductos sobre arquerías sencillas, dobles o triples, para sustituir los acueductos sobre terraplenes evitando así complicaciones a causa de la topografía. Ejemplo de éstos son: “Los Arcos de Tembleque” en el estado de Hidalgo, el Acueducto de Chihuahua, el de Querétaro y el de Zacatecas, entre otros.
- El almacenamiento de agua en pilas y fuentes para el abastecimiento como las de Chiapa de Corzo, Tochimilco y Texcoco.

## **Nuevas estructuras hidráulicas**

Los acueductos subterráneos o qanats fueron usados en el país durante esta época, éstos se usaron para irrigación o para conducir agua de consumo humano, esto mediante la excavación de pozos hasta encontrar agua freática y un canal con una pendiente suficiente para el escurrimiento de agua por gravedad, las también llamadas galerías filtrantes, sirvieron tanto para la captación de agua como para mejorar su calidad al ser infiltrada en el suelo. Sistemas de este tipo se han encontrado en Parras, Viesca y Saltillo, Coahuila, en las ex-haciendas de San Luis Potosí Pardo y el Peñasco y en la zona Tlaxcala-Puebla en Acatzingo y Tepeaca, Tehuacán y Valsequillo (Palerm Viqueira, 2004).

## **Obras hidráulicas para la formación y desecación de lagunas**

Los españoles al igual que los indígenas, tuvieron entre sus obras hidráulicas las necesarias para la formación de lagunas artificiales y de la desecación de otras. En el primer caso, se tiene la laguna de Yuriria en Guanajuato que se formó a partir de la excavación de una acequia ancha y honda que llevaba hasta ciénegas ya existentes que se secaban estacionalmente. En cuanto a la desecación, el caso más estudiado es el de la cuenca de México, la cual después de cuatro graves inundaciones que causaron afectaciones a la ciudad, fue drenada mediante la apertura del desagüe de Huehuetoca a principios del siglo XVII (Comisión Nacional del Agua, 2009).

## **El futuro de las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales**

Hoy en día, existen en el norte del país algunas estructuras hidráulicas que datan de las épocas prehispánica y colonial. Sistemas como el de transporte de agua por gravedad y las galerías filtrantes cuentan con miles de años de existencia en Mesoamérica, y durante este tiempo han sido usados para la derivación de agua para su aprovechamiento agrícola, a estas obras se les conoce como sistemas de riego pequeños.

Estudios sobre este tipo de sistemas han demostrado que tienen un alto grado de sostenibilidad, bajos costos económicos y altos rendimientos de producción agrícola, pudiéndose considerar como una importante alternativa de generación de desarrollo. A pesar de estas características, estos sistemas se encuentran en decadencia debido en gran parte a su desconocimiento tanto en la parte técnica como en la organizacional. Algunos de los problemas que enfrentan los sistemas pequeños de riego son su dependencia del mantenimiento y control de los bosques para favorecer la infiltración del agua, la desaparición de comunidades indígenas y rurales que se encarguen de su operación y mantenimiento, y finalmente, la expansión del proceso de distribución de agua por redes entubadas. A pesar de estos factores, hoy en día, existen casos exitosos del funcionamiento de sistemas pequeños de riego. Entre los más importantes se pueden mencionar a Parras de la Fuente en el estado de Coahuila, Bustamante en el estado de Nuevo León y Valle de San Bartolomé en el estado de Chihuahua. La importancia del estudio de dichos sistemas, no sólo estriba en la recuperación de las estructuras hidráulicas históricas, sino también en la ayuda que pueden brindar en la continuidad y conservación de mantos acuíferos y en la generación de tecnologías sustentables.

### **3.3. Ingeniería hidráulica Mexica: El Acueducto de Chapultepec**

En el fondo del Valle de México, estaba Tenochtitlán, la capital del Gran Imperio Mexica, construida sobre un islote cerca del borde occidental del gran Lago de Texcoco. Para mejorar el abastecimiento de agua dulce de la capital, se construyó un acueducto de doble caño que transportaba las excelentes aguas de Chapultepec hasta el centro de Tenochtitlán, y que tanto admiró a los conquistadores españoles a su llegada.

El Otoño del año de 1519, contempló un acontecimiento memorable. El ejército expedicionario de Hernán Cortés, instalado en Cholula Puebla, se preparaba para la aproximación a la capital del Imperio Mexica donde se debatía entre dudas y celos su Rey Tlatoani, el poderoso y temido Motecuhzoma. Frente a ellos, se mostraba retador el cono nevado del volcán Popocatepetl con sus imponentes 5 500 [m]. El zamorano Diego de Ordaz le pidió autorización a Cortés para intentar coronarlo. Aunque salió con diez compañeros y algunos indios, sólo Ordaz y otros dos españoles llegaron a la cumbre y se asomaron al interior del volcán que “hervía como un horno de vidrio”.

Posiblemente, ningún europeo había subido nunca tan alto, ni siquiera Alejandro Magno cuando cruzó el Hindu-Kush 18 siglos antes. Ordaz fue práctico y aprovechó su hazaña montañera para recoger algo de azufre, imprescindible en la fabricación de la pólvora. Pero un segundo acontecimiento acompañó aquella ascensión, hoy casi olvidada. Por primera vez en la historia tres europeos pudieron contemplar el Valle de México con su sistema de lagos, entonces pujante, y el incontable rosario de pueblos ribereños entre los que destacaban las ciudades de Texcoco, Tlatelolco y, sobre todo, Tenochtitlán. Pocos días después del regreso de Ordaz a Cholula, el ejército combinado de españoles e indios se puso en marcha.

En vez de encaminarse por la ruta más fácil, Cortés prefirió cruzar directamente la cadena de montañas siguiendo la ruta de Huejotzingo. De este modo, acampó en un collado a 3 800 [m] de altura entre los formidables volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl; hoy se llama “Paso de Cortés”. Era finales de Octubre y nevaba. Cuando iniciaron el descenso tiritando, todo el ejército pudo contemplar el espectáculo del Valle de México colmado de lagunas, cultivos y ciudades. Aunque algunos ya habían estado antes en Roma y Constantinopla, nadie había visto jamás un conjunto comparable. Llegaron a Amecameca, descansaron dos días, y siguieron bajando. Por fin, a comienzos de Noviembre alcanzaron Iztapalapa, en un islote en el borde del agua.

A la llegada de los españoles, el sistema lacustre era muy extenso y estaba formado por muchas lagunas, unas más saladas, otras más dulces, cuya superficie inundada variaba con las estaciones. Para controlar el nivel de estas lagunas y aislar en lo posible las aguas más dulces (que no potables), había numerosos diques. Destacaba el murallón que de norte a sur dividía el Lago de Texcoco y las tres grandes calzadas que permitían el acceso a la doble ciudad de Tenochtitlán-Tlatelolco.

Fue precisamente en la calzada de acceso a la capital desde Iztapalapa donde tuvo lugar el 8 de Noviembre de 1519, la primera entrevista entre Motecuhzoma y Hernán Cortés. Ese mismo día, el ejército fue invitado a entrar en la capital donde fue agasajado y espléndidamente alojado. La doble ciudad de Tenochtitlán al Sur, y Tlatelolco al Norte que era de reciente construcción. Unos pocos de siglos antes, los diversos pueblos mexicas, se instalaron ahí, huyendo de sus numerosos enemigos en un sistema de islotes insalubres en el borde del lago. En apenas 300 años, los fugitivos transformaron los islotes en una formidable ciudad, y la convirtieron en la capital del imperio que compartían con las ciudades hermanas y aliadas de Texcoco y Tlacopán (Tacuba). Al llegar Cortés, los mexicas eran una potencia en expansión y se encontraban en la cumbre de su poder, incluso en relación con sus aliadas Texcoco y Tlacopán.

La capital, pareció a los ojos de los españoles una segunda Venecia; pero mayor, con una gran red de calles y canales. Miles de canoas se movían a sus anchas dentro y fuera de ella. Cuando unos pocos días después de llegar, Cortés y sus capitanes subieron a lo alto del templo mayor y tuvieron una visión de conjunto comprendieron la grandeza de la ciudad que los alojaba, y la ratonera en la que se habían metido. Bastaba cortar unos pocos puentes y el ejército español que tenía menos de cuatrocientos hombres armados al estilo europeo estaría preso. En el laberinto de canales y plazuelas, los trece caballos y la escasa artillería que llevaban no servirían de nada. En caso de conflicto, podrían matarlos a pedradas, sin gloria alguna, como le sucedió al gran rey Pirro por su imprudencia en las calles de Argos.



Fuente: <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/files/2011/05/Fig-3.jpg>

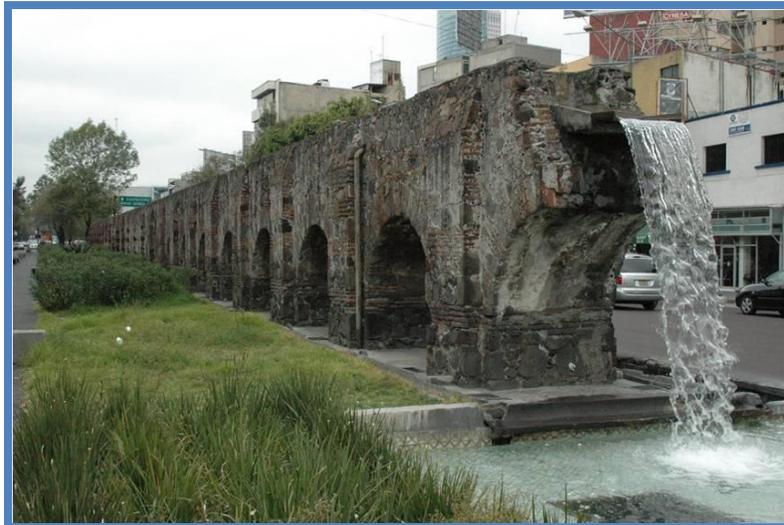
**Fig. 3.10.** Hipotética situación de México-Tenochtitlán.

Como Tenochtitlán-Tlatelolco no disponía de aljibes para acumular el agua de lluvia, el abastecimiento de agua potable a una ciudad tan grande fue siempre problemática; aunque, curiosamente, los españoles cercados posteriormente en 1520, hicieron algunos pozos y obtuvieron agua aceptable. Para suministrar agua permanente de calidad a la ciudad, los mexicas construyeron un acueducto que transportaba las excelentes aguas a decir de los conquistadores, de los manantiales que brotan en las laderas de la montaña de Chapultepec en el borde del lago, al Oeste de Tenochtitlán. Al parecer, la conducción era abierta y se apoyaba sobre un dique o murallón, no en arcos. Tenía un doble caño de forma que uno de ellos se mantenía en uso mientras el otro se limpiaba y reparaba. Con todo, el caudal era insuficiente para una ciudad tan grande y existía un continuo trajín de canosas con tinajas.

Tras la conquista, Hernán Cortés intentó mantener la propiedad de la montaña y entorno de Chapultepec, con su castillo, aguas y jardines, pero una Real Cédula posterior de Carlos V le obligó a cederlo en parte a la Ciudad de México. En la actualidad, existe en Chapultepec un gran parque que pasa por ser uno de los mayores parques urbanos de toda América.

Durante el sitio de 1521, que concluyó con la caída y destrucción de Tenochtitlán, el acueducto fue cortado. Por eso, una de las primeras disposiciones de Cortés, que no deseaba la destrucción de la ciudad y que procedió inmediatamente a su reconstrucción al estilo europeo, fue la reparación del Acueducto de Chapultepec, obra que encargó a los propios mexicas. El Acueducto fue posteriormente reformado y retocado y aún se conservan secciones del acueducto colonial que pueden visitarse, aunque ha perdido su función primordial como fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de México. En cuanto al complejo lacustre del fondo del Valle de México, con su riqueza de flora y fauna, la mayor parte se ha perdido. Para evitar inundaciones y ampliar la ciudad de México, se fueron desecando porciones cada vez mayores del gran Lago de Texcoco, del cual ya sólo queda una pequeña muestra en grave peligro.

Desgraciadamente, otro tanto sucedió con las lagunas de Chalco y de Xochimilco. En la actualidad, existen movimientos locales para intentar preservar los últimos restos lacustres. Se espera que tengan éxito.



Fuente: <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/files/2011/05/Fig-5.jpg>

**Fig. 3.11.** Ruinas del Acueducto de Chapultepec.

## CAPÍTULO 4

### TÉCNICAS AGRÍCOLAS DE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA: EL CASO DE LAS CHINAMPAS

#### 4.1. Descripción de la cultura del agua: Cosmovisión

Los mexicas asumieron la idea mesoamericana de que el cosmos se integra por tres capas: El cielo, la tierra y el inframundo. Para ellos, Ometéotl, principio universal de todo lo que existe, habita en la cúspide del cielo, él es quien engendra a cuatro divinidades principales que a su vez se desdoblaron en otros númenes y crean mediante sacrificios divinos, el cosmos, la naturaleza, el tiempo cíclico y al hombre. Es en este proceso de génesis del cosmos, que se crean los dioses del agua y sus moradas. Para los mexicas, son dos los dioses principales del agua: Chalchiutlicue, la diosa de las aguas que se esparcen por la superficie de la tierra y de los mares; y Tláloc, deidad suprema del agua, regidor de la lluvia y quien tiene su residencia en el Tlalocan, paraíso indiano del agua situado en las entrañas de la tierra.

#### Mitos y leyendas, u otros relatos

En la historia de los mexicanos por sus pinturas y documentos del siglo XVI, se da cuenta de la génesis del mundo y su cosmogonía: *“Y luego criaron los cielos, allende del treceno, e hicieron el agua y en ella criaron a un peje grande, que se dice Cipatli, que es como caimán, y de este peje hicieron la tierra, como se dirá. Y para criar al dios y a la diosa del agua se juntaron todos cuatro dioses e hicieron a Tlaltecutili [aunque en otras narraciones se le considera la deidad de la tierra, aquí es puesto como equivalente a Tláloc, dios del agua], y a su mujer Chalchiutlicue, a los cuales criaron por dioses del agua, y a éstos se pedía, cuando tenían de ella necesidad. Del cual dios del agua dicen que tiene un aposento de cuatro cuartos, y en medio de un gran patio, donde están cuatro barreñones grandes de agua: La una es muy buena, y de ésta llueve cuando se crían los panes y semillas y deviene en buen tiempo. La otra es mala cuando llueve, y con el agua se crían telarañas en los panes y se añublan. Otra es cuando llueve y se hielan; otra cuando llueve y no granan y se seca. Y este dios del agua para llover crió muchos ministros pequeños de cuerpo, los cuales están en los cuartos de la dicha casa, y tienen alcancías en que toman el agua de aquellos barreñones, y unos palos en la otra mano, y cuando el dios de la lluvia les manda que vayan a regar algunos términos, toman sus alcancías y sus palos y riegan del agua que se les manda, y cuando truena, es cuando quiebran las alcancías con los palos, y cuando viene un rayo es de lo que tenían dentro, o parte de la alcancía”.* (Garibay, 1996).

Así, auto-creados, los dioses construyen el espacio celeste (aire) dividido en los cuatro puntos cardinales, aparecen los astros como moradores de los cielos, surge el fuego hecho sol y su acompañante la luna, (al que en otra versión se considera procreada por Tláloc y Chalchiutlicue) que traen consigo el inicio del tiempo y sus divisiones cíclicas de la noche y el día, así como la alternancia constante de las estaciones climáticas, en especial las estaciones de lluvia y de estiaje.

Como parte de esta cosmogonía, nacen los dioses del agua y de la tierra. Pero la creación cosmogónica permanecería incompleta y carente de sentido sin la presencia humana. De ahí que surgiera el hombre para habitar y resguardar el mundo, y venerar a los creadores.

### **Deidades y personajes míticos relacionados con el agua**

La divinización del agua en Mesoamérica se remonta a los tiempos del preclásico, como lo atestiguan las máscaras de serpentina, las hachas votivas<sup>10</sup>, y las representaciones directas o alusivas del agua y de la lluvia en el arte escultórico de los olmecas arqueológicos, o si se quiere, de los murales y de las piezas arqueológicas de Teotihuacán. Entre los nahuas mexicas el dios principal del culto al agua era Tláloc-Tlamacazqui. En su calendario trópico, en 10 de las 18 veintenas, se realizaban rituales y festejos relacionados con el agua y la lluvia. Una montaña de la cuenca de México llevaba su nombre y lo encarnaba. Rigió una de las cuatro eras solares de la creación cósmica, representado por Nahulli Quiahuitl, que significa *Cuatro Lluvia*. En el calendario del Tonalpohualli o cuenta de los destinos, es uno de los nueve señores de la noche y uno de los trece señores del día, su máscara hecha con el cuerpo de dos serpientes que figuran un rostro, representa el día 19, y el noveno lleva el ícono de la lluvia, (*Quiahuitl*), (Brotherson, 1997).

