

# ¿El Agua se Acaba en el Estado de México?\*

Mtro. Juan Bricio Mendoza Pérez\*\*

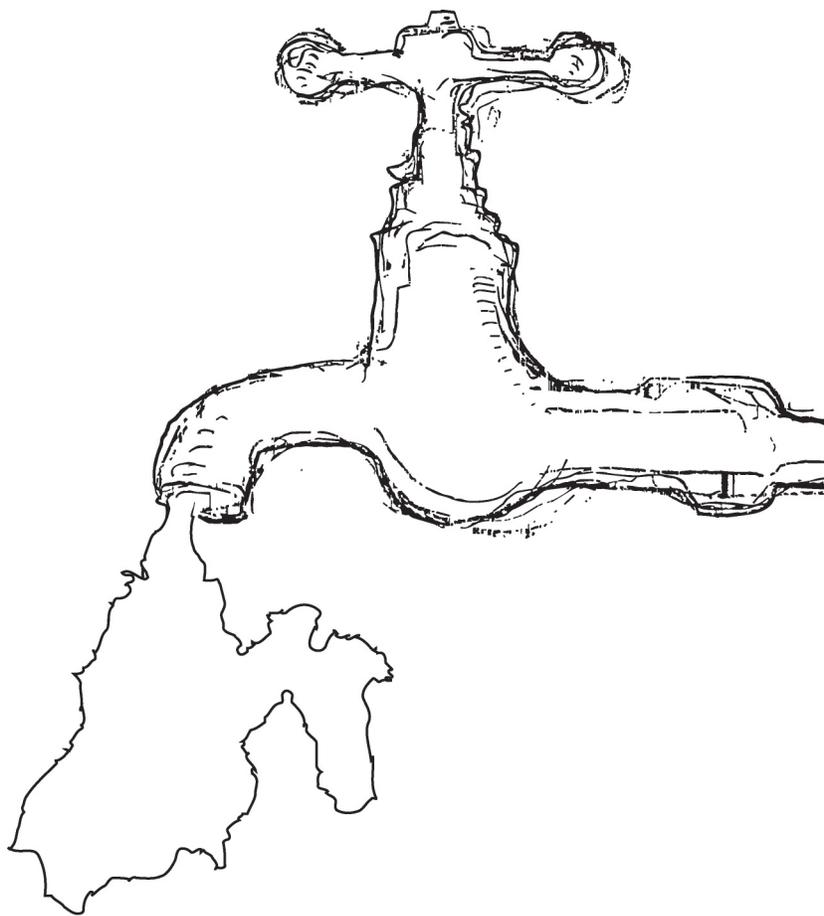
**D**e entrada, el tema está constituido por una pregunta, motivo por el cual, su desarrollo merece más que una amplia disertación, un profundo análisis y serias reflexiones por parte de todos.

*El agua, como sabemos, es un compuesto formado por una combinación de hidrógeno y oxígeno, la cual presenta una carga perfectamente enlazada, que al fusionarse y solidificarse tiene la particularidad de expandirse como un compuesto líquido.*

*En principio se pensó que el agua podría ser un elemento base de todas las sustancias líquidas; esta tesis se consideró así todavía hasta mediados del siglo XVIII. La historia señala que en el año de 1781, el químico de origen inglés Henry Cavendish, consideró que el agua era una mezcla de hidrógeno y aire; pero, dos años después, el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier, determinó que el agua no era un elemento más, sino un compuesto de hidrógeno y oxígeno.*

*En 1804, otro químico francés de nombre Joseph Louis Gay Lussac, junto con el naturalista Alexander von Humboldt, demostró que el agua contenía dos volúmenes de hidrógeno por uno de oxígeno, de ahí su fórmula H<sub>2</sub>O.*

*Investigaciones posteriores, encontraron que el agua también contiene cantidades mínimas de otras sustancias oxidantes, estas circunstancias, permitieron afirmar que el agua pura no existe en la naturaleza.*



