



---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES

LA GOTA QUE SI SE AGOTA. EL SISTEMA LERMA-  
CUTZAMALA EN EL VALLE DE MÉXICO  
(REPORTAJE)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA COMUNICACION  
(PERIODISMO)

PRESENTA:

ARIADNA GEORGINA ESPINOZA ALONSO

ASESORA:

DRA. ELVIRA HERNANDEZ CARBALLIDO

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2006





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.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Y A LA FACULTAD  
DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES.

GRACIAS DOCTORA ELVIRA HERNÁNDEZ CARBALLIDO POR TU ASESORÍA  
EN LA ELABORACIÓN DE ESTA TESIS Y A LOS SINODALES QUE  
COLABORARON EN LA REVISIÓN:

PATRICIA RÍOS, MARÍA EUGENIA ÁVILA, JOSEFINA HERNÁNDEZ Y  
MARGARITO SANDOVAL.

A DIOS POR PERMITIRME LA VIDA Y POR SER LA FUERZA LUMINOSA QUE  
HA ACOMPAÑADO MIS PASOS A LO LARGO DEL CAMINO.

MI ETERNA GRATITUD A MIS AMADOS PAPÁS ALBERTO ESPINOZA Y  
ANGÉLICA ALONSO POR SU AMOR, APOYO Y COMPRENSIÓN  
CONSTANTES. GRACIAS POR ESTAR SIEMPRE CONMIGO, POR SER LOS  
GUIAS QUE HAN ACOMPAÑADO PASO A PASO TODA MI VIDA.

A USTEDES BIBI, AARÓN Y CARLA POR SER LOS MEJORES HERMANOS.

A TI QUERIDO PADRINO PBRO. PABLO GRANADOS.

A TODAS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA FACULTAD.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>I. En búsqueda de la ciudad de México</b> .....	9
Un lugar paradisíaco.....	10
Condiciones climáticas y precipitación pluvial.....	15
La ciudad del agua.....	18
<b>II. México en una laguna</b> .....	27
<b>Un vistazo a su pasado</b> .....	29
El pueblo del agua.....	32
El pueblo de la tierra.....	34
A la vuelta de la Independencia.....	39
Lo que deparaba el nuevo siglo .....	41
Los límites rebasados .....	43
<b>El agua de la tierra</b> .....	47
<b>III. Desafiando a Tláloc</b> .....	56
<b>Un trabajo en conjunto</b> .....	58
<b>El Sistema Lerma</b> .....	62
La Cuenca del Lerma.....	64
Tras las aguas del Lerma .....	65
Primera etapa.....	66
Segunda etapa.....	68
Más allá del Sistema Lerma.....	70

<b>El Sistema Cutzamala</b> .....	74
Primera etapa.....	76
Segunda etapa.....	77
Tercera etapa.....	78
El Macrocircuito y el Acuaférico.....	80
El Acuaférico.....	81
El Macrocircuito.....	82
La otra cara del Cutzamala.....	84
Temaxcaltepec: la cuarta etapa.....	87
<b>La gota que cuesta</b> .....	90
Para preservar gota a gota.....	92
<b>Fuentes</b> .....	96

## Introducción

Dentro del estudio y práctica del periodismo encontramos como parte fundamental a los géneros periodísticos (nota informativa, crónica, entrevista, reportaje, editorial, etc.) que tienen como misión fundamental difundir y comunicar las noticias haciendo uso del rigor periodístico, en todos ellos destaca el reportaje por ser el género que permite llegar al fondo de la noticia.

La palabra reportaje viene del francés *reportage* que significa informe de cualquier hecho, guarda su origen en el verbo del latín *reportare*: traer o llevar una noticia, anunciar, referir. Para Gonzalo Martín Vivaldi es un relato periodístico, esencialmente informativo, libre en cuanto al tema, objetivo en cuanto al modo y redactado preferentemente en estilo directo, en el que se da cuenta de un hecho o suceso de interés humano; o también: una narración informativa, de valor más o menos literario, concebida y realizada según la personalidad del escritor-periodista.

El maestro Julio del Río señala que tiene su coyuntura y fundamento en la noticia, así que se rige por los elementos de interés noticioso y sus consecuencias, estudia el contexto de los hechos y la situación. Es una investigación social cuyo objeto de estudio es la realidad social y para ser profunda utiliza numerosas técnicas (entrevista, documentación, observación, etc.) para llegar al meollo de los sucesos.

Para el periodista Hernán Uribe es la investigación de un tema de interés social, así como una narración informativa que proporciona antecedentes, comparaciones y consecuencias, tomando como base una hipótesis de trabajo y un marco teórico de referencia.

En el mismo sentido el periodista y académico Horacio Guajardo, señala que representa una investigación que incluye noticias y entrevistas, se proporcionan antecedentes y consecuencias de tal manera que el asunto queda tratado con amplitud.

En pluma de los periodistas Vicente Leñero y Carlos Marín, el reportaje profundiza en las causas de los hechos, explica los pormenores, analiza caracteres, reproduce ambientes, sin distorsionar la información que se presenta en forma amena, atractiva y de manera que capte la atención del público.

Por otra parte debe ser cabal, tener profundidad, no deben dejarse cosas importantes sin resolver, deberá contener antecedentes, análisis y sobre todo interpretación. Son las sugerencias de Neale Copple, ex profesor de periodismo de Estados Unidos.

El reportaje es un medio que nos permite ir más allá de la mera noticia, tenemos la posibilidad de explorarla a fondo y para ello utilizamos el análisis de los hechos, investigamos sus antecedentes, estudiamos el contexto en que se insertaron y sobre todo interpretamos de acuerdo a los criterios del periodismo.

Es el género por excelencia que permite abarcar a los demás, pues como nos dice el maestro Julio del Río, es nota informativa ya que casi siempre tiene como antecedentes una noticia; es crónica porque con frecuencia asume esta forma para narrar los hechos; es entrevista porque de ella se sirve el periodista para recoger las palabras de los testigos, puede ser editorial porque ante los hechos se puede sucumbir a defenderlos o atacarlos.

De acuerdo a la clasificación de Vicente Leñero y Carlos Marín, el reportaje de la presente tesis es de tipo demostrativo porque investiga y explica un problema, por lo general y en la mayoría de los casos va al fondo del asunto y profundiza en las causas básicas; en este caso los problemas sociales y

ecológicos que enfrentan la ciudad de México y su área conurbada en materia de poca disponibilidad de agua potable para abastecer a una creciente población.

Para la realización del reportaje se utilizó la metodología que propone Julio del Río en su libro *Periodismo Interpretativo. El reportaje*, que establece:

a) Elaborar el proyecto del reportaje: antes de investigarse cualquier cosa, se debe esbozar un plan con el fin de saber qué es lo que se busca, el tema elegido debe ser actual, de interés permanente y social, contribuir a resolver un problema y aportar algún beneficio a los lectores.

Referente al tema elegido, el abasto de agua a una megalópolis siempre es de interés. En el caso de la Ciudad de México, ¿cómo no va a suscitar atención el agua como medio para la satisfacción de la sed, como insumo de la industria, de la imprescindible necesidad del elemento líquido en una ciudad y su área conurbada donde sus habitantes alcanzan casi los 18 millones? (según el XII Censo de Población Vivienda del año 2000).

En una ciudad como la nuestra se exterminaron los recursos lacustres superficiales (ríos y lagos), se abusó del agua subterránea y a últimas fechas el líquido vital se importa a altos costos sociales y ecológicos de las cuencas externas de Lerma y Cutzamala.

Para la realización del reportaje se establecieron los siguientes objetivos:

- ☼ Investigar la problemática que vive el Valle de México con respecto al suministro de agua y su creciente demanda.(General)
- ☼ Identificar las fuentes que surten de agua al Valle de México.
- ☼ Describir en qué consiste el sistema Lerma-Cutzamala, como la segunda fuente de abastecimiento de agua en el Valle de México.

- ☼ Denunciar los problemas ecológicos y sociales relacionados con el sistema Lerma-Cutzamala.(Particulares)

Dentro de esta primera fase, Julio del Río sugiere se elabore un esquema de la investigación (que tiene como finalidad establecer que se va a hacer, dónde, cuándo y dónde) y se seleccionen las técnicas a utilizarse, como la investigación documental y la entrevista.

b) La segunda fase que señala Julio del Río es la recopilación de datos que tiene lugar cuando se lee sobre el asunto y luego se investiga en el terreno de los hechos.

Para la investigación documental se acudió a las siguientes bibliotecas: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua, Instituto Nacional de Ecología, Sistema de Aguas de la Ciudad de México; en la UNAM, se recurrió a los institutos de Geografía y de Investigaciones Históricas, a la Facultad de Ingeniería y el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad; asimismo se consultaron diversas páginas en Internet.

Respecto a la investigación de campo se recurrió a la realización de entrevistas porque permiten establecer contacto con la gente implicada o relacionada con el tema, para ello se asistió a la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala donde se mostraron accesibles, hubo que trasladarse a la planta potabilizadora Los Berros, en el municipio de Villa Victoria del Estado de México último lugar a donde llega el agua proveniente del Sistema Cutzamala antes de llegar a la ciudad, para entrevistar al Residente General de Operación.

En el Sistema de Aguas de la Ciudad de México sólo se pudo entrevistar a una persona de la subdirección técnica. También se acudió al Instituto de

Geografía de la UNAM en donde los investigadores fueron accesibles a las entrevistas.

Asimismo se entrevistó a habitantes del paraje Palmas de Santiaguito, en Huixquilucan, Estado de México, a algunos manifestantes de los pueblos mazahuas (afuera de las oficinas centrales de la Comisión Nacional del Agua), y a personas de Xochimilco para conocer cómo han proliferado asentamientos humanos irregulares en zonas de recarga del acuífero.

Se solicitaron entrevistas en la Secretaría del Medio Ambiente, en el Instituto Nacional de Ecología, en la Secretaría de Obras y Servicios y en las oficinas centrales de la Comisión Nacional del Agua, pero no fue posible conseguir una entrevista.

Finalmente las últimas tres fases propuestas por Julio del Río Reynaga son:

c) Clasificación y ordenamiento de los datos: se separaron y ordenaron los datos por capítulo.

d) Conclusiones.

e) Redacción definitiva: la redacción permite la creatividad, la formación de un estilo y la expresión literaria, es la última etapa de la metodología del reportaje, apunta Julio del Río, y añade que el periodismo es fundamentalmente expositivo.

Tomando como base lo anterior, el estilo utilizado en el presente reportaje enuncia los hechos, es directo y como señala Martín Vivaldi es preciso porque requiere rigor lógico en las ideas y es exacto no sólo en los hechos, sino también en las palabras utilizadas para contarlos.

Por otro lado la estructura del presente reportaje es la siguiente: una entrada sintética o de panorama por capítulo, que como señalan Vicente Leñero y Carlos Marín, ofrece un resumen o una visión panorámica del tema; un cuerpo donde se exponen los distintos aspectos del tema (repartido en tres capítulos) y un remate de conclusión.

Es necesario señalar que en el cuerpo del reportaje las citas de las fuentes consultadas están incrustadas a lo largo del texto, porque este género periodístico debe ser ágil y directo, las fuentes deben ir dentro del mismo reportaje, así lo sugieren periodistas como Carlos Acosta, Marco Lara y Sara Lovera.

Por último es importante señalar que las fuentes consultadas fueron ordenadas al final de la siguiente manera: las entrevistas en orden cronológico, la bibliografía, documentos y hemerografía en orden alfabético y las referencias de Internet en orden cronológico.

### **Tema de investigación: La gota que sí se agota. El Sistema Lerma-Cutzamala en el Valle de México**

La mayoría de nosotros en alguna ocasión hemos visto películas sobre enormes catástrofes que devastan el planeta, desde inundaciones hasta meteoritos, pero casi ninguna ha abordado el tema de la sequía. ¿Cómo sería un lugar sin agua?, ¿cómo se verían sus ciudades? En un sitio así la vida simplemente se extinguiría.

El agua es el elemento sustancial de nuestro planeta y de la vida, constituye el futuro de enormes concentraciones poblacionales como la ciudad de México y su área conurbada, pero cuando la actividad humana devasta la naturaleza y la mancha urbana rebasa los límites, ese futuro se ve dominado por la sequía.

Así que hablar del Sistema Lerma-Cutzamala es para tomar conciencia del enorme reto que representa mantener viva a una megalópolis como la ciudad de México. La historia nos enseña que el asentamiento de un gran número de grupos humanos desde hace 3000 años obedeció a la existencia de un abundante recurso necesario para la vida: el agua, presente en ríos, lagos y yacimientos subterráneos.

Hoy en día para mantener a cerca de 18 millones de habitantes en un área de miles de kilómetros cuadrados, en donde esos lagos han desaparecido nos obliga a desarrollar obras hidráulicas que parecen obras de titanes. Ello quedó de manifiesto en la ciudad de México, pues a lo largo de su historia ha enfrentado una situación paradójica en materia de abastecimiento de agua, las crecientes necesidades por el acelerado crecimiento poblacional provocaron que una vez terminada una obra de abastecimiento ya se estuviera pensando en la otra.

Por eso queremos reseñar y explicar en este reportaje titulado *La gota que sí se agota. El Sistema Lerma- Cutzamala en el Valle de México*, cómo es posible elevar cada año millones de litros de agua desde una altura de 2240 al norte hasta 3290 al sur, para que los habitantes de la orgullosa Tenochtitlan puedan continuar la historia y cumplir la profecía de Tenoch, el viejo sacerdote que guiara a los aztecas al Valle de México: la ciudad tendrá gloria en todos los rincones del mundo y durará hasta el fin de los tiempos.

En el primer capítulo titulado *En búsqueda de la ciudad de México*, se describen de manera general las características físicas del Valle de México, lugar donde se asienta la ciudad, se describe el crecimiento urbano, y se hace énfasis en los cambios hidrológicos y ecológicos que ha experimentado el Valle de México.

En el segundo capítulo titulado *México en una laguna* se reseña de manera general cuáles han sido las obras de abastecimiento de agua potable, desde la época prehispánica hasta nuestros días; y se examinan los problemas

que enfrenta el acuífero del Valle de México, una de nuestras principales fuentes de abastecimiento.

En el tercer y último capítulo titulado *Desafiando a Tláloc* se describen y examinan los componentes de los sistemas Lerma y Cutzamala, los problemas sociales y ambientales surgidos desde su puesta en operación, así como los programas y actividades implementados por las autoridades para preservar el líquido vital.

## **I. En búsqueda de la Ciudad de México**

En una geografía áspera de ríos y montañas, en una cuenca endorreica conocida como Valle de México, a más de 2000 metros sobre el nivel del mar, se localiza una de las concentraciones urbanas más grandes del mundo: la zona metropolitana del Valle de México, integrada por el Distrito Federal y 18 municipios conurbados del Estado de México.

Esta enorme megalópolis en las últimas tres décadas duplicó su población, de 8.797 millones de habitantes en 1970, a 17.673 millones en el año 2000, aunque es necesario señalar que a partir de 1980 el crecimiento poblacional de la capital comenzó a estancarse, mientras su área conurbada sigue creciendo a pasos vertiginosos.

Con el correr de los siglos la cuenca del Valle de México ha experimentado severas alteraciones ecológicas e hidrológicas emanadas del crecimiento urbano y de la pérdida de recursos naturales, que la han llevado a depender de otras cuencas, como la del Alto Lerma y la de Cutzamala.

En materia de agua ha sufrido una problemática muy compleja, por un lado el exceso traducido en inundaciones que llevaron a construir diversas obras para drenar los ríos y aguas residuales hacia fuera de la cuenca (hecho que comenzó a propiciar el desecamiento de la cuenca), y por el otro la escasez, traducida en la búsqueda constante de nuevas fuentes de suministro.

Este importante conglomerado poblacional actualmente afronta “estrés hídrico” por la poca disponibilidad del recurso, lo cual resulta paradójico con la enorme cantidad de agua que consume. Aun así, abastecerlo del vital líquido a lo largo de los siglos ha significado desecar la superficie lacustre, sobreexplotar los acuíferos e importar el recurso a altos precios de las cuencas de Lerma y Cutzamala.

## Un lugar paradisíaco

“El Dios Tláloc residía en un gran palacio, con cuatro aposentos, y en medio de la casa había un patio, con cuatro enormes barreños llenos de agua. El primero, es el del agua que llueve a su tiempo y fecundiza la tierra para que dé buenos frutos. El segundo es el del agua que hace anublarse las mieses y hacer perderse los frutos. El tercero, es el del agua que hace helar y secar las plantas. El cuarto, es el del agua que produce sequía y esterilidad”. (Ángel María Garibay. *Épica Náhuatl*)

Si preguntamos a un capitalino promedio, si conoce el río Lerma, si sabe dónde está el Cutzamala, seguramente nos dará una respuesta negativa; es más si le preguntamos qué ríos cruzan nuestra ciudad, muy pocos nos explicarán que de las serranías del poniente y del sur escurren hacia el centro los ríos de Churubusco, Magdalena, la Piedad, San Buenaventura, entre muchos otros.

Por esa carencia de reconocimiento físico de nuestro valle, debemos iniciar nuestro reportaje describiendo las características físicas e hidrológicas del viejo Anáhuac, llegado a considerar en tiempos pasados por personajes como don Alfonso Reyes como “la región más transparente del aire”, debido a su riqueza lacustre y forestal que a lo largo de los siglos ha cambiado hasta convertirse prácticamente en un desierto, hasta llevar a sus habitantes a buscar agua de lugares cada vez más lejanos.

Comencemos describiendo la ubicación geográfica. Imaginemos por un momento una inmensa olla, cuyas paredes son grandes sierras, montañas y volcanes que miden de 3 mil a 5 mil metros de altura, el centro de la vasija es tan hondo que permite la acumulación de agua (en ríos, acuíferos y lagos),

numerosos asentamientos humanos y cuando llueve en exceso las inundaciones, pues no hay ninguna abertura por donde sacar el sobrante.

Con un lugar así, rico en flora, fauna y agua se encontraron los primeros pobladores del Valle de México hace 3 mil años atrás y de ahí en adelante sería el lugar ideal para vivir. En él sobresalían los lagos de Xaltocan, Zumpango, Xochimilco, Texcoco y Chalco, comenta el investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM, doctor Víctor Manuel Martínez Luna.

Esta enorme olla sería lo que conocemos como una cuenca endorreica o cerrada, llamada Cuenca de México, en cuyo interior, en la porción meridional de la Altiplanicie Mexicana se localiza la ciudad de México, en una latitud tropical (al norte 19° 36'; al sur 19° 02'; al este 98° 57' y 99° 22' de longitud oeste), observa características topográficas y climáticas variadas, porque se localiza en una cuenca hidrológica cerrada a 2.240 metros sobre el nivel del mar al norte y a 3.290 al sur.

Según datos del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, la Cuenca de México o Valle de México es la parte sur de la Altiplanicie Mexicana, está rodeado por cadenas montañosas y pertenece al Eje Volcánico, presenta características de una cuenca inferior y por lo tanto es cerrada, pero fue abierta por el hombre mediante el túnel de Tequisquiac situado al pie del cerro de Xalpan, a través de él se recogen las aguas del Valle y por el Gran Canal de Desagüe llegan hasta el río Tula donde se forma el Pánuco.

Ahora bien, para conocer un poco más las características del Valle de México, citaremos la descripción hecha por la marquesa Calderón de la Barca en su viaje a nuestro país en 1840, aunque pudiera parecer una frase anticuada, no lo es, porque aun en pleno siglo XXI aún podemos observar las montañas y volcanes que la maravillaron:

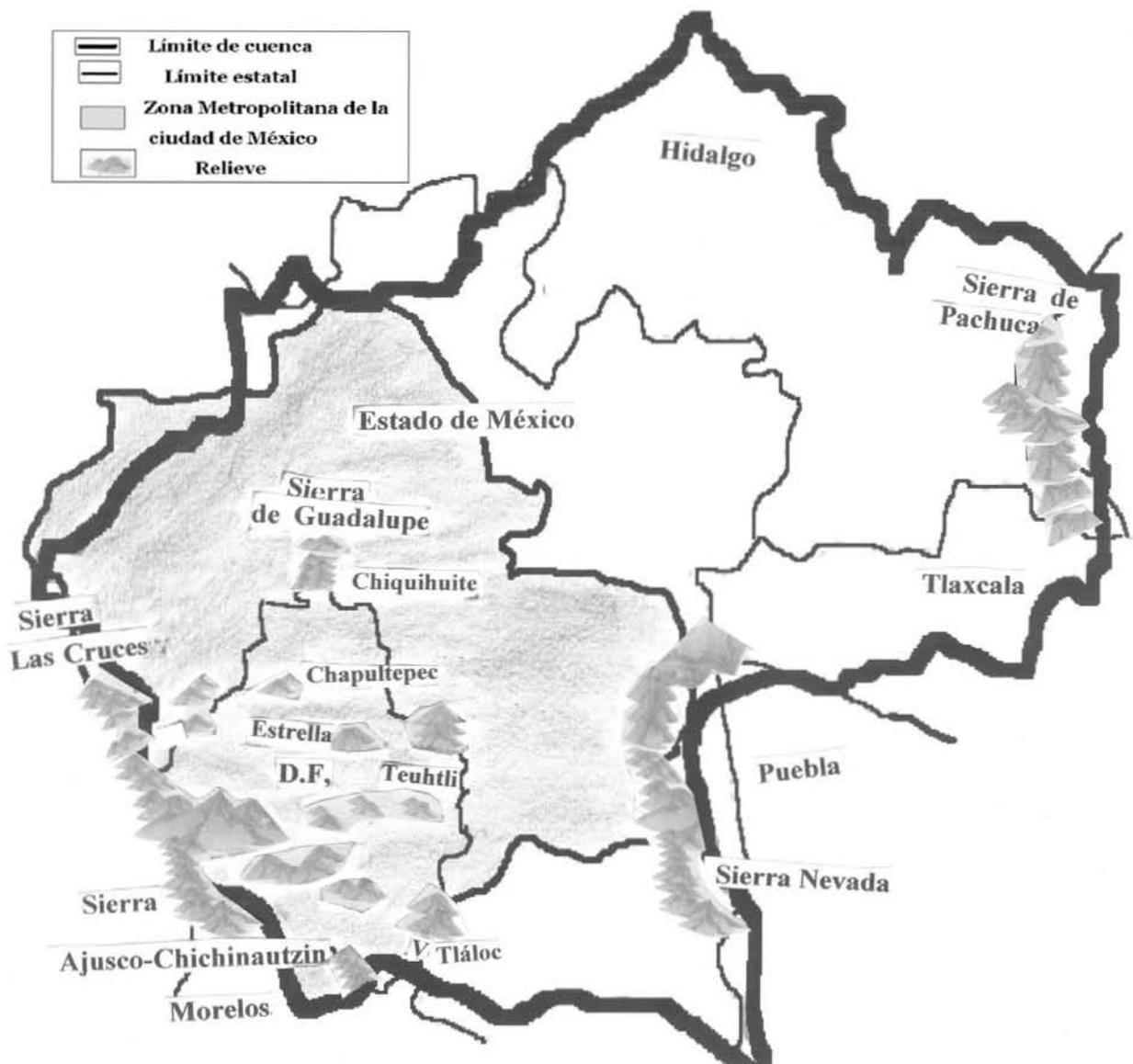
“Por fin llegamos a las alturas desde donde se contempla el inmenso valle, alabado en todas partes del mundo, cercado de montañas eternas, con sus volcanes coronados de nieve y los grandes lagos y las fértiles llanuras”. *La vida en México* (citado por Hira de Gortari en *Memoria y encuentros: la Ciudad de México y el Distrito Federal*)

El valle al que se refiere la marquesa está limitado por sierras como las de el Ajusco y Chichinautzin al sur; el suroeste lo definen las sierras de Tepotzotlán y Tezontlalpan; la sierra de Pachuca marca el lado norte; el este es flanqueado por las sierras de Tepozán y Calpulalpan; el límite noroeste lo integran la sierra de Chiconautla y el límite final lo constituyen las sierras de Río Frío y Nevada. En esta última destacan por su altitud los volcanes Iztacihuatl con 5.860 metros y el Popocatepetl con 5.483 metros, que en un día despejado podemos ver a lo lejos.