Aunque tenía su morada paradisíaca bajo tierra, también habitaba en los primeros cielos de los 13 en que se divide el cosmos indígena en su parte superior. Producía los relámpagos y los rayos, ninguna gota caía sin su consentimiento. En su carácter de Tlamacazqui que significa *Proveedor Divino* (Broda, 1970), regaba con sus lluvias las siembras, hacía florecer y crecer los campos. La etimología de Tláloc está compuesta por Tlalli que quiere decir tierra y Octli que algunos traducen como licor o néctar, por lo que su nombre podría traducirse como *Dueño del Vino de la Tierra*, gracias a este líquido precioso, que cae al quebrar sus vasijas-nubes, en la tierra se daban los frutos que mantienen a los pueblos: *“Que da a los hombres los mantenimientos necesarios para la vida corporal”* (Garibay, 1956).

Tláloc era el responsable del sustento líquido para que germinara y pudiera alimentarse el maíz, de él dependía que éste brotara y continuara en la faz de la tierra para provecho de la humanidad. Como imagen, el rostro de Tláloc, se forma con el cuerpo entrelazado de dos ofidios de color azul o verde, con el que dibujan sus ojos, nariz y labios, resaltando los colmillos puntiagudos de sus fauces. Esta imagen recuerda la faz hecha con mosaicos que aparece encima de las ofrendas arqueológicas subterráneas de los Olmecas, encontradas en la ciudad de La Venta. Recuérdese que en un mito mexicana, Quetzalcoatl y Tezcatlipoca, en forma de serpientes, bajan de los cielos al monstruo de la tierra a una poza y allí lo estrujan formando la división entre el cielo y la tierra. A partir de ese evento el rostro de Tláloc se constituye como símbolo cosmogónico fundante (Nuño, 1996).

---

<sup>10</sup> Una ofrenda votiva es un objeto dejado en un lugar sagrado por motivos rituales. Estos objetos son una característica de las sociedades modernas y antiguas, y suelen hacerse para ganar el favor de fuerzas sobrenaturales, como atestiguan las fuentes históricas griegas y romanas; si bien actos parecidos se siguen haciendo en la actualidad, como por ejemplo en los pozos de los deseos o las permanentes llamas votivas.

Su estilización llega al grado de que el solo dibujo de una anteojera, bastaba para aludir a esta divinidad, como lo atestiguan las figuras de los sacerdotes que las portan en sus caras. El color con que se pinta su rostro o máscara, habitualmente es el azul añil.

### **Chalchiuhtlicue**

Anota Sahagún en su Libro I, que Chalchiuhtlicue, segunda mujer (la primera fue Xochiquetzal) de Tláloc y hermana de los Tlaloque, es considerada como una deidad que tiene bajo su dominio a todos los cuerpos de aguas que circulan en la superficie de la tierra y las que se encuentran bajo o dentro de ella. Si Tláloc es por excelencia el Señor o Dador de la lluvia, Chalchiuhtlicue rige los cuerpos de agua asentados en la tierra y en el subsuelo, es la señora y dueña de los mares, los ríos, los lagos, las lagunas, los arroyos, las fuentes, los canales, los pozos y los manantiales que se forman en la Tierra. De ahí que la tierra y el agua sean inseparables, lo cual es básico para comprender lo simbólico; pero también para explicar la historia, la economía y la estructura social de los pueblos. Por esta estrecha relación, puede considerarse a Chalchiuhtlicue como una advocación de Cihuacóatl, diosa de la Tierra, llamada a veces, Tonántzin, *nuestra madre*. En ese sentido, es venerada como una patrona de los mantenimientos, y es ligada a los cultos de los cerros, las montañas, los montes, los bosques y las cuevas.

A Chalchiuhtlicue, madre de la Luna, le estaba conferido el poder sobre las fuerzas de las aguas de los mares y de los ríos, decidía a quién devorar con sus olas. Por su mandato, se desencadenaban tormentas, podía arrastrar y hundir las embarcaciones. A causa de los fenómenos extremos en que el agua se manifiesta, infundía en los mortales miedo y devoción, por lo que el agua adquiere formas terroríficas y avasalladoras. Convenía entonces mantenerla contenta, y para que esto fuera así, era necesario llevar a cabo sacrificios y dar las ofrendas para que el pacto sagrado se renovara con el ritual. La antropóloga Johanna Broda en investigaciones sobre este tema, anota: *“Los antiguos mexicanos entendían por agua principalmente el agua dulce (las aguas de lluvia, las fuentes y los ríos que fertilizaban las tierras de cultivo); mientras que el mar simbolizaba para ellos el agua divina, límite de lo conocido y dominio misterioso de los dioses”* (Broda, 1971).

Esta diosa tenía varios nombres que aludían precisamente al “temperamento” del agua: Francisco del Paso y Troncoso señala los siguientes: Akuekuéytl que quiere decir *olas de agua*, Apozonálotl que significa *agua espumosa*, cuando hace viento ligero y riza la corriente se decía Xixikipiliui o *el agua que hace bolsas* y, cuando el agua estaba tempestuosa o alborotada le llamaban Atlaka mani, que si se traduce literalmente significa *está como la gente desatinada* (Troncoso, 1993).

Siguiendo a Sahagún en su Libro I, esta deidad era pintada como mujer, su rostro era de color amarillo, portaba un collar de piedras preciosas (los chalchihuites), de la que pendía una joya de oro; su cabeza tenía una corona de papel amate, teñida de azul suave con un penacho de plumas verdes de quetzal que eran emblemas de las espigas de maíz.

Va vestida como las mujeres, con un huipil y naguas de color azul con franjas de caracolitos. En su mano lleva un escudo con un dibujo de una planta acuática llamada atlacuezona y en la otra mano enhiesto, un palo de sonaja ricamente adornado. Sus huaraches son blancos de suave algodón. Aparte de que esta deidad tenía un papel central en varias de las veintenas dedicadas a los dioses del agua, para los habitantes “urbanos” de Tenochtitlan y pueblos ribereños como los Xochimilcas, que hacían uso de sus embarcaciones, esta diosa era especialmente reverenciada, no sólo por su tempestuosidad, sino por el cuidado que les proporcionaba.

### Los Tlaloque: Portadores de lluvia

Estos mágicos seres, especies de duendes o pequeñas divinidades sobrenaturales denominados por los cronistas como los ministros del agua de Tláloc, son quienes se encargan de recolectar este preciado líquido de la casa en donde habita el dios de la lluvia y dispuestos en los cuatro puntos cardinales, norte-sur, este-oeste. Los Tlaloque, extraen el agua de los barreñones con sendos recipientes de barro, alcancías dice el texto, y que en este caso deben entenderse como metáforas de las nubes. (Ver la Fig. 4.1).



Fuente: <http://www.todocoleccion.net/antiguo-barreno-barro~x28205341>

**Fig. 4.1.** Barreño utilizado como recipiente para sacar agua.

Portan en sus manos unos palos con los cuales quiebran las ollas y cuando esto acontece, se producen los truenos y los rayos, por estos atributos, estos Tlaloque aéreos son los hacedores de rayos que anuncian las tormentas y los dueños de las nubes de lluvia. En esa misma política de semejanzas, la serpiente tanto por las figuras de su piel, como por su movimiento zigzagueante, remedan la figura quebradiza del rayo. Es con un rayo que Nanáhuatl, nuestro Prometeo indiano, pone al descubierto las semillas que las hormigas han almacenado dentro de un cerro, el tonacatépetl. En ese contexto, Tláloc es un dios civilizador que enseña a los hombres la agricultura al enviar a Nanáhuatl a robar las semillas para provecho de la humanidad. También, a partir de esta descripción, puede mirarse en esta escena a Tláloc representado en forma de cuatro Tlaloque.

Es de señalarse que al ser ubicados en cada una de las cuatro esquinas del mundo, estas figuras delimitan un espacio sacro. Si de cada Tlaloque se desprende una línea imaginaria y en su centro se traza un eje vertical, se obtiene, como se sabe, el símbolo cósmico del quincunce. Esta visualización de lo sacro será una de las representaciones constantes de estructuración del Cosmos, y que perdura hasta la fecha. Es dentro de este marco cósmico que los Tlaloque derraman el agua al quebrar sus vasijas de barro, con ello producen rayos que quiebran, a su vez, las nubes para propiciar lluvia, para hacer germinar la vegetación.

La lluvia es vista aquí como una dádiva de los Tlaloque, que por su función de repartidores son una especie de aguadores celestiales de Tláloc y por eso mismo, primos hermanos de los vientos, con lo cual, se generó posteriormente (en el siglo XVI), en el imaginario religioso identificando un nexo entre los niños, los ángeles, las semillas, Cristo-Niño y los Tlaloque. De ese modo, los Tlaloque se vuelven deidades terrestres y subterráneas, y forman parte del culto a los muertos, al considerar que ciertos tipos de difuntos se vuelven Tlaloques. Ante estos atributos es lógico considerarlos como los dueños invisibles de cerros, montes (equivalente a montañas, selvas y acahuales) y cuerpos de agua. La Fig. 4.2, muestra la imagen de un Tlaloque.



Fuente: <http://vozymirada.blogspot.mx/2010/11/un-robot-llamado-tlaloque-en-busca-de.html>

**Fig. 4.2.** Personificación de un Tlaloque. Un Tlaloque es la personificación de los cerros; además de considerados dioses de las lluvias y de las tempestades.

### **El culto al agua, a la tierra y a los cerros en el contexto del calendario trópico de las veintenas mexicas**

A través de un sistema de “correspondencias metafóricas” entre la agricultura, la astronomía, los fenómenos climatológicos, la geología y los rituales, puede deducirse, que en el ciclo de rituales realizado en las diferentes veintenas, se condensa un núcleo sustantivo de la Cosmovisión Mesoamericana, manifestado en el culto a los cerros, a la lluvia, al agua y al maíz, como asimismo, la celebración de los muertos, astros y presencia de los dioses en la tierra. En el caso específico del paisaje ritual, para los pueblos mesoamericanos, los cerros reverenciados eran vistos como portadores de vida, de agua, de alimento, dadores de la lluvia y del maíz, ligados al mar, desde donde provenían las aguas de la tierra, al mar se le consideraba sitio de fertilidad ligado a lo divino (Broda, 1971).

Por otra parte, en ese juego de lo dual, las entrañas de los cerros encierran la vida, pero igualmente en sus interiores habita la muerte, pero una muerte que al pudrirse en la humedad de Tláloc, renueva la vida, es aquí donde desciende cada día el Sol, es aquí bajo la tierra que el maíz se engendra. De ahí la trascendencia del ritual, que según Broda (2001): *“Permite acercarnos a la compleja Cosmovisión de la sociedad prehispánica, en la que el hombre trataba de influir ritualmente sobre el equilibrio de las fuerzas de la naturaleza para hacerlas propicias”*.

Lo relevante de este estudio, es que este culto a la montaña, al agua y a las semillas (como otras creencias prehispánicas), se fusionó con ceremonias de origen católico impuestas durante la Colonia, y que aún se encuentran presentes en la época presente en pleno siglo XX, conformándose de esta forma una nueva realidad religiosa; es decir, un sincretismo religioso.

Johanna Broda, menciona, que para comprender la importancia del calendario ritual de las veintenas, es necesario tomar en cuenta la articulación existente *“entre el año-trópico, los ciclos naturales y los ritos mexicas”* (Broda, 1971, 1983, 2000, 2004). Esta interrelación es realmente compleja, pues implica entender el conocimiento astronómico; identificar los fenómenos climatológicos; el papel del saber agrario y disponer de un sistema simbólico que exprese este sistema de analogías, que articule la correspondencia entre la imaginación y la naturaleza. Es imposible en este ejercicio, dar una visión exhaustiva de lo que implicaba este calendario en la vida social, religiosa, cultural y económica en los pueblos de la Cuenca de México. A partir de una revisión general de las veintenas mexicas, pueden señalarse algunos de los puntos cruciales para entender cómo opera la lógica de la Cosmovisión Mesoamericana y su traslape con la nueva religiosidad de la época colonial. Aspectos relevantes de las veintenas que se incorporan al calendario ritual del catolicismo: Respecto a la observación astronómica de los astros celestiales, hay que distinguir que la división más importante se refiere a que el año puede dividirse en dos grandes estaciones: La seca (tonalco) y la de lluvias (xopan); asimismo las variantes climatológicas que se desenvuelven entre éstas. Ello implica, reconocer que esta característica climática daba pie a que los contenidos básicos de las fiestas se relacionaran con los dioses agro-pluviales y por contigüidad con las divinidades asociadas a las cuestiones climatológicas. La estrecha relación entre la actividad agrícola y los fenómenos climatológicos, obligaba a los astrónomos indígenas a estudiar el movimiento de los astros y las estrellas, esto más allá de la ideología teocrática-militar que emanaba al poder controlar este conocimiento, ya que ello, constituía un saber objetivo, su correcta interpretación dependía el éxito de las siembras campesinas, al respecto apunta Broda (2001): *“Del paso del Sol por el Cenit, depende también el fenómeno climatológico de la estación de lluvias. El primer paso cenital anuncia en Mesoamérica, que pronto caerán las lluvias, las que a su vez, son la condición necesaria para iniciar la siembra del maíz”*.

La confirmación de este hecho, conduce a un conocimiento preciso del ciclo del cultivo del maíz, y condiciona la ejecución de rituales en fechas que dependen de la evolución natural de esta planta (el maíz), cuya importancia social radicaba en que era el principal sustento de los pueblos mesoamericanos.

De ello, Broda (2000), deduce con justa razón, que había en las veintenas mexicas, cuatro fechas claves en el calendario ritual agrícola (deben descontarse 10 días, si se aplica el Calendario Juliano<sup>11</sup>): 12 de Febrero inicio del calendario ritual y es cuando se prepara la tierra para el cultivo y se llevan a cabo quemas de monte: 30 de Abril vinculado a la siembra; 13 de Agosto ligado a la presencia de las lluvias más intensas y con el crecimiento del maíz; y el 30 de Octubre, cuando se inicia la temporada de cosecha.

Relacionado con estos sucesos, se efectuaban cuatro grandes festividades: Atlcahualo, Hueytozotli, Tlaxochimaco y Tepeílhuitl. Durante estos meses, se desarrollaban rituales y festividades que representaban en vivo y de manera intensa, la Cosmovisión Mesoamericana. De acuerdo con Broda (2000), vinculadas a estas fiestas de origen prehispánico, se ligan la celebración de la Virgen de la Candelaria, la de la Asunción de la Virgen, la de la Santa Cruz, y la fiesta del Día de los Muertos (Broda, 2000). También, según Broda (2000), estas fiestas más allá de las reelaboraciones surgidas a partir de su amalgamamiento con el calendario cristiano, constituyen el núcleo central del sistema simbólico, ritual y religioso de numerosos pueblos y comunidades agrarias, rurales y centros urbanos, con influencia marcadamente de cultura agraria-pluvial. Su permanencia ha estado condicionada en buena medida por el ciclo básico del cultivo del maíz de temporal, la cual depende de la temporada de lluvias, hay que anotar, que estas festividades que se anotan, pueden no ser las de mayor significación en las diversas regiones y poblados, y que otros simbolizantes religiosos ocupen una posición trascendental, y que las fiestas que se mencionaron anteriormente no sea la principal y, que sean otras las centrales. Como por ejemplo, para muchos pueblos, la fiesta patronal puede ser la de San Isidro Labrador, o el Apóstol Santiago, o San Miguel, o las asociadas con las peregrinaciones a los santuarios religiosos.

El punto que aquí se quiere resaltar, tiene que ver con el carácter sistémico dado por el ciclo del maíz y su determinación para comprender los calendarios rituales de los pueblos indios, tanto en la época prehispánica como en los siglos posteriores, incluyendo el siglo XX y el actual siglo XXI. El cultivo de esta simiente americana, constituye el sistema sobre el cual se organizan el calendario ritual actual de las principales festividades, los mitos, los rituales, las ceremonias y las creencias de las comunidades indígenas y campesinas, y por extensión a zonas urbanas con influencia de la vida rural.

De hecho, el Calendario Católico, su liturgia y su filosofía metafísica trascendentalista, se reestructuró en función de esta pauta. No obstante los pueblos rurales pese a la subordinación religiosa y económica (que implicó súper-explotación, etnocidio y esclavitud), su dependencia a los cultivos básicos de temporal y los sustento lacustres tradicionales, los dioses del agua y de la lluvia, así como las propias deidades agrarias, terrestres y celestes, continuaron presentes en las funciones

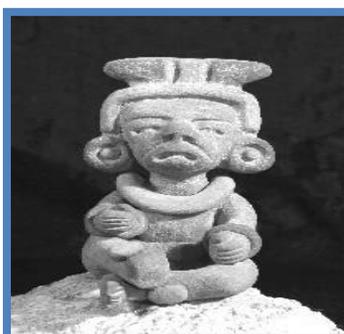
---

<sup>11</sup> *Calendario Juliano*: El Calendario Juliano es el antecesor del Calendario Gregoriano, y se basa en el movimiento aparente del Sol, para medir el tiempo. Desde su implantación en el año 46 a. C., se adoptó gradualmente en los países europeos y sus colonias hasta la implantación de la Reforma gregoriana, del Papa Gregorio XIII, en 1582.

religiosas que los caracteriza, traspuestas ahora a las nuevas representaciones simbólicas del santoral cristiano.

