



Ilustración: Javier Muñoz Nájera

Abstract

Rainwater harvesting is a system that has historically proven its benefits against scarcity. Given the severity of water availability in the MCMA, The UACM Environment Program launched the project of rainwater harvesting to provide some alternatives to both Mexico City and its neighboring municipalities. Holistically, it is a project that was generated adhered to environmental policy and other internal projects UACM, such as the green areas. It is a project that seeks to support grassroots initiatives in relation to water supply.

KEY WORDS: Harvest rainwater, groundwater, environmental policy, soil conservation, inequality, consumption, urban sprawl, purification, basins.



La cosecha de agua de lluvia como una de las alternativas a la problemática del agua en la Zona Metropolitana del Valle de México

JOSÉ HERNÁNDEZ VÁZQUEZ¹
MAURA NEGRETE HERNÁNDEZ

La cosecha de agua de lluvia es un sistema que históricamente ha demostrado sus bondades ante la escasez del recurso. Frente a la gravedad de la disponibilidad del agua en la ZMVM, el Programa Ambiental de la UACM impulsó el proyecto de cosecha de agua de lluvia para aportar algunas alternativas tanto a la Ciudad de México como a sus municipios conurbados. De manera integral, es un proyecto que se generó ceñido a la política ambiental y a otros proyectos internos de la UACM, como el de áreas verdes. Es un proyecto que busca apoyar las iniciativas ciudadanas en relación con el abasto del agua.

PALABRAS CLAVE: Cosecha de agua de lluvia, acuífero, política ambiental, suelo de conservación, inequidad, consumo, mancha urbana, potabilización, cuencas

Introducción

Uno de los problemas más apremiantes de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), es el relacionado con el abasto del agua. Su gravedad se ve reflejada en la distribución del líquido a través de pipas, de llaves públicas, en el suministro por tandeo, el aumento en la compra de agua de garrafón para el aseo personal, en el aumento en la construcción de pozos, en la explotación de mantos acuíferos más allá

de su capacidad de recarga y en la importación del recurso de otras cuencas a costos ecológicos y económicos insostenibles (Sheinbaum, 2008: 91-108)².

Por lo anterior, el propósito del presente trabajo es abordar y describir la cosecha de agua de lluvia como una alternativa para el abasto del agua. Esto, a partir de hacer algunas consideraciones sobre el abasto y el déficit de agua y sus implica-

ciones en la ZMVM. Como proyecto del Programa Ambiental de la UACM, se pretende hacer extensivas las experiencias de dicha tecnología, como sus aportaciones a otros espacios educativos y de la industria³.

Características fisiográficas de la ZMVM

Para estudiar la problemática del agua en el Valle de México es necesario considerar el marco geográfico en que se presenta. La ZMVM tiene una extensión de 9 674 km², se ubica a 2 240 msnm y está delimitada por 16 delegaciones del DF, 49 municipios del Estado de México, 15 de Hidalgo y 4 de Tlaxcala. La ZMVM viene a ser la llamada región hidráulica XIII de la Comisión Nacional del Agua.

En el Valle de México se ubica la zona urbana más grande del país, con 20 millones 116 mil 842 habitantes; además concentra gran parte de la actividad industrial, comercial y política del país (INEGI, 2010). Estos rasgos distintivos inciden en la problemática del agua con una creciente dificultad para satisfacer la demanda; asimismo, expresan la complejidad de un gran sistema para desalojar las aguas negras y las pluviales. Ambos aspectos hoy en día implican vivir en una zona con problemas severos ocasionados por la sobreexplotación del acuífero y el hundimiento del terreno.

En relación con sus orígenes, se dice que era una cuenca cerrada, la cual fue abierta artificialmente a finales del siglo XVII para evitar inundaciones. Hasta el siglo XVIII el Valle de México estaba constituido por cinco lagos, los tres de mayores dimensiones eran el lago de México Texcoco, el lago de Xochimilco y el lago de Chalco; Zumpango y Xaltocan de menores

dimensiones. Debido al desecamiento y a los asentamientos humanos, hoy sólo quedan dos lagos alrededor del valle: el lago de Texcoco y el lago de Zumpango. Dentro de la cuenca hidrológica, se plantea, no existen ríos importantes, sin embargo, hay algunos ríos intermitentes que acarrear grandes cantidades de agua en la época de lluvias (de mayo a septiembre). En términos generales, estos ríos bajan o escurren desde las montañas, principalmente del Desierto de los Leones, los Dinamos y el Ajusco, así como de las laderas del poniente de la ciudad (Sheinbaum, 2008: 28-32).