Por otra parte, en el *Atlas de la Ciudad de México* se señala que el Valle de México observa en su mayoría una superficie plana, pero también se encuentran otras formaciones orográficas como las sierras de las Cruces, Santa Catarina, Guadalupe y Ajusco; los cerros de Chapultepec, Chiquihuite, La Estrella, Peñón de los Baños, Tepeyac y del Judío. Además existen volcanes como el Xitle y el Tláloc.

La Cuenca de México tiene una superficie de 9.600 km<sup>2</sup>, lo integran las siguientes entidades federativas: el sur del estado de Hidalgo (26 por ciento), el suroeste de Tlaxcala (nueve por ciento), el Distrito Federal (14 por ciento), la parte nororiental del Estado de México (50 por ciento) y el estado de Puebla (uno por ciento).

En el siguiente mapa podemos apreciar algunas de las montañas y sierras que rodean a la ciudad de México así como el territorio que ocupa la zona metropolitana de la ciudad de México.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INEGI.

En medio de estas montañas y sierras se localiza una de las concentraciones urbanas más grandes del mundo: la Zona Metropolitana del Valle de México, que en las últimas tres décadas duplicó su población, de 8.797 millones de habitantes en 1970, a 17.673 millones en el 2000. Está integrada por el Distrito Federal y 18 municipios conurbados del Estado de México. Con una población siempre en aumento, el Valle de México a lo largo de su existencia ha tenido que afrontar diversos problemas en materia ambiental y de disponibilidad de agua.

Uno de esos problemas es la expansión y crecimiento de la mancha urbana, que gracias a las imágenes aéreas, satelitales y censos de población es posible retratar, por ejemplo, de 1980 al año 2000 se ha podido registrar su crecimiento hacia el norte de la capital y los municipios conurbados del Estado de México.

Al respecto la licenciada Martha Delgado, Presidenta de la Comisión Especial para la Gestión Integral del Agua en la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, escribe en "El agua, reto y prioridad por la Ciudad", (artículo incluido en la revista *Asamblea*, Num.6, 2004) que si para 1953 la mancha urbana ocupaba 6 % de la superficie de la cuenca, para 1980 cubría el 34 % y para el año 2000 el 58%. En este mismo año los habitantes de la ciudad sumaban más de ocho millones en la ciudad y en el área conurbada más de 9 millones, todo resultado de una mala planeación urbana y de la proliferación de asentamientos irregulares, como consecuencia de ello están la tala y destrucción de más de la mitad de los bosques originales y la desecación de fuentes de suministro de agua.

Es importante destacar que la Cuenca del Valle de México cambió drásticamente durante el siglo pasado, pues de un alto nivel de autosuficiencia, en agua y recursos naturales pasó a la completa dependencia de productos de otras cuencas, además ha perdido más de la mitad de sus zonas verdes, según datos de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, de 1993 al año 2000 se perdió el 25 por ciento de la cobertura natural, lo que pone en

riesgo la disponibilidad de suelos y agua, sin contar los daños al ecosistema, a la purificación del aire y a la fertilidad del suelo.

Otro problema lo constituye la enorme cantidad de basura, según datos del estudio *La Cuenca de México* elaborado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la basura afecta la estabilidad de la Cuenca de México, pues a diario “esta gran urbe produce 19.850 toneladas de residuos sólidos que producen líquidos y se infiltran en el subsuelo, contienen hasta 3 por ciento de metales pesados que contaminan los suelos y las aguas subterráneas”. Esto es una amenaza a la salud de la población, porque puede provocar cáncer, retraso mental y deformaciones congénitas.

En materia de geografía, recursos naturales y agua, son muchos los problemas que tiene que enfrentar la Ciudad de México, apunta el licenciado Juan Palma, experto en temas ambientales y secretario técnico del centro de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM, como el crecimiento de la mancha urbana, en su mayoría formada por el arribo de inmigrantes provenientes de áreas rurales empobrecidas, que exigen servicios públicos, la sobreexplotación de los mantos acuíferos y deforestación que se traduce en la falta de agua y en cambios drásticos en la temperatura.

### **Condiciones climáticas y precipitación pluvial**

El Valle de México presenta características climáticas variadas por su ubicación geográfica, hidrológica y altitud a más de dos mil metros sobre el nivel del mar. El clima de la Cuenca es tropical por el régimen de lluvias y la altitud a la que se ubica en el centro del país, por ello se puede observar clima templado en la porción centro-sur y seco de tipo estepario en el norte-oriental, donde las lluvias son escasas.

En la *Carta de Climas del INEGI* se especifica que existen cuatro tipos de climas: templado subhúmedo (con lluvias en verano), semifrío húmedo (con abundantes lluvias en verano), semifrío subhúmedo (con lluvias en verano) y semiseco templado; que originan la existencia de dos zonas térmicas: “templada” y “semifría”. La primera presenta temperatura anual oscila entre 12 y 18° C, y en la segunda la temperatura anual es de entre 5 y 12° C, abarca las partes más elevadas de las montañas y sierras que rodean la Cuenca

Además la ubicación geográfica de la Ciudad, clima y precipitación, propician la existencia de dos estaciones climáticas dentro de la metrópoli, la “húmeda” en los meses de junio a octubre, en donde predominan los vientos alisios procedentes del mar que favorecen las lluvias abundantes desde el verano, hasta principios del otoño y la época de “secas” abarca los meses invernales acompañada de vientos del oeste.

Asimismo Ernesto Jáuregui en *El clima en la Ciudad de México* sugiere la división de la Ciudad en cinco zonas climáticas con características propias:

- ⊗ Zona Centro: Con altos niveles de contaminación, presenta oscilación diurna reducida debido al efecto “isla de calor”, tiene humedad baja y alta frecuencia de lluvias.
- ⊗ Zona Perimetral de Transición: Los contaminantes son moderados, no reciente de manera drástica los efectos de la “isla de calor”, presenta alta frecuencia de lluvias.
- ⊗ Zona Oriente: Contaminación moderada, ambiente seco, tolvaneras y heladas y tiene baja frecuencia de lluvias.
- ⊗ Zona Sur: Baja contaminación, alta humedad, alta frecuencia de lluvias, tolvaneras y heladas moderadas.

- ☉ Zona Poniente: Contaminación moderada, presenta humedad ambiental, alta frecuencia de lluvias, no se presentan con frecuencia tolvaneras y heladas.

Por otra parte, un factor inseparable de las condiciones climáticas, es la precipitación pluvial, según datos del estudio *Aspectos geográficos del Distrito Federal* (INEGI), la precipitación media anual es de 6,646 millones de metros cúbicos, se presentan de los meses de junio a septiembre y de la cantidad total el 80 % se evapora, el 11% se infiltra al subsuelo y del 9 % restante, sólo se aprovecha en una mínima parte y el resto es desalojado en el sistema de drenaje.

Desde hace poco más de una década, llueve cada vez menos situación que ha provocado climas más extremos: secos de junio a octubre, e inviernos más crudos, además la falta de superficies vegetales ha contribuido a la pérdida de humedad en el ambiente y a la poca infiltración de agua hacia el subsuelo, pues como podemos recordar, la ciudad de México se localiza en la parte más baja del valle en un conglomerado de 1800 km<sup>2</sup>, que le impide tener sitios adecuados para el almacenamiento el agua de lluvia.

## La Ciudad del Agua

“El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, indispensable para la vida, el desarrollo y el medio ambiente, es un bien común y patrimonio de la humanidad...” fue uno de los principios analizados en la *Declaración de los alcaldes y autoridades locales sobre el agua*, en ocasión del IV Foro Mundial del Agua, celebrado en la ciudad de México, pero ¿qué pasa cuando la disponibilidad natural del recurso en el planeta es desigual?

Por ello debemos comenzar describiendo la disponibilidad de agua en el planeta Tierra y posteriormente la compleja problemática que sufre el Valle de México.

La mayoría de nosotros en alguna ocasión hemos observado alguna imagen de nuestro planeta visto desde el espacio sideral, se ve enorme y azul, de ahí que muchos lo llamen el “planeta azul”, porque el 30% es tierra y el 70% es agua, desgraciadamente no toda es accesible para consumo humano.

El 97.5% del total es salada y el 2.5% es dulce, pero la mayoría se encuentra congelada en los polos y sólo una mínima parte 0.3% es accesible para consumo humano, ahora si lo dividimos entre los más de 194 países que conforman el planeta Tierra nos encontramos ante un panorama nada alentador por la poca disponibilidad del recurso, afirma el especialista en temas ambientales y secretario técnico del Centro de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias Políticas de la UNAM, licenciado Juan Palma.

Del total disponible para consumo humano se distribuye de la siguiente manera: en América el 47%, en Asia el 32%, en Europa el 7%, en África el 9% y en Australia y Oceanía el 5%. Si suponemos que la tierra está cubierta de 100 litros de agua, sólo 750 mililitros están disponibles para consumo humano.

En este sentido los países con mayor disponibilidad natural de agua por habitante al año son Brasil y Canadá con 80,500 m<sup>3</sup> y 99,700 m<sup>3</sup> respectivamente, entre los que presentan menor disponibilidad destacan la India con 2,300 m<sup>3</sup> y México con 4,547 m<sup>3</sup>, comenta el especialista en temas ambientales licenciado Juan Palma y añade que es importante mencionar y evaluar la situación en el mundo, porque sin ello no podríamos comprender la problemática del Valle de México, donde los niveles de sobreexplotación han llegado al límite, situación que ha propiciado la importación de agua de otras cuencas.

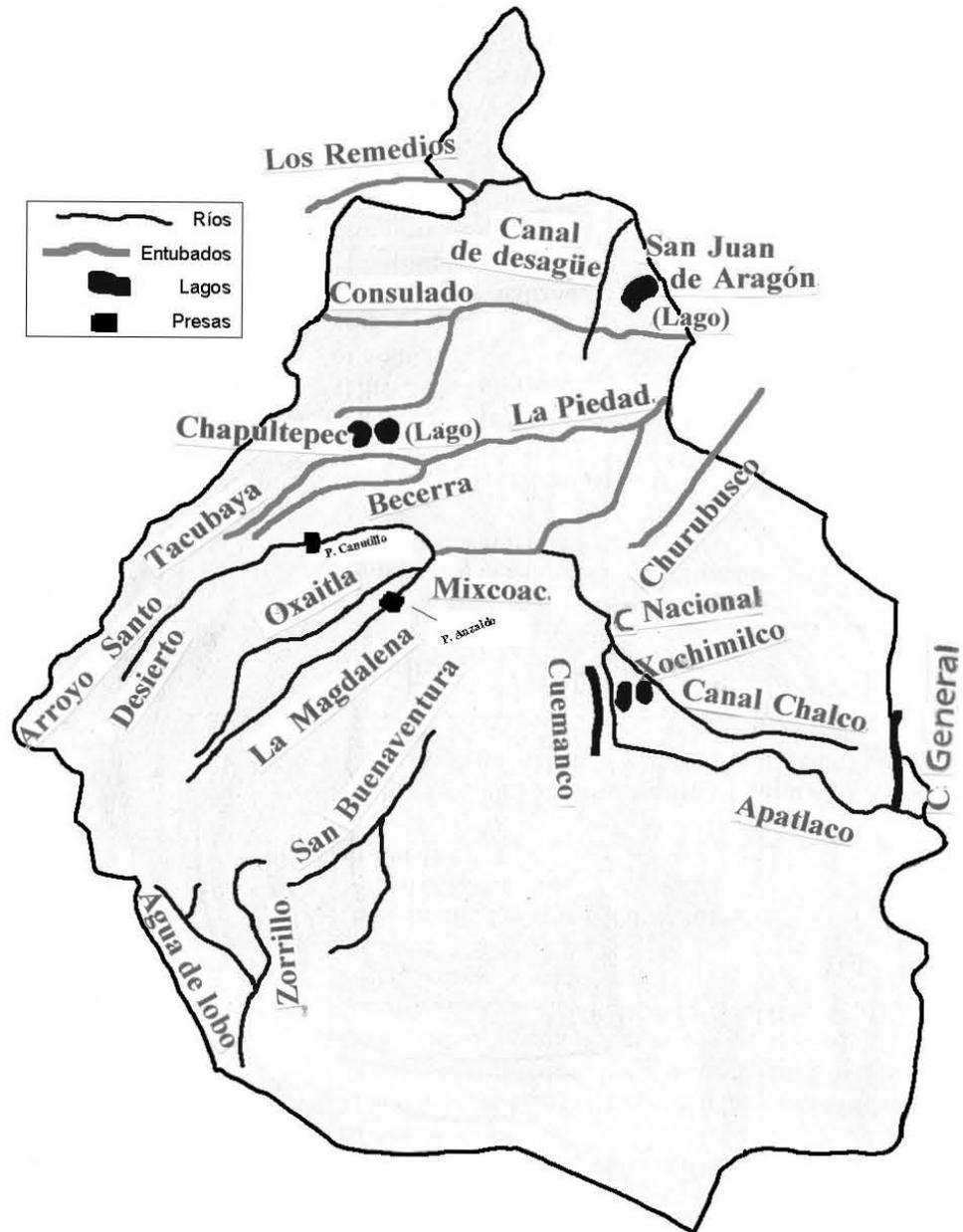
En el caso de nuestro país se ha podido observar una tendencia a la baja en materia de disponibilidad natural de agua por habitante, como resultado del crecimiento poblacional, por ejemplo en la década de los cincuenta la disponibilidad se calculaba en 12,000 m<sup>3</sup>, en el 2004 en 4,547 m<sup>3</sup> y para 2025 se calcula que bajará a menos de 3,000 m<sup>3</sup>, añade el experto en temas ambientales, licenciado Juan Palma.

Ahora conozcamos la problemática del Valle de México, considerado actualmente como una región en “estrés hídrico” por la baja disponibilidad que oferta de agua.

A lo largo de su historia la ciudad de México ha tenido que afrontar una compleja problemática relacionada con el agua como resultado del desequilibrio hidrológico del valle, por un lado el exceso del recurso traducido en inundaciones que llevaron a diseñar obras monumentales para drenar los ríos en un inicio y posteriormente las aguas residuales de la cuenca; y por otro lado la escasez reflejada en la búsqueda constante de nuevas fuentes de suministro para saciar las necesidades de una población siempre en crecimiento.

La ubicación geográfica de la ciudad permite que de las sierras, desciendan ríos hacia el centro como el río Mixcoac (entubado), Churubusco (entubado), los Remedios, la Piedad (entubado), Tacubaya, Consulado (entubado), Santo Desierto, San Buenaventura, el Zorrillo, entre otros, se

destaca en la Carta de aguas superficiales del INEGI. En el siguiente mapa se aprecian los ríos que cruzan la ciudad.



Fuente: elaboración propia a partir de datos del INEGI

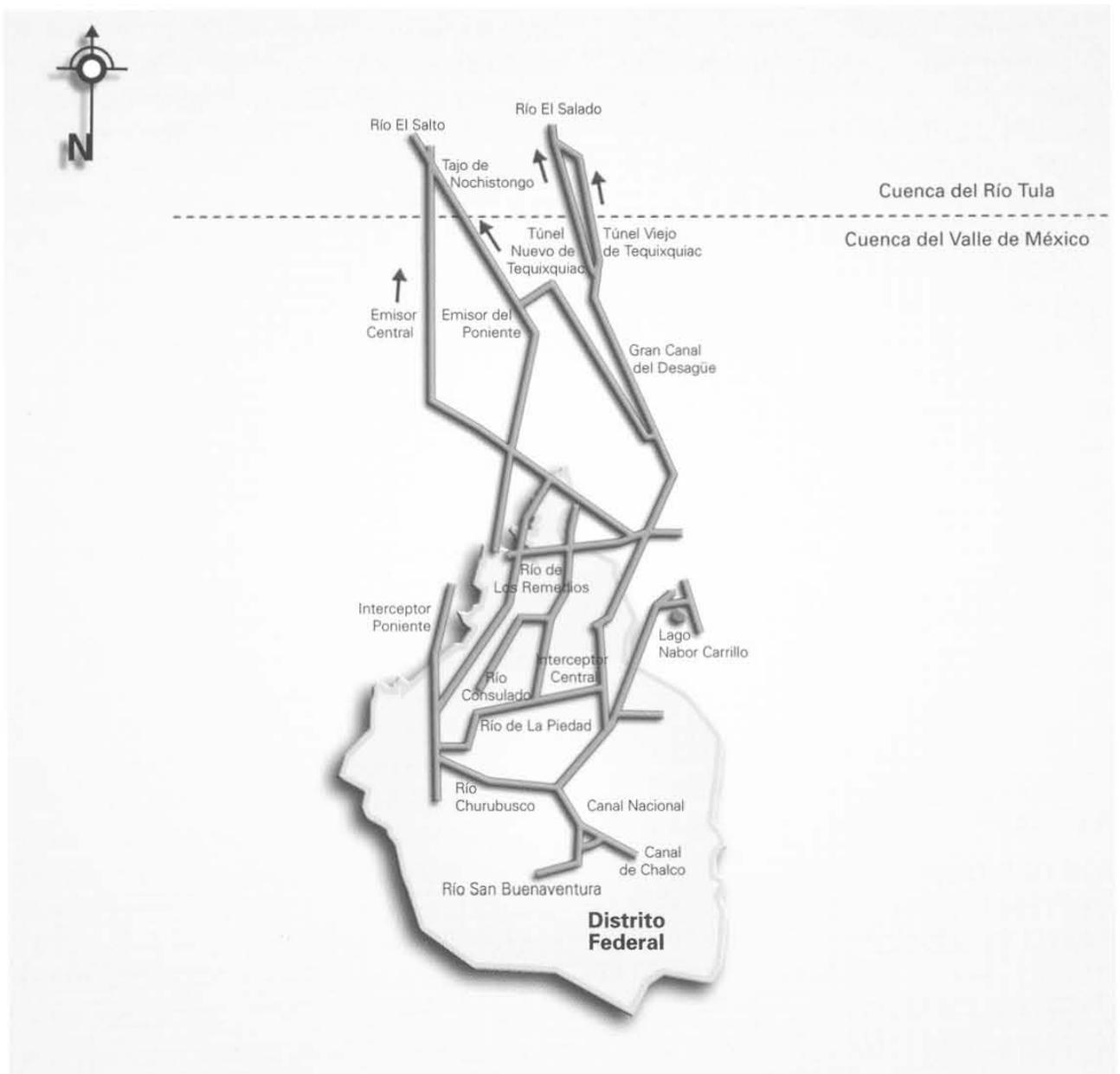
Hace muchos años estos ríos alimentaban al lago de Texcoco, pero en la actualidad han sido desviados por canales o entubados para pasar por debajo de calles y avenidas que fueron bautizados con sus nombres.

Esta “abundancia” de agua fue la responsable de numerosas inundaciones que llevaron a diseñar obras para evitarlas, primero se abrió la cuenca a través del Tajo de Nochistongo, con lo cual dejó de ser endorreica para drenar las aguas hacia la cuenca del río Tula, luego se construyó el Gran Canal de desagüe y posteriormente una tercera salida conocida como Túnel de Tequixquiac.

No sólo se expulsaron las aguas superficiales, sino también las subterráneas que después de ser extraídas y utilizadas van a parar al sistema de drenaje. El equilibrio de la cuenca había sido roto, desde 1608 el caudal drenado del valle se ha incrementado sin que sea compensado por una entrada de agua equivalente, señala el director del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, en el libro *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México.*

Con tantos ríos que descienden, podríamos pensar que son suficientes para cubrir nuestras necesidades, pero el cause de la mayoría de ellos es utilizado para transportar las aguas residuales hacia fuera de la cuenca, y sólo una mínima parte es utilizada para suministro (los ríos Magdalena y Santo Desierto).

En el siguiente mapa podemos apreciar el curso que siguen las aguas residuales antes de ser desalojadas fuera de la cuenca.



Fuente: Manuel Perló Cohen y Arsenio E. González, *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México.*

Otro de los factores implicados en el desequilibrio hidrológico de la cuenca es la búsqueda constante de nuevas fuentes de suministro.

Cuando los primeros habitantes arribaron al Valle de México no alteraron el medio ambiente, sino que se adaptaron a las condiciones imperantes, más adelante con los mexicas sólo se explotaron las aguas infiltradas que aparecían como manantiales a la orilla de la planicie lacustre, tal fue el caso de Chapultepec, Peñón de los baños, Manantiales de Tlalpan y Peñón del Marqués.

Después de la conquista, el desequilibrio hidráulico se hace presente por la introducción de actividades e implementos traídos por los españoles, como el molino de agua y la cría de ganado; se comenzaron a desecar los lagos y canales para edificar nuevas construcciones; y se sobreexplotaron los manantiales y lagos como el de Chapultepec y Santa Fe para abastecer del preciado líquido a la población a través de numerosos acueductos.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX la tierra había ganado terreno al agua, los lagos de Chapultepec y Santa Fe agonizaban y se descubrió otra fuente para extraer agua: los acuíferos y con ellos la perforación a gran escala, que para 1930 comenzaban a secar gran parte del subsuelo; en 1956 se explotaban los valles fluviales del cerro de Chiconautla y Peñón del Marqués, para 1958 la sobreexplotación se extiende al área de Xochimilco, señala Antonio Flores Díaz, en el libro *Ecología urbana*.

A inicios de la década de los sesenta el desequilibrio hidráulico era tan grande que se importó agua de los manantiales que alimentaban al río Lerma y desde hace más de 30 años se comenzó a explotar la cuenca del Cutzamala.