### **Tláloc: Los Tlaloques de los cerros, y la agricultura**

En el libro *“Los Dioses de la Lluvia”*, escribe Broda (1971) sobre el papel de los Tlaloques: *“Estos servidores o ministros “pequeños” de Tlaloc eran también cerros deificados. La relación que existe entre las montañas y las nubes, que traen lluvia, condujo a la concepción de unos dioses-cerros, dueños de aquélla”*. En efecto, para Sahagún los mexicas rendían culto a los cerros, en especial aquellos que eran prominentes y sobre los que se condensaban nubes: *“Todos los montes eminentes, especialmente donde se arman nublados para llover, imaginaban que eran dioses, y a cada uno de ellos hacían su imagen, según la imaginación que tenían de ellos”* (Sahagún 1956, T1). Tláloc es una deidad imponente, a la cual los nobles y los monarcas le rendían especial veneración, a través de un culto oficial por el que el Estado confederado mexica hacía valer su estatus como imperio, y se erguía como mediador entre la voluntad de Tláloc y los pueblos agrícolas. No obstante, a través de la adoración a los Tlaloques, como parte de la devoción a Tláloc, se desarrollaba un culto campesino, el cual pervivió a diferencia del culto oficial a Tláloc. Estas creencias campesinas aún persisten en pleno nuevo milenio: en Xochimilco y San Gregorio Atlapulco se han encontrado en las chinampas antiguas, pequeños ídolos enterrados de los cuales se tiene la idea que contribuyen a tener buenas cosechas y protección contra heladas. Y en muchas otras regiones indígenas del México actual, continúan presentes en su atributo de señor del monte o de la tierra, quien trae lluvias, como el caso de los llamados chaneques<sup>12</sup> entre los pueblos nahuas y popolucas del sur de Veracruz, o los achihualimes, para los nahuas del nororiente de Puebla. La Fig. 4.3 muestra la figura de un chaneque.



Fuente: <http://cifeeeac.blogspot.mx/2012/07/tras-las-huellas-de-los-duendes-por.html>

**Fig. 4.3.** Imagen de un chaneque.

---

<sup>12</sup> *Chaneques*: Los chaneques, (del náhuatl, "los que habitan en lugares peligrosos") o ("dueños de la casa"), son criaturas de la mitología mexica, entidades asociadas al inframundo, cuya principal actividad es cuidar los montes y los animales silvestres; presentan diferentes aspectos, de los cuales destaca el de pequeño hombre (o mujer) Estos seres habitan los bosques y las selvas, y cuidan de los manantiales, los árboles y los animales silvestres. Se cree que son capaces de asustar a la gente y hacerles perder su Tonalli, el espíritu asociado con el día de su nacimiento (v. tonalpohualli), lo que si no es corregido mediante un ritual destinado a recuperar el Tonalli perdido, puede ocasionar la muerte del individuo; cuando caminan los chaneques, dejan huellas blancas. En la actualidad, en el sureste de México, los chaneques son espíritus traviesos con aspecto de niños que esconden cosas y se aparecen a la gente distrayéndolos para hacerles perder el camino o desaparecerlos; Una creencia popular era la de usar la ropa al revés al andar solo por el monte, para evitar que los chaneques lo atrapan y se lo llevaran.

## El agua en los ritos funerarios

El agua no solamente es el elemento que engendra al mundo y crea al hombre (como sucede cuando la sangre (como líquido divino) de los dioses engendra al hombre), sino también le restituye la vida. Mediante un ritual de magia simpática, todos los atributos mortuorios son capaces de regenerarse, y producir por contagio, un nuevo florecimiento del alma y hacer que el elegido de Tláloc llegue a habitar el lugar donde todo brota y florece, allí, donde el hambre y los padecimientos no existen. Es tal el poder engendrador y regenerador de esta divinidad hídrica, que hasta la propia muerte vuelve a renacer. El agua y sus símbolos también se hacen presentes en el Mictlán, la región del inframundo, que es uno de los tres sitios a donde se iban las ánimas de los difuntos.

Sahagún (1956, T1), describe que en la preparación mortuoria del cuerpo, los “viejos ancianos y oficiales” del rito luctuoso: *Tomaban un poco de agua y la derramaban sobre la cabeza del difunto, diciendo al muerto: “Esta es la que gozasteis viviendo en el mundo; y tomaban un jarillo lleno de agua, y se lo daban diciendo; veis aquí con que habéis de caminar; y se la ponían entre las mortajas”*. Igualmente, a los señores y nobles, les introducían en la boca una piedrecita color jade que se dice Chalchitlicue; y los que pertenecían al pueblo, le metían una piedra menos preciosa, que se dice Texoxoctli o piedra de navaja, que hace las veces de un corazón para el difunto, y en otro párrafo posterior, agrega Sahagún (1956, T1): *“Y más, hacían al difunto llevar consigo un perrito de pelo bermejo, y al pescuezo le ponían hilo flojo de algodón; decían que los difuntos nadaban encima del perrillo cuando pasaban un río del infierno que se nombra Chiconahuapan”*.

Junto con una serie de papeles y tributos para los señores del inframundo, se amortajaba al recién fallecido, pasados ochenta días lo quemaban y cada doce meses durante 4 años se repetía la quema. Dos de los oficiantes se encargaban de recoger la “ceniza y carbón y huesos del difunto y tomaban agua diciendo: *“Lávese el difunto; y derramaban el agua encima del carbón y huesos del difunto, y hacían un hoyo redondo y lo enterraban. Y esto hacían así tanto en el enterramiento de los nobles como en los de la gente baja; y ponían los huesos dentro de un jarro u olla con una piedra verde que se llama chalchitlicue, y lo enterraban en una cámara de su casa, y cada día daban y poníanle ofrendas en el lugar donde estaban enterrados los huesos de los difuntos”* (Sahagún 1956: T1).

Pasado este tiempo, el difunto iniciaba una travesía por los nueve niveles en que se divide el Mictlán, en este submundo se localizaba un río de gran anchura imposible de atravesar por sí sólo; en su rivera viven los perros pertenecientes a los difuntos, cuando uno de ellos ve llegar a su amo en la orilla opuesta, al reconocerlo se echa al agua para que colgado a su cuello lo ayude a cruzar el río de nueve aguas, el Chiconahuapan. Hay en esta relatoría, un cúmulo de creencias míticas en torno al papel del agua que vale la pena detenerse. Semejante a un nuevo bautizo los oficiantes vertían agua sobre su cabeza, con lo cual quedaba protegido el difunto de los peligros que enfrentaría en su largo viaje al territorio desconocido del inframundo, (del que se sabe su existencia y que solamente muertos habrá de irse), se lleva para

ello, mantas y papeles (estos últimos contienen información para orientarse y poder atravesar con éxito las peligrosas regiones del inframundo), bien atados, y para poder sobrevivir en esta región: *“Lugar obscurísimo que no tiene luz, ni ventanas, ni han más de volver ni salir de allí, ni tampoco más han de tener cuidado y solicitud de su vuelta”* (Sahagún 1956).

Al alma del que fallecía se le proporcionaba agua como el único elemento que podía mantenerlo para poder cruzar el Mictlán, si bien, parece que se tenía una convicción que del inframundo no había retorno, la introducción de un Chalchihuitl u otra piedra equivalente, daba la esperanza que la vida volviera a retoñar como la vegetación, pues el color verde del Chalchihuitl es una clara asociación con el verdor de las plantas producidas por la acción del agua, y más aún, las cenizas se enterraban de la misma manera que se siembra el maíz, haciendo un agujero redondo como el que se forma con el espeque a la hora abrir la tierra, esto sin dejar de ver, que los restos óseos se guardaban en una olla y se enterraban en algún rincón (¿o esquina del mundo?) de la casa, por si en algún momento, estos huesos en caso de ser necesario, pudieran ser devueltos a la vida mediante el sacrificio divino de la sangre, al que la voz del Mito le atribuye un poder espermático. (Ver la Fig. 4.4, que muestra el espeque).



Fuente: [http://www.nacion.com/nacional/servicios-publicos/Adelantan-siembra-frijol-temor-sequia\\_0\\_1387861214.html](http://www.nacion.com/nacional/servicios-publicos/Adelantan-siembra-frijol-temor-sequia_0_1387861214.html)

**Fig. 4.4.** Fotografía que muestra que espeque.

No dejo de señalar la existencia de un oscuro río, que hacía la parte de un contra-Tamoanchan, eran aguas densas que sin un perro-guardián, se acabarían perdidos, pudriéndose en el Inframundo. El infierno para los Mexicas parece que no era habitado por las llamas sino por la humedad, el viento helado, la oscuridad y una continua putrefacción. Se confiaba que se retornaría a la tierra reencarnado en la naturaleza; que irse de viaje al inframundo era igual que cuando se enterraba a las semillas de maíz, éstas se elevarían airosas de la oscuridad y emergerían hechas plantas gracias a Tláloc, de ahí que introducir una piedra preciosa en la boca de los muertos, daba la confianza y seguridad de reencarnar a la vida.

## El agua como bendición

El agua como fuerza generatriz no podía faltar en el suceso que más la identifica como dadora de vida: El nacimiento de un nuevo ser. Son dos las ceremonias que relata Sahagún, en las que el recién nacido era ofrecido y dado en bendición a la diosa Chalchiutlicue; una es la del lavatorio y otra, el bautismo indiano. Recojo algunas de las oraciones que la partera decía para estas ocasiones, en las que se señala el papel sacro del agua: *“Acabando que la partera cortaba el ombligo a la criatura, luego la lavaba, y lavándola habla con ella y decía, si era varón: Hijo mío, llega a vuestra madre la diosa del agua llamada Chalchiutlicue o Chalchiuhtlatónac; tenga ella por bien de recibirte, y de lavarte; tenga ella por bien de apartar de ti la suciedad, que tomaste de tu padre y de tu madre, tenga por bien de limpiar tu corazón, y de hacerlo bueno y limpio; tenga por darte buenas costumbres. Luego la partera hablaba con la misma agua, y decía lo siguiente: Piadosísima señora nuestra que te llamas Chalchiuhtlicue o Chalchiuhtlatónac, aquí ha venido a este mundo este vuestro siervo, al cual ha enviado acá nuestra madre y nuestro padre, que se llama Ometecutli y Omecihuatl, que viven sobre los nueve cielo, que es el lugar de la habitación de estos dioses; no sabemos qué fueron los dones que trae”* (Sahagún, 1956: T1).

*“Tened por bien, (continúa la partera su plegaria) señora, que sea purificado y limpiado su corazón, y su vida, para que viva pacíficamente y sosegadamente en este mundo; lleve el agua toda la suciedad, que en él está, porque esta criatura se deja en vuestras manos, que sois Chalchiuhtlicue y Chalchiuhtlatónac, que sois madre y hermana de los dioses; en vuestra manos se deja esta criatura, porque vos sola mereceís y sois digna del don que tenéis, para limpiar desde antes del principio del mundo; tened por bien, señora, de hacer lo que os rogamos, pues ha venido a vuestra presencia”* (Sahagún, 1956: T1).

*“Señora nuestra Chalchiuhtlicue y Chalchiuhtlatónac, ha venido a vuestra presencia esta criatura: Ruego que la recibáis”. Dicho esto, la partera tomaba el agua, echaba sobre ella su resuello, y luego le daba a gustar a la criatura, y también le tocaba el pecho con ella, a manera de cuando se pone el óleo y crisma a los niños, y le decía de esta manera: “Hijo mío muy amado (y si era mujer decía, hija mía muy amada), llegaos a vuestra madre y padre la señora Chalchiuhtlicue y Chalchiuhtlatónac”. Y luego metía en el agua a la criatura, y decía: “Entra hijo mío (o hija mía), en el agua, que se llama Metlálac y Tuxpálac; lávate en ellas, límpiate, él que está en todo lugar, y tenga por bien de apartar de vos todo el mal que traéis con vos desde antes del principio del mundo. Váyase fuera, apártese de vos lo malo que os ha pegado vuestra madre y vuestro padre”* (Sahagún, 1956: T1).

“Y después de haber aparejado todo lo necesario para el bateo, luego se juntaban todos los parientes del niño, viejos y viejas, luego llamaban a la partera, que era la que bautizaba a la criatura que había parteado; se juntaban todos muy de mañana, antes de que saliese el sol, y en saliendo el sol, ya que estaba algo altillo, la partera demandaba un lebrillo nuevo, lleno de agua, y luego tomaba el niño entre ambas manos, y luego tomaban las circunstancias todas las alhajuelas que estaban aparejadas para el bautismo y las ponían en medio del patio de la casa; y para bautizar

el niño, se ponía la partera con la cara hacía el occidente, y luego comenzaba a hacer sus ceremonias, y comenzaba a decir: *¡Oh águila, oh tigre, oh valiente hombre, nieto mío!, has llegado a este mundo, te ha enviado tu padre y tu madre, el gran señor y la gran señora. Tú fuiste criado y engendrado en tu casa, que es el lugar de los dioses supremos del gran señor y de la gran señora que están sobre los nueve cielos; te hizo merced nuestro hijo Quetzalcóatl, que está en todo lugar: Ahora júntate con tu madre, la diosa del agua que se llama Chalchiutlícue y Chalchiuhtlatónac*".

Dicho esto luego le daba a gustar del agua llegándole los dedos mojados a la boca y decía de esta manera: *"Toma, recibe, ve aquí con qué has de vivir sobre la Tierra, para que crezcas y reverdezcas; ésta es por quien tenemos y nos mereció las cosas necesarias, para que podamos vivir sobre la tierra; recíbela. Después de esto le tocaba los pechos con los dedos mojados en el agua y le decía: Cata aquí el agua celestial, cata aquí el agua muy pura que lava y limpia vuestro corazón, que quita toda suciedad, recíbela; tenga ella por bien de purificar y limpiar tu corazón. Después de esto le echaba el agua sobre la cabeza, diciendo: Oh nieto mío, hijo mío, recibe y toma el agua del señor del mundo, que es nuestra vida, y es para que nuestro cuerpo crezca y reverdezca, es para lavar, para limpiar; ruego que entre en tu cuerpo y allí viva esta agua celestial azul, y azul clara! Ruego que ella destruya y aparte de ti todo lo malo y contrario que te fue dado antes del principio del mundo, porque todos, nosotros los hombres, somos dejados en su mano, porque es nuestra madre Chalchiutlícue. Después de esto lavaba la criatura con el agua, por todo el cuerpo, y decía esta manera: A donde quiera que estás, tú que eres cosa dañina al niño, déjale y vete, apártate de él, porque ahora vive de nuevo y nuevamente nace este niño, ahora otra vez se purifica y se limpia otra vez le forma y engendra nuestra madre Chalchiutlícue"* (Sahagún, 1956: T1).

*"Y luego la tornaba a poner, y luego la tercera vez la tornaba a lazar hacia el cielo, y decía: Oh señores dioses y diosas celestiales, que estáis en los cielos, aquí está esta criatura, tened por bien de infundirle y en inspirarle vuestra virtud y vuestro Sol, para que viva sobre la tierra"* (Sahagún, 1956: T1).

Hay en estas plegarias toda una mística del agua como poderosa y eterna fuente de vida. El agua es tan antigua como los dioses, precede a la formación del mundo, es una de las sustancias primigenias que participa en la génesis de las deidades, el mundo y el hombre. Libre de inmundicias es identificada como la pureza misma. Para las almas, muerte y nacimiento no están separadas, son parte de un mismo ciclo de un continuo morir y renacer, al respecto López Austin (1994), ha resaltado enfático esta visión unitaria: *"Para los antiguos nahuas, la muerte y la vida no eran extremos de una línea recta, sino dos puntos situados diametralmente en un círculo en movimiento. Así como toda vida conduce a la muerte, la muerte es la generadora de la vida"*.

En este movimiento, el agua es una sustancia que permite se cumpla el ciclo, pues a través de ella se regeneran las almas, de ahí que se despida a los muertos con agua y sean al mismo tiempo recibidos al mundo con ella. El agua es un alimento de las almas que las mantiene y les da energía.

Los hombres se deben a ella, si el agua no nos toma en sus brazos y no nos amamanta, el hombre irremediamente desaparecería, y más aún, la bóveda celeste se desplomaría. Por ello, el agua es una deidad poderosa capaz de quebrar el orden de una edad solar. Puede dar y quitar el agua, tiene el poder de secar o reverdecer la vida, de otorgar o suspender los mantenimientos, producir paraísos terrenales o enviar un diluvio: el mundo de los hombres está en sus manos. Ella nos crea y destruye, en el agua está encerrado nuestro origen y destino.

*“En una formula sumaría, podría decirse que las aguas simbolizan la totalidad de las virtualidades; son fons et origo, la matriz de todas las posibilidades de existencia”* (Mircea Eliade, 1972).