Con base en la constitución del subsuelo y el funcionamiento hidrológico, el Valle de México se ha dividido en tres subsistemas acuíferos, que forman el acuífero regional (Lesser *et al.*, 1990). De acuerdo con Marín (Marín *et al.*, 2002), el acuífero regional está constituido por rocas volcánicas fracturadas cubiertas por depósitos lacustres y aluviales con menor conductividad hidráulica. Por esta razón, el acuífero del Valle de México es poroso, confinado en algunas áreas y semiconfinado en otras.

De manera general, el acuífero regional se recarga por la zona sur y poniente de la ciudad, en dichas zonas se ha observado que el incremento en forma acelerada de los asentamientos humanos, lo que por un lado ha disminuido la cantidad de agua que fluye (recarga) al acuífero y por otro, ha deteriorado su calidad con contaminantes.

El abastecimiento del agua y su calidad son de suma importancia. Esto, a fin de evitar la transmisión de enfermedades de origen hídrico, que se presentan cuando el agua es contaminada por agentes potencialmente patógenos, situación que por lo regular es resuelta con la utilización de cloro para su desinfección. Pese a ello, se recomienda mantener e incre-

mentar los muestreos de agua debido a que sólo se presenta información de cloro residual y presencia-ausencia de bacterias coliformes. Hacia 2007, en el Distrito Federal se registraron más de 430 mil casos de infecciones intestinales, muchos de ellos relacionados con la ingesta de agua contaminada (Espinoza y Mazari, 2007; ss, 2007; DOF, 1994).

Disponibilidad del agua en la ZMVM

De acuerdo con la literatura, a la ZMVM ingresan alrededor de 72.5 m³/s de agua, de los cuales 72% se extrae del subsuelo del Valle de México, 18% proviene del sistema Cutzamala, 8% del Lerma y 2% de manantiales y escurrimientos superficiales propios del valle. De esta cantidad, 10 m³/s se usan directamente en riego. Los 62.5 m³/s restantes se distribuyen a través de la red y equivalen a proporcionar 300 l/hab/día, cifra a la que hay que restarle lo que se pierde en fugas (23 m³/s) y por el consumo en comercios, industrias y servicios municipales (9 m³/s), de lo que resulta una dotación real per cápita de 146 l/hab/día, dicho valor al compararlo con el recomendado por la Organización Mundial de la Salud, que va de los 150 a 170 l/hab/día parece ser razonable (OMS, 1995; Espinoza y Mazari, 2007: 121-122).

Inequidad en la distribución y consumo del agua

En los estudios sobre la inequidad en la distribución y en el consumo de agua, se reconocen al menos dos elementos en el caso del DF. Uno de ellos se refiere a la inequidad territorial, ya que el abasto de agua proviene de fuentes externas y va

principalmente del poniente al oriente, con lo cual, luego del consumo y de las fugas, llega menos agua al oriente de la ciudad. La delegación de Iztapalapa es la que más metros cúbicos por segundo recibe (5.05 m³/s). En contraste las delegaciones de Milpa Alta y Tláhuac reciben 0.34m³/s y 0.70m³/s, respectivamente. Sin embargo, Iztapalapa a pesar de recibir el mayor volumen de agua del DF, enfrenta grandes carencias en el suministro del agua, lo cual está determinado por asentarse en ella, un mayor número de habitantes, (1 815 786 hab), situación que destaca inclusive a nivel nacional. Es una tendencia que también se observa en el caso de las delegaciones de Milpa Alta y Tláhuac, y es en dichas delegaciones: Iztapalapa, Milpa Alta y Tláhuac donde se observa el suministro a través de pipas y el sistema de tandeo en el abasto.