Con aproximadamente 18 millones de habitantes, la ciudad de México y su área conurbada, tienen que afrontar la baja disponibilidad del líquido vital para su población, pues como apunta Álvaro Aldama en "El agua en México:

una crisis que no debe ser ignorada” (estudio incluido en *La gestión del agua en México*) la disponibilidad natural al año por habitante es de 182 m<sup>3</sup>, lo cual nos coloca en “estrés hídrico”, a nivel mundial se considera que una región presenta esta situación cuando la disponibilidad es inferior a 17, 000 m<sup>3</sup>, por debajo de 1,000 m<sup>3</sup> hablamos de penuria.

Aunado a lo anterior se encuentra el crecimiento vertiginoso del área conurbada, mientras la capital ha frenado su crecimiento poblacional y su demanda de agua se ha estabilizado, en el Estado de México la población ha aumentado; actualmente se calcula un incremento cercano a los mil nuevos habitantes cada día, si lo multiplicamos por 365 días equivaldría a crear una ciudad media cada año, lo que tiene un impacto negativo en los volúmenes de agua requeridos, apunta el director del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad en *¿Guerra por el agua en el Valle de México?*

En este sentido, según datos de la Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal, el caudal de agua suministrado a la capital y su área conurbada es de 68 mil litros (68 m<sup>3</sup>/s) por segundo, cantidad suficiente para llenar cada día cinco veces el volumen del Estadio Azteca y proviene de distintas fuentes operadas en conjunto por la Comisión Nacional del Agua a través de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (GRAVAMEX) y del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), como se describe en el cuadro siguiente:

Fuentes	Litros por segundo (l/s)
Acuíferos del Valle de México	45
Aprovechamientos superficiales	1.3
Sistema Lerma	6
Sistema Cutzamala	15

Fuente: elaboración propia con base en cifras de la GRAVAMEX y del SACM.

Del total, 35.1 m<sup>3</sup> se destinan a la capital y permiten disfrutar a sus habitantes de 351 litros diarios –en promedio- lo cual resulta excesivo en comparación de otras ciudades en donde satisfacen sus necesidades con menos de 300 litros, como la gran Sao Paulo donde ocupan 180 litros, París donde su consumo se ha estabilizado en 350 litros o Bruselas donde utilizan 190 litros, se revela en el *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*.

Aunque es necesario señalar que mientras algunas delegaciones reciben más de 400 litros como Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Benito Juárez; en otras el suministro es inferior a 300 litros, como en Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco, sin embargo en algunas zonas de estas últimas llega a escasear el líquido vital y sus habitantes utilizan menos de 100 litros al día.

Por otro lado, los municipios conurbados reciben 32.9 m<sup>3</sup> que permiten dotar a sus a sus cerca de 9 millones de habitantes de 290 litros al día –en promedio-, cantidad insuficiente en municipios como Nezahualcóyotl, Chicoloapan y Chalco donde el consumo es inferior a 200 litros, mientras en Huixquilucan, Atizapán y Tlalnepantla exceden los 300 litros.

Qué paradoja, una región en “estrés hídrico” donde el consumo es excesivo –en términos generales-, a nivel mundial se fijó como parámetro la utilización de 150 litros por persona.

Dotar del preciado líquido a una región como la Zona Metropolitana del Valle de México, significa sobreexplotar los yacimientos de agua subterránea, conocidos como acuíferos e importar el recurso de las cuencas de Lerma y Cutzamala; en poco más de una década con el aumento de la población se calcula que la demanda se incrementará en 10 mil l/s adicionales, lo cual es alarmante porque la oferta se mantendrá fija.

El investigador en hidrogeografía, doctor Víctor Manuel Martínez Luna y el especialista en temas ambientales, licenciado Juan Palma coincidieron en sugerir que es indispensable tomar medidas integrales en el manejo del agua, porque los problemas amenazan con agudizarse y provocar serios conflictos entre los estados, como los existentes entre el Distrito Federal y el Estado de México por la importación de agua de la Cuencas del Lerma y del Cutzamala.

La Ciudad de México tiene características geográficas, climáticas e hidrológicas únicas por lo que es necesario estudiar cómo se han manejado los problemas de abastecimiento de agua a lo largo de su historia, asunto que trataremos en el siguiente capítulo.

## II. México en una laguna

¿Sabían que la mayor parte del agua que llega a nuestras casas se extrae de depósitos subterráneos llamados acuíferos? Sí, hoy en día a esta importante fuente de abastecimiento se le extraen 45 mil litros por segundo y tan sólo se recarga con 23 mil litros por segundo, lo que muestra sobreexplotación.

Todo ello como consecuencia del crecimiento poblacional que históricamente ha llevado a la construcción de monumentales obras hidráulicas para abastecer del líquido vital a los habitantes de una de las ciudades más grandes del mundo.

Con la fundación de la Gran Tenochtitlan comenzó una de las tareas más arduas para abastecer a sus habitantes. Primero el líquido era distribuido por medio de canoas, pero con una ciudad en crecimiento la demanda aumentó, así que fue necesario construir la obra hidráulica del acueducto de Chapultepec, construcción encomendada a Netzahualcóyotl, que asombraría a los españoles.

Para la época de la Colonia el acueducto de Chapultepec era casi insuficiente para cubrir las necesidades de la nueva ciudad y la construcción del acueducto de Santa Fe resolvió el problema, pero sólo momentáneamente, por lo que fue necesario recurrir a otros caudales como el de El desierto y Los leones. Además durante esta época se construyeron otros acueductos como el de Guadalupe y Los arcos de Belén.

Con el fin de la Colonia los grandes acueductos de arcos desaparecieron en su mayoría y en su lugar se puso en funcionamiento una nueva red de abastecimiento a base de caños de barro cocido, plomo, fierro y piedra.

Durante la primera década del siglo XX el agua tuvo que traerse de los manantiales de Xochimilco para lo cual se construyó un acueducto de concreto para aumentar los caudales que entraban a la ciudad. El crecimiento acelerado de la población, tuvo como consecuencia que una vez concluida una obra hidráulica se proyectara enseguida extraer el líquido de otros lugares, fue entonces cuando se pensó en sacar el agua de otros lugares: los acuíferos del subsuelo.

Si bien años atrás se comenzaron a perforar pozos, para las primeras décadas del siglo XX se desató un verdadero furor por esta actividad porque el líquido del subsuelo era abundante, de buena calidad y salía a gran presión. De ahí en adelante se convertiría en la principal fuente de abastecimiento.

Con el correr de los años el número de pozos aumentó y también su profundidad hasta alcanzar los 400 metros, el acuífero comenzó a mostrar signos de contaminación y sobreexplotación al sobrepasar la cantidad de agua extraída en comparación con la infiltrada y el suelo se comenzó a hundir.

Sin embargo, continúa siendo nuestra principal fuente de abastecimiento al aportar más de la mitad del agua que consumimos, aunque actualmente se han incrementado los programas para rescatarlo los números siguen mostrando un aumento en la extracción, los expertos sugieren que de continuar esta situación ni el agua de las cuencas del Alto Lerma y Cutzamala, ni los proyectos que se tienen en puerta serán suficientes para saciar nuestras necesidades.

## Un vistazo a su pasado

“Llegaron entonces allá donde se yergue el nopal. Cerca de las piedras vieron cómo se erguía un águila sobre aquel nopal. Allí estaba comiendo, lo desgarraba al comer; era una serpiente. Cuando el águila vio a los aztecas, inclinó su cabeza. De lejos estuvieron mirando al águila, su nido de variadas piedras preciosas.

Esa noche el cielo estaba cubierto de nubes. Repentinamente se despejó y la luna declinó su rostro móvil, a pinceladas de rayo, en el cristalino lienzo de un lago. (Miguel León-Portilla, *Los antiguos mexicanos a través de sus crónicas y cantares*, en Hanz Lenz, *México Tenochtitlan, ciudad lacustre*)

La historia de la ciudad de México ha estado íntimamente relacionada con el agua, para los mexicas fue una gran aliada y fundaron la gran México-Tenochtitlan en medio de un islote inhóspito; años después para los españoles significó el desecar canales y lagos con el fin de obtener tierra, de ahí en adelante comenzó la lucha contra las inundaciones, -pues como podremos recordar, nuestra ciudad se sitúa en una cuenca cerrada- y por conseguir agua para consumo humano porque las fuentes de abastecimiento propias eran ya prácticamente inexistentes.

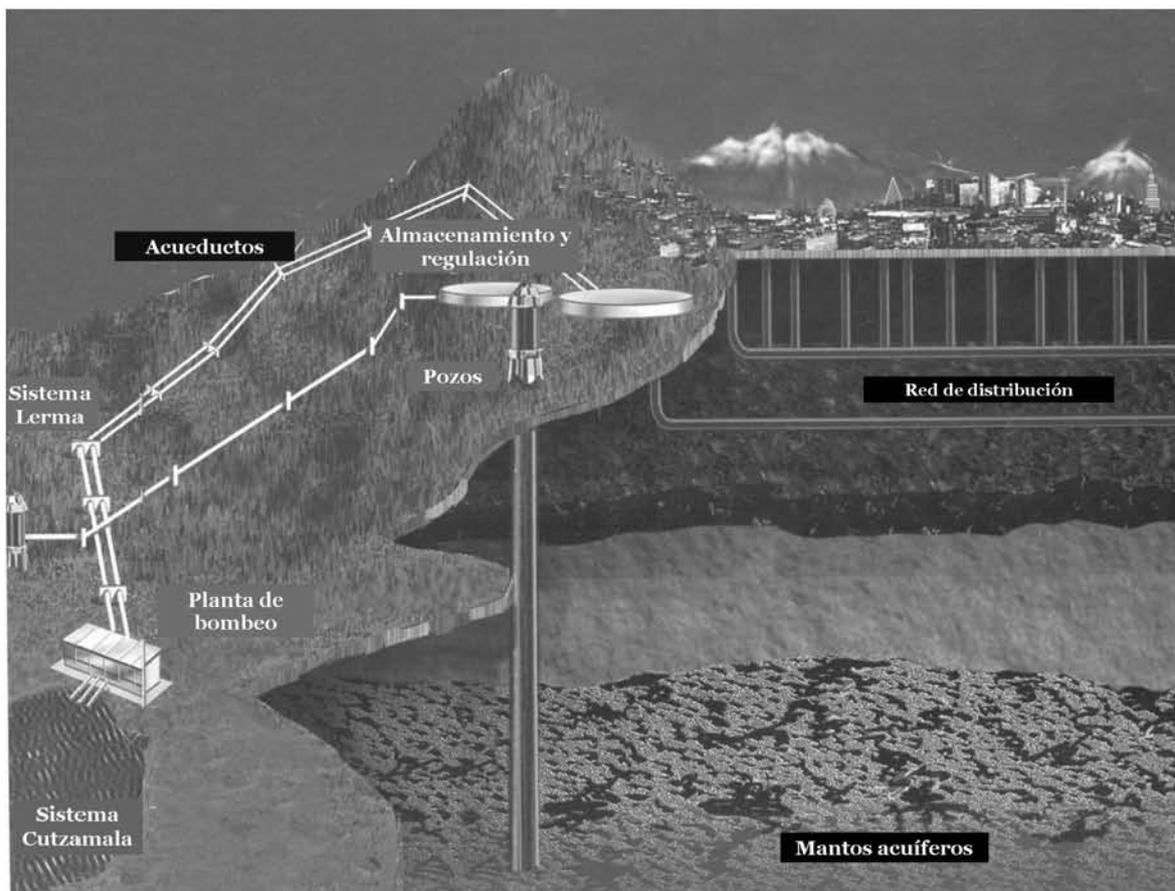
Hace más de 500 años el Valle de México (dentro del cual se encuentra la ciudad) era ocupado por una extensión de 1575 kilómetros de superficie lacustre, con el paso del tiempo y por causa de los asentamientos humanos fue en detrimento hasta quedar hoy en día el uno por ciento de la superficie original que está en peligro de desaparecer por la contaminación y el crecimiento de la urbe; a la par las grandes extensiones de bosques disminuyeron notablemente al existir en la actualidad sólo el 25 por ciento de la superficie original.

Con un ecosistema devastado por la actividad humana y una población en crecimiento la ciudad tuvo que arreglárselas para abastecer de agua a sus habitantes, primero con los manantiales del propio Valle, luego con la exportación de lugares cada vez más lejanos. Para las personas de nuestros días la disponibilidad del recurso parece sencilla, sólo basta abrir la llave para disfrutar de un chorro de agua, pero abastecer de agua a una población que va en aumento es complicado y costoso, señala el ingeniero Javier Cuadra, Subgerente de potabilización, saneamiento y apoyo a organismos operadores de la Gerencia Regional del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua.

Respecto al caudal de agua de 68 mil l/s que se suministran a la ciudad y a su área conurbada, 32.9 mil l/s son destinados a los municipios del Estado de México y 35.1 mil l/s a la capital. Se obtienen de distintas fuentes de abastecimiento operadas por la propia Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, añade el ingeniero Javier Cuadra.

Del caudal total de 68 m<sup>3</sup> l/s, los acuíferos del Valle de México aportan el 55 % (45 m<sup>3</sup>/s), el sistema Lerma el 14 % (6 m<sup>3</sup>/s), el sistema Cutzamala el 28 % (15.7m<sup>3</sup>/s) y el 3% corresponde a los aprovechamientos superficiales y manantiales dentro del mismo Valle (1.3 m<sup>3</sup>/s).

Toda esta agua se transporta dentro de la Ciudad por una inmensa telaraña de 514 kilómetros de acueductos y líneas de conducción hacia 297 tanques de almacenamiento, posteriormente llega a nosotros a través de 910 kilómetros de red primaria y 11.900 kilómetros de red secundaria, se especifica en un estudio elaborado por el Gobierno del Distrito Federal titulado *El agua de la Ciudad de México*. En la siguiente imagen podemos apreciar como llega el agua a nuestras casas.



Fuente: *Agua, una nueva estrategia para el Distrito Federal.*

Con 35.1 m<sup>3</sup> de agua que llegan a la capital, podríamos llenar diariamente cinco veces el volumen del Estadio Azteca y aunque parece mucho no lo es, pues como ya se mencionó antes, nuestra ciudad enfrenta una situación paradójica, por un lado la disponibilidad es baja y por el otro tiene un nivel alto de consumo por habitante, 351 litros –en promedio–.

En materia de agua, la ciudad tiene que afrontar graves problemas como la escasez, aunque a través de los programas de Supresión de fugas y rehabilitación de pozos se han recuperado 6.045 l/s, existen lugares como la colonia Parajes de Buena Vista (en Iztapalapa), el sur de Xochimilco y los límites delegacionales entre Iztapalapa y Tláhuac donde el recurso es escaso o presenta olores y colores extraños.

Al respecto el ingeniero Javier Cuadra añade que la mayoría de fuentes de abastecimiento se localizan al norte, sur y poniente de la ciudad, ello ocasiona la distribución irregular del recurso o la escasez al oriente de la capital. Por ello no es extraño escuchar que en delegaciones como Cuajimalpa o Magdalena Contreras sus habitantes utilizan 686 y 460 litros diarios por persona, mientras en delegaciones como Iztapalapa y Tláhuac sólo disponen de 269 y 247 litros respectivamente.

Debe mencionarse que la escasez del recurso es la consecuencia de la casi erradicación de ríos y lagos para el abastecimiento propio, la sobreexplotación del acuífero y su constante contaminación que ha llevado a exportar el agua de lugares cada vez más lejanos. A continuación haremos una reseña histórica, para conocer cómo han sido las obras de abastecimiento en la ciudad, desde la época prehispánica hasta nuestros días.

### **El pueblo del agua**

Transcurría el año de 1325, la peregrinación que casi dos siglos atrás habían emprendido los aztecas llegaba a su fin, pues en un pequeño islote, más parecido a un pantano del que sólo sobresalían rocas y cañaverales, apareció la señal prometida por el dios del sol Huitzilopochtli: el águila posada sobre el nopal devorando a la serpiente, era el lugar señalado para fundar la ciudad a la que dieron por nombre “Metzico-Tenochtitlan”.

Metzico “cara de luna” y en honor a su dios Huitzilopochtli o Mexihtzin y de su guía Tenoch (tuna-nopal sobre piedra),”de ahí en adelante se llamaron mexica”, señala Hanz Lenz en *México Tenochtitlan, ciudad lacustre*. Fue la

última de las siete tribus nahutlacas en arribar al Valle de México, razón por la que fueron relegados a vivir en tan inhóspito islote.

Aunque parecía imposible edificar una ciudad en un islote rodeado en su mayoría (hacia el este) por el lago de Texcoco y el de Xochimilco (sur), para ellos no lo fue, pues el quedar rodeados por agua les permitía tener ventajas defensivas para la ciudad, además como herederos de la cultura de Aztlán conocían a la perfección los usos y beneficios de los dones proporcionados por el dios Tláloc y la madre Chalchiutlicue.

Para los aztecas el agua era fuente de vida y privilegio, pero también ocasionaba la muerte, ello quedó de manifiesto cuando en 1449, las lluvias hicieron crecer la laguna de Zumpango, esta a la de Xalostoc y finalmente al lago de Texcoco que dejó a la metrópoli sumergida; entonces fue indispensable solicitar ayuda del ingeniero, rey y poeta Nezahualcóyotl, quien construyó una albarrada –que recibiría el nombre de tan ilustre personaje- “dividió la laguna en dos: la del oriente de aguas saladas, siguió llamándose lago de Texcoco, y la occidental, cuyas aguas rodeaban a la metrópoli se denominó laguna de México, cuyas aguas se volvieron dulces”, refiere Alejandro Rosas Robles, en *La Ciudad en el islote* (artículo incluido en *La ciudad y sus lagos*).

Si el haber fundado la gran Tenochtitlan en pleno islote, les brindaba a sus moradores independencia y dominio, también les ofrecía el problema del abastecimiento de agua potable, aunque lograron estar rodeados de aguas dulces, no eran potables, por lo que fue necesario traer el vital líquido del Cerro del Chapulín.

Alain Musset en *El agua en el Valle de México. Siglos XVI-XVIII*, comenta que fue bajo el reinado de Chimalpopoca, nieto del temible rey de Azcapotzalco, Tezozomoc, cuando se construyó un primer acueducto para traer agua de Chapultepec, para la edificación se buscó la asesoría de Nezahualcóyotl, de inmediato comenzó la construcción, la cañería se hizo de

barro y descansaba en una calzada formada de tierra, por lo que no resistió, entonces se tuvo que comenzar la construcción de otro acueducto, que fue terminado en 1466, esta vez constaba de dos caños de argamasa, mientras por uno corría el agua, el otro recibía mantenimiento de limpieza; además cuando el líquido llegaba a la ciudad se distribuía hacia fuentes y estanques, sólo los palacios y casas de los nobles tenían agua dentro de ellos gracias a las cañerías subterráneas mientras que el pueblo en general la compraba a las flotillas de canoas.

Cincuenta y tres años después, unos personajes extraños a los que dieron por nombre *teules* (dioses) emprendían la marcha a la capital del imperio azteca, comenzaba entonces el encuentro entre dos mundos: el indígena y el español, que deparaba al pueblo del sol muerte y destrucción.

El 30 de mayo de 1521, Hernán Cortés inició el sitio de la ciudad y tras 75 días el 13 de agosto de 1521 sucumbía ante los conquistadores la Gran México-Tenochtitlan.

### **El pueblo de la tierra**

Fue el 13 de agosto de 1521 cuando los españoles arribaban a la capital del imperio azteca tras 75 días de sitio, “de Tenochtitlan no quedó piedra sobre piedra, las acequias estaban cegadas y el aire contaminado por los cadáveres”, relata Alejandro Rosas en *La ciudad en el islote*.

Con 30 mil habitantes la nueva ciudad se edificó sobre las ruinas de la anterior y una de las primeras tareas en realizarse fue la reconstrucción del acueducto de Chapultepec que seguía el trazo prehispánico, pero durante el transcurso del siglo XVI sufrió diversas modificaciones: pasaría de un simple

canal a cielo abierto hasta una construcción de piedra por cuyas grietas se desperdiciaba el líquido.

A la par los españoles introdujeron nuevas actividades y comenzaron a desecar lagos y canales para obtener más tierra cultivable y mayores extensiones de terreno para el ganado, con ello se cambió para siempre el entorno ecológico del Valle de México.

Para 1536 el agua obtenida del Cerro del “Chapulín” no era suficiente y los manantiales de Santa Fe se presentaron como la mejor opción para abastecer a la población en aumento, además según la concentración de carbonato de calcio el agua de Santa Fe era considerada como “delgada” y la de Chapultepec “gorda” y menos digesta.

Al respecto Alain Musset en *El agua en el Valle de México. Siglos XVI-XVIII* escribe que las obras para llevar a la ciudad agua de Santa Fe no pudieron iniciarse sino hasta 1564 y se terminaron en 1620, la construcción se componía de 1000 arcos y partía de Santa Fe a Chapultepec, luego a la calzada de la Verónica (hoy Melchor Ocampo) para seguir por la ribera de San Cosme, luego a la calzada de Tacuba y por último a la Alameda, es de hacer notar que durante todo su recorrido llenaba pilas y fuentes donde la población podía abastecerse.

Al mismo tiempo (en 1620) se comenzó a edificar otro acueducto: el de Belén, para surtir del preciado líquido a las poblaciones meridionales, pero las obras se prolongaron tanto y fue hasta 1779 cuando fue terminado; con 904 arcos de piedra para sostener el caño de 3300 metros desde el Cerro del “Chapulín” hasta el Salto del Agua, no en vano don Antonio de Ulloa en 1776 lo comparaba con el acueducto de Chapultepec por su hechura, además escribía que “los dos acueductos formaban los dos paseos más hermosos de México” (citado por Alain Musset).

Para inicios del siglo XVIII la ciudad contaba con 105 mil habitantes y el agua que obtenía de Chapultepec, Santa Fe y Belén una vez más no era suficiente, por lo que desde 1735 se comenzó a dar noticia en la *Gaceta de México* de las obras para captar agua del lugar llamado Desierto y del monte de los Leones, refiere el historiador Manuel Orozco en *Historia de la Ciudad de México desde su fundación hasta 1854*.

La obra se terminó en 1786 y consistió en captar el agua de la presa del monte de los Leones para juntarla por un caño descubierto con la del Desierto y de ahí ambas, a través de un caño revestido de ladrillo reunir las hasta el Molino Viejo, donde estaban las aguas de Santa Fe.

Durante la Colonia la llamada “agua gorda” proveniente de Chapultepec, era utilizada por los habitantes del sur de la ciudad, desde Belén hasta La Piedad, San Antonio Abad y la Viga; por otro lado la llamada “agua delgada” de Santa Fe y los manantiales de los Leones y del Desierto abastecía a dos tercios de la ciudad desde Peralvillo, hasta la Candelaria y calle de Alconedo, explica el historiador Manuel Orozco en el mismo libro.