Es principio y fin, fundamento del mundo y la base de la existencia. Sin agua, la vida desaparece. Al igual que otras culturas, los mexicas hacen intervenir el agua en la creación de la humanidad, ella es el sustento; es la Madre del hombre. Prístina e inmaculada, sin mancha pecaminosa, es portadora de un don: Lava y purifica las faltas, aun aquellas suciedades heredadas de otros. Al venir a este mundo de trabajos, fríos y fatigas, por la gracia divina de Chalchiuhtlicue su cuerpo y su corazón son limpiados, dado en adopción, el niño se vuelve un hijo de la Madre-Agua. La criatura era puesta en brazos de la deidad desde el momento que entraba en contacto con el agua, con un resoplido de agua la partera estrechaba los lazos entre la deidad y el niño, quedaban unida su vida al agua como si fuera un nuevo cordón umbilical, se nacía en la tierra pero al sumergir y emerger de las aguas bautismales, el niño volvía a ser alumbrado por la diosa Chalchiuhtlicue. Como pacto de esta unión, su primer alimento que prueba en su nueva morada, son unas gotas de agua, desde ahora queda confirmado que él (o que ella), es un servidor de Chalchiuhtlicue y ella una proveedora, que de ahora en adelante lo llevará a cuesta y en sus brazos por el mundo. Es por demás evidente agregar las semejanzas de los rituales bautismales y los asociados a la resurrección por agua entre el cristianismo y la religión en Mesoamérica.

## **Transfiguraciones del agua**

Dos de las más significativas transfiguraciones del agua están dadas en la sangre y en el pulque. La sangre como transustanciación<sup>13</sup> del agua, es alimento para el astro solar, el Sol es corazón que transforma el líquido sanguíneo, esa esencial sustancia de vida, en luz, en calor, en energía; a través de ella el tiempo palpita, se nutre el movimiento y se da la alternancia de los días y las noches. La sangre como sustancia divina es devuelta en el sacrificio y en los rituales cuando ésta cae a la tierra es vista como un líquido que fertiliza y engendra vida. Porque la sangre es ante todo un elemento divino cuyo dador es Tláloc. De acuerdo al mecanismo del “Don” estudiado por Marcel Mauss, quien recibe está obligado a dar, para luego, poder recibir de nueva cuenta.

---

<sup>13</sup> *Transustanciación.* La Transustanciación o Transustanciación es una doctrina católica romana de la Eucaristía, definida por un canon del Concilio de Trento. Aunque en realidad ya figuraba desde el siglo IV, puesto que Cirilo de Jerusalén ya lo había redactado en el Catecismo a los catecúmenos. Posteriormente, el Concilio de Trento no hace más que confirmar lo que hacía 1.500 años se venía creyendo en lo referente a que: *“La consagración del pan y del vino que se opera en el cambio de toda la substancia del pan en la substancia del Cuerpo de Cristo y de toda la substancia del vino en la substancia de su Sangre”.*

Si los dioses con su sacrificio de sangre han dado la vida en cuyo interior palpita la sangre, es obligatorio devolver este *don*, de ahí que se ofrezcan corazones. Esta entrega de lo máspreciado del hombre, que es su propia existencia, permite, en el marco de una economía religiosa, que en el intercambio de este bien, se le devuelva al hombre con creces de más vida y de más sustento. Los sacrificios de sangre dedicados a las deidades del agua, significaba que los dioses eran obligados a devolverles sus dones con las lluvias necesarias para el sustento de la vida.

Otra transfiguración del agua, se da en el maguey, de cuya savia se produce una bebida. Es la diosa Mayahuel, una de las esposas de Tláloc, la que enseña a los hombres como extraer este líquido vegetal; vino de tierra lo llamaron los españoles. El pulque es por eso un elixir divino. Su ingestión es una manera de entrar en contacto directo con las divinidades. Al beber esta agua embriagante, el espíritu de los hombres conversa con las espiritualidades supremas. Así pues, en el mundo precolombino, es mediante esta bebida espirituosa que la mente establece comunicación con los dioses. En el pulque están escritos mensajes del cosmos que son leídos directamente, porque este vino es de la misma naturaleza que la del espíritu de los dioses, la comunicación es directa de alma a alma. Sólo que un exceso de este, sobrepasa la capacidad de comprensión de un mortal y, puede por ello embrutecernos o hacernos perder la razón y quedar sujetos a su voluntad, incluso a dioses como Quetzalcoátl, puede extraviarlos la embriaguez desmedida. La falta como el exceso de comunicación, nubila la visión y la mente, uno por oscuridad, y la otra, por demasía de luz.

## Hidromancia<sup>14</sup>

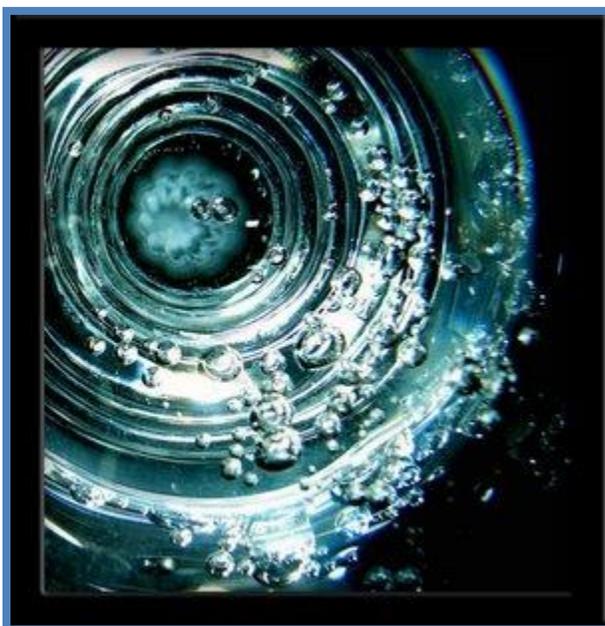
El mundo y la vida se disuelven y renacen en el agua. En ella está cifrado nuestro origen y destino, en ese sentido es revelador el siguiente texto: *“El luego tomó el hueso y el resto de la ceniza y se metió en un apaztle (que quiere decir lebrillo), desde el cual llamó a todos los dioses para la creación del hombre primero. Los cuales juntos se sacrificaron la lengua (es decir; vertieron su líquido precioso: Su sangre), y así comenzaron el primer día de la creación del hombre, formándole el cuerpo, el cual se movió enseguida”* (Garibay, 1996). La Fig. 4.5 muestra una imagen del efecto de la hidromancia, al caer una sortija dentro del contenedor de agua, e interpretar su movimiento. Como los dioses han encarnado en la naturaleza, el hombre está obligado a observarla, para interpretar los mensajes que la voluntad divina manifiesta, interpretar correctamente las señales y los signos, es una cuestión vital para evitar la cólera de las deidades o los males que pueden atraparle, un lector de la escritura de los dioses es un hermeneuta, un intérprete de lo sagrado, un testigo de la hierofanía<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> *Hidromancia*. La hidromancia es un método de canalización de la videncia a través del agua. Ésta es una técnica milenaria, se sospecha que es la primera *mancia* adivinatoria que fue utilizada después del fuego (*licnomancia*) y que muy pocos dominan actualmente, ya que su arte se perdió en el albor de los tiempos. Requiere de una gran concentración, además del *don* de la videncia. Su uso fue bastante extendido entre las primeras civilizaciones. Se sabe, por ejemplo, que los hebreos la utilizaban para sus consultas adivinatorias y que la mayoría de las antiguas sacerdotisas (mujeres dedicadas a los ritos y ofrecimiento de sacrificios a ciertas deidades, así como al cuidado de sus templos) estaban dotadas para saber usar los poderes mágicos del agua en la adivinación. Tras un baño ritual se las trasladaba a un sitio donde el agua estuviese tranquila, y allí, usando el agua como si se tratara de un espejo eran capaces de visualizar sucesos que estaban aconteciendo aunque fuera a mucha distancia de donde se encontraban.

<sup>15</sup> *Hierofanía*: Del griego *hieros* (ἱερός) = sagrado y *faneia* (φαίνειν) = manifestar. Es el acto de manifestación de lo sagrado, conocido también entre los hinduistas y budistas con la palabra de la lengua sánscrita *darśana*.

De ahí, que surjan los especialistas de los mensajes que puedan leer las nubes, los aires, las aguas, las luces, los sonidos y un sin fin de manifestaciones naturales que ocultan o portan los comunicados de los dioses. No saber leerlos puede resultar fatal. De esta forma, se constituye un sistema metafísico de comunicación, que no excluye la aprehensión objetiva del mundo, y que permite explicar y conocer la naturaleza, derivándose un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que sirve de base para realizar trabajos y obras exitosas en provecho del hombre. Por lo que este sistema metafísico de comunicación se mueve en dos direcciones: Exotérico (conocimiento y manipulación objetiva de la naturaleza) y esotérico (conocimiento y manipulación simbólica de la naturaleza). Situados en el polo de lo esotérico, los sacerdotes, y quienes puedan leer los mensajes cifrados que han escrito los dioses, serán vistos como intermediarios de ellos, y estarán vestidos de sacralidad, puesto de lo se trata es de comprender los significados de las revelaciones de las hierofanías.



Fuente:

[https://www.google.com.mx/search?q=Hidromancia&es\\_sm=122&tbn=isch&imgil=mPcluwArhMz3M%253A%253BCTKuDK5KYVJpJM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fesotericos.org%25252Fmetodos-de-la-hidromancia%25252F&source=iu&pf=m&fir=mPcluwArhMz3M%253A%25252CCCTKuDK5KYVJpJM%252C&usg=\\_aIDPWodrBuYwYq98iN27eWuo\\_UO%3D&biw=1366&bih=643&ved=OCDAQyjc&ei=y2ppVlunHNWlyATfhLAAQ#facrc=&imgdii=&imgrc=mPcluwArhMz3M%253A%253BCTKuDK5KYVJpJM%253Bhttp%253A%252F%252Fesotericos.org%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F06%252FM%2525C3%2525A9todos-de-la-Hidromancia.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fesotericos.org%252Fmetodos-de-la-hidromancia%252F%3B300%3B307](https://www.google.com.mx/search?q=Hidromancia&es_sm=122&tbn=isch&imgil=mPcluwArhMz3M%253A%253BCTKuDK5KYVJpJM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fesotericos.org%25252Fmetodos-de-la-hidromancia%25252F&source=iu&pf=m&fir=mPcluwArhMz3M%253A%25252CCCTKuDK5KYVJpJM%252C&usg=_aIDPWodrBuYwYq98iN27eWuo_UO%3D&biw=1366&bih=643&ved=OCDAQyjc&ei=y2ppVlunHNWlyATfhLAAQ#facrc=&imgdii=&imgrc=mPcluwArhMz3M%253A%253BCTKuDK5KYVJpJM%253Bhttp%253A%252F%252Fesotericos.org%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F06%252FM%2525C3%2525A9todos-de-la-Hidromancia.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fesotericos.org%252Fmetodos-de-la-hidromancia%252F%3B300%3B307)

**Fig. 4.5.** Muestra del uso de la hidromancia. Se deja caer una sortija en el contenedor de agua, y se interpreta su recorrido.

En una reseña sobre las abusiones o idolatrías que el religioso, Juan Baptista registró y, ordenadas en un apéndice por el padre Ángel María Garibay (Teogonía e Historia de los Mexicanos), se hace referencia a una forma de hidromancia que realizaban una especie de magos, conocidos como Atlanteitque: *“Echan agua en una jícara ancha que está de dentro teñida de verde oscuro y miran allí en el agua y luego dicen al enfermo si morirá o sanará: Dando a entender que allí lo ven y para maravilla y muy acaso aciertan”* (Garibay, 1956).

A este recipiente complementa Garibay, se echaban granos masticados de maíz, y que Atlanteitlique puede traducirse como “los que ven a la gente en el agua”. Las predicciones por agua, están en función de asociar el destino de los hombres a lo que ocurriera con el maíz, y en la medida que el agua es la que hace brotar la semilla y permite que ésta crezca y dé sus frutos, es inevitable que para saber qué sucederá con la planta se ligue su vida al agua, de ahí que pueda derivarse, que el hombre es maíz enraizado a la tierra y que sin la presencia de la lluvia, éste padecerá y podría morir. Esta idea del maíz dentro del agua, hace sugerir, que sumergido en el agua un hombre puede ver su destino, cuando el Atlanteitlique escupía el maíz en la jícara, en realidad lo que hacía era sumergir al paciente en el agua, y lo que sucediera a éste masticado dentro del recipiente, le sucederá a él, el intérprete tendría la capacidad de ver lo que el futuro le deparaba al consultante. Por eso, el agua está asociada al futuro del hombre. Leer lo que nos dice el maíz en el agua, es leer nuestro destino. Recuérdese que la unidad maíz-hombre es por sí misma, de un contenido trascendental y vital para las culturas agrícolas mesoamericanas, son permanentes las alusiones a esta interdependencia, basta con que se mire el mural de los hombres-maíz pintado en los murales del templo rojo en Cacaxtla (en el estado de Tlaxcala), para comprender la dimensión que tuvo el maíz para estos pueblos de la antigüedad americana, y que hoy en día, esta relación sigue siendo un eje axial y crucial para comprender la vida religiosa, social, política, económica y cultural de las comunidades rurales del México de hoy. Hoy en día el número siete es mágico en los pueblos indios, y lo es porque la semilla de maíz para brotar tarda alrededor de siete días para que empiece a germinar.

### **Lectura de augurios**

Como pensaban los románticos europeos, si la naturaleza es un bosque de símbolos, éste puede ser leído si se presta atención, el código de los dioses puede ser descifrado. Al morir las divinidades éstos se transfiguran o se han transformado en la substancia y esencia de las cosas y los seres. Por eso la observación de la naturaleza es una fuente de revelaciones; el arribo de las aves de temporada y la forma en que cantan son mensajes a descifrar, en el caso de los mexicas, Sahagún cuenta que estos sucesos les servían para pronosticar las heladas y lluvias por llegar (Sahagún, 1956). En ese mismo talante, los malos augúros respecto al agua podrían desencadenarse a partir de la presencia de un hidrópico, al retener él, el agua; señalaba que las aguas estarían retenidas, un mal de agua podía contagiar a la estación; por el contrario, el llanto de los niños, su continuo lagrimeo atrae la lluvia, el hidrópico atrapa el agua en su cuerpo y provoca la retención, producirá en consecuencia sequía, de manera inversa, los niños al llorar evocan a las nubes a soltar sus aguas.

El agua como una serpiente circular, va de Tamoanchán al Inframundo. ¿Cuál es su principio?, ¿dónde está su fin? El agua no tiene centro, fluye como el tiempo. ¿Pero de qué se sustenta? Estas interrogantes eran preocupaciones fundamentales para el hombre prehispánico. El agua como la sangre, es un fluido vital que hace germinar y alimenta de vida a la vida, gracias a ella nos mantenemos. Como un enorme corazón, la Tierra hace correr el agua por sus ríos, lagos y mares. Pero al interior mismo de esta majestuosidad del agua, se encierra una fuerza descomunal

manifiesta en lo que ahora se llaman fenómenos extremos meteorológicos, y que el hombre ante su furia se doblega y atemoriza. Imagínese pues, al hombre erguido, sensible, pensante pero mortal, frente a este elemento que sobrepasa sus fuerzas y su entendimiento. Es ante estas circunstancias que la naturaleza se sacraliza. Surge la presencia de lo sagrado, aparece lo que Mircea Eliade acertadamente llama, hierofanía, la manifestación de lo sagrado (Mircea Eliade 1972), y a su vez, lo sacro es lo que comprende, porta o expresa lo divino. Si bien es correcto comprender el culto del agua en los mexicas y pueblos residentes en el Valle de México desde la óptica de petición de lluvia para la obtención de cosechas, éste rebasa las fronteras de las siembras agrícolas. Las hierofanías del agua buscan entender y dar claridad a los fenómenos físicos del agua, pero hay que pensar también, que lo sacro incluye un mundo ignoto e incomprensible. En la celebración de lo sagrado se contiene esta dimensión desconocida, a la cual se venera aunque no se comprenda cabalmente.

### **Conocimiento de los ciclos naturales, taxonomías y capacidad para predecir y pronosticar fenómenos**

Las características fisiográficas de la Faja Volcánica Transmexicana, y en especial la Cuenca de México, tienen una significación especial para los estudios de las culturas de los pueblos precolombinos. La observación-representación de la naturaleza y los trabajos de adaptación y aprovechamiento que sobre estas formaciones han realizado los diferentes grupos y sociedades que las han habitado, influyeron decisivamente en los fundamentos de la cosmovisión mesoamericana. Es en estas regiones donde surgirá un complejo culto al agua que tendrá unos de sus momentos más álgidos con el desarrollo de los dioses agro-pluviales del Altiplano Central, principalmente en torno a Tláloc. Ello es comprensible si se considera a la cuenca como una región geo-ambiental, cuyo funcionamiento hidrológico es determinante para el establecimiento y constitución particular, tanto de un sistema ecológico como de uno social. Siendo el agua el elemento fundamental de la vida, es con base a ella que las formas y los seres vivos tejen sus relaciones y modos de existir. El hombre y sus sistemas sociales y culturales no son la excepción. Independientemente de la especificidad de cada cuenca, en todas ellas el ciclo del agua es un proceso constante que determina su constitución, de ahí, que en el presente, los ingenieros hidráulicos del país, para programar sus planes hídricos de una región, utilicen el concepto de “cuenca hidrológica” como unidad básica de planeación (Carabias, *et al.*, 2005).