## Datos sobre el autor...

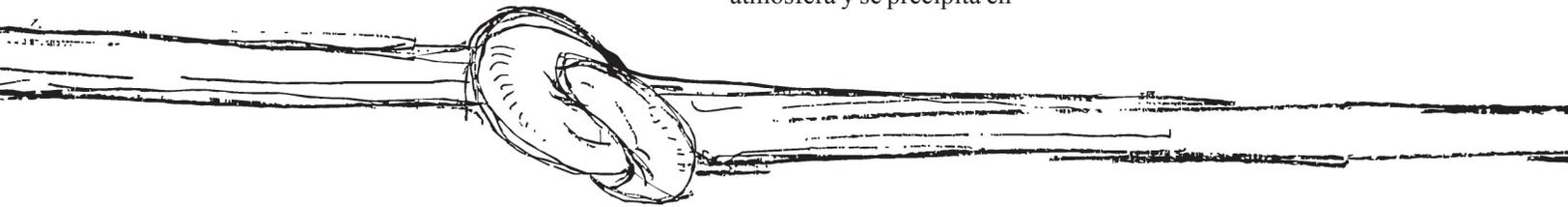
\* Conferencia expuesta el 26 de octubre del 2004, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, con motivo de la 11ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología.  
\*\* Cuenta con estudios de maestría en la Universidad Pedagógica Nacional, y es profesor en el Conalep del Sol.

El agua tiene la característica de ser un líquido inodoro, incoloro e insípido, es decir, no presenta olor, color ni sabor. Su punto de congelación es a partir de 0° centígrados y su punto de ebullición se consigue a los 100° centígrados; alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° de la misma clasificación anterior y tiene la propiedad de expandirse en su proceso de congelación. También se le considera como disolvente universal, porque en ella se pueden diluir una considerable cantidad de sustancias, sobre todo las sales, que al fusionarse producen los hidratos.

El agua, según la temperatura, puede presentarse en tres estados: sólido,

humanos, conformados por agua en las dos terceras partes de su peso corporal, estén suficientemente hidratados.

La relación que guarda el agua con la vida en el planeta —recordemos que ella representa la cuarta parte del volumen de éste, siendo salada el 97% y dulce el 3%—, debe ser motivo de un análisis exhaustivo consciente y permanente, en razón de su enorme trascendencia en todos los ámbitos vitales. Al movimiento continuo del agua entre la tierra y la atmósfera, se le conoce como ciclo hidrológico, es decir, al evaporarse en la superficie terrestre y en los mares, así como en la transpiración de las plantas, circula por la atmósfera y se precipita en



líquido o como gas. En su fase sólida, se encuentra en glaciares, en los casquetes polares o en la superficie donde queda retenida en época de invierno. También se le puede hallar de esta manera en forma de nieve, granizo o escarcha. El estado líquido se presenta en las lluvias, el rocío matinal, ríos, lagos, pantanos, mares, océanos. Como gas, se observa en el vapor, la niebla y las nubes; por la influencia de gravedad, el agua se acumula en la superficie terrestre tanto en los intersticios rocosos como debajo de la superficie subterránea, que abastece a los pozos de diversa profundidad y a los manantiales.

Lo importante es considerar cómo la vida depende en gran medida de este preciado líquido, puesto que las células vivas, según su función, están conformadas de entre el 50 al 90% de agua. En el caso de la sangre, su función consiste en que como medio de un proceso, puede transportar los elementos nutritivos, así como el material de desperdicio; de ahí la necesidad de que los organismos

forma de lluvia, nieve o granizo; en tal caso, toma dos trayectorias: la corriente que fluye por los ríos y finalmente se deposita en las aguas continentales de los mares, y la que se almacena o circula por debajo de la superficie, la cual recibe el nombre de agua subterránea y que constituye los mantos freáticos que permanecen o afloran en los manantiales; en este último caso y en su acción de infiltración, origina la humedad, imprescindible en el ciclo agrícola para producir los elementos de alimentación del hambre.

En el proceso de condensación y precipitación, el agua absorbe de la atmósfera cantidades variables de gases y materiales orgánicos e inorgánicos, razón por la cual se dice que el agua se presenta contaminada, debiéndose entender por contaminante, la presencia de toda sustancia agregada; de ahí que hasta el agua mineral que se comercializa para beber está contaminada con diversas sales. En otro caso, el agua que circula en la superficie e incluso la subterránea

**El agua se acaba en el Estado de México dice el cuestionamiento; esto es así, porque la que proviene de las lluvias y entra al acuífero de la Cuenca del Valle de México, es menor a la mitad de la que se extrae de los pozos profundos.**

poco profunda, suele contener sulfatos o cloruros, residuos domésticos e industriales o compuestos de desechos humanos y animales.