No obstante, los esfuerzos para abastecer a la población, no todos contaban con el recurso por la lejanía a que se encontraban de las fuentes, por lo que durante este periodo surgieron unos personajes llamados “aguadores” quienes vendían el agua en cántaros, como podemos observar en la siguiente imagen.



Fuente: José Luis Bibriesca Castrejón, *Ingeniería hidráulica en México*.

A la par del abastecimiento de agua y la constante desecación de la zona lacustre surgió el problema de las inundaciones, por la localización de la ciudad en una cuenca endorreica que no contaba con medio alguno para sacar las aguas. Fue en 1555 cuando se registró la primera, bajo el gobierno del Virrey Luis de Velasco quien mandó reparar los diques prehispánicos y ya desde entonces surgió la idea de construir un desagüe artificial.

En 1607 se registró otra inundación bajo el gobierno del virrey Luis de Velasco (hijo), se tomó la decisión de construir el desagüe y se publicó una convocatoria saliendo ganador Enrico Martínez, las obras tendrían como objetivo desecar la zona lacustre, construir un canal a Huehuetoca para drenar el lago de Zumpango y el de Cuautitlán hacia el río Tula y con ello reducir los torrentes que hacían crecer el lago de México, señala Enrique Espinosa López en *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo*.

La construcción del desagüe comenzó en 1607 y duró un año, pero empezó a mostrar desperfectos como coartaduras, derrumbes y azolves, como consecuencia la obra de Martínez recibió las críticas más severas y la posible amenaza de suspenderla, finalmente se consultó a varios especialistas y Enrico Martínez fue autorizado para continuar.

La inundación más grave se presentó en 1629, las obras de Enrico Martínez no fueron suficientes para desalojar el agua y la ciudad quedó anegada por cinco años. No sólo el clima fue el responsable del desastre sino también las disputas entre el propio Martínez para quien las aguas del norte de la cuenca eran el problema (en especial las de Cuatitlán), y el ingeniero enviado por la corona Adrian Boot quien juzgaba que el problema eran las aguas del sur, en especial el lago de Texcoco.

Ante tal paradoja el virrey marqués de Gélves mandó interrumpir todas las obras para esperar la temporada de lluvias y así observar por qué lado venían los caudales, la decisión fue catastrófica, las aguas llegaron a la ciudad, alcanzaron más de un pie de altura (30.48 cm.), se registraron poco más de 30 000 muertes (tan sólo de indígenas), fueron destruidas dos terceras partes de la superficie construida en los barrios periféricos y las pérdidas económicas superaron los 6 millones, especifica Enrique Espinosa en *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo*.

Con el tiempo se decidió desechar el proyecto de Enrico Martínez para dar paso a la construcción de un tajo abierto hasta Huehuetoca, en el resto del periodo Colonial se siguió trabajando en el desagüe. Asimismo el cierre y desecación de lagos y canales “no sólo respondía a las necesidades propias de la ciudad, tenía también un cierto sentido aleccionador: representaba la indiscutible victoria del mundo español sobre el mundo indígena. La tierra era un símbolo español; el agua, un símbolo indígena”, Alejandro Rosas en *La ciudad en el islote*.

## A la vuelta de la Independencia

Transcurridos los tres siglos de la Colonia, la Ciudad de México tenía que conformarse con el agua de Chapultepec, Santa Fe, y El Desierto de los Leones; con una población que rebasaba los 138 mil habitantes y como siempre la necesidad de conseguir más agua se hizo apremiante.

Fue entonces cuando en 1840 en Francia, país del viejo continente, surgió una actividad que inicialmente sería el remedio contra la escasez del líquido en la capital de la República Mexicana y después el causante de los hundimientos del suelo: la perforación de pozos artesianos o profundos.

Respecto a la calidad del agua extraída por este método, el ingeniero José Luis Bibriesca Castrejón en *Ingeniería hidráulica en México. El agua potable en la República Mexicana* refiere un estudio hecho por el doctor Río de la Loza y E. Craveri en donde analizan el agua extraída de los pozos, ríos y manantiales que surtían a la ciudad, encontrándolas potables.

Fue en 1844 cuando se iniciaron las perforaciones de pozos y de ahí en adelante surgió el furor por extraer agua del subsuelo, para 1858 existían aproximadamente 20 pozos y con el paso del tiempo se incrementaría la cifra causando el hundimiento constante de la ciudad.

A la par del descubrimiento de una nueva fuente de suministro, otras observaron cambios drásticos, como los acueductos que por tres siglos habían llevado el agua a la ciudad, el de Santa Fe fue demolido a finales del siglo XIX para dar paso a una nueva red de distribución en caños de fierro, piedra y plomo, además de estaciones de bombeo, en su lugar se construyó el primer abastecedor bajo tierra que comenzó a funcionar en 1879.

En 1886 el número de pozos perforados era de 1100, lo que ocasionó la disminución del caudal en los manantiales de Chapultepec y fue necesario construir una estación de bombeo para elevar el recurso y transportarlo. En la última década del siglo se sustituyó el acueducto de Belén por tuberías de fierro y para aumentar la cantidad del líquido se adquirieron las aguas de algunas fincas de campo como la de Molino Blanco, Olivar del Vidal, Tlaxtiloco, Rancho de Tetitla, Prieto y Atoto, San Álvaro y Pallares, San Lucas, Patolco, Villares, Casa Blanca, Santo Tomás, Merced de las Huertas, las haciendas de los Morales, San Isidro, Careaga y Clavería.

Dos problemas asociados con el abastecimiento de agua son las inundaciones y el desagüe, por un lado el agua es indispensable para preservar la vida (por ello se buscan nuevas fuentes de suministro), por el otro las inundaciones y el desalojo eran causa de serios desastres.

Si durante el periodo de la Colonia las obras del Tajo de Nochistongo ofrecían una solución contra el problema del desagüe, para mediados del siglo XIX eran insuficientes por lo que en 1897 se inició la construcción de El Gran Canal y el túnel de Tequixquiac, cuyas obras fueron inauguradas en el primer año del siglo XX.

Al respecto Enrique Espinosa López en *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo* señala que desde 1897 dieron inicio las obras de desagüe comprendiendo las atarjeas para desalojar los residuos de las casas, colectores para recibirlas y tubos para el lavado de las atarjeas. Esta red se recibía en los colectores Central, Norte y Sur; finalmente desembocaban en el Gran Canal con sus 47 km. Desde entonces comienza en las compuertas de San Lázaro y pasa al oriente del cerro de Guadalupe y hacia el norte cruza los extintos lagos de Xaltocán y Zumpango para terminar en el Tajo de Nochistongo.

## Lo que deparaba el nuevo siglo

Con 345 mil habitantes la ciudad de México daba la bienvenida a un nuevo siglo, el siglo XX y con ello a una compleja problemática para conseguir agua. Si bien el agua extraída con pozos del subsuelo había significado un gran avance, no era suficiente. Ello quedó de manifiesto en un estudio realizado por el doctor Antonio Peñafiel (en la década de 1840) titulado “Memoria sobre las aguas potables de la Capital de México” en donde sugería como una solución al número de pozos perforados utilizar el agua de los manantiales del sur, es decir Chalco, Xochimilco y Tlalpan, (especifica el ingeniero Bibriesca Castrejón en *Ingeniería hidráulica en México*). Así que en 1902 ante el crecimiento de la población y de la necesidad del líquido vital, el ingeniero Manuel Marroquín presentó –basándose en el estudio de Peñafiel- su “Proyecto de abastecimiento y distribución de aguas potables para la Ciudad de México” en el que proponía utilizar los manantiales de Xochimilco.

Las obras dieron inicio en 1905 y se terminaron en 1908, consistieron en tomar por medio de bombas eléctricas el agua de la Noria, Nativitas, Santa Cruz y San Luis para introducirlas en un acueducto cerrado de concreto y bombearlas a los tanques del Molino del Rey.

A la par del acueducto de Xochimilco desde 1905 se iniciaron las obras de entubación de hierro para el agua potable, recibándose un total de 34,578 litros por minuto repartidos en 8,190 tomas, abastecidas por los manantiales de Salazar, Río Hondo, Desierto de los Leones, Santa Fe y Chapultepec, señala Espinosa López en *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo*.

Si durante los primeros años del siglo XX el consumo de agua por habitante era de 160 litros, para la segunda década era de 240 litros y el líquido no era suficiente por lo que en 1917 fue necesario interrumpir el servicio

durante las noches. Este hecho obligó a las autoridades a perforar pozos a lo largo del acueducto de Xochimilco y en algunos puntos de la ciudad –aún con los hundimientos de 5 centímetros reportados por año- para aumentar el caudal.

En el *IV Censo de Población y vivienda del INEGI* se reporta que para la tercera década del siglo, la ciudad contaba con 1 229 576 habitantes por lo que se hizo una nueva captación en San Luis (una de las cuatro captaciones del acueducto de Xochimilco), se continuó la perforación de pozos y se entubaron las aguas de las serranías de las Cruces; es en esta década cuando se comienzan las obras de sustitución en el acueducto de Xochimilco por tubos de hierro y la construcción de la planta de bombeo de Xotepingo.

Ya para los años cuarenta la principal fuente de abastecimiento era el acuífero que proporcionaba un volumen diario de 234 640 m<sup>3</sup>/s y con ello el hundimiento de 10 centímetros al año, se reporta en un estudio del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de México.

En 1953 los permisos para perforar pozos fueron suspendidos, sin embargo para satisfacer la necesidad de 3 05044 habitantes (*VI Censo de población y vivienda*) fue necesario perforar 10 pozos más, aun con las obras de construcción del acueducto de Chiconautla, concluidas en 1957.

Ante el acelerado hundimiento reflejado en los edificios antiguos en el centro de la ciudad, en 1942 se pensó en traer agua de la cuenca del Lerma en el Estado de México, señala Manuel Guerrero en *El agua*, después de 10 años de construcción en 1951 se inauguraron las obras que consistieron en un acueducto, en su mayoría subterráneo de 62 kilómetros de largo que aportaron a la ciudad 5 m<sup>3</sup>/s.

Debido a la demanda del recurso a principios de los años cincuenta se pensó en reutilizarlo, por lo que en 1954 empezó a funcionar la primera planta

de tratamiento de aguas residuales en Chapultepec, el agua aunque de no muy buena calidad se utilizó para regar áreas verdes.

A la par del reuso de aguas residuales, los problemas de las inundaciones y el desagüe volvieron hacer su aparición en la capital, pues si bien la sobreexplotación de los mantos acuíferos causaba el hundimiento de la ciudad, también era responsable del deterioro en el sistema de drenaje y en la disminución en el desalojo de aguas residuales.

Enrique Espinosa en *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo* señala que fue necesario aumentar los bordos del Gran Canal, construir un segundo túnel de Tequixquiac, cuatro presas en las barrancas de Becerra y Tacubaya, entubar parte del río Mixcoac, así como en su totalidad los ríos Magdalena, Consulado, La Piedad y Churubusco, colocar siete colectores, bombas y tanques de regulación.

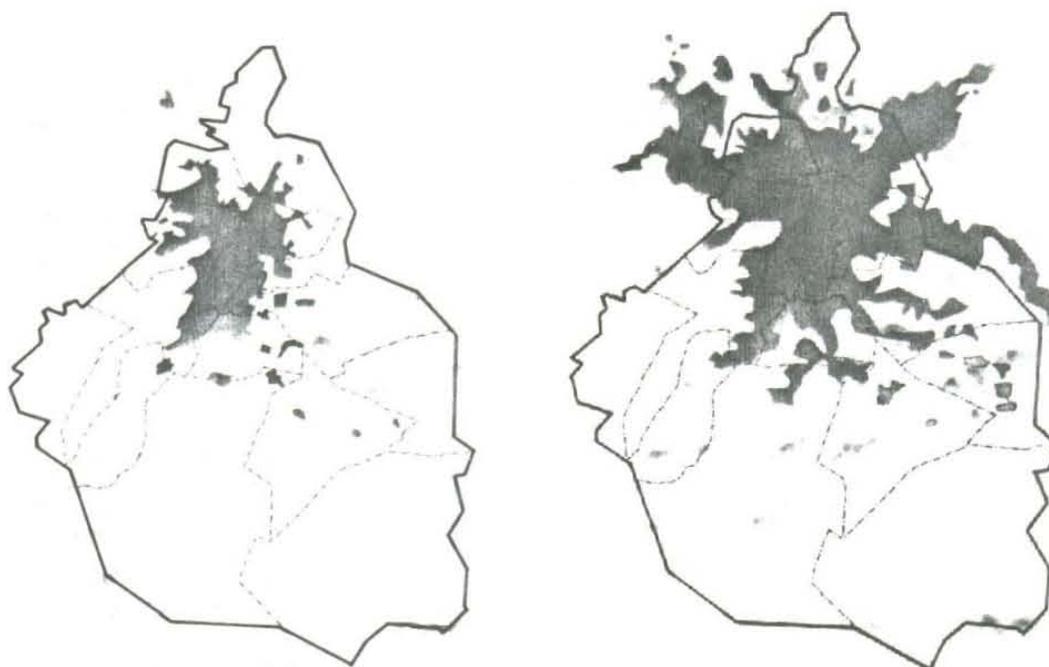
Ante la constante amenaza de las inundaciones y la falta de un sistema eficiente para desalojar las aguas, en 1967 se comenzó a construir el Sistema de drenaje profundo, cuya primera etapa de 60 km, se concluyó en 1975 con el Emisor Central, túnel de 50 Km. de longitud y 6.5 m de diámetro al que convergen diversos interceptores y profundidades que van desde los 20 m hasta los 200 m, agrega Enrique Espinosa.

### **Los límites rebasados**

Fue a partir de los años cincuenta cuando la ciudad aumentó considerablemente su número de habitantes, si en esa década contaba con poco más de tres millones distribuidos en 24058 hectáreas (240.58 km<sup>2</sup>), para 1970 sumaban 6 874 165 personas repartidas en 56 5000 hectáreas (565 km<sup>2</sup>), afirma Manuel Guerrero en *El agua* aunque el 30 por ciento se asentaba en los

municipios del Estado de México, trabajaban y utilizaban los servicios de la Ciudad.

Es así como los límites de la ciudad fueron rebasados y surge una megalópolis rodeada de municipios de gran tamaño como Ecatepec, Tlalnepantla, Nezahualcóyotl y Chimalhuacán; como consecuencia se redujeron las zonas de recarga del acuífero y aumentó la demanda de agua. En los siguientes mapas podemos observar el crecimiento del área urbana en 1940 y en 1970.



Área urbana en 1950 y 1970

Fuente: Jorge Gamboa de Buen, *Ciudad de México*.

Para 1970 el Sistema Lerma entraba plenamente en operación, pero con el fin de obtener caudales adicionales, el Departamento del Distrito Federal (así se le llamaba en aquella época) inició la construcción de un sistema de abastecimiento denominado “Plan de Acción Inmediata” (PAI), consiste en una serie de pozos y acueductos en el norte de la cuenca, la mayoría ubicados en el Estado de México y una mínima parte en el estado de Hidalgo, apunta el director del Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, Manuel Perló Cohen en *¿Guerra por el agua en el Valle de México?*

A través del PAI actualmente se extraen 8.6 m<sup>3</sup>/s que se distribuyen de la siguiente forma: al estado de Hidalgo se le entrega 1 m<sup>3</sup>/s, al Estado de México 5.4 m<sup>3</sup>/s y al Distrito Federal 2.2 m<sup>3</sup>/s.

Para 1975 la cuenca del Lerma al igual que la del Valle de México, comenzaba a mostrar serios signos de sobreexplotación por lo que se proyectó la construcción de un sistema mucho más ambicioso: el Cutzamala, para 1982 fue una realidad y la capital con su poco más de ocho millones de habitantes disfrutaba de nuevos caudales y mientras su crecimiento poblacional comenzaba a estancarse, el de su zona conurbada se aceleraba, al grado que para cubrir las necesidades de ambas entidades a lo largo de los años se han construido ampliaciones al Sistema Cutzamala.

En años recientes a la par del abastecimiento del líquido vital, otro aspecto de crucial importancia es el tratamiento que recibe el agua potable antes de llegar a nuestras casas, según datos del estudio *Mejoramiento de la calidad del agua* elaborado por el Sistema de Aguas de la ciudad de México los parámetros que definen la calidad del agua son 42, siete físicos, 31 químicos y cuatro biológicos, se cuenta con el Laboratorio central de control y calidad del agua en Xotepingo , 377 dispositivos de cloración y 27 plantas de potabilización.

En materia de desalojo de aguas residuales, en el estudio *Drenaje y desagüe pluvial* elaborado por la misma secretaría se resalta que existe un sistema de drenaje combinado (red primaria 10.237 km y red secundaria 2.033 km) en donde se conecta el drenaje de las casas, comercios, escuelas, coladeras, etc.; se desaloja fuera de la ciudad a través de canales a cielo abierto y cauces entubados como el Río de los Remedios, Canal de Chalco, Canal Nacional, Churubusco, Río de La Piedad y Consulado.

En toda esta infraestructura se localiza el sistema de drenaje profundo que de 1998 al año 2000 se amplió mediante la construcción del Interceptor Gran Canal, además parte de las aguas residuales son enviadas a las 24 plantas de tratamiento con el fin de poderlas reutilizar en el riego de zonas verdes, recarga del acuífero, riego de cultivos, para llenar lagos artificiales como el de Chapultepec, en procesos industriales y en servicios públicos (como el lavado de autotransportes).

En el *XII Censo de población vivienda* del INEGI, se reporta que para el año 2000 en la Capital de la República se contaban 8 605 239 habitantes, abastecerlos de agua implica importar el líquido vital de las cuencas vecinas del Lerma y Cutzamala, utilizar los pocos ríos que aun nos quedan y sobreexplotar los acuíferos, que como veremos enseguida muestran un serio deterioro.

## El agua de la tierra

A lo largo de su historia la Ciudad de México ha tenido que recurrir a distintas fuentes para abastecer de agua a una población en aumento, los Sistemas Lerma y Cutzamala aportan el 42 % de los 35.1 m<sup>3</sup>/s de agua que recibimos, los mantos acuíferos son la principal fuente de abastecimiento y en su mayoría se localizan al sur de la ciudad, porque ahí el suelo es de tipo volcánico y permite que el agua de lluvia se infiltre al subsuelo, señala el doctor Víctor Manuel Martínez Luna, investigador en hidrogeografía y geografía social del Instituto de Geografía de la UNAM.

Existen varios problemas que afectan la recarga del acuífero, como el crecimiento de la mancha urbana porque tiende a disminuir con la expansión de la metrópoli, las construcciones de concreto-asfalto impiden la infiltración de agua hacia el subsuelo y se desperdicia en el sistema de drenaje.

Además la devastación de bosques en los alrededores de la ciudad constituye otro factor negativo, mientras el suelo orgánico permite la retención de agua y su absorción, como si fuera una esponja, el suelo sin vegetación se vuelve poco permeable y cuando llueve el agua no se aprovecha en su totalidad.

Según datos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) y de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (GRAVAMEX) de la Comisión Nacional del Agua, los acuíferos del Valle de México aportan 45 mil l/s extraídos de 585 pozos (367 los opera el SACM y 216 la GRAVAMEX) ubicados en el Estado de México, Distrito Federal y en el estado de Hidalgo que a lo largo de los años se han tenido que perforar a mayor profundidad de menos de 100 metros hasta sobrepasar los 450 metros.

Actualmente el acuífero muestra serios problemas de sobreexplotación, la cantidad de agua de lluvia que entra al subsuelo, para recarga del acuífero, es menos de la mitad de la que extraemos, es decir mientras se sacan 4658 millones de litros diarios en promedio ( $45 \text{ m}^3/\text{s}$ ), tan sólo se infiltran 2055 millones de litros diarios en promedio ( $23 \text{ m}^3$ ). En la imagen que a continuación presentamos lo podemos observar.



Fuente: *Agua, una nueva estrategia para el Distrito Federal.*

La sobreexplotación también propicia cambios en el medio ambiente y en la Ciudad, pues el suelo donde se encuentra la megalópolis es del tipo arcilloso, mientras más agua se extrae más se compacta el suelo y surgen así los hundimientos, ejemplo de ello lo podemos apreciar en los edificios del centro histórico.

En el documento *Información sobre el agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México* elaborado por el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, se estima que el hundimiento de la capital es de 3 centímetros al año, aunque en algunas delegaciones como Xochimilco y Tláhuac es de 10 centímetros, ello tiene como consecuencia que las tuberías (de drenaje y agua potable) se fracturen o rompan produciendo fugas.

Si la sobreutilización de los cuerpos de agua subterráneos afectan la recarga y provocan el compactamiento del suelo, la sobrepoblación en el llamado “suelo de conservación” al sur de la ciudad pone en peligro la existencia de la principal fuente de abastecimiento, porque esta superficie de 88.500 hectáreas destinada a incrementar la infiltración hacia el subsuelo, poco a poco ha visto menoscabadas sus superficies de bosques, pastizales y zonas agrícolas por la proliferación de asentamientos humanos irregulares.

Actualmente se han registrado más de 700 asentamientos irregulares y las zonas más afectadas son El Ajusco Medio, San Andrés y Topilejo en Tlalpan, la Magdalena Contreras, Cuajimalpa, la Sierra de Santa Catarina, Tláhuac (en la zona limítrofe con Chalco y Xico), así como Xochimilco donde se ha observado más el avance durante los últimos tres años, apunta Martha Delgado en *El agua, reto y propuesta para la Ciudad* (artículo incluido en la revista *Asamblea*, junio 2004).en el mapa siguiente se puede observar la superficie que corresponde al suelo de conservación.



Fuente: Fernando Menéndez Garza en *La gestión del agua en México*  
(Las modificaciones fueron hechas por mí)

Al respecto la señora Leticia Torres, originaria del barrio de San Marcos en Xochimilco, comenta que cerca de los límites delegacionales con Milpa Alta existen zonas verdes (para recarga del acuífero) y en los últimos años han sido ocupadas por la “invasión hormiga”, “no sé quién les vende –refiere- llegan, construyen y cuando menos lo esperan son echados de sus casas por los granaderos y no es la primera vez que pasa”.

El doctor Víctor Manuel Martínez Luna, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM, añade que el crecimiento desmedido en zonas de conservación es el resultado de la extensión de los asentamientos ya existentes, así como de la venta que hacen “algunos pseudolíderes” a personas de bajos ingresos aprovechando la poca vigilancia existente en estos lugares, en especial en Tláhuac.