En el caso de la cosmovisión mesoamericana, la presencia y actividad volcánica, los contrastes entre planicies y elevaciones montañosas, la presencia de cavernas y cuevas, la majestuosidad y diversidad de los cuerpos de agua, en oposición con las zonas semiáridas y áridas existentes en una misma cuenca, asimismo, la rica biodiversidad de los entes vivientes que lo habitan, configuraron un mundo natural referencial que compartieron numerosos pueblos de Mesoamérica. Hay que agregar, que el factor ambiental decisivo que impactó por igual a todas estas culturas, lo constituyó la alternancia de regímenes de lluvias y de sequía. Y esto último, se liga a fenómenos meteorológicos, como los huracanes, las tormentas, las granizadas y las heladas, que han incidido de forma muy importante en la cosmovisión indígena del agua.

En ese sentido, al igual que en el caso de los científicos modernos que conciben al sistema hidrográfico de una cuenca como base para comprender el funcionamiento geo-ambiental y las relaciones socioeconómicas que se desarrollan a través de los usos del agua, así los pueblos mesoamericanos, desde sus fundamentos culturales, también, concibieron la cuenca hidrológica como la unidad material para forjar su Cosmovisión. Es dentro y a partir de ese entorno natural, que la ausencia o presencia, el tipo de efectos y las diversas manifestaciones del agua, los fenómenos climatológicos y astronómicos; que los pueblos indios crearán un profundo e intricado sistema de representaciones en el que el agua tiene un papel esencial en su visión, y configuración conceptual y sensible de su mundo y el cosmos que lo circunda, situación que se continúa hasta la fecha, sobre todo en las poblaciones rurales y de marcada influencia cultural indígena.

En efecto, no puede uno estar más de acuerdo con el autor del *El Embrujo del Lago*, respecto a las culturas desarrolladas en lo que hoy comprende la Cuenca de México, cuando resalta que a través de la cosmovisión mesoamericana se expresan ciertas características básicas del sistema hidrológico e hidrográfico de la cuenca. Ello obedece a un profundo conocimiento derivado de una observación objetiva de la naturaleza, que engloba entre otras cosas, el desarrollo de la astronomía y los calendarios rituales vinculados a la agricultura y a la vida cotidiana.

Producto de los cambios originados por los movimientos de las placas de cocos y norteamericana y la actividad volcánica secular, en el Altiplano Central de México se configuró en una cuenca endorreica formada por sierras, numerosos volcanes, cerros, valles, planicies, cuevas, barrancas y montes, en el que sus partes más elevadas llegan a los 3 500 [metros] de altitud, con excepción de los grandes volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl cuya altitud alcanza los 5 438 y 5 286 [metros] sobre el nivel del mar, respectivamente.

A causa de esta estructuración geológica en la planicie del Valle de México y las intensas precipitaciones, se formó una serie de grandes lagos, que en su conjunto, los geólogos estiman que en el año 1 000 antes de nuestra era (de acuerdo a los datos de Exequiel Ezcurra), cubría una superficie de alrededor de 1 500 [km<sup>2</sup>]. En esa época, alrededor de estos lagos, las praderas y colinas estaban cubiertas con abundantes pastizales, arbustos y zonas arboladas cuya superficie se extendía por toda la cuenca formando regiones boscosas, entorno ideal para que prosperara una rica y variada flora y fauna. Señala este mismo autor, que la zona lacustre: *“Estaba formado por cinco lagos someros, encadenados de norte a sur, Zumpango, Xaltocan, Texcoco, Xochimilco y Chalco. Los dos lagos del sur, Chalco y Xochimilco, y los dos del norte, Zumpango y Xaltocan, eran algo más elevados y sus aguas escurrían hacia el cuerpo de agua central más bajo, Texcoco donde la escorrentía de toda la cuenca se acumulaba antes de evaporarse a la atmósfera”* (Ezcurra, 1996).

Como se sabe, las aguas al paso por los suelos y piedras disuelven sales minerales que se depositan en los cuerpos de aguas o en las tierras bajas hacia donde descienden las aguas. Este fenómeno al repetirse centuria tras centuria, originó que el Lago de Texcoco al tener un nivel inferior respecto a los otros lagos, se depositarán

grandes cantidades de sales y, al no contar éste con ningún otro conducto o salida de agua, acabará convirtiéndose en un lago de agua salada. Es este el entorno geohídrico donde se desarrollará la civilización de los mexicas, en el que un rasgo decisivo fue el generar una alta cultura del agua, no solamente en términos de su cosmovisión del agua sino también por sus obras hidráulicas y tecnologías de riego, abastecimiento y drenaje del agua.

#### 4.2. Las chinampas, y las obras hidráulicas

En la cuenca de México, los diferentes grupos que se asentaron después de la caída de Tula en el siglo XII, desarrollaron una serie de tecnologías hidráulicas e impulsaron la agricultura de riego a través (entre otras alternativas) de la chinampa. Este sistema lacustre de cultivo, encuentra su máxima expresión al formarse *La Triple Alianza*. Bajo la hegemonía de los mexicas, se conformó un sistema hidráulico, consolidándose la rica tradición de cultura lacustre y de agricultura intensiva de riego. Y si a ello, se le suman los otros tipos de técnicas agrícolas, como el terrazo, secano o sistemas de riego por canales, dio como resultado, la formación de una sociedad cuyo funcionamiento dependía en sumo grado del agua.

Ejercer el dominio del agua, implicaba, por una parte, el control, el uso y el manejo físico del agua; y por otra, el manejo del aparato simbólico desarrollado en la Cosmovisión indígena, para mediar y comprender los designios de los dioses del agua, de la agricultura y de la fertilidad, expresados o manifiestos en la geografía ritual de la cuenca. El papel destacado de la lluvia y del cultivo del maíz, particularmente, se refleja intensamente en la cosmovisión indígena, especialmente en las múltiples ceremonias y rituales plasmados en sus calendarios, y que regían las actividades agrícolas, sociales y religiosas (Broda, 2001). Sin embargo, no es posible caracterizar a la Triple Alianza como un estado hidráulico, esto a causa de que la organización social, tenía otros pilares que la hidráulica para su sostenimiento, como la tributación, el comercio y la guerra florida. No obstante, tampoco, puede soslayarse la importancia de la tecnología hidráulica en la composición de la sociedad mexicana, sus aliados y sus vasallos; de hecho, la caída de Tenochtitlan es debida en buena medida por que Hernán Cortés, para lograr la conquista de la capital de los mexicas, dispuso de una estrategia acuática, que incluía el combate naval y el control de la infraestructura hidráulica.

El sistema hidráulico como parte de la estructura del gobierno confederado de la Triple Alianza: El conquistador español Hernán Cortés y sus hombres después de atravesar el paso entre el Popocatepetl y el Iztaccihuatl, los legendarios volcanes que se alzan como guardianes de la cuenca, pasan por Amecameca, luego se internan por la provincia de Chalco. A su paso por la zona lacustre, quedan impresionados de encontrar poblados enclavados en las lagunas, dice Cortés: *“Y todavía seguía el camino por la costa de aquella gran laguna y a una legua del aposento donde partí, vi dentro de ella, casi dos tiros de ballesta, una ciudad pequeña que podría ser hasta de mil o dos mil vecinos, (probablemente Mixquic) toda armada sobre el agua, sin haber para ella ninguna entrada, y muy torreada, según que de lo fuera parecía. Y otra legua adelante, entramos por una calzada tan ancha como una lanza jineta, por la laguna*

*adentro, de dos tercios de legua, y por ella fuimos a dar a una ciudad, la más hermosa, aunque pequeña, que hasta entonces habíamos visto, así de muy bien obradas casas y torres como de la buena orden que en el fundamento había, por ser armada toda sobre agua” (Cortés 1961).*

Pero donde quedaron más maravillados aún, fue al internarse a la ciudad de Tenochtitlan. Después de atravesar una calzada en medio del agua, asombrado, Cortés describe su llegada a Iztapalapa: *“Tenía esta ciudad de Iztapalapa doce o quince mil vecinos; la cual está en la costa de una laguna salada grande, la mitad dentro del agua y la otra mitad en la tierra firme. Tienen en muchos cuartos altos y bajos jardines muy frescos, de muchos árboles y flores olorosas; asimismo albercas de agua dulce muy labradas, con sus escaleras hasta lo fondo. Tiene una muy grande huerta junto a la casa, y sobre ella un mirador de muy hermosos corredores y salas, y dentro de la huerta una muy grande alberca de agua dulce, muy cuadrada, y las paredes de de gentil cantería, y alrededor de un andén de muy buen suelo ladrillado, tan ancho que pueden ir por él cuatro paseándose” (Cortés, 1961).*

Con una escritura más sensible, Bernal, describe así el paisaje de la cuenca: *“Y otro día por la mañana llegamos a la calzada ancha y vamos camino a Iztapalapa. Y desde que vimos tantas ciudades y villas pobladas en el agua, y en tierra firme otras grandes poblaciones, y aquella calzada tan derecha y por nivel cómo iba a México, nos quedamos admirados, y decíamos que parecía a las cosas de encantamiento que cuentan en el libro de Amadís, por las grandes torres y cúes y edificios que todos tenían dentro en el agua, y todos de calicanto, y aun algunos de nuestros soldados decían que si aquello que veían si era entre sueños. Después de bien visto todo aquello fuimos a la huerta y jardín, que fue cosa muy admirable verlo y pasearlo, que no me hartaba de mirar la diversidad de árboles y los olores que cada uno tenía, y andenes llenos de rosas y flores, y muchos frutales y rosales de la tierra, y un estanque de agua dulce, y otra cosa de ver: Que podían entrar en el vergel grandes canoas desde la laguna por una abertura que tenían hecha, sin saltar en tierra” (Díaz del Castillo 1970).*

Y más adelante en su crónica, estando en Xochimilco, señala Bernal: *“Quiero decir ahora que están muchas ciudades las unas de las otras cerca de la gran ciudad de México, obra de dos leguas, porque Xochimilco, y Coyoacán y Huichilubusco e Iztapalapa y Cuedlavaca (Cuitláhuac) y Mezquique y otros tres o cuatro pueblos que están poblados los más de ellos en el agua” (Días del Castillo 1970).*

Desde un principio, los españoles observan poblados y ciudades lacustres, comunicada tanto por calzadas que sirven al mismo tiempo de diques y caminos, como a través de una red de canales (acalotes y zanjas) que se entrelazan y conectan a los diferentes pueblos ribereños y al sistema chinampero entre sí. A tal grado, que desde de Ayotzingo, un verdadero puerto comercial situado al extremo del Lago de Chalco, podía arribarse al centro de Tenochtitlán. Por esta entrada, era posible transportar mercancías provenientes de la tierra caliente de Morelos y de Guerrero, como la de los Valles de Puebla y de Tlaxcala.

Los conquistadores observan depósitos de agua dulce en medio de lagunas saladas, asimismo; ven un conjunto ordenado de andenes y huertos cultivados, (evidentemente chinampas), tanto en tierra firme como sobre el propio lago. No menos sorpresa causó a los españoles, encontrarse con obras como el Albarradón de Netzahualcóyotl que dividía de norte a sur, en dos cuerpos lacustres al Lago de Texcoco, formando hacia el occidente la llamada laguna de México que circundaba a Tenochtitlán, esta obra, se construyó con la finalidad de ejercer un mayor control sobre las crecientes del Lago de Texcoco, y contener el flujo del agua salada; no menos impresionante, fue conocer el doble Acueducto de Chapultepec que les permitía darle mantenimiento sin cortar el abasto de agua a la ciudad, y los embalses o “cajas” que proporcionaban agua dulce a la capital mexicana. Asimismo, el control de avenidas tan sorprendente como la desviación del Río Cuautitlán hacia el norte de la cuenca, que se hizo, para protección de inundaciones, y usar el agua para riego agrícola.

Al igual que Cortés o Bernal Díaz de Castillo, otros españoles han descrito las diferentes obras hidráulicas y si a éstas se suman las fuentes de origen prehispánico, es posible reconstruir la infraestructura hidráulica del llamado Valle de México, Ángel Palerm y otros autores como Teresa Rojas, Rafael Strauss y José Lameiras, han mostrado la complejidad del sistema hidráulico que operaba en los cuerpos lacustres de la cuenca. Las principales obras que funcionaban antes de la culminación de la conquista, se pueden resaltar las siguientes: El citado Albarradón de Netzahualcóyotl y el de Ahuítzotl, las calzadas-diques de Tacuba, Tepeyac, Xochimilco, Iztapalapa, Azcapotzalco y Tláhuac entre las más importantes, que conectaban el centro de Tenochtitlán con las principales ciudades y que servía también como vías de comunicación entre los poblados o para separar los cuerpos lacustres, como la calzada de Tláhuac que separaba a Chalco de Xochimilco (Palerm, 1973; Rojas, *et al.*, 1974). Los acueductos y los canales de abastecimiento de agua dulce provenientes de los manantiales cercanos, desecación del lago para fines agrícolas, asimismo, el uso de una serie de drenajes, puentes levadizos, embarcaderos, albercas, estanques, posibles compuertas para control hidráulico, jardines alimentados por acequias y estanques artificiales, igualmente canales de navegación y zanjas para humedecer e irrigar y transportar mercancía.

Todo este desarrollo, constituye en su conjunto una infraestructura hidráulica con base a lo cual se controlaba el agua para hacer de Tenochtitlan y sus ciudades adyacentes, una civilización lacustre. Es de subrayarse, que paralelamente a la obra hidráulica, se impulsaron los cultivos chinamperos, generándose un sistema chinampero al servicio de la tributación, que al dominar la tecnología de ganarle suelo al lago, era posible planificar y ordenar las sementeras en unidades de explotación agrícola, creándose una arquitectura de paisaje que transformó la zona lacustre en un entorno moldeado antropogénicamente. La chinampa en tiempo de los mexicas, no solamente se construyó a partir de aprovechar las condiciones naturales lacustres, sino, que con las obras hidráulicas, el gobierno mexicana y sus aliados confederados, ejercían cierto control sobre las crecidas y la salinización de las aguas, creando así un entorno favorable para la edificación planificada de chinampas.

En ese sentido, se construyó un distrito o sistema chinampero de agricultura intensiva, jamás visto en la historia mesoamericana. Para el siglo XVI Parson calculó que la productividad del conjunto chinampero de Chalco-Xochimilco, cuya superficie se estimó en 9 500 [hectáreas], podían mantener a una población de alrededor 200 mil personas (Parson en Rojas, 1993). Por lo que resulta claro que las chinampas, constituían un bastión fundamental para el sostén económico del gobierno mexica, por lo que el control político del sistema hidráulico y de las fuentes hídricas de la cuenca, resultaban una prioridad para el pueblo que quisiera tener la hegemonía del Valle de México.

La historia del control militar y político de los mexicas en la cuenca, se hace mucho más comprensible, si se plantea como un proceso por ejercer el dominio y la administración del agua. Y ello, tanto en los aspectos tecnológicos, físicos, administrativos, como los religiosos e ideológicos involucrados en el control hídrico. La apropiación simbólica del paisaje de la cuenca, desde la óptica agraria-pluvial, era un rasgo que se enfatizaba en los rituales y ceremonias relacionadas con en el agua y la agricultura oficializadas en las veintenas, esto incluye, evidentemente las obras hidráulicas.

Es claro que el cogobierno de la Triple Alianza, era teocrático-militar, lo que le permitió tejer un imperio comercial y perfeccionar un sistema tributario en especie y en fuerza de trabajo, pero a esta caracterización, hay que anexarle al perfil de su gobierno, el aparato hidráulico orientado a explotar en beneficio del estado confederado, la agricultura intensiva y al aprovechamiento lacustre. No obstante, esta civilización estaba inscrita en un sistema mágico religioso, en el que la cosmovisión jugaba un papel trascendental, que comprendía en primer término a la cuenca y su funcionamiento hidrogeológico, y simultáneamente, a aquella, en la constitución del cosmos ordenada por los dioses tutelares. Para los mexicas fueron principalmente Huitzilopochtli y Tláloc, deidades supremas veneradas en el Templo Mayor de Tenochtitlán. Para otros pueblos ribereños, los principales eran Quetzalcóatl y Tláloc. En otros términos, la tecnología hidráulica dependía también de Tláloc y las otras deidades del agua.

### **Las chinampas**

Una chinampa (del náhuatl chinamitl, seto o cerca de cañas), es un método mesoamericano antiguo de agricultura y expansión territorial que, a través de una especie de balsas cubiertas con tierra, sirvieron para cultivar flores y verduras, así como para ampliar el territorio en la superficie de lagos y lagunas del Valle de México; haciendo a México-Tenochtitlán una ciudad flotante. Las utilizaban para la agricultura y adueñarse de los otros terrenos. Se trata de una balsa, de armazón hecha con troncos y varas, en ocasiones de considerables dimensiones, sobre la que se deposita tierra vegetal debidamente seleccionada con materias biodegradables como pasto, hojarasca, cáscaras de diferentes frutas y vegetales, etcétera. En la chinampa, se sembraba un sauce para que sus raíces crecieran desde el agua hasta la tierra firme en la ribera de lagunas y arroyos, y luego de que el sauce crecía, sembraban diferentes cultivos los cuales luego cosechaban.