### **El agua para el consumo humano**

No toda el agua que circula en la superficie del planeta es apta para el consumo humano; existen aguas termales; duras, de acuerdo a la cantidad de calcio y magnesio; salobres, y dulces.

Generalmente el agua que proporcionan los manantiales y la que se extrae de algunos pozos del subsuelo, puede satisfacer las necesidades de alimentación de los diversos seres.

Con el crecimiento poblacional, la necesidad de contar con suficiente agua potable es cada vez más urgente, pero en igual medida han crecido las fuentes de contaminación nociva, haciendo que las impurezas suspendidas o disueltas en el agua natural, impidan su uso normal para los diferentes fines, de ahí la búsqueda de diversos métodos para efectuar la purificación del líquido, como son, entre otros el proceso de sedimentación, filtración y cloración.

En algunos sectores del orbe, como las zonas desérticas o semidesérticas, el problema es mayor. Para resolver estas deficiencias, se ha puesto en práctica el uso del método de desalinización tanto de las aguas salobres superficiales como el agua de mar. A través de éste, se busca la eliminación de la sal mezclada en el agua mediante procesos de evaporación, congelación y destilación. En el proceso de evaporación súbita, que es el más usual, se calienta el agua del mar y se introduce por medio de una bomba en tanques de baja presión, donde el agua se evapora de manera brusca y al condensarse el vapor, se obtiene el agua pura deseada.

El método de congelación se basa en llevar el agua a ese punto, formándose cristales de hielo que se separan del agua

salobre, mismos que deben lavarse para quitarles la sal residual antes de derretirse. Las aguas salobres generalmente presentan entre 1,000 a 4,500 partes de minerales por millón, en tanto que las de mar contienen 35,000 partes por millón. Si se considera que el agua potable debe contener menos de 500 partes por millón, resulta más rentable la desalinización de las aguas salobres. Para resolver el problema de la falta de agua potable en esas zonas, se siguen investigando nuevas técnicas o perfeccionando las que ya se tienen.

### **La sobreexplotación de los mantos acuíferos**

El agua se acaba en el Estado de México dice el cuestionamiento; esto es así, porque la que proviene de las lluvias y entra al acuífero de la Cuenca del Valle de México, es menor a la mitad de la que se extrae de los pozos profundos.

El promedio de la recarga del agua que penetra al subsuelo por efectos de la lluvia, corresponde a 788 millones de litros diarios; en tanto, el agua que se extrae de los mantos acuíferos de la zona, es de alrededor de 1,576 millones de litros diarios. Esto provoca que día a día, el nivel de los citados mantos disminuya, con el consecuente hundimiento de la tierra en algunos sectores.

La capacidad de almacenamiento podría mantenerse o aumentar, si se estructura de manera adecuada un sistema de separación de aguas, sobre todo la de lluvia, misma que en los lugares urbanizados toda la que se precipita va a parar a los drenajes a través de las alcantarillas.

En la actualidad no existen sitios descubiertos exprofeso o un sistema de perforación que permita que los escurrimientos naturales puedan ser derivados directamente al interior del subsuelo; ésta, podría ser una tarea de mediano y largo plazo para el área de la ingeniería hidráulica.

La situación se ha convertido en crítica, no sólo para el Estado de México, sino para todo el país, ya que la cuarta parte de los 661 acuíferos que existen, están siendo explotados a su límite máximo. Se presenta una complicación adicional, porque en los últimos tiempos se observa que la planeación del suministro de agua se politiza en el momento que aparecen criterios demagógicos que pretenden hacer gratuita la distribución del agua, equiparándola con el aire; ante esta perspectiva, tanto la Comisión Nacional del Agua como la de Recursos Hidráulicos de la Cámara de Diputados y los especialistas de la UNAM, llaman la atención acerca de la sobreexplotación del agua como prioridad nacional y se habla de problemas graves en un futuro no lejano.

### **Marco jurídico**

El marco jurídico que en materia de agua rige para todo el país, tiene como sustento el Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, mismo que en su párrafo quinto, establece que son propiedad de la Nación, las aguas de los mares territoriales, marinas interiores, lagunas y esteros, lagos, ríos y manantiales.