En los últimos años el crecimiento poblacional se ha extendido hacia el sur de la Ciudad hasta ocupar el 16 por ciento del suelo de conservación, con cerca de 200 mil habitantes. El panorama a futuro indica que en la siguiente década el número de personas aumentará a 500 mil y ocuparán 6 mil hectáreas más, ello provocará la eliminación de 2.4 millones de litros por año de agua de lluvia al acuífero.

Si bien la tala de bosques, alteración de los ecosistemas, la erosión y el cambio de uso del suelo de rural a urbano han alterado la naturaleza del acuífero, la contaminación se presenta como un problema que modifica la calidad del agua antes de llegar a nuestras casas.

El agua apta para consumo humano es aquella que reúne ciertas características de pureza química, física y microbiológica, debe estar casi en su totalidad libre de contaminantes tóxicos y de microorganismos patógenos. Debe ser transparente y no tener colores ni olores extraños, además de tener bajo contenido de materia orgánica disuelta, porque de lo contrario se favorecería su descomposición, la proliferación de microorganismos y la aparición de olores y sabores desagradables nocivos para la salud, comenta el

ingeniero Javier Cuadra, Subgerente de potabilización, saneamiento y apoyo a organismos operadores de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua.

Para evaluar la calidad del agua que llega a nuestras casas, en la ciudad de México se cuenta con cinco plantas de potabilización y el Laboratorio central de control y calidad del agua, en Xotepingo donde se utilizan parámetros físicos, químicos y biológicos para garantizar la pureza del vital líquido.

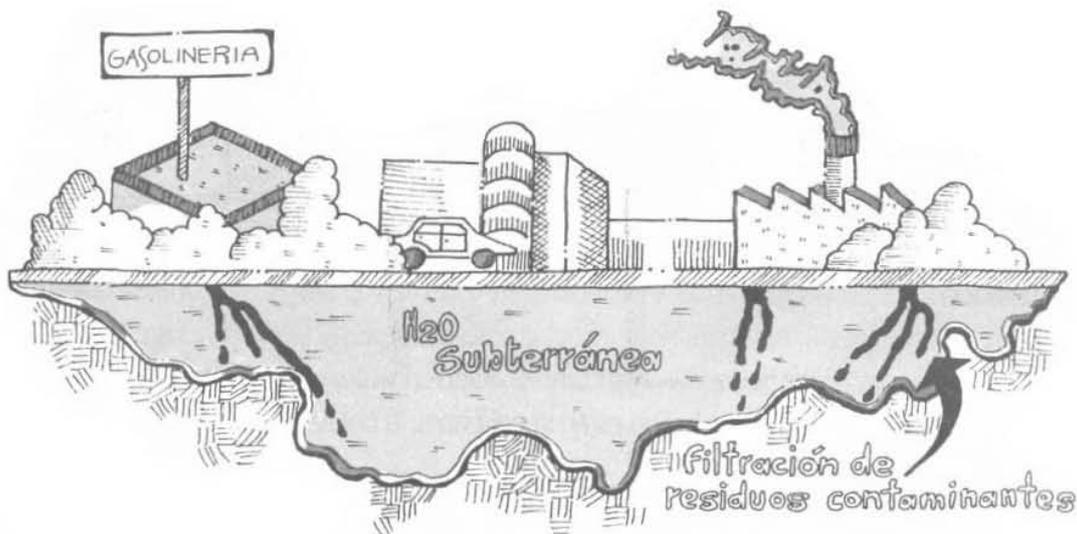
Desgraciadamente la calidad del agua se ve afectada por la contaminación de los acuíferos, el tratamiento poco eficiente que recibe en las plantas potabilizadoras, por depósitos domiciliarios en mal estado y por la corrosión de las tuberías de la red de distribución y domiciliarias.

Pero sin duda alguna la actividad humana continúa siendo la principal fuente de contaminación, aseguran Marina Leal, Valentina Chávez y Laura L. en *Temas ambientales* y señalan a las actividades domésticas como las principales fuentes contaminadoras de los acuíferos, pues de las casa surge la mayor parte de desechos que van directamente al sistema de drenaje o a los ríos y lagos; un caso representativo son los 10 litros de agua de los sanitarios que se contaminan con orina, heces fecales y papeles cuando vamos al baño.

Los procesos industriales representan otro factor de riesgo, pues en muchas de sus actividades se requiere el agua –como en las fábricas de papel y plástico- y una vez utilizada va a parar al drenaje saturada de componentes tóxicos entre los que se encuentran el cromo, el mercurio, arsénico, antimonio, amonio y cianuro.

Los residuos sólidos juegan un papel importante en la contaminación de los mantos freáticos, en la ciudad se producen a diario 19.850 toneladas de basura que han sobrepasado la capacidad de los basureros, con el paso del tiempo estos residuos y las zanjas de relleno sanitario producen líquidos llamados *lixiviados* que se percolan a las capas de agua profunda y pueden provocar enfermedades como el cáncer, retraso mental y deformaciones

congénitas, se precisa en un estudio de la Coordinación Regional de la Cuenca del Valle de México. En la siguiente imagen podemos observar un ejemplo de contaminación del acuífero.



Fuente: Marina Leal, Valentina Chávez, *Temas ambientales*.

Sin duda alguna el suelo representa la vía principal por la que se contaminan los acuíferos, antes se consideraba que el suelo era impermeable y no permitía el paso de sustancias tóxicas, pero con el paso del tiempo se pudo constatar que algunos compuestos como la gasolina y los detergentes sí se filtraban a través de grietas o fracturas.

Un ejemplo de ello lo representa El Ajusco donde por el suelo de tipo volcánico resulta complicado y costoso para el gobierno de la ciudad proveer a las personas de un sistema eficiente de drenaje, así que sus desechos se filtran directamente a través de las fracturas hacia el subsuelo, además es preciso recordar que en esta zona se realiza una de las mayores captaciones de agua para la recarga del acuífero, señala el doctor Víctor Manuel Martínez Luna, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

Entre los contaminantes que con mayor frecuencia afectan la calidad del agua subterránea se encuentran los biológicos como las bacterias y los virus y los químicos como son detergentes, solventes, plaguicidas, combustibles, entre otros, que pueden causar desde enfermedades gastrointestinales hasta padecimientos congénitos.

Asimismo las fracturas en las redes de drenaje y de distribución de agua, son otro factor que propicia la contaminación (corren de manera paralela) porque las heces fecales, los virus, las bacterias y las sustancias químicas presentes en las aguas negras, se mezclan con el preciado líquido que llega a nuestras casas; la situación empeora cuando en las plantas potabilizadoras se les agrega cloro para su desinfección y se vuelven mucho más nocivas para nuestra salud. Entre las sustancias que contienen se encuentran los trihalometanos, además de bacterias como *Helicobacter Pylori*, *Legionella* y virus como el Rotavirus, se apunta en el libro *El agua y la Ciudad de México. Abastecimiento, drenaje, calidad y salud pública*.

En palabras del médico José Carmen Guerrero, adscrito a la clínica Revolución del ISSSTE, la bacteria *Helicobacter Pylori* provoca úlceras estomacales y puede causar cáncer gástrico y la *Legionella* provoca hepatitis A. desgraciadamente no fue posible conseguir las estadísticas de las personas que son afectadas por consumir este tipo de agua.

Al respecto, el ingeniero Javier Cuadra, Subgerente de potabilización, saneamiento y apoyo a organismos operadores de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua, agrega que “este problema se ha llegado a reportar y se está trabajando arduamente en conjunto con el Sistema de Aguas” para mejorar la calidad del líquido enviado a nuestras casas.

En este sentido se desprende que las delegaciones propensas a la contaminación son Álvaro Obregón, Benito Juárez, Cuajimalpa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero e Iztacalco; las que comienzan a mostrar signos negativos son Azcapotzalco, Coyoacán, Miguel Hidalgo y Tlalpan, y las más contaminadas son Iztapalapa, Milpa Alta, Tláhuac, Venustiano Carranza y Xochimilco, según información del libro *El agua y la ciudad de México. Abastecimiento, drenaje, calidad y salud pública*.

La contaminación del agua en el acuífero (como ya habíamos dicho antes), provocada por la actividad industrial, basura, infiltración de sustancias tóxicas y fracturas en las tuberías, se ha convertido en un problema de salud pública, pero existen otros problemas que la ciudad tiene que afrontar como son: el rezago en la cobertura del recurso de 3 mil litros por segundo, drenaje, sobreexplotación del acuífero y líneas de distribución en mal estado que provocan un desperdicio de 40%, todo lo anterior está asociado con el crecimiento desmedido de la población y la expansión de la mancha urbana.

Otro problema que surge es la insuficiencia de fuentes para cubrir la demanda de agua. Actualmente la ciudad lleva diez años sin caudales de nuevas fuentes y para las próximas décadas se calcula que los habitantes de la capital requerirán de 5 mil l/s adicionales para abastecer sus necesidades y no existen muchas alternativas para conseguirlo, la más viable es Temaxcaltepec, cuarta etapa del Sistema Cutzamala.

Desde hace algún tiempo se tiene proyectado exportar el recurso del Alto Tecolutla en el estado de Hidalgo o del río Amacuzac en el estado de Morelos, sin embargo en estos lugares la demanda de agua va en aumento por lo que sería difícil de realizarse. Lo que sugiere el ingeniero Cuadra, Subgerente de potabilización, saneamiento y apoyo a organismos operadores de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de

la Comisión Nacional del Agua, es la construcción de la cuarta etapa del Cutzamala y recuperar el agua perdida en fugas.

### III. Desafiando a Tláloc

Para esta megalópolis el abastecimiento de agua ha representado uno de los principales problemas a atender, a mediados del siglo XX la excesiva extracción de agua del acuífero tuvo como consecuencia el constante hundimiento de la ciudad; además el crecimiento de la población llevó a plantear la necesidad de buscar fuentes alternas.

En 1940 daba inicio una de las obras más asombrosas de la ingeniería hidráulica mexicana al transferir agua de una cuenca a otra, en este caso de la Cuenca Alta del Río Lerma, en el Estado de México, a la cuenca vecina del Valle de México, en 1951 entraban por vez primera los caudales procedentes de esta fuente a la ciudad.

A mediados de la década de los sesenta la ciudad nuevamente necesitaba de caudales adicionales a la par que su área conurbada crecía enormemente, entonces se extrajo más agua del Lerma.

Para 1970 mostraba sobreexplotación de sus recursos acuíferos por lo que se decidió importar agua de otra fuente alterna: la Cuenca del Río Cutzamala, la construcción del sistema fue un triunfo de la ingeniería mexicana, pues requirió elevar el líquido a más de 1300 metros sobre el nivel del mar, ahora no se trataba sólo de surtir a la ciudad, sino también a los 18 municipios conurbados del Estado de México.

Las obras originalmente se planearon en tres etapas, pero ante la creciente demanda fue necesario planear una cuarta, en Temascaltepec, pero ante las protestas de los habitantes de la región se suspendieron temporalmente.

Desde la puesta en operación del Sistema Lerma en 1951 y posteriormente el Sistema Cutzamala en 1982, las relaciones entre el Estado de México y el Distrito Federal han estado marcadas por la baja disponibilidad que la primera entidad tiene del recurso, pese a que las fuentes se encuentran en su territorio.

Actualmente el Sistema Lerma aporta  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  y el Sistema Cutzamala  $15.7 \text{ m}^3/\text{s}$  (de los cuales  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  destinan a la ciudad y  $5.7 \text{ m}^3/\text{s}$  a los municipios conurbados del Estado de México). Estas dos fuentes no durarán por mucho tiempo, se calcula que para el año 2010 serán insuficientes, los proyectos alternos son Amacuzac, Tecolutla, Libres-Oriental, el acuífero de Apan y la presa de Guadalupe, sin embargo el importar agua desde esos lugares traerá conflictos.

## Un trabajo en conjunto

El agua es el elemento sustancial de la vida, siempre ha tenido un gran valor debido a la relación que tiene con el desarrollo de cualquier actividad humana. En el Valle de México es bien conocida la problemática para tener acceso al agua, prueba de ello son los retos enfrentados para vencer las difíciles condiciones geográficas de la cuenca.

La Comisión Nacional del Agua, entidad desconcentrada de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, es la autoridad responsable de administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del agua (según información de la propia CNA).

Para cumplir con su propósito, la Comisión se divide operativamente en tres grandes áreas:

1. Oficinas Centrales.
2. Gerencias Regionales.
3. Gerencias Estatales.

La sede de Oficinas Centrales está en la ciudad de México y dentro de sus acciones principales se encuentran: apoyar a las Gerencias Regionales y Estatales en la realización de las acciones necesarias para lograr el uso sustentable del agua, integrar el presupuesto de la institución y vigilar su aplicación, establecer los programas para apoyar a los municipios en el suministro de los servicios de agua potable y saneamiento en las ciudades y comunidades rurales. También establece la política de recaudación y fiscalización en materia de derechos de agua y permisos de descargas, coordina las modificaciones que se requieran a la Ley de Aguas Nacionales y

apoya su aplicación en el país, elabora las normas en materia hidráulica, opera el servicio meteorológico nacional, atiende, a los medios de comunicación nacionales y se vincula con las dependencias federales para trabajar en forma conjunta en acciones que beneficien al Sector Hidráulico.

Las Gerencias Regionales son las responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en cada una de las trece regiones hidrológico-administrativas en que se ha dividido el país. Las regiones y sus sedes son:

- |  |   |
|--|---|
| I. Península de Baja California (Mexicali, Baja California). | VIII. Lerma Santiago Pacífico (Guadalajara, Jalisco).                           |
| II. Noroeste (Hermosillo, Sonora).                           | IX. Golfo Norte (Ciudad Victoria, Tamaulipas).                                  |
| III. Pacífico Norte (Culiacán, Sinaloa).                     | X. Golfo Centro (Jalapa, Veracruz).   |
| IV. Balsas (Cuernavaca, Morelos).                            | XI. Frontera Sur (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas).                                   |
| V. Pacífico Sur (Oaxaca, Oaxaca):                            | XII. Península de Yucatán (Mérida, Yucatán).                                    |
| VI. Río Bravo (Monterrey, Nuevo León).                       | XIII. Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala (México, Distrito Federal). |
| VII. Cuencas Centrales del Norte (Torreón, Coahuila).        |   |

Dentro de las Gerencias Regionales se realizan las siguientes tareas básicas: determinar la disponibilidad del agua, orientar los nuevos polos de desarrollo, lograr el uso sustentable del agua, asegurar la preservación de los acuíferos, garantizar la calidad del agua superficial, llevar a cabo la recaudación en materia de aguas nacionales y sus bienes, solucionar conflictos relacionados con el agua, otorgar concesiones, asignaciones y permisos, promover la cultura del buen uso y preservación del agua, prevenir los riesgos

y atender los daños por inundaciones, prevenir los riesgos y atender los efectos por condiciones severas de escasez de agua, operar la infraestructura estratégica. Además, las Gerencias Regionales son el vínculo con los gobernadores de las entidades donde se ubican.

Por lo que se refiere a las Gerencias Estatales, éstas tienen la importante labor de aplicar las políticas, estrategias, programas y acciones de la Comisión en las entidades federativas que les corresponden.

En el caso de la ciudad de México y su área conurbada, pertenecen a la Región XIII Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala (GRAVAMEX), integrada por las cuencas de México y Valle de Tula, abarca el Distrito Federal, parte de los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Estado de México.

La GRAVAMEX se encarga de operar el Sistema Cutzamala, siete baterías de pozos pertenecientes al Plan de Acción Inmediata (PAI), que suman 218 ubicados en el Distrito Federal, en el estado de Hidalgo y en el Estado de México; seis plantas de rebombeo y la planta potabilizadora Madín.

Por otra parte, el Sistema de aguas de la Ciudad de México (SACM), organismo público sectorizado en la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, entró en operación en 2003, fusionó en una sola entidad a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y a la Comisión de Aguas del Distrito Federal. Suministra y distribuye los servicios de agua potable y drenaje a los habitantes del Distrito Federal (según información del mismo SACM).

Entre sus funciones se encuentran: el garantizar el suministro de agua con la calidad que demandan los habitantes de la ciudad; formular y actualizar los proyectos de abastecimiento de agua potable y reaprovechamiento de aguas residuales; conservación de las obras de infraestructura hidráulica y de drenaje existentes, en coordinación con las autoridades competentes.

Además opera y conserva los sistemas de aprovechamiento y distribución de agua potable y alcantarillado; proyecta y ejecuta las obras de prevención y control de inundaciones, hundimientos y movimientos del suelo, siempre y cuando sean de tipo hidráulico ; autoriza y supervisa las conexiones del sistema de agua potable, así como la construcción y conservación de pozos y manantiales; coordina, planea e instrumenta acciones para lograr un uso eficiente del agua; y finalmente establece la coordinación con diversas instituciones para desarrollar acciones conjuntas con los municipios y estados circunvecinos al Distrito Federal.

El SACM opera 367 pozos pertenecientes a los sistemas Norte, Centroponiente y Sur (en el Distrito Federal); el sistema de pozos Chiconautla (en el Estado de México), coordina la extracción en ríos locales y el Sistema Lerma.

## El Sistema Lerma

“Tiene el dios [Tláloc] a su servicio muchos ministros, pequeños de cuerpo, los cuales moran cada uno de los aposentos, cada uno según su color, pues son azules, como el cielo, blancos amarillos o rojos. Ellos son grandes regaderas y con palos sobre las manos van a regar sobre la tierra, cuando el supremo dios de la Lluvia ordena. Y cuando truena, es que resquebrajan su cántara, y si algún rayo cae, es que un fragmento de la vasija rota viene sobre la tierra” (Ángel María Garibay. *Épica Náhuatl*)

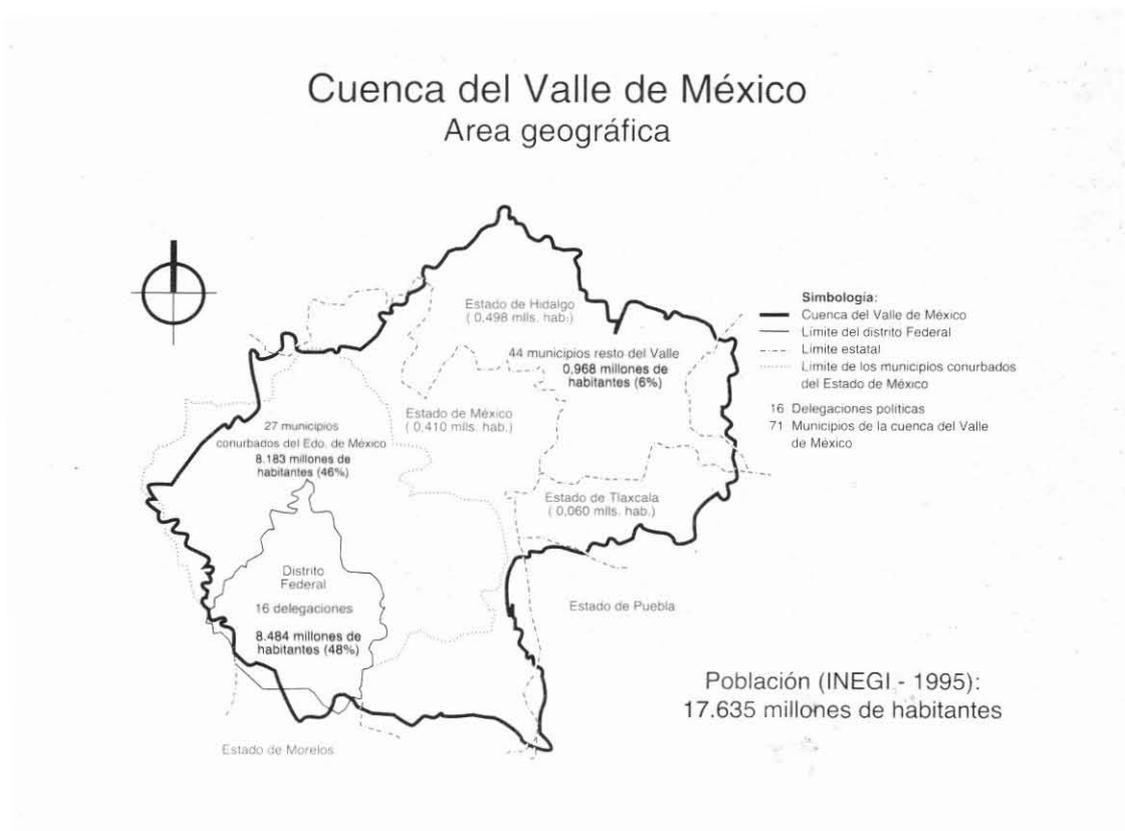
Para los mexicas Tláloc era el dios “que hacía brotar”, representaba el elemento agua y era el dios de la lluvia, el rayo y las tempestades y junto con Chalchiutlicue, diosa de los mares, lagos, ríos y manantiales; ambos proporcionaban al hombre el líquido vital para hacer brotar las cosechas y saciar su sed.

Con el correr de los siglos Tláloc quedó en el olvido y las nuevas generaciones sólo querían más y más agua, no importaba de donde la obtendrían, ni los daños que ocasionarían, lo importante era saciar sus necesidades.

En poco más de 500 años, la Cuenca del Valle de México donde se localizaba la Gran México-Tenochtitlan observó cambios radicales en su sistema hidrológico. Primero con la desecación de los lagos, luego con la sobreexplotación de los acuíferos.

La Cuenca del Valle de México se sitúa en el extremo sur del Altiplano Mexicano, como podemos observar en el mapa de abajo y dentro de ella se localiza una de las concentraciones poblacionales más grandes del mundo: el

Área Metropolitana de la Ciudad de México que cuenta con una población de 17.673 millones de habitantes, de los cuales 8.605 millones pertenecen a la capital y 9.068 a los 28 municipios conurbados del Estado de México.



Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos*.

La cuenca donde se asienta la ciudad y su área conurbada, se encuentra rodeada de cinco cuencas: Lerma, Cutzamala, Amacuzac, Libres Oriental y Río Teocolutla. Las dos primeras se convirtieron en fuentes de abastecimiento para la ciudad, el resto representan proyectos viables para incrementar el suministro de agua.

## La cuenca del Lerma

Corría el año de 1941 y la ciudad de México se debatía ante una crisis que amenazaba con dejar sin agua a sus habitantes, así que se determinó traer el líquido vital de un lugar no muy lejano: la Cuenca Alta del Río Lerma localizada a 60 Km. de la Ciudad de México, por primera vez en la historia de nuestro país se transfirió agua de una cuenca a otra.

De ahí en adelante empezaría una historia sin fin de exterminio de un ecosistema para satisfacer hasta nuestros días a una población cercana a los 9 millones de habitantes.

La decisión de importar el recurso desde esta cuenca, se debió en gran parte al acelerado crecimiento demográfico, al constante hundimiento de la ciudad por la extracción de agua del subsuelo y porque era evidente que el acuífero del Valle de México no sería suficiente para abastecer las nuevas demandas, señala la arquitecta María Luz Patiño, supervisora de proyectos de la Subdirección Técnica del Sistema de Aguas de la ciudad de México.