Los municipios con menores dotaciones de agua (148 a 158 l/hab/día) son Valle de Chalco Solidaridad y Amecameca. El grueso de municipios se encuentra con una dotación de entre 158 a 254 l/hab/día, es decir, baja. Con una dotación mayor se identifican sólo 3 municipios: Temamatla, Ozumba y Tenango del Aire (entre 254 y 333 l/hab/día). Como parte de esta problemática es destacable la inequidad en la distribución del agua. La tabla 1 muestra el consumo de agua por nivel socioeconómico, donde el grupo I es el de menor ingreso y el grupo v es el de mayor ingreso. Mientras el grupo de menores ingresos tiene un consumo que va de 16 a 64 l/hab/día, con un promedio de 40 l/hab/día, el de mayores ingresos llega a un rango entre 264 y 654 l/hab/día, con un promedio de 450 l/hab/día. Se observa que el estrato con mayores ingresos rebasa el consumo recomendado por la OMS.

TABLA 1. CONSUMO DE AGUA POR NIVEL DEL INGRESO (l/día/persona)

Nivel de ingreso	Promedio	Rango
I	40	16-64
II	100	40-160
III	210	84-336
IV	330	132-528
V	450	242-654

Fuente: Mazari *et al.* (2007)

Con base en lo anteriormente expuesto, se plantea que el desempeño del sistema hidráulico urbano está gravemente amenazado: no sólo se explotan los mantos acuíferos más allá de su capacidad de recarga, sino que se tiene que importar el agua de otras cuencas a costos ecológicos y económicos insostenibles. Sin menoscabo de los esfuerzos por aumentar la oferta de agua, muchos habitantes tienen que conformarse con recibir el agua en pipas o en forma intermitente y, en algunas zonas, contaminada. El patrón de uso del agua ha sido poco eficiente, desigual y se enfrenta a futuros escenarios críticos: creciente presión sobre las fuentes de suministro de agua potable y sus repercusiones ambientales, inequidad en el suministro del recurso y deficiente calidad y persistencia de problemas de fondo en la gestión pública del agua.

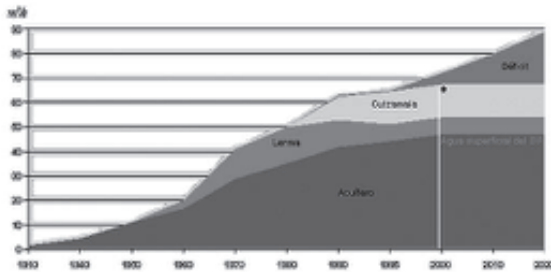
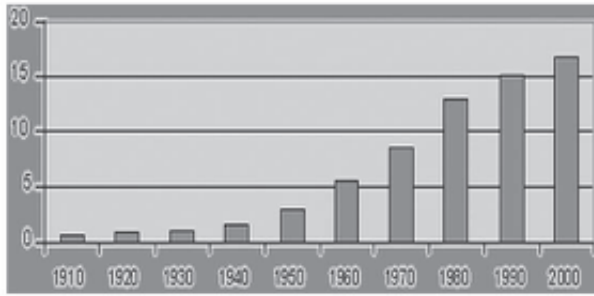
Los consumos diferenciados que se dan en la zona se consideran un asunto de inequidad en la distribución y el consumo del agua. En la Ciudad de México, se tienen registrados valores que van de los 16 a 64 l/hab/día y de 264 y 654 l/hab/día, cifras que se conflictúan con el promedio que en teoría cada habitante de la ciudad debería recibir, que son 264 l/hab/día. Sobre esta

situación se esgrimen varios argumentos, como lo son la falta de mantenimiento y de infraestructura hidráulica que inciden en que el vital líquido sea distribuido inequitativamente en las diferentes delegaciones. Prueba de ello es el caso de las colonias que reciben el agua por tandeo, se les proporciona un aproximado de 60 l/hab/día, que implica recibir agua una vez por semana y en ocasiones sólo algunas horas (Maldagón, 2007: 157). En las zonas más pobres ubicadas en el poniente de la ZMVM se ha observado que se suministra 28 l/hab/día, lo que hace la situación más grave (Navarro, 2013; Sheinbaum, 2008: 104-106).