Dice, además, que el Poder Ejecutivo en cuanto a las aguas del subsuelo, puede reglamentar su extracción y utilización e inclusive, establecer zonas vedadas, si esto fuera necesario.

También el antepenúltimo párrafo del Artículo 28 de la misma Constitución, se refiere a la administración de los recursos hidráulicos y habla de la observancia general de otras disposiciones al respecto.

Todas las entidades del país tienen sus propios reglamentos y Comisiones del Agua, otro tanto sucede con los municipios dependientes. En el caso de Ciudad Nezahualcóyotl, la Norma 127 que regula a los organismos operadores de la distribución del agua potable, misma

que fue aprobada en 1997 y modificada en sus objetivos en el año 2000, indica los máximos niveles permisibles de contaminación que puede tener el agua para uso cotidiano.

La Norma disminuye sistemáticamente año con año los parámetros referentes a la presencia de partículas de arsénico; en sus inicios permitía un miligramo de esta sustancia por cada litro de agua; en la actualidad lo bajó a 0.5, y para el 2005 será de 0.4 solamente.

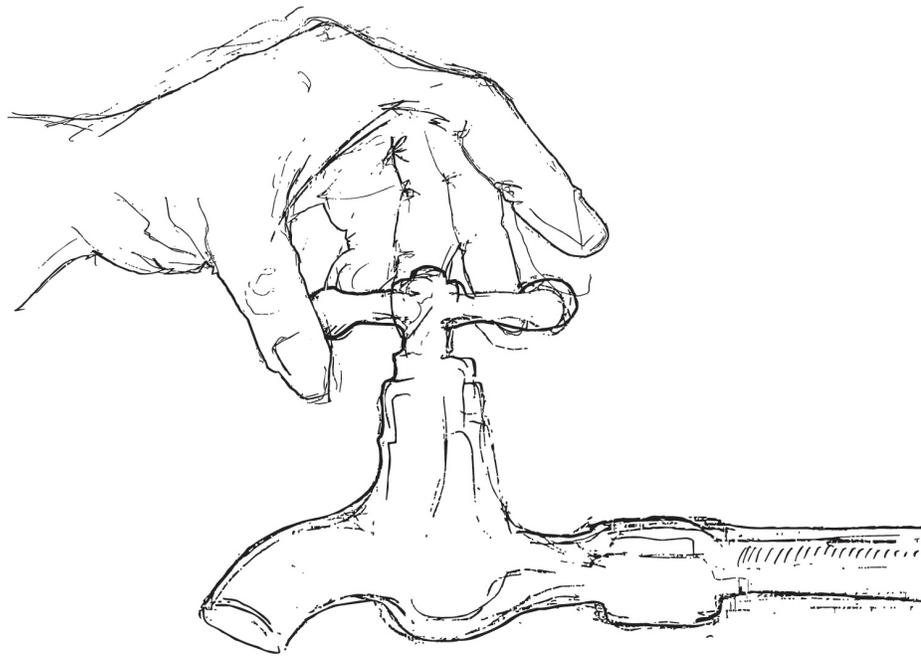
### **La contaminación del agua**

Cómo no se va acabar el agua en el Estado de México, si lo que a la naturaleza le llevó millones de años construir, el hombre lo destruye en breve plazo.

Son varios los factores que han incidido en la contaminación del agua; este proceso que parece irreversible, comienza por la destrucción de la que circula en la superficie terrestre, para continuar su efecto nocivo hasta los mantos acuíferos subterráneos. La razón que se esgrime como justificante de tal agresión, está fincada en el progreso humano. Y esto no sólo sucede en el Estado de México sino en todo el mundo, sin importar el daño que por este motivo sufre la propia naturaleza en el ecosistema, lo mismo en sus fuentes de alimentación que en su belleza natural.

*Algunos de estos factores son:*

A) La contaminación por sedimentos. Esta forma es promovida por el efecto de las lluvias y el viento, mismos que en su accionar, transportan partículas del suelo y residuos vegetales hasta las lagunas y ríos. La relación negativa está en que desde la preparación de los terrenos para el cultivo, la siembra y el cuidado de las plantas, se requiere del uso de abonos químicos, fertilizantes y plaguicidas, mismos que se concentran en la tierra y son trasladados en el polvo. Por otra parte, para la obtención de áreas



cultivables, se deforestan bosques y selvas sin poner en práctica un programa de conservación del suelo y menos de reforestación, ocasionando así la erosión del mismo, puesto que los terrenos en pendiente sólo pueden ser útiles durante un periodo muy corto.