Ya desde la década de los treinta del siglo pasado se vislumbraba la posibilidad de traer agua desde la Cuenca Alta del Río Lerma, en el Estado de México, porque su sistema hidrológico se mantenía en equilibrio, ofertaba más agua de la que se demandaba y alcanzaba a cubrir las necesidades de los agricultores, ganaderos y personas en general, comenta la doctora Laura Elena Maderey, investigadora en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

La Cuenca Alta del Río Lerma comprende el Valle de Toluca, con una superficie de 1582 km<sup>2</sup>, sus límites son al oriente el Valle de México, al sur la cuenca del río Amacuzac, al occidente la cuenca del río Cutzamala y al norte la cuenca del río Tula.

Entre sus principales formaciones montañosas se encuentran la Sierra de las Cruces, el Nevado de Toluca, los Montes de la Gavia, Monte Alto, Monte Bajo y la Sierra de San Andrés, especifica un estudio de la *Red de investigación del agua. Región Lerma-Santiago-Pacífico*.

El sistema lacustre antes de iniciarse las obras de captación, lo conformaban tres enormes lagunas que descendían en escalones sucesivos hacia el norte de la cuenca para encauzar sus aguas al Río Lerma.

De sur a norte se llamaban: Almoloya del Río, donde nacía el Río Lerma, también conocido como Almoloya, Matlatzingo, Río Grande de Santiago y Toluca, su origen eran más de cincuenta manantiales que lo alimentaban; la segunda la mas famosa de todas se llama Lerma, comprende a la ciudad que lleva su nombre y junto con la última laguna Chignahuapan comprendían un sistema lacustre de 29 kilómetros. Siglos de evolución permitieron la existencia de un ambiente natural de bosques, lagos, manantiales y 85 acuíferos, que representan el 18 % del total nacional comenta la doctora Maderey Rascón, investigadora en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

### **Tras las aguas del Lerma**

A principios de la década de los cuarenta dieron inicio las obras más portentosas de la ingeniería hidráulica mexicana hasta entonces, la construcción del Sistema Lerma, de ahí en adelante las aguas de este río nunca más llegarían al Pacífico, antes bien entrarían a la ciudad, se desalojarían en las cuencas que alimentan los ríos Tula y Pánuco y por último, llegarían al Golfo de México.

Las obras realizadas en dos etapas, incluían la captación de agua de cuatro manantiales: Almoloya, Texcaltenango, Alta Empresa y Ameyalco; así como la extracción de agua del subsuelo mediante la perforación de pozos cerca de la

laguna del Lerma, escribe Patricia Romero en *Impacto socioambiental, en Xochimilco y Lerma, de las obras de abastecimiento de la Ciudad de México*.

### **Primera etapa**

La primera etapa se llevó a cabo de 1942 a 1951, consistió en la captación y conducción de las aguas de Almoloya del Río, Texcaltenco y Alta Empresa y se efectuaron las primeras captaciones de agua del subsuelo a través de la perforación de cinco pozos que alcanzaban profundidades variables entre 50 y 308 metros.

Por fin en 1951 entraron a la capital las aguas procedentes del Lerma, esto fue posible gracias a la construcción de un acueducto de 60.1 kilómetros de longitud, de los cuales 24.3 corresponde al acueducto superior del Valle de Toluca, 14.3 al túnel Atarasquillo-Dos Ríos que atraviesa la Sierra de las Cruces y desvía las aguas de la Vertiente del Pacífico hacia la vertiente del Golfo de México, apunta Romero en *Almoloya. Su río y puentes coloniales*.

Además se construyó un sistema de distribución y almacenamiento en la segunda sección del bosque de Chapultepec, en donde se encuentra un depósito decorado por Diego Rivera-que aun podemos ver- que canalizó el líquido a cuatro depósitos y finalmente fue distribuida por gravedad a la ciudad.

Para inicios de la década de los cincuenta los habitantes de la capital disfrutaban de  $4\text{m}^3/\text{s}$ , lo equivalente a llenar cada segundo cuatro enormes tinacos de mil litros de capacidad, provenientes de esta fuente, sin embargo las obras de captación de los manantiales interceptaron sus corrientes subterráneas y junto con los pozos perforados afectaron el ciclo hidrológico al grado que los manantiales que brotaban en Almoloya del Río y daban origen al río Lerma casi desaparecieron, comenta la doctora Maderey.

Es más, según nos relató la doctora Laura Elena Maderey, investigadora en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM, el día de la inauguración de la obra quedó para siempre marcado en la memoria de los campesinos (de aquella época) del Valle de Toluca. Por un momento situémonos en el año de 1951, son las 10:00 de la mañana y es el día destinado para echar andar las bombas y toda la maquinaria para llevar agua desde Toluca a la ciudad de México, transcurren las horas y por fin es la 1:00 de la tarde, el agua fluye por fin a su nuevo destino sin ninguna interrupción, pero lo asombroso fue asomarse a la laguna de Almoloya del Río y ver como el nivel descendía a tal punto que los peces saltaban moribundos al extinguirse su habitat.

Es de imaginarse el miedo y asombro que este hecho tuvo sobre los habitantes de Toluca, aunque después “la situación se regularizó” como comenta la arquitecta María Patiño, Supervisora de proyectos de la Subdirección Técnica del Sistema de Aguas de la ciudad de México otra serie de cambios emanados de la alteración del entorno lacustre aparecieron: la disminución de la superficie ocupada por las lagunas permitió la concesión de 200 hectáreas para el cultivo, ello trajo como consecuencia inmediata la disminución de infiltración de agua hacia el subsuelo y por ende poca disponibilidad del recurso.

Para finales de diciembre de 1961 otro fenómeno emanado de las obras de abastecimiento hizo su aparición, los habitantes de Almoloya del Río reportaron la desaparición de los últimos restos de su laguna a través de cuatro sumideros de forma irregular (con diámetro medio de 8 a 15 metros), estos hundimientos provocaron que el suelo de la planicie descendiera dos o tres metros.

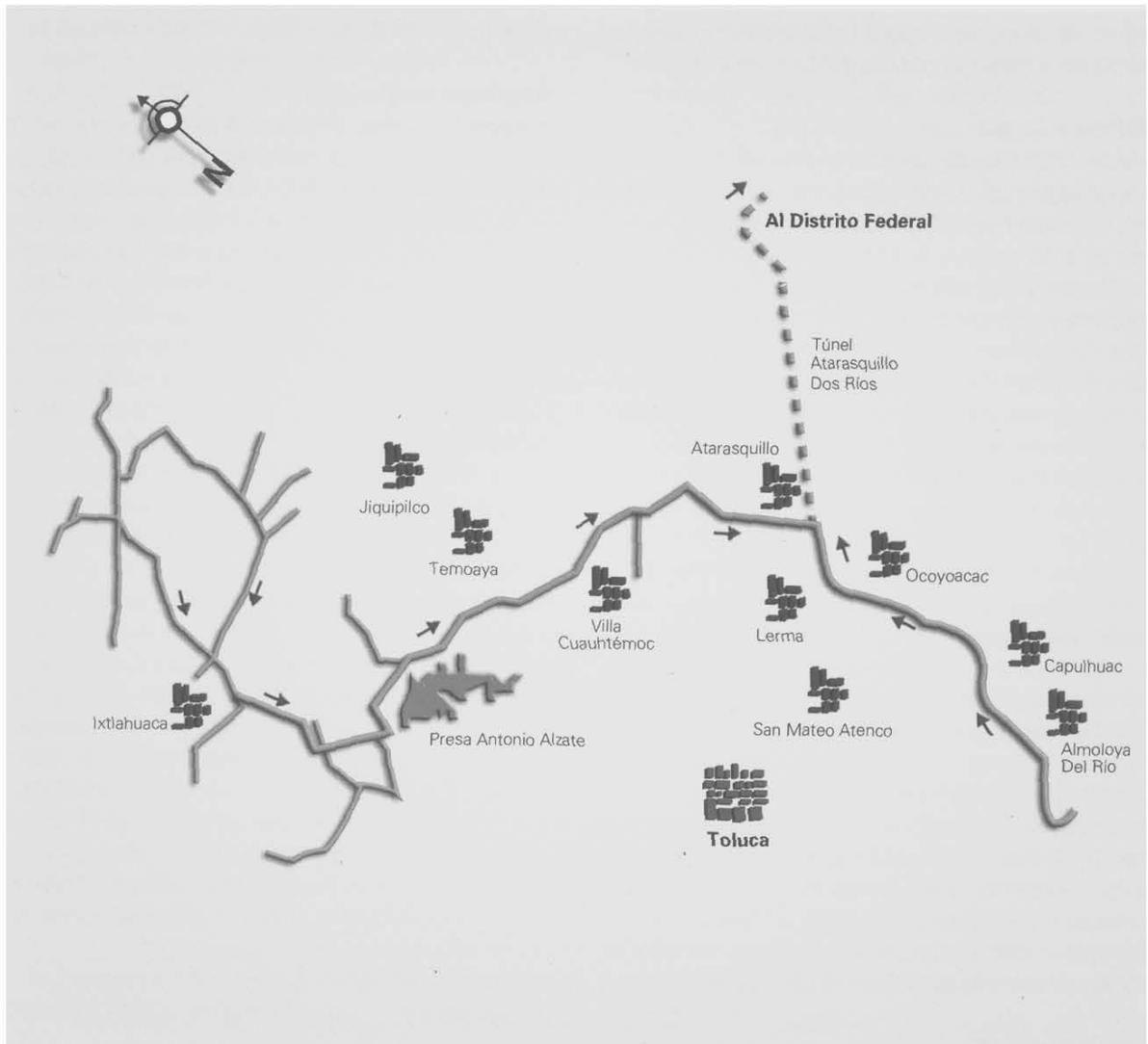
Este evento fue algo inesperado, aun para los propios técnicos e ingenieros, en poco tiempo casi desapareció la laguna de Almoloya: la desecación era una realidad, agrega el maestro Rafael Silva en un estudio hecho para la Universidad Autónoma del Estado de México, titulado *Agua y subordinación en la Cuenca de Lerma*.

## Segunda etapa

A mediados de la década de los sesenta, el agua extraída del acuífero del Valle de México y los 4 mil l/s del Lerma no eran suficientes para cubrir la demanda de miles de nuevos habitantes, además algunos municipios conurbados del Estado de México adquirieron enormes proporciones, como Naucalpan, Tlalnepantla y Zaragoza, que recibieron el nombre de zona NTZ. Ya no sólo se tenía que pensar en obtener caudales adicionales para abastecer a la capital, también se hacía indispensable atender las necesidades de algunos municipios del Estado de México.

Para ello se tuvo que extraer más agua del Alto Lerma, la segunda etapa se llevó a cabo de 1965 a 1975, consistió en la construcción de 230 pozos, ampliándose el área de extracción hasta Ixtlahuaca y Jocotitlán. Con ello se obtuvieron 6m<sup>3</sup>/s adicionales de los cuales 5 m<sup>3</sup>/s se enviaron a la ciudad y el resto a la zona NTZ, refiere Patricia Romero en *Impacto socioambiental en Xochimilco y Lerma de las obras de abastecimiento de la ciudad de México*. En el siguiente mapa podemos observar el recorrido que hace cada litro de agua antes de entrar a la ciudad, (sólo basta seguir las flechas).

Los caudales enviados a la ciudad se incrementaron a un máximo de 14 mil l/s en 1974, en 1976 se redujeron a 10 mil y de ahí en adelante fue en detrimento.



Fuente: Manuel Perló Cohen y Arsenio González, *¿Guerra por el agua en el Valle de México?*

### Más allá del Sistema Lerma

Con la culminación de la segunda etapa, la ciudad y su área conurbada intentaban satisfacer la demanda del preciado líquido, pero no tardó en aparecer el fantasma de los conflictos sociales, los años 1969 y 1970 fueron de sequía en la región del Alto Lerma y los campesinos solicitaron agua a las autoridades estatales para regar sus siembras, al no obtenerla se vieron obligados a robarla directamente del acueducto, en respuesta el gobierno del Estado de México colocó cerraduras e intensificó la vigilancia, señala el director del Programa Universitario sobre la ciudad, en *¿Guerra por el agua en el Valle de México?*

Sin embargo, el conflicto estaba muy lejos de solucionarse, en 1972, las cosechas se perdieron por una helada y una sequía que azotaron la región, las protestas nuevamente aparecieron, el Departamento del Distrito Federal decidió no entregarles ni una gota, para no afectar a la población de la ciudad, pero la tensión llegó a punto tan crítico que las autoridades capitalinas se vieron obligadas a cederles parte del líquido, además de otorgarles indemnizaciones en maíz.

Aún así, un año después la mayor parte de los campesinos seguían padeciendo los estragos de la sequía y desactivaron el sistema de bombeo, las autoridades para intentar salvar la situación perforaron pozos en todo el Alto Lerma para dotar del líquido a los agricultores, se relata en el libro. De ahí en adelante los caudales enviados a la ciudad disminuyeron.

A partir de ese momento las relaciones Estado de México-Distrito Federal estuvieron marcadas por los conflictos sociales emanados por la puesta en operación del Sistema Lerma primero y posteriormente con el sistema Cutzamala, refiere el maestro Rafael Silva en *Agua y subordinación en la cuenca de Lerma*.

Entre los factores que llevaron a la disminución de agua, destaca la deforestación de importantes superficies forestales; desde la década de los treinta se talaban grandes zonas para obtener carbón, madera y leña. Si en esa década las superficies ocupaban 70 122 hectáreas, para 1950 habían disminuido a 30 173. En años recientes se calcula el 18 000 hectáreas.

Una superficie sin “capa esponjosa” (vegetación) se erosiona y disminuye la capacidad de infiltrar agua a los acuíferos, en el caso del Lerma, lluvia y viento arrastraron el suelo hacia las partes más bajas y el proceso de desecación se aceleró aun más porque las lagunas comenzaron a azolverse. Aunque es necesario subrayar que la utilización de los métodos de roza para la agricultura, la silvicultura y el sobrepastoreo también fueron agentes que coadyuvaron en la modificación del entorno lacustre.

Por otro lado, desde la década de los sesentas se comenzó a observar otro problema, se extraía más agua de los acuíferos de la que se recuperaba, efectos inmediatos fueron la disminución de la calidad del agua, pérdida de superficies de humedad, y el suelo comenzó a compactarse surgiendo hundimientos en poblados como Xonacatlán, apunta el maestro Rafael Silva en *Agua y subordinación en la cuenca de Lerma*.

Actualmente la sobreexplotación se calcula en 30 por ciento, según datos de la *Red de investigación del agua. Región Lerma-Santiago-Pacífico*.

Como una manera de contrarrestar la sobreexplotación desde inicios del año 2004 el gobierno del Estado de México puso en marcha un proyecto piloto para reinyectar agua tratada al acuífero del valle de Toluca a un ritmo de 20 litros por segundo, utilizando para ello agua de la planta de tratamiento Toluca-Norte.

Para determinar los puntos más apropiados para reinyectar el agua se realizan estudios para conocer cuales son las zonas que han reportado

hundimientos y agrietamientos, como San Pedro Totoltepec, Ixtlahuaca, Jiquipilco, San Bartolo del Llano y Toluca.

Es la primera vez que se realiza en nuestro país un proyecto como este, "va a servir para no castigar tanto a los acuíferos", los resultados se podrán observar en un plazo no mayor a diez años, señala la doctora Laura Elena Maderey, investigadora en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

Por otro lado, la industrialización y la urbanización representan un factor de riesgo, algunos no cuentan con drenaje entubado y descargan sus aguas residuales en canales, cañerías a cielo abierto y en los restos del río Lerma; estos vertideros se han convertido en contaminantes del río Lerma y de las zonas pantanosas de los alrededores del corredor industrial, todo esto representa un riesgo para la salud, señala Patricia Romero en *Impacto sociambiental en Xochimilco y Lerma de las obras de abastecimiento de la ciudad de México*.

Ahora bien un problema no menos importante son las fugas en el sistema, para la arquitecta María Martínez, Supervisora de proyectos de la Subdirección Técnica del Sistema de Aguas de la Ciudad de México "no existen y de existir son mínimas e identificables" porque la conducción general es por túnel y líneas de concreto con presiones por debajo de la resistencia de las tuberías, existe una batería de tanques rompedores de presión a lo largo del sistema.

Lo anterior contrasta con lo relatado por la señora Carmen Gutiérrez, habitante de la colonia paraje Palmas de Santiaguito, en Huixquilucan, Estado de México quien refiere que en el año 2002, reportaron una fuga en un tramo de 30 metros aproximadamente en dos tuberías provenientes del Sistema Lerma, aunque hacía poco más de dos años el agua corría por torrentes a las aguas negras del río Borracho, las autoridades repararon el problema en junio del año 2004.

Al respecto la arquitecta Martínez señaló que este problema ya había sido detectado “las fugas reportadas en el sifón el Borracho fueron atendidas y se sustituyó el concreto por tubería de acero”, pero lo más asombroso sigue siendo sin duda los dos años que se tardaron para reparar la fuga, tiempo en el cual se desperdició una cantidad incalculable del preciado líquido. En la siguiente imagen se observa parte del acueducto.



ACUEDUCTO SISTEMA LERMA

Fuente: CNA, *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos*.

La arquitecta añade que el sistema aporta actualmente  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (sin contar el caudal entregado en el Alto Lerma), cantidad suficiente para llenar cada segundo 300 garrafones de 20 litros cada uno y surte al poniente de la ciudad,  $5 \text{ m}^3$  se asignan a la capital y  $1 \text{ m}^3$  a los 18 municipios conurbados del Estado de México.

La doctora Maderey, investigadora en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM, comenta finalmente, que el abatimiento de la región es el resultado de la explotación irracional que se hizo del recurso agua sin haber realizado antes una investigación de la alteración ambiental que de ésta resultaría”.

## El sistema Cutzamala

En 1970 la ciudad contaba con cerca de 7 millones de habitantes y su área conurbada crecía vertiginosamente hasta alcanzar los 2 millones de habitantes, entonces la necesidad de encontrar más agua para satisfacer las necesidades de la población se hizo apremiante.

En la cuenca del Lerma los recursos hídricos comenzaban a agotarse y el acuífero del Valle de México presentaba problemas de sobreexplotación, así que en 1972 se puso en marcha el proyecto para importar el líquido vital de la cuenca vecina del Cutzamala.

Al respecto el ingeniero Abdías Montoya Ayala, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala de la Regencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua, comenta que a inicios de la década de los setenta se realizaron estudios de las cuencas de Cutzamala, Libres-Oriental, Tula, Alto Tecolutla, Bajo Tecolutla y Alto Amacuzac; los resultados fueron que la primera disponía de la mejor calidad del agua y caudales excedentes.

La realización de la obra no resultaría demasiado costosa, porque en 1950 la Comisión Federal de Electricidad construyó infraestructura de presas, acueductos y canales para la generación de energía eléctrica a través del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, sólo se requería el cambio de uso a suministro de agua, sin afectar a la región ya que se mantendrían reservas de 3 mil l/s para la generación de electricidad.

Se invirtió en flujos de agua, se construyó la planta potabilizadora Los Berros, líneas de conducción y para una distribución más equitativa se edificó en cooperación con los Gobiernos del Estado de México y el Distrito Federal los sistemas de distribución Ramal Sur-Acuaférico (en la ciudad) y Ramal Norte-Macrocircuito (en el Estado de México), comenta el ingeniero.

No fue gratuito edificar un sistema de captación en la Cuenca del Cutzamala, ésta se localiza dentro de la cuenca hidrológica más importante de la vertiente del Pacífico mexicano: el Río Balsas, con una disponibilidad anual de 24,484 millones de metros cúbicos ( $\text{mm}^3$ ), de los cuales 7,463  $\text{mm}^3$  los aporta la Cuenca del Cutzamala, señala el maestro Cuauhtémoc Torres Ruata, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

La cuenca del Río Balsas está conformada por diez cuencas, de las cuales el Sistema Cutzamala ocupa tres: la Cuenca del Río Tepalcatepec, la del Río Tacámbaro y la del Río Cutzamala (es uno de los principales afluentes del Río Balsas) con una superficie de 5,217  $\text{km}^2$ , a lo largo de su recorrido recibe los nombres de Río Grande, Tuxpan, Taximaroa, Zitácuaro y Cutzamala; conforme avanza recibe diversos afluentes como los de Ixtapan, Temaxcaltepec y Tilostoc, se detalla en el estudio *El hidrosistema y el delta del Río Balsas*, elaborado por el Instituto Nacional de Ecología.

El Sistema Cutzamala aprovecha las aguas de la Cuenca Alta del Río Cutzamala, provenientes de las presas Tuxpan y el Bosque en el estado de Michoacán; Colorines, Ixtapan de Oro, Valle de Bravo y Villa Victoria en el Estado de México; así como la presa Chilesdo que fue necesario construir para aprovechar las aguas del río Malacatepec.

La construcción de este sistema fue un triunfo de la ingeniería hidráulica mexicana, porque importar agua desde el sur del Estado de México, incluye que cada litro recorra una distancia de 160 km y supere una altura de 1366 metros sobre el nivel del mar, para lograrlo se cuenta con seis macroplantas de bombeo que elevan el agua a 1100 metros, es decir, siete veces la altura de la Torre Latinoamericana y un acueducto de 11.5 km de tubería de acero.

Para bombear el agua desde su origen se utiliza la energía eléctrica como para iluminar cada día la ciudad de Puebla con sus más de 4 millones de habitantes, destaca Javier E. Pérez en *El agua de la Ciudad de México*.

Para mantener en funcionamiento el Sistema Cutzamala se destinan alrededor de 1500 millones de pesos anuales, únicamente para satisfacer las demandas de energía eléctrica, reactivos, personal y algunos trabajos de rehabilitación, comenta el ingeniero Abdías Montoya, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala de la Regencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del agua

El costo por cada metro cúbico que sale del Cutzamala es de 6.50 pesos y es entregado en 3.50 pesos para su distribución a los gobiernos del Distrito Federal a través del Sistema de Aguas de la Ciudad y al Estado de México a través de la Comisión de Aguas del Estado de México, sin embargo a diario se pierde el 30 o 40 por ciento en fugas en la red de distribución, asegura el ingeniero Montoya Ayala.

En 1978 dieron inicio los trabajos para trasladar el agua a la Ciudad de México y su área conurbada, como se detalla en *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos* las obras se realizaron en tres etapas que a continuación se detallan.

### **Primera etapa**

Esta etapa entró en operación en 1982 y aportó 4 mil l/s. Consistió en captar las aguas de la presa Villa Victoria, en el Estado de México, conducirla a la planta potabilizadora Los Berros (que fue necesario construir) ubicada a 2,700 metros sobre el nivel del mar y a partir de ahí conducirla por gravedad a la Zona Metropolitana del Valle de México.