Se trata de una técnica iniciada en época de los toltecas, aunque su máximo desarrollo se consiguió en el siglo XVI. Hacia 1519, esta técnica, por ejemplo, ocupaba casi todo el Lago Xochimilco, y su combinación con otras técnicas como la irrigación por canales y la construcción de bancales, permitió sustentar una población muy densa. La Fig. 4.6, muestra una zona de chinampas en Xochimilco.



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Chinampa#mediaviewer/File:Chinampas\\_Xochimilco.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Chinampa#mediaviewer/File:Chinampas_Xochimilco.jpg)

**Fig. 4.6.** Fotografía de una zona de chinampas en el Lago de Xochimilco.

A inicios del Formativo Tardío, se hizo necesario introducir formas intensivas de producción de alimentos, en particular relacionadas con la agricultura. De este modo, los agricultores aprovecharon las márgenes de los pantanos y de las concentraciones de agua formadas durante la estación húmeda con el fin de obtener suelos mejor irrigados y más ricos, pudiendo conseguir en ocasiones tres cosechas anuales. También, como ocurrió en el Río Bec, cultivaron jardines en torno a sus casas (cortijos), donde plantaron otras plantas que requerían mayor cuidado, y que diversificaban su dieta. En la misma región y en las montañas en torno al sitio de Caracol, fueron modificadas numerosas colinas con el fin de contener terrazas agrícolas que aumentaran la producción, a la vez que frenaran la erosión. Sin embargo, el carácter verdaderamente intensivo de la agricultura vino de la mano de los drenajes y de las modificaciones realizadas en torno a las zonas acuáticas, dando lugar a un sistema que se ha denominado de campos levantados, de gran similitud a las chinampas del centro de México. Consisten éstas en concentraciones artificiales de tierra, limitadas por canales de agua y situadas en márgenes de ríos y pantanos. Con este sistema, se asegura una suficiente cantidad de tierra fértil bien irrigada, de manera que no es necesario el barbecho en el trabajo de los campos, obteniéndose una producción abundante para alimentar a los ocupantes de los grandes núcleos urbanos. Los bajos de Belice, la región del Río Bec, las márgenes del Río Candelaria, y otros lugares tuvieron este sistema intensivo en la agricultura. En la zona lacustre de la delegación Xochimilco y Tláhuac se encuentran los últimos relictos de agricultura de Chinampas; un antiguo sistema de agricultura de humedal cuyo origen se remonta a más de 900 años, cuando la sociedad Náhuatl florecía en la cuenca de México (Rojas, 2004), y que ha sido nombrado como uno de los sistemas más sustentables jamás logrados (Jiménez-Osorino *et. al.*, 1990; Ezcurra, 1991; Altieri, 2004).

La zona de chinampas en el suelo de conservación se encuentra principalmente ubicado en el área agrícola de tres poblados: Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y de forma escasa en San Luis Tlaxialtemalco, lugar donde la agricultura de invernaderos la ha sustituido. En la actualidad, la zona de Chinampas y demás sistemas agrícolas asociados a suelo lacustre, han sido superados por la urbanización convirtiéndose en una enorme isla de agricultura tradicional urbana en medio de la ciudad de México. En esta zona, se continúa cultivando una variedad de hortalizas y plantas de ornato, las actividades productivas se han diversificado creando condiciones para el desarrollo de la economía local así como provisión de bienes y servicios para la ciudad (Losada, et. al., 2000). El turismo, el ganado estabulado, los cultivos de traspatio, la floricultura de invernaderos y la horticultura de chinampas, son las principales actividades asociadas al suelo de conservación. Los bienes producidos en estas localidades son vendidos en los centros de distribución de alimentos, mercados locales o exportados a otros estados de la República Mexicana, dada la férrea competencia que se vive en los principales centros de abasto de la ciudad. Otra parte de la producción es consumida en los hogares de los productores.

Asociada a la zona agrícola se encuentra una zona inundada; efecto de los constantes hundimientos del suelo lacustre, que se ha transformado después de varios años (aproximadamente 1990) en un humedal de tipo estacional y permanente, en el cual se realizan procesos ecológicos que tienen implicaciones en la limpieza del aire de la ciudad, remoción de sustancias tóxicas del agua, como nutrimentos de origen agrícola y urbano; así como la promoción de hábitat para una considerable cantidad de especies silvestres 6 de aves, 23 de mamíferos, 212 de aves, 10 de reptiles, 21 de peces y 146 especies de plantas (Ceballos y Galindo, 1984; CONABIO, 2000), y la prestación de servicios hedónicos (preferentes). Esta área de importancia ecológica se localiza en los Ejidos de San Gregorio Atlapulco, y comprende un área aproximada de 441 [hectáreas]. La vegetación se compone de especies halófilas, malezas y flotantes con predominancia del tule (*Typhaspp*), el huachinango (*Eichhornia crassipes*) y zacate cuadrado (*Schoenoplectus americanus*). El gradiente ambiental ha promovido que esta zona presente una alta heterogeneidad ambiental, por lo que se han generado una serie de hábitats como el tular, pastizal y popal (INECOL, 2002).

El hecho de estar inmersa en la ciudad de México, ha significado una fuerte presión por modificar el uso de suelo y cobertura, como promotores han intervenido: La política pública, la agrícola, los grupos organizados en demanda de suelo habitacional, el bajo valor de la tierra agrícola, los asentamientos irregulares, la introducción de paquetes tecnológicos y la degradación ambiental. Sin embargo, se trata de una zona que, tanto por decreto oficial, al designarla Área Natural Protegida, como por la designación de Patrimonio Cultural de la Humanidad, ha sido protegida, mostrando el gran valor que este relicto de agricultura prehispánica y ecosistema lacustre, tiene para las sociedades presentes y futuras.

En conclusión, las chinampas son sistemas de poli-cultivos sobre camellones elevados en los pantanos de los lagos meridionales alimentados en primavera, en el Valle central de México. Los canales alrededor de los camellones de las chinampas son usados para acuicultura, y para alejar a las plagas y el ganado.

Además, el agua circundante eleva la temperatura lo suficiente como para mitigar las heladas. Los poli-cultivos sobre los camellones incluyen maíz, porotos, zapallo, ají y una amplia variedad de otros cultivos y frutas, así como de hierbas comestibles. Una evidencia temprana de las chinampas puede ser encontrada en la antigua ciudad de Teotihuacán. Las mayores innovaciones de los mexicas fueron los camellones para germinación de semillas y viveros de plántulas (almácigas), sobre los márgenes. Mediante el uso de una rica diversidad de nichos, el sistema agrícola mediante el uso de la chinampa, provee altos rendimientos de productos terrestres y acuáticos y puede, por lo tanto, soportar altas densidades de población. Es un ejemplo excelente de agricultura sustentable que garantiza la seguridad alimentaria y la subsistencia, y ayuda a aliviar la pobreza, especialmente frente a las amenazas emergentes relacionadas al clima.

## CAPÍTULO 5

### ORGANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO EN LA ÉPOCA PREHISPÁNICA

#### 5.1. Introducción

El Imperio Mexica (también llamado, de forma minoritaria, Triple Alianza o Imperio Azteca)<sup>16</sup> fue una entidad de control territorial, político y económico que existió en la zona central de Mesoamérica, durante el Postclásico Tardío, antes de la Conquista Española. Formalmente, estaba integrada por los dominios de la Triple Alianza (Ēxcān Tlahtōlyān), conformada por Texcoco, Tlacopan y México-Tenochtitlán. En los hechos, la mayor parte de los territorios bajo el dominio de los altépetl coaligados pertenecían a los mexicas. La expansión de la Triple Alianza tuvo lugar después del declive de Azcapotzalco como el centro político dominante en el Valle de México. Esta ciudad fue vencida por la alianza de los mexicas y los acolhuas en 1430. A partir de entonces, los territorios del Imperio Mexica, se fueron ampliando hasta llegar a ocupar el centro de México, la zona central de Oaxaca, la costa del Golfo de México, Guerrero y el Soconusco. El fin del Imperio Mexica ocurrió el 13 de Agosto de 1521, cuando los españoles (en alianza con los tlaxcaltecas y los totonacas, entre otros pueblos indígenas), derrotaron la resistencia mexica en Tenochtitlán.

Diversos pueblos convivieron en la etapa final del desarrollo mesoamericano, conocido arqueológicamente como Postclásico tardío, que comprendió de los siglos VIII a XV. En este tiempo, la entidad política de mayor complejidad fue México-Tenochtitlán, cuyo origen histórico se remonta a una coalición militar conocida como la Triple Alianza, que vinculó a tres estados emergentes: Los mexicas, cuya ciudad capital fue México-Tenochtitlán, famosa urbe de su época; los Acolhua con Texcoco como ciudad primordial, considerada el centro cultural por excelencia; y Tlacopan, que reunió a los sobrevivientes del antiguo señorío que alguna vez dominó el Valle de México. Los mexicas impusieron con astucia su jerarquía sobre sus aliados, y extendieron su dominio hasta las costas del Océano Pacífico y del Golfo de México. Adquirieron riqueza y poder a partir de la imposición de un estricto sistema de tributación, de tal manera que a la llegada de los españoles en los inicios del siglo XVI, su capital era considerada la urbe más importante y magnificente de su época. La lengua dominante entre los aliados fue el náhuatl, que se convirtió en la “lingua franca” de gran parte de Mesoamérica, utilizada para nombrar la geografía del México antiguo, sustituyendo inclusive las voces de otros ancestrales idiomas. En cuanto al otro estado indígena, el Imperio Tarasco, conocido también como Purépecha, cuya ciudad principal fue Tzintzuntzán, que al final de su periodo histórico funcionó como su capital política, impuso su dominio militar en una amplia zona que comprendió el centro-norte y occidente de México.

---

<sup>16</sup> El término Azteca (en náhuatl: aztécatl, “habitante de Aztlan”), es empleado en muchas obras como sinónimo de mexica, pueblo que fundó y habitó México-Tenochtitlán en el Postclásico mesoamericano, y cuyos gobernantes encabezaron la Triple Alianza que construyó la entidad de dominio político y económico que se trata en este capítulo. Los autores mexicanos suelen preferir el vocablo mexica sobre azteca. En cambio, los autores de otros países prefieren el segundo. Un grupo de autores ofrece un uso diferenciado para ambos términos: con el primero se refieren exclusivamente a los habitantes de México-Tenochtitlán y México-Tlatelolco; con el segundo, se refieren al conjunto de pueblos de habla nahua que tomó la hegemonía en Mesoamérica en el Postclásico Tardío (ss. XIV-1521); es decir, los mexicas, los tepanecas de Tlacopan y los acolhuas de Texcoco.

El idioma de este pueblo era el porhe o tarasco, fundamentalmente diferente al náhuatl, y que no se vincula con ninguna otra lengua del México antiguo. La expansión de los mexicas coincidió con el florecimiento de una tradición ideológica de carácter interétnico que vinculó a pueblos que hablaban lenguas e idiomas diferentes, Este lenguaje artístico comunicó historias, deidades y ritos en los que coincidieron ancestrales mitos y tradiciones. Los mexicas establecieron México-Tenochtitlán en el centro del Valle de México, expandiendo su control hacia ciudades-estado ubicadas en los actuales estados de México, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Guerrero, la costa de Chiapas, el estado de Hidalgo, y buena parte de Guatemala. El territorio que se conquistó no fue de un monótono clima, sino que abarcó climas tan variados como el clima polar de alta montaña hasta los climas cálidos. Hubo una gran variedad de ecosistemas, desde los bosques de coníferas, los mixtos, los caducifolios hasta los ecosistemas cálidos como lo son las selvas tropicales, los desiertos rocosos, la selva caducifolia, los manglares y el bosque tropical, entre muchos otros.

Los mexicas fueron una tribu de nómadas que fraguaron uno de los imperios más grandes e importantes de la América precolombina en solamente 200 años. Tenían la mejor tecnología que se podía obtener, dadas las condiciones en que vivían como fueron: Los acueductos, los palacios, las pirámides y los templos que se alzaron como tributo a sus dioses, y como testimonio de poder para la humanidad. Hacia el siglo XIII, los mexicas se asentaron en Chapultepec, desde donde fueron expulsados por una coalición de enemigos. Luego de ser expulsados, constituyeron su asentamiento definitivo en Tenochtitlán hacia el año de 1325. Por lo que, Tenochtitlán se transformó en la principal ciudad de la zona, formando alianza con las ciudades de Acolhuaque y Tlacopan. Esta alianza logró desarrollar un gran poderío militar. Con Moctezuma II (1502-1520), los mexicas se habían transformado en uno de los principales imperios que dominaba un vasto territorio y a millones de súbditos.

El Estado mexica (en náhuatl: Ēxcān Tlahtolōyān), llamado comúnmente Imperio Azteca, fue la formación política mexica derivada del proceso de expansión territorial del dominio económico de la ciudad-estado México-Tenochtitlán, que floreció en el siglo XIV en Mesoamérica. Fue encabezado por los mexicas, un pueblo que, de acuerdo con algunos documentos históricos como la Tira de la Peregrinación, era originario de un sitio mítico conocido como Aztlán, al que se suele ubicar fuera de los confines de Mesoamérica. Sin embargo, parece plausible que los mexicas fueran un pueblo de tradición cultural netamente mesoamericana, y no los descendientes de grupos chichimecas dedicados a la cacería y la recolección.

El Estado mexica fue una Teocracia encabezada por el *Huey-Tlatoani*, gobernante máximo electo por un consejo integrado por representantes de los veinte grupos de personas emparentadas o clanes, en que se dividía la sociedad. Cuando el Tlatoani, debía tomar decisiones fundamentales; por ejemplo, la declaración de la guerra, deliberaba con algunos asesores. El más importante fue el Cihuacóatl, quien colaboraba con él en el gobierno y lo reemplazaba en caso de ausencias. En los niveles inferiores había muchos funcionarios; entre ellos, los jueces encargados de vigilar el cumplimiento de las normas y los guardianes de los depósitos de armas.

## 5.2. Organización política

La figura política principal era el Tlatoani (tlahtoāni, “orador, mandatario”), una especie de monarquía hereditaria, de descendencia Tolteca, que gobernaba con un consejo de nobles prominentes. El Huey Tlatoani (huēy tlahtoāni, “gran mandatario”), o Tlacatecuhtli (tlācatēuctli, “señor de los hombres”) era el máximo gobernante. Se le consideraba representante de los dioses. Otros altos mandatarios eran:

- El Cihuacóatl era una especie de "co-emperador". Se encargaba de la administración tributaria, los asuntos religiosos y las apelaciones judiciales.
- El Tlacochealcátl y el Tlacatécatl eran jefes del ejército.
- El Huitzncahuatlailótlac y el Tizociahuácatl eran jueces principales.
- Un Tlatoque (tlahtoqueh, “que tiene derecho a hablar/mandar”) era gobernador de una provincia.
- Un Tecuhtli (tēuctli, “señor”), era el juez y supervisor del pago de tributos en las provincias.

### Estructura de dominio

Los mexicas y sus aliados establecieron su dominio sobre numerosos pueblos, especialmente en el centro de México, la región de Guerrero y la costa del Golfo de México, así como algunas zonas de Oaxaca. Poseían además enclaves en varias posiciones estratégicas en la región de Tabasco (Xicalanco) y dominaban la ruta entre el corazón de Mesoamérica y la rica región del Xoconochco (ubicada en el sur del actual estado mexicano de Chiapas) que era regida directamente por los mexicas.

Los mexicas expandieron su control económico, principalmente mediante tributación, a través de una amplia región del actual centro de México, con excepciones importantes de control político en altépetl (disidentes o fronterizos). Formalmente, se trataba de un conjunto de dominios inicialmente regidos de los tres estados integrantes de la Triple Alianza (Texcoco, Tlacopan y México-Tenochtitlán), aunque es verdad que los mexicas de Tenochtitlán encabezaron esta confederación, y fueron el estado más expansionista de los tres mencionados. Por otra parte, los mexicas nunca establecieron un dominio directo sobre los pueblos conquistados. Exactamente, la élite gobernante de la Triple Alianza se apropiaba de la producción de las otras naciones mesoamericanas mediante la imposición de un tributo, que era fijado de acuerdo con la especialización económica y geográfica de los dominados y recolectado por un calpixque, (recaudador). Los dominadores no impusieron su religión ni su lengua a los dominados. Aunque es cierto que los estados sometidos no tenían independencia política total, seguían gobernados por grupos locales. Sólo en algunos casos, los mexicas establecieron un control militar en ciertos puntos estratégicos de sus dominios. El modo en que los mexicas impusieron su dominio sobre otros pueblos mesoamericanos fue diverso, no ajustándose a una estructura imperial tradicional como en las monarquías europeas. Aunque se suele señalar el carácter militar de varias conquistas mexicas, también establecieron una complicada red de alianzas matrimoniales con las élites locales para asegurar la lealtad hacia el poder de México-Tenochtitlán.