B) La contaminación por microorganismos. Esta sucede por la presencia de virus y bacterias provenientes de los vertederos de aguas residuales que se depositan en los ríos como el Lerma y otros tantos en el país, agentes que causan una variedad de enfermedades hídricas como la diarrea, hepatitis y cólera.

C) La contaminación por desechos orgánicos. Las bacterias que provienen del agua residual tanto de los hogares como de las industrias, ocasionan la eliminación del oxígeno que ellas mismas consumen, provocando la muerte de animales acuáticos, convirtiéndose a la vez en otro foco contaminante.

D) Contaminación por nutrientes. Algunos elementos como el excremento y los detergentes, incrementan la presencia de fósforo, lo cual provoca la reproducción excesiva de algas, mismas que en su expansión afectan a lagunas, lagos y ríos.

E) Contaminación química. Esta se produce por la presencia de diversas sustancias

químicas, como los derrames de petróleo, gasolina, plaguicidas, metales y minerales, los cuales afectan de manera importante la salud humana y la fauna acuática. Las industrias consumen el 1.3% del agua extraída y devuelven aguas residuales con materiales orgánicos y sustancias tóxicas como ácidos, grasas y aceites.

Algunos otros focos de contaminación, lo representan los tiraderos de basura clandestinos y que están fuera de control, ya que para su ubicación no se lleva a cabo un estudio geográfico meticuloso. La descomposición de los elementos acumulados, produce una sustancia blanquecino-verdusca que se denomina elixiliado, que al atravesar las capas de la tierra, llega a los matos freáticos, a los que ocasiona daños catastróficos.

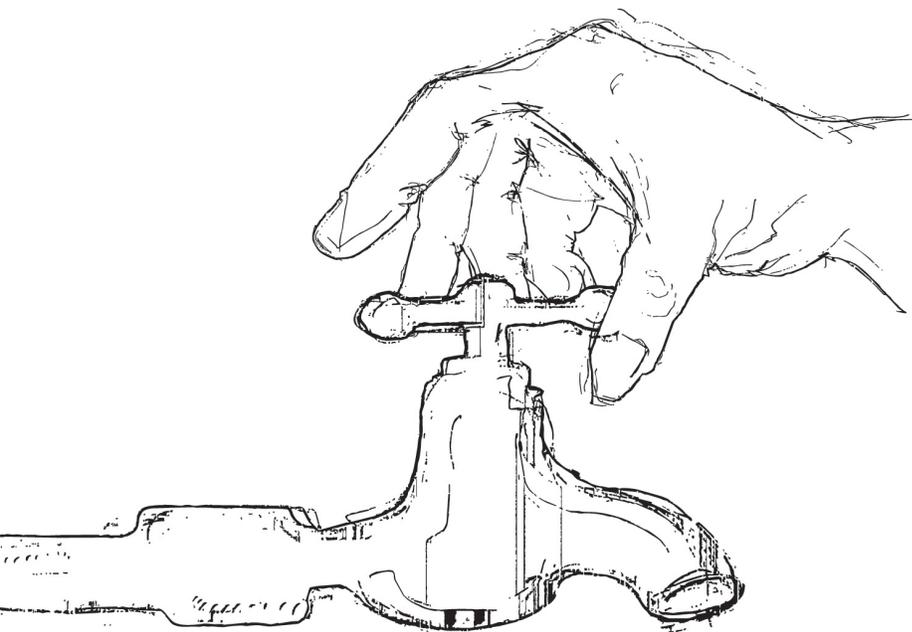
### **El agua que satisface las necesidades del Valle de México**

Cómo no se va a terminar el agua en el Estado de México, si la cantidad que se dispone para las próximas décadas es de volumen medio. Hay regiones y municipios que gozan de suficiente agua; otros apenas cuentan con el suficiente líquido para subsistir, en tanto algunos carecen de la más indispensable. Ello hace suponer que la distribución natural es de suyo irregular, como en la mayoría de las regiones del país, en cuyas dos ter-

ceras partes se considera una afluencia acuífera totalmente insuficiente.