Se construyó un acueducto central de concreto preesforzado de 2.50 metros de diámetro en una longitud de 77 km que atraviesan la Sierra de las Cruces, en el poniente de la Zona Metropolitana.

### Segunda etapa

Se puso en operación en 1985, se captaron las aguas de la presa Valle de Bravo, (ubicada a 1800 metros sobre el nivel del mar) en el Estado de México y se elevaron a la planta potabilizadora Los Berros por medio de tres plantas de bombeo (2,3,4) la potencia de sus motores vencen una carga de 822 metros, es decir 5.2 veces más la altura de la Torre Latinoamericana e impulsan el agua hasta el canal Donato Guerra, posteriormente al túnel La Escondida y finalmente a la planta potabilizadora. En la siguiente imagen, se muestra una parte de la presa Valle de Bravo, que cuenta con la mayor capacidad de almacenamiento.



Fuente: CNA, Sistema *Cutzamala agua para millones de mexicanos*.

Para introducir los 6 mil l/s de esta etapa al Valle de México se construyó el túnel Analco-San José (de 16 Km. de longitud) en su construcción se aprovecharon dos lumbreras del túnel del Sistema Lerma y se excavó una tercera en Dos Ríos, en la que se alojó la estructura de bifurcación del Ramal

Norte-Macrocircuito, para conducir el recurso a los municipios conurbados del Estado de México y el Ramal Sur-Acuaférico para surtir a la Ciudad de México.

### Tercera etapa

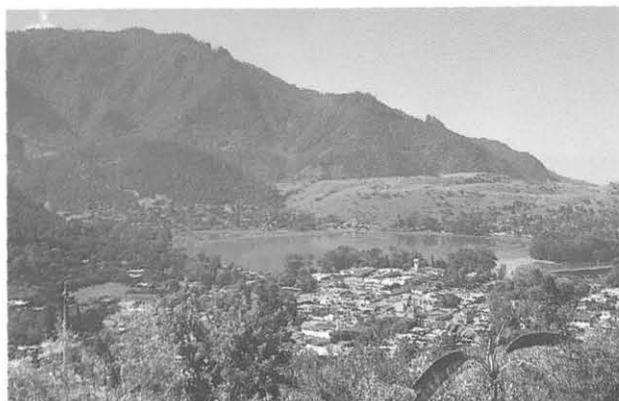
Está integrada por los subsistemas Chilesdo y Colorines para un aprovechamiento total de 9 m<sup>3</sup>/s.

El subsistema Chilesdo (localizado a 2395 metros sobre el nivel del mar) se encuentra en operación desde 1993, aporta mil litros por segundo en promedio y hasta 5 mil en épocas de avenidas; el líquido se eleva a más de 300 metros hasta la planta potabilizadora a través de una planta de bombeo (la número 6). La imagen que a continuación se presenta, se muestra la presa Chilesdo.



Fuente: CNA, *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos*.

En tanto Colorines (localizado a 1600 metros sobre el nivel del mar) aprovecha las aguas de las presas Tuxpan y el Bosque, en el Estado de Michoacán, e Ixtapan de Oro, en el Estado de México mediante la presa derivadora Colorines, para un suministro de  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  en promedio, como lo podemos observar en la siguiente imagen.

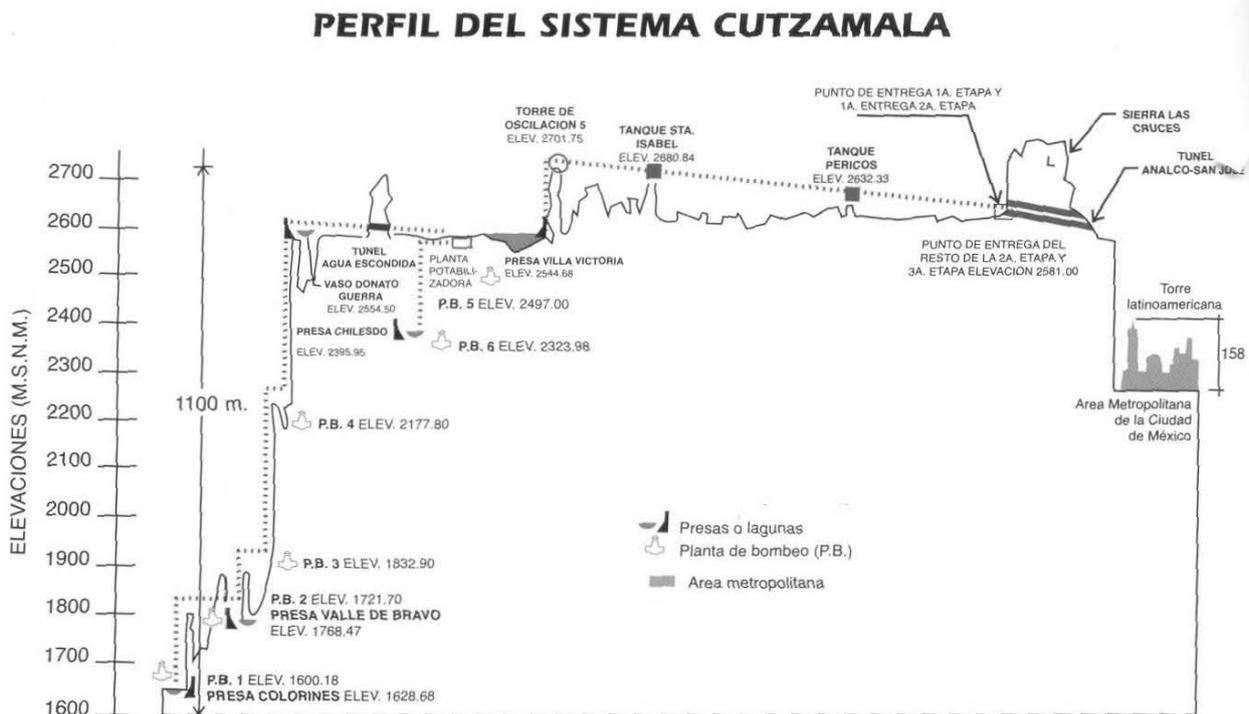


Fuente: CNA, *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos.*

Se construyó la planta de bombeo 1 para elevar el agua a 1100 metros sobre el nivel del mar hasta la planta potabilizadora, lo que equivale siete veces la altura de la Torre Latinoamericana.

Con la terminación de la tercera etapa,  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua se sumaban para abastecer a diez municipios cunurbados del Estado de México y al poniente de la Ciudad de México.

Las siete presas almacenan 791.6 millones de metros cúbicos de agua, si lo comparamos con la capacidad de la presa Chicoasen -una de las más grandes del país- alcanzaría a llenar dos terceras partes de su capacidad, una de las más importantes por su capacidad de almacenamiento es Valle de Bravo al poseer 394.4 millones de metros cúbicos. En el siguiente esquema se puede apreciar la distancia y la altura que cada litro recorre antes de llegar a nosotros.



Fuente: CNA, *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos.*  
(Las modificaciones fueron hechas por mí)

## El Macrocircuito y el Acuaférico

Mucho se ha cuestionado el por qué algunos municipios y delegaciones reciben menos agua procedente del sistema Cutzamala que otros, al respecto el ingeniero Abdías Montoya, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua, señala que esta situación se debe a conforme avanzan las obras de construcción del Macrocircuito, en el Estado de México y del Acuaférico, en el Distrito Federal, que permitirán una distribución más equitativa del recurso entre ambas entidades.

La Comisión Nacional del Agua, el Gobierno del Estado de México y el Gobierno del Distrito Federal construyen en conjunto un sistema de distribución que parte del túnel Analco-San José, con dos bifurcaciones el Ramal Norte-Macrocircuito para el Estado de México y el Ramal Sur-Acuaférico para el Distrito Federal.

### **El Acuaférico**

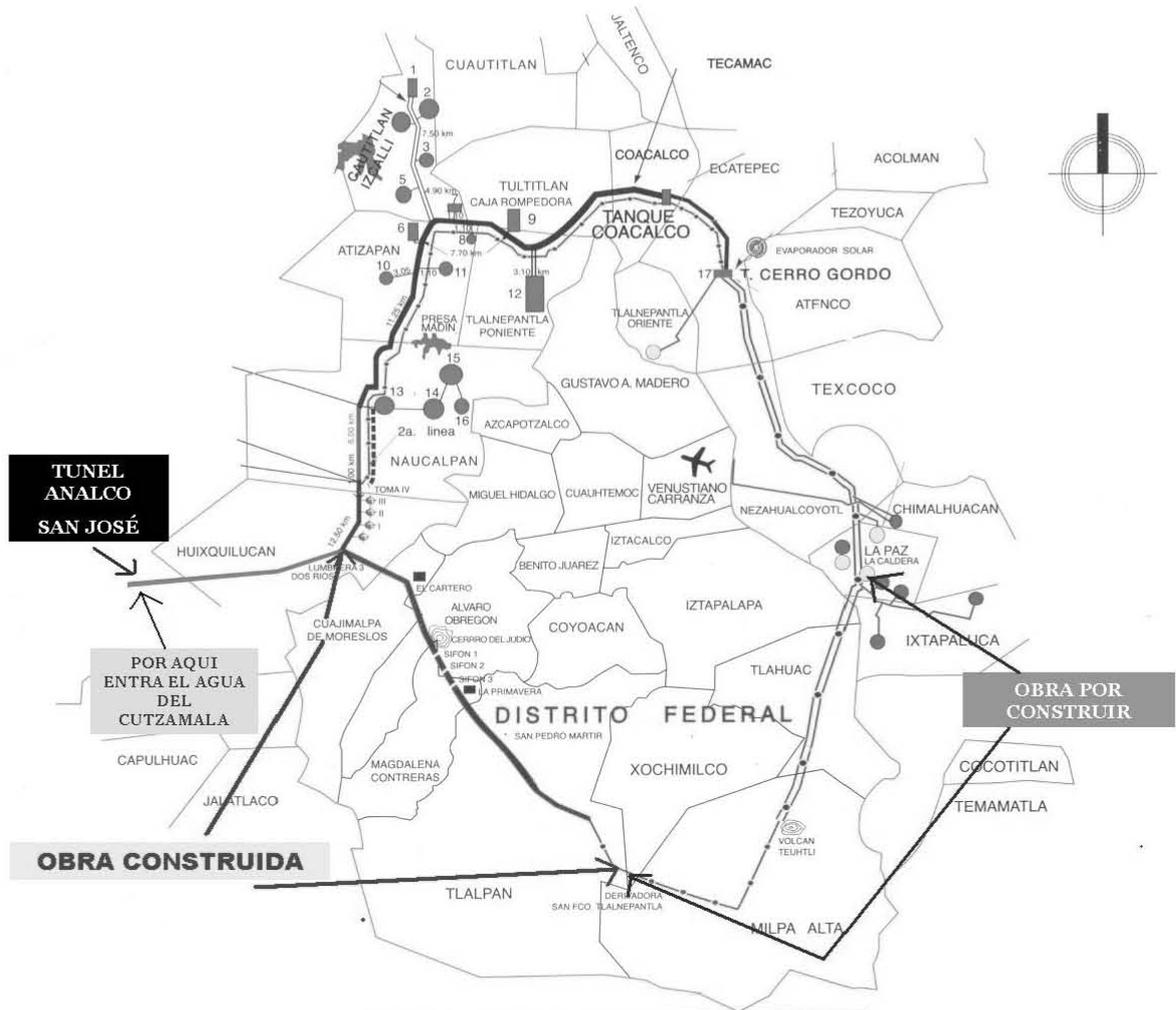
Según un estudio de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (ahora fusionada en el Sistema de Aguas de la Ciudad de México) titulado *Acueducto Perimetral* la construcción y operación del Acuaférico a cargo del Gobierno del Distrito Federal, se dividió en cuatro etapas:

La primera etapa inició en el túnel Analco-San José de donde se conduce el agua por gravedad al poniente de la ciudad en las delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón y concluye en el Cerro del Judío, tiene cuatro líneas de derivación que son: El cartero, Santa Lucía, Villa Verdum y el Judío. Entró en operación en 1988 beneficiando a 4000 habitantes.

La segunda etapa parte del Cerro del Judío hasta el portal de salida del Ajusco, en Tlalpan. Entró en operación en 1994 beneficiando a 8000 habitantes. La tercera etapa inicia en la zona del Ajusco y termina en San Francisco Tlalnepantla, delegación Xochimilco.

La cuarta etapa, aun en construcción ocupará un tramo de 16 km, desde San Francisco Tlalnepantla hasta el Cerro del Tehuill en la delegación Milpa Alta. En el mapa que a continuación se presenta, podemos observar hasta dónde han avanzado las obras de construcción.

## Acuaférico Perimetral



Fuente: CNA, *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos*  
(Las modificaciones fueron hechas por mí)

### El Macrocircuito

La construcción del Macrocircuito, a cargo de la Comisión Nacional del Agua para dotar de agua al área conurbada de la Ciudad de México, se planeó en cuatro etapas, se especifica en *Sistema Cutzamala agua para millones de mexicanos*.

La primera etapa entró en operación en 1994 parte del túnel Analco- San José hasta el tanque Emiliano Zapata en Atizapán de Zaragoza y benefició a 2 millones 560 mil habitantes de los municipios de Huixquilucan, Naucalpan, Tlalnepantla, Nicolás Romero y Atizapán de Zaragoza. En el trayecto se benefician de las tomas La Mina, La Magdalena, El Olímpico, Loma Colorada, Bella Vista, Nuevo México, Atizapán III y Emiliano Zapata.

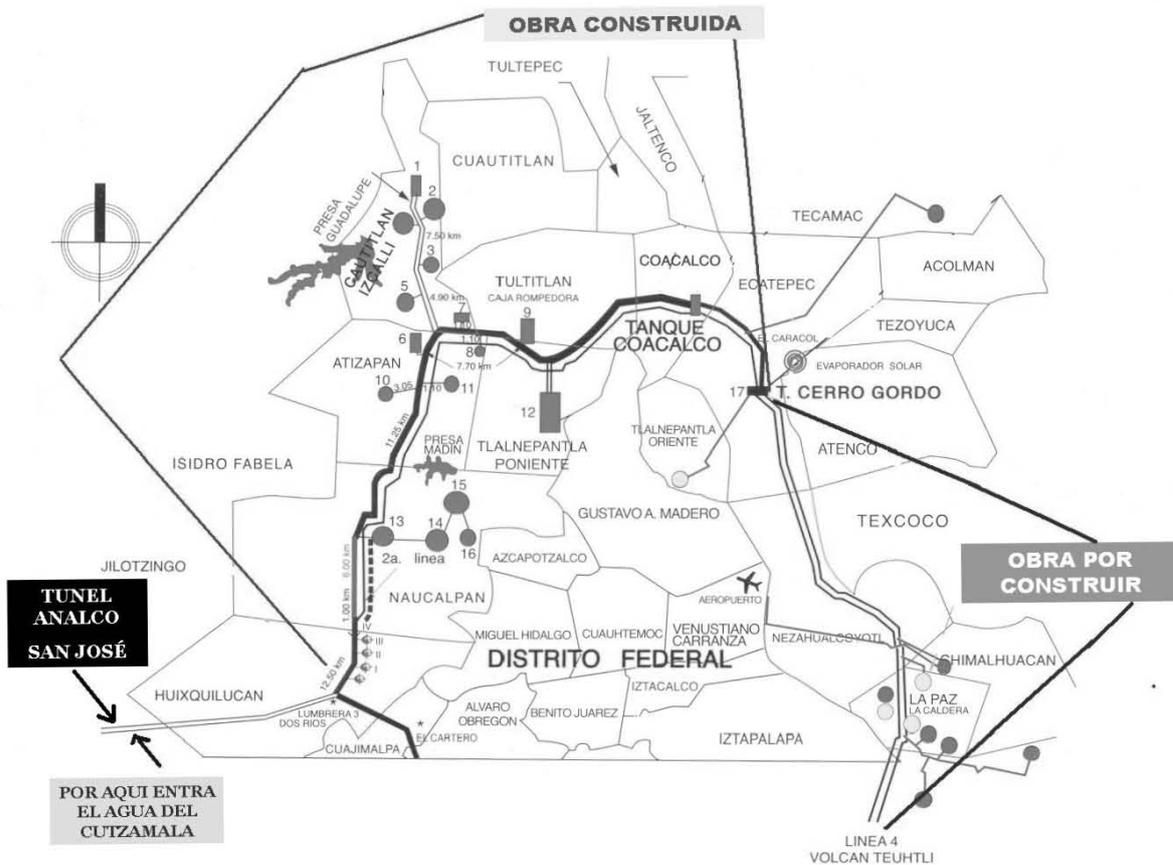
La segunda etapa entró en operación en 1995, desde el tanque Emiliano Zapata hasta el tanque Naucalpan-Zaragoza-Tlalnepantla en la planta de distribución Barrientos (ubicado en Tlalnepantla), en su trayecto abastece al tanque Chalma y Villas de la Hacienda. Beneficia a 865 mil habitantes de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán Izcalli, Tultitlán y Tlalnepantla.

La tercera etapa en operación desde 1996 a través del tramo Barrientos-Coacalco abastece de agua al municipio de Coacalco.

La cuarta etapa, aun en construcción parte del tanque Coacalco hasta el tanque Cerro Gordo en Ecatepec, de ahí hasta el tanque La Caldera en La Paz, lugar donde de acuerdo al proyecto se cerrará el circuito al conectarse con el Ramal Sur-Acuaférico

Las obras se han hecho muy lentamente pero tienen la finalidad de abastecer más equitativamente las aguas del Cutzamala, añade el ingeniero Montoya Ayala, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua. En el siguiente mapa se puede apreciar el avance de las obras de construcción.

## Ramal Norte Macrocircuito



Fuente: CNA, *Sistema cutzamala agua para millones de mexicanos*.  
(Las modificaciones fueron hechas por mí)

### La otra cara del Cutzamala

La magnitud de la obra ha favorecido la proliferación de asentamientos humanos en los alrededores, como los registrados en la planta potabilizadora Los Berros, en el canal Donato Guerra, en la presa Chilesdo y en la presa Valle de Bravo, una de las más importantes por su capacidad de almacenamiento.

La urbanización en los alrededores de Valle de Bravo tiene nefastas consecuencias para el sistema y el medio ambiente, ahí las poblaciones aledañas vierten sus drenajes provocando la proliferación del lirio acuático, esto provoca la disminución de la calidad del agua y aumenta los gastos para

potabilizarla, además importantes superficies de bosques son taladas, lo que causa la erosión del suelo, señala el maestro Cuauhtémoc Torres Ruata, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

Para solucionar esta situación se han implementado seis cárcamos de bombeo donde se captan las aguas residuales de la población, también se construye una planta de tratamiento de aguas residuales, “no existe ningún riesgo para los que consumimos agua del Cutzamala, la calidad que se maneja en las presas no es tan alarmante [como en el año 2004] lo manejó una televisora en un documental tendencioso”, comenta el ingeniero Montoya, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala.

Respecto a la tala de bosques, señala que ésta causa la erosión del suelo y con ello los azolves de la presa, que reducen su vida útil. Para contrarrestar el problema se han tomado acciones a través del Consejo de Cuenca de Valle de Bravo se tiene controlada la deforestación, se incrementaron las áreas boscosas y se restringieron los usos del suelo en general.

En contraste el maestro Cuauhtémoc Torres, añade que si en 1973 las áreas de bosques eran de 32 699, en el año 2000 disminuyeron a 26 622 y las áreas urbanas aumentaron 600 hectáreas.

Si bien el objetivo de la construcción de los sistemas de distribución Acuaférico y Macrocircuito es distribuir equitativamente el agua entre la ciudad de México y su área conurbada, esto realmente no se cumple, mientras los municipios conurbados del Estado de México muestran una elevada población sólo reciben el 38 por ciento del total y el Distrito Federal el 62 por ciento.

Ante esta situación, el Residente General de Operación del Sistema Cutzamala añade que el convenio firmado entre las dos entidades establece que al Estado de México le corresponde el 60 por ciento del total y 40 por ciento a la ciudad de México, sin embargo esto no se cumple porque no existe infraestructura de parte del Estado de México para recibir el agua.

Si calculamos la cantidad de litros que cada habitante consume por día, nos encontramos con que en el Distrito Federal se utilizan 351 litros (en promedio), cantidad menor a la utilizada en ciudades como Sao Paulo y Bruselas donde el promedio es de 180 a 200 litros por día respectivamente; mientras tanto el área conurbada recibe 290 litros.

Ahora bien mientras algunos se quejan por recibir menos agua, existen lugares como el ejido de San Cayetano en donde algunos de sus habitantes no cuentan con el servicio de agua potable, sus pobladores tienen que caminar largas distancias para obtener un poco del preciado líquido, así lo comentó la señora Rafaela Sánchez, originaria de este ejido perteneciente al municipio de Villa de Allende, “se llevan nuestra agua para ustedes” ella relata que en 2004 las autoridades les prometieron dotarlos del servicio, pero las obras han marchado muy lento.

Ella es una de muchos manifestantes (en junio de 2005) afuera de las instalaciones de la Comisión Nacional del Agua que exigen lo que llaman un *Plan sustentable para la región del Cutzamala*, incluye: que parte del agua se quede en su región, creación de fuentes de trabajo, construcción de viveros.

El ingeniero Abdías Montoya, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala comenta que ya se hicieron obras a lo largo del acueducto para abastecimiento, se les pagaron sus terrenos, “se está cumpliendo con lo que se les prometió, ellos se niegan a recibir las obras”, en el caso de las comunidades de San Cayetano, Los Berros, El Salitre y Mesa de San Martín, pertenecientes a Villa de Allende, se está trabajando, añade.

Por otro lado abastecer de agua a una megalópolis como la Zona Metropolitana del Valle de México es complicado, el Sistema Cutzamala no será suficiente en unos cuantos años y se tendrá que pensar en fuentes alternas.

El acuífero de Apan, la presa de Guadalupe (en el Valle de México), el acuífero de Libres-Oriental (en Puebla), Tecolutla (entre Hidalgo y Veracruz) y Amacuzac son algunas alternativas a corto plazo, aunque generaría conflictos por traer el agua.

Sin embargo existe un lugar en el que no han pensado las autoridades en donde los excedentes de agua dulce van al mar sin utilizarse, las obras representarían un verdadero reto para la ingeniería hidráulica -además de ser muy costoso- vendría a solucionar el problema: la región Grijalva-Usumacinta. De realizarse no sólo se beneficiaría el Valle de México, también algunas zonas áridas del norte como San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Chihuahua y Coahuila, aunque por el momento la mejor opción es Temaxcaltepec, agrega el maestro Torres Ruata, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM.