Tal fue el caso, por ejemplo, de los zapotecos del istmo de Tehuantepec. El dominio del Estado mexica en Mesoamérica no fue total. Varios estados mesoamericanos fueron capaces de resistir el empuje de los Tenochcas y sus aliados, entre ellos los Popolocas de Teotitlán del Camino, los Tlapanecos de Yopitzinco, el señorío de Metztlán (norte de Hidalgo), los Mixtecos de Tututepec, la confederación Tlaxcalteca y el estado tarasco de Michoacán. De sobra es conocido, que los Tlaxcaltecas eran enemigos acérrimos de los Mexicas, que les habían impuesto la obligación de participar de la Xochiyáoyotl a cambio de su independencia. Tampoco debe dejar de mencionarse que los mexicas nunca pudieron derrotar a los tarascos, y que la presencia de este pueblo impidió la expansión de sus dominios hacia el occidente.

El fin del régimen de dominio internacional de los mexicas y sus aliados en Mesoamérica concluyó con la Conquista española de México-Tenochtitlán. En este suceso, que se suele tomar como punto final del desarrollo independiente de la civilización indígena mesoamericana, participaron no sólo los expedicionarios europeos, sino, decisivamente, sus aliados indígenas provenientes de numerosas naciones tributarias de la Triple Alianza, que vieron en los recién llegados una oportunidad de poner fin al dominio Tenochca.

### **Gobernantes mexicas**

*Huey Tlatoani*, es una expresión náhuatl, usada para denominar a los gobernantes (tlahtoāni, "orador") de México-Tenochtitlán, Texcoco y Tlacopan; quienes ejercían su poder sobre el Valle de México. Narra la tradición que a la muerte del caudillo Tenoch los mexicas consideraron necesario emular en su organización política y social a los pueblos vecinos de linaje Tolteca y rogaron al señor de Culhuacán les diera un " huey tlatoni "Acamapichtli, que quiere decir "el que empuña la caña", hacia el año 1375 se convirtió en el primer rey de México-Tenochtitlán.

### **Elección de los cargos públicos**

Los cargos públicos fueron designados por la nobleza de Tenochtitlán, Texcoco y Tlacopan. Por lo regular, elegían de una línea de sangre dominante.

### **Sistema judicial**

Los principales tribunales judiciales se establecieron en México-Tenochtitlán y en Texcoco, en donde debían dirimirse los pleitos territoriales y criminales que no tenían solución con la justicia local y administrativa cada uno de los altépetl. Una estructura similar se conservó en las poblaciones indígenas después de la Conquista de México.

### **Tribunales mexicas**

Los mexicas tenían una organización judicial jerarquizada, que variaba del Teuctli (especie de juez de elección popular), para un lapso de un año, competente para conocer de negocios menores, hasta un tribunal de tres jueces vitalicios

(profesionales), designados por el Cihuacóatl. Las resoluciones podían ser reclamadas, apeladas con mejor técnica jurídica, ante el Tribunal del Rey. En Texcoco, la justicia era administrada en el palacio real, que contenían tres salas con un total de doce jueces designados por el monarca, quienes podían apelar; asistido de dos o tres nobles. Además, funcionaban jueces de menor grado, distribuidos por todo el territorio. También hubo tribunales de comercio encargados de resolver litigios surgidos en los mercados (tianguis). El procedimiento era oral, y a veces se documentaba mediante jeroglíficos.

### 5.3. Organización social

La sociedad se dividió en veinte clanes llamados *calpullis*, donde la religión influía de un modo preponderante, constituidos por grupos de personas vinculadas por parentesco, divisiones territoriales, la advocación a un dios en particular y continuación de antiguas familias unidas por un lazo de parentesco biológico y religioso que derivaba del culto al dios titular. Cada clan contaba con tierras, un templo y un jefe o *calpullec*. Se dividían en tres clases: Nobles, gente común y esclavos.

- **Nobles (Pīpiltin):** Los *pīpiltin* ([pī]pil-tin, “nobles” es una forma de plural formada por reduplicación a partir del singular: *pil-li*, “noble”), era el nombre que recibía la élite dirigente que controlaba tanto el gobierno, como la religión. Pagaban tributos y tenían tierras propias que eran trabajadas por los obreros y gente del campo.
- **Gente común (Mācēhualtin):** A este grupo de la gente común (*mācēhualtin*), pertenecían los artesanos, los comerciantes, y los campesinos.
- **Esclavos (Tlātlācohtin):** Los *tlātlācohtin* (forma plural, de *tlācohtli*, “esclavo”), eran prisioneros de guerra, personas que habían cometido un delito, o bien personas con grandes deudas, las cuales no les era posible pagar a corto plazo y se auto-empleaban como sirvientes de aquellos a quien le debían.

### 5.4. Organización económica

La economía era próspera. En primer lugar, su control sobre los otros pueblos les permitía contar con abundante mano de obra. La organización económica azteca estaba regida por el *Calpulli*, un grupo de familias a las cuales se les asignaba una cantidad de tierras para trabajarla, de forma que la producción se repartía entre las familias, el Estado, los sacerdotes y el jefe del *Calpulli*. Por otra parte, el cobro de tributo hizo que los mexicas tuviesen abundancia de materias primas y de productos. Otro factor que posibilitó la prosperidad fue la utilización de avanzadas técnicas agrícolas. Tenochtitlán, capital de los mexicas, estaba construida en una isla en el centro del Lago de Texcoco. Los mexicas usaron el sistema de cultivo conocido como chinampas, y con este sistema llevaban la tierra al agua. Lo hacían de la siguiente manera: Clavaban cuatro estacas de ahuehuate en las tierras pantanosas y formaban un rectángulo. Lo llenaban con varas y tiras de pasto y lo cubrían con lodo; las estacas arraigaban y retenían la tierra en los bordes. La chinampa absorbía el agua del lago y el lodo servía de abono; de este modo sembraban varias veces al año.

También construyeron terrazas de cultivo en las zonas montañosas. Usaban abonos vegetales y animales. Su organización económica se basaba en los siguientes aspectos:

- **Comercio:** El comercio de los mexicas se basaba principalmente en el trueque. Además que posiblemente habrían existido ferias en el imperio al igual que en el imperio incaico. Normalmente, los comerciantes mexicas (*Pochtecas*), intercambiaban productos de Tenochtitlán y de los alrededores para conseguir productos de lujo de las otras ciudades y naciones. Por la cantidad de población y los datos indirectos, se cree que Tenochtitlán en su época de esplendor, era el mercado más grande del mundo, y se ubicaba en la plaza central de Tlaltelolco, comercializaban con esclavos, prisioneros de guerra, cacao, frutas exóticas, etcétera. La generación de excedentes (producto del cultivo de las chinampas), permitió el desarrollo del comercio de artículos artesanales. Intercambiaban objetos labrados en oro y en plata, cerámica, adornos de plumas y tejidos de algodón.
- **Industrias:** La minería. La obsidiana (piedra cristalina de origen volcánico) se obtenía de la Sierra Madre del Sur y de la Occidental, y se empleaba para elaborar armas y objetos cotidianos (cuchillos, platos, collares). La textilera, era una industria de gran importancia entre los habitantes del Imperio Mexica, la cual tenía entre sus principales productos la fabricación de tejidos de algodón y fibra de maguey.

## 5.5. Organización militar

La expansión del dominio mexica fue el resultado de su organización militar y del valor de sus soldados en las batallas, y a la habilidad de sus gobernantes, quienes inicialmente se apoyaron en la Triple Alianza. Aprovecharon las divisiones que existían entre sus adversarios, y convencían de forma coercitiva a muchos *Altépetl* (señoríos) que les convenía más ser vasallos de Tenochtitlán que enfrentarse a los riesgos terribles de una guerra. Por lo general, la mayoría de *Altépetl* circundantes a México-Tenochtitlán, aceptaron pagar tributo a los mexicas, y conservaron la administración a cargo de la nobleza local, que debía rendir cuentas ante los gobernantes de la capital. En ciertos lugares ventajosamente situados, los mexicas establecieron fortalezas y guarniciones que vigilaban los territorios dominados y la seguridad de las rutas comerciales, como en Oztoman cerca de los purépechas, Zozolan con los mixtecas, Xoconochco y en los límites con los señoríos totonacas. Solamente algunas regiones conflictivas fueron gobernadas directamente por funcionarios nombrados en Tenochtitlán con atribuciones políticas y militares. Los comerciantes fueron una especie de fuerza de espionaje, pues analizaban al enemigo en sus ciudades así tiempo después llegaban los ejércitos mexicas de invasión. Cuando había resistencia no se detenían hasta conquistar la zona, salvo algunas excepciones, o también se anexaban al Imperio por medio de matrimonio arreglados entre las dos noblezas, la cual era sumamente raro que ocurriese. Los tributos llegaban a Tenochtitlán de todas las regiones del imperio, y consistía en: Alimentos, tejidos, artículos preciosos, y también seres humanos cautivos destinados al sacrificio. Esa riqueza convirtió a México-Tenochtitlán en una ciudad deslumbrante.

A manera de conclusión para este capítulo, puede establecerse que una de las particularidades de la organización espacial en la Nueva España fue la concentración de poder político y económico en la ciudad de México. Las causas de esta centralización se deben a los orígenes históricos de la hegemonía de la ciudad como núcleo comercial, financiero y fiscal de la Nueva España, entre 1521 y 1570. De esta manera, se establecen aquellos procesos que dieron lugar a la centralización; en primer lugar, la concentración de metales y monedas con el establecimiento de las Caja Real y la Casa de Moneda y de la actividad comercial fortaleciendo la posición de los mercaderes de esta urbe; y en segundo término, la red de caminos desde la ciudad de México, que conectaba con puertos y centros productivos (minas, haciendas, plantíos de caña) y que articulaba la comunicación dentro de Nueva España y con el exterior.

Esta concentración de poder político y económico estuvo acompañada de la concentración de población que requería, según lo concebía el Estado, un mayor control y estrecha vigilancia para mantener el orden público y la segregación espacial de ciertos estratos de la población. Se organizó el control territorial de la ciudad, a través de siete diferentes demarcaciones, a lo largo de los siglos XVII y XVIII, mediante ciertas formas de organización y de métodos de control que se plasmaron en reconstrucciones cartográficas comparadas con la traza actual, lo que permite tener una dimensión contemporánea de los procesos y de los mapas históricos.

Por otra parte, los asentamientos costeros y los puertos fueron significativos en la organización espacial de la Nueva España, ya que mediante los puertos, se articularon redes marítimas y terrestres de transporte que permitieron examinar la geografía y la historia del comercio global y de los imperios. Siendo así un puerto, un espacio pequeño con alcances globales, y el énfasis de conocer estos puertos, deberían centrarse en las conexiones y las redes que en estos espacios se fabrican, de manera que pueden ser más o menos globales dependiendo de su posición y el papel en el sistema. En este sentido, los puertos además de su relevancia en el comercio mundial considerando la expansión del capitalismo desde el siglo XVI donde funcionaron como puntos nodales, afectaron considerablemente la organización del territorio novohispano. El tipo de desarrollo de los puertos dependió en gran medida de un contexto de competencia y conflictos con otros Estados que se evidenciaron en las medidas tomadas para proteger el territorio de saqueos e invasiones.

A partir de una semblanza de los peligros que enfrentaban tanto las poblaciones de las costas novohispanas como los navíos comerciales y militares, frente a los ataques de las embarcaciones de por ejemplo, ingleses y franceses, se examinaron las medidas para reguardar los intereses coloniales, como la introducción de la Inquisición o la promulgación de nuevas leyes para el establecimiento de poblaciones. Asimismo, la decisión de escoger solamente unos cuantos puertos estratégicos para el comercio internacional y su comunicación de manera prioritaria a la ciudad de México donde se concentraban las actividades económicas y el capital, fomentó una centralización que dificultó el desarrollo regional. Por ejemplo, puede relatarse el ataque a partir de una semblanza del puerto de Veracruz en el siglo XVII, la actividad pirata y un documento hallado en la Biblioteca Nacional de París escrito por

un fraile que atestiguó el ataque. Lo cual lleva a reflexionar sobre la ineficiencia de los sistemas de defensa del puerto en una coyuntura de centralización significativa de la organización espacial y de su lejanía de la metrópoli colonial. La particularidad de la Nueva España y sus puertos en el contexto mundial es patente en el comercio establecido entre Manila y el puerto de Acapulco. El eje traspacífico, en cuanto a su dinámica y la regularidad del comercio, tuvo consecuencias importantes en la Nueva España al ser la principal beneficiaria de este comercio. Debido entre otros puntos, al régimen de puerto único que convirtió Acapulco en el receptor y distribuidor de mercancías asiáticas. Y también al carácter monopólico de los almaceneros de la ciudad de México que tuvieron el beneficio casi exclusivo durante las ferias del galeón de Filipinas, sobre todo por el control de la circulación de plata y moneda que conservaron durante gran parte de la Colonia (Pérez, 1988).

Por otro lado, la importancia de los puertos del Pacífico tanto en la exploración, colonización y apertura de nuevas redes comerciales, estableció que el objetivo principal de dichos puertos en el Océano Pacífico, era y es, la evolución de esos puertos, sus relaciones con algunas poblaciones del interior y el establecimiento de redes comerciales nuevas. En particular en torno a los espacios organizados para producir alimentos e insumos; así como para el envío de mercancías que articularon estos nodos con las poblaciones al interior. Las principales diferencias entre el puerto de Acapulco (orientado al comercio), frente al de San Blas en Nayarit (enfocado a la seguridad de la costa y con un mayor dinamismo en cuanto a la manufactura de algunos efectos para la reparación y construcción de navíos en sus pequeños astilleros).

El establecimiento del puerto de San Blas, ayudó a que la actividad mercantil y el comercio (en parte ilegal) se agilizaran, con el resultado de un mayor número de asentamientos. Con la liberalización del comercio y después de la Guerra de Independencia, la actividad en los puertos secundarios se intensificó dinamizando al mismo tiempo la economía de los poblados del interior y dando salida a sus excedentes productivos. Por ejemplo, es importante analizar las vicisitudes en el establecimiento de asentamientos fijos en la costa en la parte norte del Pacífico. Aunque fueron de gran importancia para la expansión y colonización de nuevos territorios, las políticas del gobierno como la restricción del comercio o la falta de caminos que articularan los nuevos poblados impidieron el desarrollo de una sociedad marítima. Para llevar a cabo las exploraciones y la colonización, los marineros tuvieron que generar una serie de conocimientos sobre las características del entorno físico que les permitieran navegar con mayor seguridad. Para esto fueron necesarias nuevas técnicas y nuevos instrumentos, pero para la transmisión y control de estos saberes los itinerarios, los derroteros y la cartografía fueron fundamentales.

Por último, la organización espacial sufrió cambios importantes durante el encuentro entre las culturas prehispánicas y la española, en donde esta última terminó imponiendo un nuevo orden. Con la conquista, se tuvo como resultado, el abandono y transformación de ciertos espacios, así como la modificación en la utilización de algunos elementos del paisaje. Este encuentro entre diferentes formas de concebir el uso y la organización del espacio afectó de igual forma los caminos que en el caso

particular de la zona central de Michoacán derivó en cambios sustanciales en la estructura de los asentamientos y por ende de las vías. Así, se aprecian las diferencias en la utilización y concepción de los caminos entre los indígenas tarascos y los primeros colonizadores españoles. En esta misma zona del país, la llegada de los conquistadores supuso la introducción de espacios para la producción que sirvieron para apropiar y ocupar territorios. En particular, se examinan las haciendas como nuevos elementos de la organización espacial que propiciaron transformaciones en el paisaje de la región y una nueva estructura territorial. Por último, en la Huasteca colonial, se pudieron observar las alteraciones que sufrió dicha región con la introducción de nuevas prácticas por parte de los españoles, como la ganadería y las nuevas estructuras socio-políticas abocadas a la apropiación y explotación de recursos que causaron una reestructuración territorial trastocando la organización espacial prehispánica.

## Conclusiones

De acuerdo a lo visto en la presente tesis, es altamente recomendable el uso de la ecotecnia en México (herencia de las culturas prehispánicas) y de las condiciones actuales, tanto de desarrollo como de subdesarrollo en el extenso, vasto y complejo territorio mexicano. Por lo que, la aplicación práctica de la ecotecnología son las ecotecnias. Éstas, son herramientas tecnológicas que ofrecen ventajas ambientales sobre sus contrapartes tradicionales (Arias, 2009 y Páramo, 2009). Las ecotecnias son instrumentos desarrollados por el hombre a través del tiempo, se caracterizan por aprovechar eficientemente los recursos naturales y usar materiales de bajo impacto para dar paso a la elaboración de productos y servicios (Wikipedia, 2009).