En los inicios del segundo milenio de nuestra era –recordar que todo el Valle pertenecía al Estado de México–, había una hermosa zona de lagos que rodeaba a las montañas y los volcanes y a la cual se le denominó Valle del Anáhuac. Ahí en el centro del Lago de Texcoco y por indicación de sus dioses, los aztecas fundaron la ciudad de Tenochtitlan. Pasado el tiempo y por efectos de su actividad comercial, los lagos y canales fueron cruzados por canoas como medios de transportación. Uno de los factores negativos que se presentó desde entonces, fue que se empezaron a arrojar desechos de toda índole al lago, haciendo que éste presentara síntomas de contaminación. Ante la necesidad de contar con agua de buena calidad, en la época de la invasión española se construyó un acueducto para trasladar el agua dulce desde Chapultepec.

A partir de 1850 y ante la urgencia de más agua, se dio inicio a la perforación de pozos en lugares del propio Valle de México, fue así que para 1900 ya había perforados alrededor de mil. Como consecuencia de las mencionadas perforaciones, comenzaron también los hundimientos de tierra en varios sectores incluso en la zona conurbada.



En la época de la Revolución Mexicana, el problema se acrecentó, pero es hasta 1951 cuando inicia la crisis para el Estado de México, por la creación del “Sistema Lema” para llevar 4,360 litros de agua por segundo a la ciudad de México, desde el valle de Toluca. Cuando nuevamente se hizo insuficiente, se crea el “Sistema Cutzamala” en 1976, para aprovechar las aguas de la Cuenca Alta del río de referencia, provenientes de las presas Tuxpan y El Bosque, en Michoacán y Colorines, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo y Villa Victoria, en el Estado de México. De este sistema se obtendrían 11,300 litros de agua por segundo.

El sistema comenzó a funcionar desde 1982 y sería apoyado por la cuarta etapa del Sistema Cutzamala, aprovechando el caudal del Río Temascaltepec, mediante la presa de retención “El Tule”, y después se le trasladaría a la presa Valle de Bravo, para finalmente conectarse con el sistema anterior.

La zona metropolitana, también obtiene 42,460 litros de agua por segundo, provenientes del subsuelo y 1,480 litros de las aguas superficiales del río Magdalena, en Contreras; todo ello hace un total de 63,600 litros por segundo para su atención.

Los efectos negativos se presentan con el deterioro de la tierra cultivable en el

sector agrícola; de ahí la justa inconformidad de los campesinos que habitan en las regiones aledañas a las zonas de extracción, quienes a últimas fechas han solicitado indemnizaciones por sus predios ejidales confiscados, así como otros beneficios compensatorios ante las pérdidas ocasionadas por la falta de humedad de las tierras cultivables.

### **La distribución del agua en Ciudad Nezahualcóyotl**

En la gran mayoría de los municipios del Estado de México, el servicio del agua es un problema agudo; Ciudad Nezahualcóyotl no es la excepción, sobre todo porque es considerada como uno de los mayores conglomerados poblacionales del mundo. Para su atención en cuanto al servicio del vital líquido, se le ha dividido en tres zonas: Centro, Oriente y Norte.

La zona Centro abarca desde la Calle 7 hasta la Avenida Villada; la Oriente, desde Villada hasta Chimalhuacán y Los Reyes, y la zona Norte, comprende desde Ciudad Lago hasta Valle de Aragón.

Para cumplir con su cometido, el organismo municipal encargado de la distribución del agua cuenta con ocho pozos que se ubican en la zona Oriente, de ellos se obtienen 800 litros por

segundo. El traslado desde los sitios de extracción hasta los lugares que serán atendidos, es complicado y difícil, sobre todo si se pretendiera cubrir de esta manera a la zona Norte, la cual para resolver sus requerimientos, necesita comprarle agua a la Comisión de Agua del Estado de México y además, aparte, se adquiere agua de la línea La Caldera, de los ramales de Míxquic y Tláhuac, en el Distrito Federal. También se compra agua a la Comisión Nacional del Agua a través de la CAEM, concretamente de los pozos ubicados cerca de la carretera de cuota México-Texcoco y de los que se encuentran en Nabor Carrillo, de donde se obtienen otros 600 litros de agua por segundo para abastecer a la zona Norte.

Para la zona Oriente pudiera decirse que se tiene resuelto el suministro, no así para la zona Centro, a la cual se le complementa el servicio con 70 litros por segundo, que se obtienen de la transferencia del D. F., como compensación por el uso del agua que le proporciona el Estado de México a través del Sistema Lerma-Cutzamala.