### **Temaxcaltepec: la cuarta etapa del Cutzamala**

Con la culminación de la tercera etapa la ciudad de México y su área conurbada reciben  $15.7 \text{ m}^3/\text{s}$  (de los cuales  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  se destinan a la capital), pero no son suficientes para cubrir la demanda existente, por lo que se pensó en construir la cuarta etapa que aportaría 5 mil l/s adicionales, entonces se propuso aprovechar el caudal del río Temaxcaltepec.

En 1996 dieron inicio los primeros estudios para aprovechar los escurrimientos de este río que tiene su origen en la vertiente occidental del Nevado de Toluca.

El ingeniero Abdías Montoya Ayala, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala, explica que el proyecto incluye construir una presa de retención denominada El Tule y un túnel de pendiente ascendente para cruzar la serranía el Maguey que finalmente conducirá el agua por gravedad hasta la presa Valle de Bravo.

Desde que se mencionó por primera vez el proyecto surgieron las protestas de los habitantes del municipio de Temaxcaltepec y poco después la suspensión de las obras, las razones según palabras de Santiago Pérez Alvarado, vocero del Comité para la defensa de los recursos naturales del Xinantécatl y del río Temaxcaltepec son que de realizarse se secarían sus manantiales, dañando directamente las actividades agrícolas, además de ellos se quedarían sin agua en las zonas norte de Michoacán y Guerrero. (Emilio Fernández, "Cutzamala: viaja, sube y se fuga", *El Universal*, martes 17 de agosto de 2004)

Contrario a lo anterior, el ingeniero Montoya Ayala comenta "este problema se manejó políticamente por un agitador profesional perredista, más que perjudicar los beneficiaría" al existir una presa de captación se podría regular el riego todo el año, se generarían fuentes de trabajo, turismo y plusvalía para sus terrenos. Michoacán y Guerrero no se quedarían sin agua, se ha comprobado que esa agua va a dar al mar sin aprovecharse.

Respecto a si se realizará o no el proyecto añade que al Estado de México corresponde destrabar el problema porque será el más afectado cuando aumente la demanda.

Por su parte el maestro Cuauhtémoc Ruata, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM menciona que existe el temor de los lugareños de perder el agua, "al principio quizá no los afecte, pero con el paso del tiempo sí, lo mismo ocurrió en el Lerma".

Lo cierto es que los conflictos entre Estado de México y Distrito Federal han sobrepasado nuestras fronteras hasta llegar a la ONU, ello quedó de manifiesto cuando en el marco del *IV Foro Mundial del Agua*, celebrado en la ciudad de México, se exhibió un video donde se mostró como el crecimiento poblacional ha sido el responsable de sobreexplotar los acuíferos, importar el recurso de otras fuentes ubicadas a 160 km a través del Sistema Cutzamala y sobre todo, testimonios de habitantes del Estado de México quienes se quejaron del “robo de agua de su región para abastecer a la ciudad”.

En este sentido el director general de la UNESCO, Koichiro Matsuura, señaló que los conflictos por el agua no son aislados y resaltó que “el agua no debe dividir a la humanidad, sino unirla para enfrentar de una manera eficaz los futuros retos, como la población y la disminución de la disponibilidad del recurso”. (Liliana Alcántara, “Exhiben pleitos en México por agua”, *El Universal*, jueves 23 de marzo de 2006)

## La gota que cuesta

¿Qué pasaría si de repente quisiéramos abrir la llave del agua y no saliera una sola gota, cuánto estarían dispuestos a pagar por un litro de agua? ¿4 pesos, 6 pesos, o quizá 12 centavos? Aunque parezca poco, esa es la cantidad (12 centavos) que nos cobran por cada litro de agua que llega a nuestras casas.

Ahora, mientras pagamos por cada 1000 litros ( $1 \text{ m}^3$ ) 3 pesos en el Distrito Federal y 2 pesos con 90 centavos en el Estado de México (en promedio), al gobierno le cuesta la operación del servicio 10 pesos cada  $\text{m}^3$ , de ahí que el Subdirector general de infraestructura hidráulica urbana de la Comisión Nacional del Agua, Jesús Campos López, en el marco del *IV Foro Mundial del Agua*, propusiera aumentar las tarifas para enfrenar el reto de atender la demanda de una población creciente, disminuir las fugas, mantener la infraestructura y distribuir el agua sin contaminantes. (Liliana Alcántara, “Plantean tarifa ideal para atender demanda”, *El Universal*, miércoles 22 de marzo de 2006).

Son muchos los problemas a enfrenar en la ciudad de México y en su área conurbada en materia de abastecimiento, pues tan sólo se calcula que en las redes de distribución se pierde el 40 % del caudal total en fugas, cantidad que si se recuperara serviría para atender la demanda de agua, además las fisuras en las líneas de distribución y en las tuberías del sistema de drenaje propician que las aguas negras se mezclen con la potable y se contamine.

Otro problema lo constituye la distribución desigual de los  $68 \text{ m}^3/\text{s}$  al interior de la Zona Metropolitana del Valle de México, mientras la capital recibe  $35.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , el Estado de México sólo recibe  $32.9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para dar solución a esta compleja problemática, hay algunos que han alzado la voz a favor de la inversión privada, como el tercer hombre más rico

del planeta, el empresario Carlos Slim, quien en el IV Foro Mundial del Agua, propuso elevar las tarifas a los grandes consumidores, la creación de un organismo autónomo ajeno al presupuesto público que administre el manejo del agua con apoyo de capital privado, construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, renovación de tuberías y captura de agua de lluvia. (Guillermina Guillén, "Slim plantea elevar tarifas a grandes consumidores", *El Universal*, martes 21 de marzo de 2006).

En este sentido el premio Nóbel de química, Mario Molina se mostró a favor de la propuesta hecha por el empresario Carlos Slim y sugirió el aumento de las tarifas como una forma de pagar la inversión privada.

Al respecto, el jefe del gobierno capitalino, Alejandro Encinas, mencionó que la ciudad cuenta con los recursos suficientes para una gestión eficiente del recurso, aunque no cuenta con una cobertura universal de los servicios de agua, para lo que sí haría falta la inversión privada en la construcción y mejoramiento de la infraestructura.

De este gobierno y de los que sigan depende el buen cumplimiento de las metas y propuestas hechas al final del IV Foro Mundial del Agua, entre las que destacan: promover la concientización general sobre la escasez de agua en el planeta y reducir en el 2015 a la mitad el número de personas sin acceso al agua potable.

## Para preservar gota a gota

Cuántas veces no hemos escuchado “no desperdicies el agua”, “reporta las fugas”, “no laves el coche a manguerazos”, “ciérrale a la regadera mientras de enjabonas”, etc., todas estas recomendaciones van encaminadas a fomentar el ahorro del agua y mientras en algunas partes el líquido vital es abundante y lo desperdician, en otros lugares es escaso, entonces podríamos preguntarnos:

¿Qué están haciendo las autoridades para fomentar en la ciudadanía la “cultura del agua” y qué medidas han tomado para preservar el líquido vital?

Primeramente manejar lo concerniente a “cultura del agua” entre los habitantes de la ciudad, a través del programa *Cultura del agua*, implementado por la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala de la Comisión Nacional del Agua, que en palabras de su director el arquitecto Francisco Jacintos Nieves “busca sensibilizar y concientizar a la población sobre el uso y conservación de tan importante recurso”.

Este programa se estructuró para llegar directamente a la población, consiste en pláticas impartidas en el sector educativo (desde preescolar hasta licenciatura) y pláticas sociales o comunitarias, dirigidas a todos los sectores de la población; también existe un taller para formación de promotores en cultura del agua; se pintan bardas con mensajes alusivos al cuidado del agua y se organizan exposiciones en diversos lugares.

A nivel nacional, la Comisión Nacional del Agua es la responsable de elaborar todos esos mensajes que hemos llegado a escuchar, ver y leer en periódicos, radio, televisión e Internet.

Por parte del gobierno del Distrito Federal, la construcción de dos museos, el primero conocido como “Gota de agua” (casi terminado), es un proyecto realizado en conjunto por la Universidad Autónoma Metropolitana y la delegación Iztapalapa y tiene el propósito de crear una cultura del agua y del medio ambiente y promover el manejo sustentable del líquido a partir de cuatro premisas: reducir, reciclar, reusar e inventar para satisfacer toda la demanda en un futuro.

El segundo museo, aun en proyecto, se titulará “Espejo de agua”, será construido por las autoridades de la delegación Gustavo A. Madero y tendrá la finalidad de sensibilizar a las personas sobre la necesidad de cuidar el agua, a través de sus salas narrará los hechos que provocaron la desecación de los lagos del Valle de México.

En materia de leyes también se han hecho esfuerzos para frenar el uso excesivo del recurso, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal se publicó el 31 de mayo de 2003 la *Ley de cultura cívica* del Distrito Federal aprobada por la Asamblea Legislativa, que en su artículo 26, fracción VIII considera como “infracciones al entorno urbano de la Ciudad de México: desperdiciar el agua o impedir su uso a quienes deban tener acceso a ella en tuberías, tanques o tinacos almacenadores, así como utilizar indebidamente los hidrantes públicos, obstruirlos o impedir su uso”. Las infracciones se sancionarán “con multa por el equivalente de 21 a 30 días de salario mínimo o con arresto de 25 a 36 horas”.

Por otro lado, en la *Declaración de los alcaldes locales sobre el agua, en ocasión del IV Foro Mundial del Agua*, celebrado en la ciudad de México, se estableció que el agua es un bien común y patrimonio de la humanidad y dada su importancia se deben desarrollar campañas de sensibilización destinadas a los ciudadanos sobre los problemas locales y mundiales que afronta la cuestión del agua.

En este sentido, el presidente de la Comisión de Recursos Hidráulicos de la Cámara de Diputados de la LIX Legislatura, Ulises Adame de León, señaló en el *Encuentro mundial de legisladores sobre el agua*, que el líquido vital debe ser considerado con un valor ecológico para establecer estímulos y compensaciones a quienes protejan el recurso, además insistió en la necesidad de una reforma integral para mejorar la calidad del suministro y valoración del agua en el país, es decir, considerar el costo real por consumo, medidas para atacar la evasión en el pago y revertir el desperdicio en la red.

Por último en materia de mantenimiento y sustitución de infraestructura, el Gobierno del Distrito Federal, a través del Sistema de Aguas de la Ciudad de México ha implementado los programas : *Detección y supresión de fugas de agua potable* y el *Programa de rehabilitación de pozos y reparación de equipos*, que han permitido (según los últimos datos disponibles hasta 2004) la reparación de 26,661 fugas, la sustitución de 33.75 km de tuberías de agua potable, rehabilitación de 16 pozos, de los 846 fuera de operación y la construcción de cinco plantas de tratamiento.

Existe un refrán popular que versa “nadie sabe lo que tiene hasta que lo ve perdido”, quizá los habitantes de esta enorme megalópolis aun estemos a tiempo de revertir el daño hecho a nuestro ecosistema, antes rico en recursos naturales, ahora prácticamente un desierto.

Primero exterminamos nuestros ríos y lagos, posteriormente utilizamos agua de otros lugares porque consideramos el líquido vital como nuestro derecho y como tal lo exigimos, construimos nuestras casas en lugares donde hace mucho escasea el recurso y no pensamos en la gente de aquellos lugares, despojada de lo suyo.

Mensajes como “el agua se va a terminar” o “ciérrale a la llave” no son nuevos para nosotros y tal vez de tanto escucharlos ya no tengan ningún

sentido, sólo cuando por alguna razón nos llega a faltar el preciado líquido, ya sea por unas cuantas horas o algunos días, esas frases cobran sentido ¿qué tal si nunca más regresara? No es algo que nos gustaría vivir.

De seguir creciendo a pasos vertiginosos nuestra megalópolis, ningún agua será suficiente en un par de décadas, los conflictos por defender el “oro azul” se intensificarán aun más.

El agua es un recurso poco renovable cuya disposición nos parece fácil y por ello en ocasiones la dejamos correr sin saber todos los esfuerzos e infraestructura existentes detrás, no pensamos en lugares donde obtenerla no es tan sencillo, sus habitantes caminan enormes distancias a diario para obtener un poco y atender sus necesidades más apremiantes, no reparamos en que la sequía poco a poco se convierte en nuestro futuro.

## Fuentes

### Entrevistas

Ing. Javier Cuadra Moreno, Subgerente de potabilización, saneamiento y apoyo a organismos operadores, de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. 30 de enero de 2004.

Lic. Juan Palma, especialista en temas ambientales y Secretario Académico del Centro de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. 26 de abril de 2004.

Sra. Leticia Torres, habitante del barrio de San Marcos en Xochimilco, D.F. 15 de septiembre de 2004

Dr. Víctor Manuel Martínez Luna, investigador en hidrogeografía y geografía social del Instituto de Geografía de la UNAM, 15 de octubre de 2004.

Sra. Carmen Gutiérrez, habitante de la colonia paraje Palmas de Santiaguito, en el municipio de Huixquilucan, Estado de México, 5 de mayo de 2005.

Arq. María Luz Martínez Patiño, supervisora de proyectos de la subdirección técnica del Sistema de aguas de la Ciudad de México, 15 de junio de 2005.

Dra. Laura Elena Maderey Rascón, investigadora en hidrogeografía del Instituto de geografía de la UNAM, 2 de junio de 2005.

Mtro. Cuauhtémoc Torres Ruata, investigador en hidrogeografía del Instituto de Geografía de la UNAM. 2 de junio de 2005.

Sra. Rafaela Sánchez, manifestante afuera de las oficinas centrales de la Comisión Nacional del Agua. 15 de junio de 2005

Ing. Abdías Montoya Ayala, Residente General de Operación del Sistema Cutzamala de la Gerencia de Operación de la Regencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. 28 de junio de 2005

Médico Cirujano José Carmen Guerrero, adscrito a la Clínica de Medicina Familiar Revolución del ISSSTE. 15 de agosto de 2005.

Arq. Francisco Jacinstos Nieves, encargado del programa "Cultura del agua" en la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. 10 de octubre de 2005.

## **Bibliografía**

Avilés Solís, Carmen, Gutiérrez Ema, *Antología para la materia de géneros periodísticos II*, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, 2002.

Bibriesca Castrejón, José Luis. *Ingeniería hidráulica en México. El agua potable en la República Mexicana*. México, s.e. , 1958, 102pp.

Comisión Nacional del Agua, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, *Sistema Cutzamala. Agua para millones de mexicanos*. México, Gerencia Regional de Aguas del Valle de México, 2001, 47pp.

Comisión Nacional del Agua- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales *Programa Nacional Hidráulico 2001-2006*. México, 2001, 128pp.

Consejo Nacional de Investigación, *El agua y la Ciudad de México. Abastecimiento, drenaje, calidad y salud pública*, México, Consejo Nacional de Investigación, 1995, 353pp.

De la Lanza Espino, Guadalupe, García Calderón F. et. al, *Lagos y presas de México*, México, Centro de Ecología y Desarrollo, 1995, 320pp.

Del Río Reynaga, Julio. *Periodismo Interpretativo. El reportaje*, México, Trillas, 1993, 195pp.

Departamento del Distrito Federal. *Reflexiones y apuntes sobre la Ciudad de México*. México, DDF, 1984, 155pp.

Dieterich, Heinz. *Nueva Guía para realizar investigaciones científicas*. México, Ariel, 1996, 229pp

Espinosa López, Enrique, *Ciudad de México compendio cronológico de su desarrollo 1521-1980*, México, IPN, 1991, 264pp.

Gamboa de Buen, Jorge. *Ciudad de México, una visión*. México, Fondo de Cultura Económica, 1994, 261pp.

Garibay K., Ángel María, *Épica Náhuatl*, 4a ed, México, UNAM, 1993, 99pp.

Garza, Gustavo, Programa de Intercambio Científico y Capacitación Científica (comp.). *Atlas de la Ciudad de México*. México, Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México, 1987, 429pp.

Gío-Argáes, Raúl, Beltrán, E. et. al, *Ecología Urbana*, México, UNAM-DDF, 1989, 220 pp.

González de León, Teodoro, et. al. *La ciudad y sus lagos*. México, Clío, 1998, 87pp.

Guerrero, Manuel. *El agua*. 2º ed, México, Fondo de Cultura Económica-Secretaría de Educación Pública, 1998, 117pp. (La Ciencia para todos/102).

Hernández Sampieri, Roberto, et. al. *Metodología de la investigación*. México, MC Graw Hill, 2000, 501pp.

Hira de Gortari, Rabiela, *Memoria y encuentros: la Ciudad de México y el Distrito Federal 1824-1928 t.1*, México, DDF-Instituto de Investigación Dr. José María Luis Mora, 1988.

Jáuregui Ostos, Ernesto, *El clima de la Ciudad de México*, México, Plaza y Valdez, 2000, 131pp.

Leal, Marina, et. al. *Temas Ambientales. Zona Metropolitana de la Ciudad de México*. México, Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 1996, 123pp.

Lenz, Hanz. México *Tenochtitlan. Ciudad lacustre*. México, Porrúa Hermanos, 1961, 55pp.

Leñero, Vicente y Marín, Carlos. *Manual de periodismo*. México, Grijalbo, 1986, 315pp.

Maldonado López, Celia. *La Ciudad de México en el siglo XVII*. México, Departamento del Distrito Federal, 1988, 80pp.

Martín Vivaldi, Gonzalo, *Géneros periodísticos. Reportaje, crónica y artículo*. 6ª ed., España, Editorial Paraninfo, 1998, 394 pp,

Musset, Alain. *El agua en el Valle de México siglos XVI-XVII*. México, Pórtico de la Ciudad de México- Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, 1992, 245pp.

Orozco y Berra, Manuel, *Historia de la Ciudad de México, desde su fundación hasta 1854*, México, Secretaría de Educación Pública, 1973, 188pp.

Perló Cohen, Manuel, González Reynoso, Arsenio, *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. México, UNAM, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad y Fundación Friedrich Ebert, 2005, 143 pp.

Rojas Soriano, Raúl. *Guía para realizar investigaciones sociales*. 7º ed., México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982, 274pp.

Romero Lankao, Patricia, *Impacto socioambiental, en Xochimilco y Lerma, de las obras de abastecimiento de la Ciudad de México*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1993, 123pp.

Romero, Q., *Almoloya. Su río y puentes coloniales*, México- Estado de México Gobierno del Estado de México, 1974, 180pp.

Tortolero Villaseñor, Alejandro. *El agua y su historia. México y sus desafíos hacia el siglo XXI*. México, Siglo XXI, 2000, 167pp.

Villa, Jacobo, Saborio Fernández, A, ET. al, *La gestión del agua en México: los retos para el desarrollo sustentable*, México, Porrúa-Universidad Autónoma Metropolitana, 2004, 375pp.

## Documentos

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, *El acueducto perimetral*, 1996.

Fundación para la conservación del agua en México, *Agua una nueva estrategia para el Distrito Federal*.

Instituto de Geografía, *Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM Num. 45*, 2001.

Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, *Información sobre el agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*

UNESCO, *Informe de las naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*, 2003.

## Hemerografía

Delgado Peralta, Martha, "El agua, reto y prioridad por la Ciudad", *Asamblea*, 2004, Num.6, p.7-11.

Fernández Ramón, Emilio, "Cutzamala: viaja, sube y se fuga el agua", *El Universal*, sección DF, martes 17 de agosto de 2004, p C2.

Robles, Johann, "Planean museo del agua en una zona necesitada", *El Universal*, sección DF, domingo 19 de marzo de 2006, p C2

Guillen, Guillermina, Alcántara L. “Slim plantea elevar tarifas a grandes consumidores”, *El Universal*, sección Sociedad, martes 21 de marzo de 2006, p.A11.

Alcántara, Liliana, “Plantean tarifa ‘ideal’ para atender demanda”, *El Universal*, sección sociedad, miércoles 22 de marzo de 2006, p. A15.

Simón, Angélica, Alcaraz, Y. “GDF y Molina discrepan por inversión privada en agua”, *El Universal*, sección DF, miércoles 22 de marzo de 2006, p C1.

Alcántara, Liliana, Guillén, G. “Exhiben pleitos en México por agua”, *El Universal*, sección sociedad, jueves 23 de marzo de 2006, p A16.

Cancino, Fabiola, “Gobierno analiza abrir el agua a la inversión privada”, *El Universal*, sección DF, jueves 23 de marzo de 2006, p C3.

## Internet

<http://www.inegi.gob.mx> 26/04/04

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática  
*Aspectos geográficos del Distrito Federal.*  
*Carta de climas 1:1 000 000.*  
*Carta hidrológica de aguas superficiales 1:2500 000.*  
*IV al XII Censos de población y vivienda, 1930 a 2000.*

<http://www.carpetas.semarnat.gob.mx> 03/05/04

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Coordinación Regional de la Cuenca del Valle de México, *La Cuenca de México.*

<http://omega.ilce.edu.mx> 03/05/04

Ezequiel Escurra, *De las chinampas a la megalópolis. El medio ambiente en la cuenca de México.*

<http://www.obras.df.gob.mx> 04/09/04

Secretaría de obras y servicios del Distrito Federal, *Infraestructura del agua potable.*

<http://www.df.gob.mx> 24/11/04

Gobierno de la Ciudad de México. Pérez Maldonado, Javier, *El agua de la Ciudad de México.*

<http://www.obras.df.gob.mx> 03/01/05

Secretaría de obras y servicios  
*El agua en la Ciudad de México.*

*Programa de detección y supresión de fugas de agua potable.  
Programa de rehabilitación de pozos y reparación de equipos.  
Drenaje y desagüe pluvial.  
Sistema de drenaje profundo.*

<http://www.uamex.mx> 07/05/05

Universidad Autónoma del Estado de México  
Rafael Silva, *Agua y subordinación en la cuenca del río Lerma.*

<http://www.ine.gob.mx> 25/05/05

Instituto Nacional de Ecología, *El hidrosistema y el delta del río Balsas.*

<http://www.redagua.lsp.org.mx> 25/05/05

Red de investigación del agua. *Región Lerma-Santiago.*

<http://www.inegi.gob.mx> 12/02/06

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática  
*Estadísticas a propósito del día mundial del agua.*

<http://www.sacm.df.gob> 15/03/06

Sistema de Aguas de la Ciudad de México.  
*Agua potable.  
Infraestructura. Pozos a cargo del SACM  
Mejoramiento de la calidad del agua.*

<http://www.uam.mx/> 02/04/06

Universidad Autónoma Metropolitana.  
*Recibe rector de la UAM. Luis Mier y Terán, predio donde se construirá el museo  
Gota de Agua*

<http://www.worldwaterforum.org.mx> 02/04/06

*Declaración de los alcaldes y autoridades locales sobre el agua, en ocasión del  
Cuarto Foro Mundial del Agua, celebrado en México del 16 al 22 de marzo de 06.*