Uno de los conceptos de las ecotecnias, es el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria, por instrumentos elaborados por el hombre. También se entiende a todas aquellas tecnologías que garantizan una operación limpia, económica y ecológica para generar bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la vida diaria (Organic-k, 2009 y Wikipedia, 2009). Dentro de las ecotecnias se encuentran: La bioconstrucción de viviendas, la captación pluvial por cisternas de ferrocemento, el aprovechamiento directo de la energía solar, los biofiltros (viveros flotantes, biofiltro jardinera, etcétera), hidroponía, elementos ahorradores de agua, los baños secos, biodigestores, naturalización urbana, estufas ahorradores, vehículos de propulsión humana (Wikipedia, 2009), deshidratador solar, estufas u hornos solares, lombri-composta o composta orgánica, impermeabilizantes naturales, pinturas naturales, entre otra infinidad de ecotecnias que facilitan nuestra vida diaria y son de bajo impacto al ambiente (Arias, 2009; Páramo, 2009).

En el caso concreto para esta trabajo, puede decirse que los humedales artificiales (HA), son ecotecnias desarrolladas desde épocas prehispánicas. En el caso moderno del país, se reintrodujeron a finales de los años ochenta y principios de los años noventa del siglo pasado. Su uso se ha ido incrementando de manera paulatina. Como ejemplo concreto, puede decirse que la Facultad de Química de la UNAM, ha desarrollado desde finales de los años ochenta, plantas piloto, y más recientemente, sistemas a escala real. Las perspectivas de aplicación son favorables, con un claro incremento en la aplicación para el tratamiento de aguas residuales generadas en pequeñas comunidades, y para complementar sistemas de tratamiento biológico convencionales, Así mismo, se notan los esfuerzos crecientes, en la búsqueda de reducir los requerimientos actuales de superficie, obligando a ser sistemas más compactos y efectivo.

Fundamentalmente y ya en la práctica, el diseño de los humedales artificiales (HA), se ha enfocado al tratamiento de aguas residuales domésticas de pequeñas poblaciones rurales y semi-rurales (Green y Upton, 1995). En el campo de la investigación, actualmente el enfoque es hacia:

- El aprovechamiento de la biomasa vegetal producida en el HA, mediante el cultivo de hortalizas, plantas forrajeras, de ornato y medicinales.

- La eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo), compuestos orgánicos emergentes (medicamentos y disruptores endocrinos).
- El tratamiento de lodos biológicos y físico-químicos; así como de aguas residuales agroindustriales y con contenido de plaguicidas, como el lindano<sup>17</sup>.

De manera general, las principales perspectivas de la aplicación de los HA en México y en Latinoamérica en el siglo XXI son:

- Apropiación de esta tecnología para el tratamiento de aguas residuales domésticas en comunidades semi-urbanas y rurales, que no cuentan con los recursos económicos para instalar sistemas convencionales.
- Incorporación en trenes de tratamiento para la depuración de aguas residuales de la industria de alimentos, para la industria petrolera, en los rastros cárnicos, en las granjas porcinas o en la bovinas; así como de efluentes de minas.
- Incorporación dentro de procesos de rehabilitación de lagos naturales y artificiales, donde se busque tener un sistema eficaz y que sea compatible con el entorno (ecosistema).
- Incorporación dentro de sistemas de depuración de aguas con altos contenidos de materia orgánica, como vinazas, los lixiviados generados por rellenos sanitarios o tiraderos a cielo abierto.
- Aplicación en la estabilización de lodos procedentes de sistemas de depuración de aguas residuales municipales.
- Incorporación en sistemas depuradores, como elemento de pulimento o eliminación de nutrientes de efluentes de sistemas biológicos secundarios de tipo convencional para su aplicación en riego de jardines, y de lagos artificiales urbanos.

Estos retos implican la necesidad de formar recursos humanos con un enfoque multi, inter, intra y transdisciplinar; así como la apropiación creciente de esta tecnología, la cual se encuentra suficientemente desarrollada para ser comercializada de manera creciente. El estudio y desarrollo de los humedales artificiales (HA), permite generar un modelo útil para la divulgación y enseñanza de las diferentes disciplinas involucradas; dado que los HA convergen en diversos fenómenos que, si bien pueden ser descritos desde los distintos enfoques de cada disciplina, es posible y altamente deseable, que se haga desde una perspectiva interdisciplinaria, lo cual puede facilitar la aceptación de esta tecnología en las comunidades que lo demandan. No se debe omitir el señalar, la trascendencia de incluir el análisis de los aspectos socio-políticos, costos asociados a externalidades, beneficios ambientales y de desarrollo sustentable involucrados en la introducción masiva de los HA, para depurar los diversos tipos de aguas residuales en que resulten aplicables. Finalmente, se puede decir que en varias partes del mundo, se están rehabilitando HA para la depuración de aguas residuales de tipo doméstico e industrial; es decir, que éstos adquieran características parecidas a los de tipo natural, con el objetivo de hacerlos funcionales para la depuración de aguas residuales vertidas, y a la vez, preservarlos como un ecosistema de importancia.

---

<sup>17</sup> *Lindano*. El lindano es el fármaco ectoparasiticida mejor conocido; y es empleado en la elaboración de champú, cremas y lociones, y es sinónimo de gama-hexaclorociclohexano. Aunque se emplea mucho el sinónimo hexacloruro de benceno, se prefiere no llamarlo así debido a que puede confundirse el término con hexaclorobenceno (CAS 118-74-1). Se usa también en veterinaria.

## Propuestas

El término sustentable es un concepto multidimensional, en el que se debe considerar un desarrollo que incluya en sus beneficios a todos los integrantes del cuerpo social, a las generaciones venideras, con pleno respeto por la naturaleza, y con procedimientos de gestión transparentes, dinámicos y participativos que vayan más allá de la democracia formal (Cortés, 1997; Kates *et. al.*, 2005). Hacer operativo el concepto implica establecer una serie de principios o atributos generales de los sistemas de manejo sustentable, con equidad, productividad, resiliencia y confiabilidad. Llevar a la práctica el concepto de sustentabilidad implica transformaciones profundas del modelo actual de desarrollo.

En particular, es necesario reducir las desigualdades entre los países y, en su interior, cambiar los patrones de consumo, y evitar el dispendio y el consumo superfluo, orientar los esfuerzos hacia el uso efectivo y el reciclaje de los recursos; desarrollar tecnologías eficientes que utilicen fundamentalmente los recursos renovables; conservar y restaurar los ecosistemas naturales; asegurar la participación efectiva de todos los actores sociales en los procesos de toma de decisiones y crear instituciones que permitan trabajar con una pluralidad de perspectivas e intereses (Kates, *et. al.*, 2005).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, y en un ejercicio de aplicación del concepto de sustentabilidad a la ecotecnia de HA, se puede entender que dicho concepto implica la existencia no solamente de los HA *per se*, sino también la participación de los HA y de sus productos por lapsos prolongados en la evolución de la economía, de forma que tienda a la justicia social del presente sin comprometer los recursos naturales, de manera tal que las generaciones venideras tengan iguales o mayores oportunidades para lograr una sociedad mejor en un mundo más digno de ser vivido.

Una forma indirecta de promover la sustentabilidad del agua, a través de los HA, es también la contribución de este tipo de sistemas a la reducción de la huella ecológica ocasionada por la transformación de materias primas para la obtención de satisfactores (Wackernagel y Rees, 2001). Cabe señalar, que el término *huella ecológica* es convencionalmente empleado como una medida indicadora de la demanda humana que se hace de los ecosistemas del planeta poniéndola, en la relación con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Por lo tanto, todos los esfuerzos que tiendan a hacer sustentable un recurso llevarán de manera implícita la reducción de sus huella ecológica, ya que buscarían el empleo del menor volumen posible de recursos naturales renovables y no renovables, que a la par de que les permita seguir generando sus productos o satisfactores, también les permita realizar la asimilación, de forma indefinida, de los residuos materiales generados por los productos productivos. Así, la formación de recursos humanos en grupos multi, inter, intra y transdisciplinarios, es fundamental para el adecuado desarrollo y apropiación creciente de la tecnología de los HA, la cual se está comercializando de manera creciente en México. Finalmente, para contar con un panorama integral, es y será necesario, indicar que deben incluir los aspectos socio-

políticos, tenencia de la tierra, costos asociados a externalidades positivas y negativas; así como los beneficios ambientales y los relacionados con desarrollo sustentable. Debe entenderse como *beneficio ambiental*, el valor asignado a la mejora de la calidad del ambiente desde la situación actual a niveles crecientes de calidad del mismo, en función de sus posibles usos. El empleo de HA, permite obtener beneficios ambientales que repercuten en el mejoramiento de diversas condiciones como las siguientes:

- Contribuir al uso eficiente del agua.
- Disminuir el impacto ambiental de las descargas.
- Reducir con ello, el gasto de la energía empleada para el tratamiento de los desechos líquidos, y la disposición de sub-productos del tratamiento.
- Evitar multas derivadas de sanciones ambientales legales por descargar aguas contaminadas.
- Reutilizar las aguas residuales tratadas.
- Aumentar la calidad de las fuentes de abasto del agua para uso primario (consumo humano).
- Establecer equilibrio entre la disponibilidad y la demanda de agua.
- Producir menos cantidades de residuos o de desechos líquidos derivados del tratamiento de aguas residuales.
- Evitar la contaminación de aguas superficiales, del suelo y del sub-suelo.
- Conservar y recuperar los recursos naturales y los *hábitats* afectados.
- Recargar, recuperar y proteger los acuíferos.
- Proteger la biodiversidad y los paisajes.
- Disminuir las aportaciones de contaminantes procedentes de la irrigación con aguas residuales tratadas de manera insuficiente.
- Contar con un sistema de gestión ambiental que ayude a administrar y a manejar las actividades que tienden al desarrollo económico-social, para un entorno de desarrollo sustentable.

Por otro lado, entre las principales ventajas de usar los HA, se encuentran: Los relativamente bajos costos de inversión, operación y mantenimiento, comparados con los sistemas de tratamiento de aguas de tipo convencional. Igualmente, son de bajo costo energético, baja generación de sub-productos no deseados, y es posible que se construyan de manera modular teniendo un tiempo estimado de vida útil superior a 25 años. Así mismo, no sufren fácilmente desequilibrios por cambios en la concentración y flujos de agua residual suministrada, ofrecen resultados satisfactorios cuando son alimentados con agua que contenga detergentes, materiales tóxicos, metales y/o hidrocarburos. Operados correctamente, no generan malos olores, ni presencia de los molestos y nocivos mosquitos (zancudos). Este tipo de ecotecnia, permite la participación activa a lo largo de la vida del sistema, de miembros de la comunidad a beneficiar (construcción, operación y mantenimiento). Su aspecto natural, resulta estéticamente agradable, atrae vida silvestre (mariposas y aves), y genera sub-productos con valor agregado (flores de ornato, forraje, materia prima para las artesanías, etcétera).

La calidad del agua cumple con los requisitos establecidos por las normas nacionales e internacionales. Adicionalmente, este sistema es altamente eficiente para eliminar bacterias patógenas de las aguas residuales, y ofrece un aspecto agradable a la vista (y al olfato), lo cual constituye por sí mismo, una reserva para la vida silvestre.

## Referencias

- Cervera Obregón, Marco A. (2007). *El armamento entre los mexicas*. Anejos de GLADIUS, 11, CSIC-Polifemo, Madrid.
- Cervera Obregón, Marco A. (2008). *Breve historia de los aztecas*. Madrid: Nowtilus.
- Comisión Nacional del Agua. (2009). *Semblanza histórica del agua en México*. México: CONAGUA/SEMARNAT.
- Comisión Nacional del Agua. (2012). *Estadísticas del agua en México*. México: Comisión Nacional del Agua.
- García Sánchez, Magdalena A. (2004). *Mestizajes tecnológicos y cambios culturales en México*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- González Rodríguez, Carlos A. (2011). *Trabajos de abastecimiento de agua en la antigua ciudad de México. El origen de una civilización majestuosa*. México: Centro del agua para América Latina y el Caribe.
- Green, M. B. and Upton, J. (1995). "Constructed reed beeds: Appropriate technology for small communities". *Water Environmental Research*, 32(3), p.p. 339-348.
- Hernández, Raúl y Ávila García, Patricia. (2003). *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI. México desde una perspectiva global y regional*. México: El Colegio de Michoacán.
- Kates, R. W.; Parris, T. M. and Leiserowitz, A. (2005). "What is sustainable development". *Environment Science and Policy for Sustainable Development*, 47, p.p. 8-21.
- Karttunen, F. (1983). *An analytical dictionary of Nahuatl*. Austin: University of Texas Press.
- Martínez Saldaña, Tomás. (2007). *El uso del riego ancestral en la agricultura contemporánea, el caso de los sistemas de riego en el árido mexicano*. México: Red Iberoamericana de riegos.
- Matos Moctezuma, Eduardo y Ehrenberg, Felipe. (1980). *Coyolxauhqui*. México: SEP, 2ª ed.
- Matos Moctezuma, Eduardo. (1987). *México-Tenochtitlán: Su espacio y tiempo sagrados*. México: Plaza y Valdés Editores.
- Matos Moctezuma, Eduardo. (1999). *Estudios Mexicas*. Volumen 1, Tomos 1 y 2. México: El Colegio Nacional.
- Moreno Toscano, A. y Florescano, E. (1977). *El sector externo y la organización espacial y regional de México (1521-1910)*. México: Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.
- Obras hidráulicas en la América Colonial (1993). *El agua: Su manejo y su distribución*. México: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y Urbanismo.
- Palerm Viqueira, J. (2004). *Las galerías filtrantes o qanats en México: Introducción y tipología de técnicas*. México: Instituto nacional de Antropología e Historia.
- Palerm, Ángel y Viqueira, Carmen. (1970). *México prehispánico. Evolución ecológica del Valle de México*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

Palerm, Ángel. (1973). *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Pérez Herrero, P. (1988). *Plata y libranzas. La articulación comercial del México borbónico*. México: El Colegio de México.

Ramírez Carrillo, H. F.; Luna Pabello, V. M. y Arredondo Figueroa, J. L. (2009). *Evaluación de un humedal artificial de flujo vertical intermitente, para obtener agua de excelente calidad para la acuicultura*. México: Revista Mexicana de Ingeniería Química, 8(1), p.p. 93-99.

Rico Galindo, Rosario. (2008). *La civilización de Tenochtitlán*. Historia de México. México: Santillana, 3ª ed.

Rojas Rabiela, Teresa. (1974). *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el Valle de México*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Secretaría de Educación Pública. (1979). *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*. México: SEP/INAH.

Sejourné, Laurette. (s/a). *Pensamiento y religión en el México antiguo*. México: Fondo de Cultura Económica.

Smith, N. (2006). *La producción de la naturaleza. La producción del espacio*. México: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, Sistema de Universidad Abierta, (SUA).

Tortolero Villaseñor, Alejandro. (2000). *El agua y su historia: México y sus desafíos hacia el siglo XXI*. México: Siglo XXI.

Wackernagel, M. y Rees, W. (2001). *Nuestra huella ecológica. Reduciendo el impacto sobre la Tierra*. Santiago de Chile, Chile: Ediciones LOM. Colección ecológica y medio ambiente.

Zapata Peraza, Renée Lorelei. (1982). *Los chultunes. Sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

## Índice

<b>CAPÍTULO 1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema de investigación .....	2
1.2. Pregunta de investigación .....	3
1.3. Objetivo de la investigación .....	3
1.4. Justificación de la investigación .....	3
1.5. Contextualización de la investigación .....	7
1.6. Importancia, relevancia, alcances y limitaciones de la investigación .....	10
1.7. Hipótesis .....	11
<b>CAPÍTULO 2. EL ESTADO DEL ARTE SOBRE EL ACOPIO, EL USO Y LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA .....</b>	<b>12</b>
2.1. Introducción .....	12
2.2. La ingeniería civil: Sus funciones, sus campos de acción, y sus campos de investigación .....	12
2.2.1. Campo de acción de la ingeniería civil: Campo físico.....	13
2.2.2. Campo social .....	13
2.2.3. Especialidades .....	14
2.2.4. Campos de investigación de la ingeniería civil .....	14
2.3. El Estado del Arte sobre el reto hídrico de México .....	16
<b>CAPÍTULO 3. LA INGENIERÍA HIDRÁULICA EN LA CULTURA MEXICA .....</b>	<b>39</b>
3.1. Introducción .....	39
3.2. Obras hidráulicas en la historia de México .....	39
3.3. Ingeniería hidráulica Mexica: El Acueducto de Chapultepec .....	47
<b>CAPÍTULO 4. TÉCNICAS AGRÍCOLAS DE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA: EL CASO DE LAS CHINAMPAS .....</b>	<b>51</b>
4.1. Descripción de la cultura del agua: Cosmovisión .....	51
4.2. Las chinampas, y las obras hidráulicas .....	69
<b>CAPÍTULO 5. ORGANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO EN LA ÉPOCA PREHISPÁNICA .....</b>	<b>76</b>
5.1. Introducción .....	76
5.2. Organización política .....	78
5.3. Organización social .....	80
5.4. Organización económica .....	80
5.5. Organización militar .....	81

Conclusiones .....	84
Propuestas .....	86
Referencias .....	89
Índice .....	92