Presiones sobre las fuentes de suministro de agua potable

Desde mediados del siglo XX se estimó que las fuentes de agua disponibles sin arriesgar el ecosistema de la Cuenca de México alcanzaban para una población de ocho millones, dicho límite se rebasó hace más de cuarenta años (Garza, 2000); no obstante, tanto la demanda como la oferta sigue creciendo, lo que ha implicado que se inyecten a la red de agua potable 60m³/s (UNAM, 2003), y que se estime un déficit en aumento de 7m³/s, de los cuales 3.02 m³/s corresponde al DF (véanse gráficas). De acuerdo a los datos, el crecimiento poblacional se ha dado a un ritmo que rebasa la disponibilidad de agua en la ZMVM. Sin duda, la principal explicación del déficit está en que se ha llegado a los límites de las fuentes de agua y la demanda sigue en aumento, resultado del crecimiento poblacional. Esta tendencia es observable hasta el censo del 2010, reportándose que para el 2020 la población estimada será de 21.9 millones de habitantes, lo que significa el crecimiento del déficit a 20m³/s (Morales y Rodríguez, 2007: 26-27).

CRECIMIENTO DE POBLACIÓN DEL DF Y LOS 17 MUNICIPIOS QUE COMPARTEN LA MISMA RED DEL AGUA POTABLE



Fuente: Centro GEO (2004)

Hasta el momento, en las políticas de agua prevalece la prioridad de satisfacer la creciente demanda de agua, aún a costa de una mayor explotación de los acuíferos e importación progresiva de volúmenes de agua; y sin concesiones a la implementación de opciones para un efectivo ahorro en el manejo y uso del recurso.

Presiones sobre el acuífero de la ZMVM

El acuífero de la ZMVM se ve sometido principalmente a tres tipos de presiones:

1. La reducción de la zona de recarga

El crecimiento de la mancha urbana sobre zonas naturales de recarga ha determinado una menor filtración. Considerando un promedio de precipitación anual en el Valle de México estimado en 700 mm anuales, se calcula que

por cada 100 km² de avance de la mancha urbana, los acuíferos pierden, restando la evaporación y otros factores, unos 40 millones de metros cúbicos anuales que, como no se filtran y no recargan el acuífero, son evacuados en el sistema de drenaje fuera del Valle de México, lo que implica que se pierda un potencial ideal de recarga de aproximadamente 13 m³/s.

Los subsistemas del acuífero de la ZMVM han estado sometidos a una sobreexplotación crónica, ésta expresa una presión sobre el ecosistema por encima de su capacidad de recarga y, a pesar de todas las afectaciones (principalmente hundimientos y menor calidad del agua), siguen siendo la principal fuente de abastecimiento: proveen el 66% del consumo de la ciudad.

Y la misma sobreexplotación afecta la calidad del recurso, máxime cuando se trata de pozos de más de 400 metros de profundidad, ya que el agua que se obtiene puede contener porcentajes altos de sales. Esta situación incrementa los costos de potabilización y la necesidad de recurrir a la explotación de pozos cada vez más profundos, lo que aumenta los costos en el consumo de energía.

2. Presión sobre cuencas externas

A la fecha, subsiste el criterio de importar agua de otras cuencas, lo que se ha convertido en una presión política sobre las fuentes de agua. Incluso ya se vislumbra una posible disputa por el agua entre el Distrito Federal y el Estado de México que, en el contexto de una muy escasa institucionalidad metropolitana, podría significar una reducción gradual del aporte de agua de las fuentes externas.

Durante los casi 50 años que ha operado el sistema Lerma, se ha provocado la casi desaparición del sistema lagunar del Valle de Lerma y el caudal del río del mismo nombre ha disminuido en forma importante, impactando las condiciones ambientales de toda la región. Incluso, el Lago de Chapala (el cuerpo más grande de agua dulce del país) ha experimentado durante los últimos 20 años un decremento acumulado de alrededor de 5m; lo que en cierta medida se atribuye a que el río Lerma es uno de sus principales fuentes abastecedoras. Actualmente, el acuífero Lerma presenta una sobreexplotación de aproximadamente 65% (Consejo Consultivo del Agua del Estado de México. En Iracheta, 2002).