De cualquier manera, para satisfacer las necesidades de los pobladores de esta región del estado, el servicio sigue siendo insuficiente, puesto que en algunas regiones se tiene que racionar

el agua y como consecuencia de la baja o nula presión, ésta no logra subir a un segundo piso.

## Cultura del agua

Las diferentes instancias que manejan el agua en los Estados de la República Mexicana, parten de dos medidas iniciales para promover una nueva cultura en el uso racional del agua. En la primera, se habla de procurar el uso eficiente, por medio de un programa permanente de información de alcances masivos, a través de la incorporación de contenidos específicos en los programas de educación básica, igual en el campo que en la ciudad. Se pretende con esta acción, fomentar desde la infancia una nueva cultura del agua, para crear mayor conciencia social sobre el valor que tiene este vital recurso natural.

En la segunda, se pretende modificar y homologar los reglamentos de construcción, para incorporar sistemas que permitan el aprovechamiento de las aguas de lluvia y el adecuado uso de las aguas depuradas.

La parte fundamental de esta posición, tiene como prioridad la modificación de los hábitos negativos del consumo, e impulsar el fomento de la nueva cultura del uso del agua, a través de medidas coercitivas y campañas permanentes de orientación y convencimiento, como serían los programas sociales, folletos, desplegados y trípticos, con el fin de propiciar el ahorro y eliminar los usos ineficientes que tienen que ver con malos hábitos y la pérdida en redes e instalaciones, tanto en Estado de México como en el resto del país.

De la pregunta inicial: ¿El agua se acaba en el Estado de México?, se pueden desprender entonces muchas reflexiones como las siguientes:

1. Menos del 10% del agua que se utiliza, llega a ser depurada en plantas

recicladoras para utilizarse en diversos campos; esta cantidad es mínima para resolver alguna parte del problema.

2. No se aplica fehacientemente una reglamentación oficial para evitar el desperdicio tanto en los hogares como en la industria.

3. Se deben masificar las campañas culturales para un mejor aprovechamiento, tanto en la ciudad como en el campo.

4. Se deben ampliar los programas de instalación de presas en los lugares factibles, para dar un buen servicio al campo pero sin que éstas se “politicen”, ni caer en provocaciones innecesarias.

5. Se deben incrementar las acciones para el rescate del lago de Texcoco, donde llegan las aves migratorias como los patos canadienses, entre otras especies.

6. Se deben implementar correctivos específicos para quienes de manera irresponsable contaminan con aguas residuales de la industria, las aguas superficiales y en consecuencia las subterráneas.

7. Se debe implementar una tecnología moderna en maquinaria y equipo, para evitar el enorme desperdicio desde su extracción y transportación al sitio donde será utilizada.

8. El área de la ingeniería hidráulica debe participar en la planeación y puesta en práctica de acciones concretas para aprovechar el agua de las lluvias, que de manera ingenua la vemos desaparecer por las alcantarillas.

Estas reflexiones aquí las dejamos, son para todos nosotros. 

## Fuentes Consultadas...

1. *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, Artículos 27 y 115.
2. *Desplegado de Información No. 1. Cuidado y buen uso del agua en el hogar*, SEMARNAP-CNA, octubre, 2002.
3. *El agua, mi ciudad y yo*. 2ª ed., Gerencia Regional de Aguas del Valle de México, CNA-SEMARNAP-SEP, 2000.
4. *El Panorama Actual del Agua en México*, CNA, página electrónica CNA (Recorte).
5. *Estrategias del Sector Hidráulico*, CNA, página electrónica CNA (Recorte).
6. *Información del Programa de Regionalización “Cultura del Agua”*. H. Ayuntamiento de Ciudad Nezahualcóyotl-CNA, México, 1999-2005.
7. *La distribución del agua en Ciudad Nezahualcóyotl. Entrevista con el personal especializado de ODAPAS en Ciudad Nezahualcóyotl*, septiembre 2004.
8. *Microsoft, Enciclopedia Encarta, Edición de Lujó*, 2002.
9. *Sandoval, Mora. “Temascaltepec; las aguas de la ira”, revista Época*, 11 de octubre, 1999 página electrónica CNA (Recorte).