Una de las principales vulnerabilidades de la ZMVM tiene que ver con la pérdida del equilibrio geohidrológico en las cuencas de la región centro de México (incluyendo la del Valle de México), debido a una desaparición más acelerada de áreas de recarga, la inadecuada explotación de sus acuíferos y el consumo excesivo y el manejo y uso irracional del recurso agua.

3. Sobreexplotación de los acuíferos

Uno de los principales efectos por la alta demanda de agua en la ciudad es la sobreexplotación del acuífero, la cual se estima

en 15 m³/s, es decir, 40% de la recarga natural. La sobreexplotación de los acuíferos ha dado lugar desde fines del siglo XIX a hundimientos diferenciados en la Ciudad de México, donde se ha observado a lo largo del tiempo como éstos obedecen a la cercanía de pozos; así por ejemplo, hasta mediados del siglo XX, los principales hundimientos se detectaron en el centro de la ciudad; cuando se suspendió la perforación en esta zona y se compensó con la apertura de pozos en el sur y sureste de la ciudad, los mayores hundimientos se registraron en tales sitios. Como consecuencia de este fenómeno, el suelo de la Ciudad de México sufre hundimientos diferenciales y aunque no existen cifras confiables sobre los costos que éstos originan, se asegura que son cuantiosos por las siguientes razones:

a) El hundimiento provoca que las redes de agua potable y de drenaje sufran fallas frecuentes, las primeras se fracturan mientras que las segundas pierden su pendiente, en el caso del bombeo de las aguas negras implica fuertes inversiones y problemas de inundaciones.

b) Los altos costos para corregir fallas en los edificios de la ciudad, como el caso de la Catedral Metropolitana.

c) Las inversiones —para renivelar periódicamente las vías del Metro, por ejemplo—, son cada vez más importantes y se corre el riesgo de que en algunas zonas se sobrepase el límite de lo que se considera como mantenimiento y sean necesarias reparaciones mayores.

Desabasto de agua y cambio climático

El desequilibrio geohidrológico se ha agravado progresivamente debido a los impac-

tos del fenómeno global de cambio climático; son diversas las investigaciones que se han realizado acerca de la vulnerabilidad de la ZMVM ante el cambio climático global; los resultados más importantes se plasmaron en el Estudio de la Vulnerabilidad del país, cuya coordinación estuvo a cargo del Instituto Nacional de Ecología, y se incorporaron al Plan Nacional de Acción Climática (INE, 2000).

Como parte del estudio de los efectos del cambio climático en la ZMVM se tiene:

Una importante vulnerabilidad de la cuenca del sistema fluvial Lerma-Chapala-Santiago, a partir de un análisis de los recursos hidrológicos del centro de México ante un cambio climático global, lo cual tiene implicaciones directas en la disponibilidad de agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México [...]

Las condiciones actuales del ambiente cambiarán a una atmósfera más cálida, debido al proceso de urbanización y al efecto invernadero derivado del cambio climático, escenario derivado de las condiciones bioclimáticas en la Ciudad de México y la duplicación en la concentración de CO₂ [...]

Cuando el bioclima de la Ciudad probablemente pase de la neutralidad actual a la siguiente categoría de la escala de condiciones cálidas (temperatura efectiva 24-27 °C) abarcando la mayor parte de la ciudad, el impacto en la población será más importante durante la estación cálida (marzo-mayo).

La variación del clima provocará de manera más frecuente la sequía, lo cual implicará la falta de recarga del acuífero y en ello también incidirá el crecimiento de la mancha urbana, acentuándose la sobreexplotación del acuífero ante la demanda creciente de la población.

Encrucijada de la demanda futura de agua

El desafío relativo a las fuentes potenciales del agua para el abasto de la ZMCM adquiere características dramáticas, ya que es necesario evitar la sobreexplotación y los proyectos para importarla de otras cuencas como la de Temascaltepec (localizada a 200 km de la ciudad y a una altitud de 1200 msnm), dado que significa serias dificultades sociales y ambientales que, en el mejor de los casos, sólo implicarán transferir volúmenes inferiores a los señalados y en plazos mayores a los originalmente considerados. Otras alternativas estudiadas para traer el agua de lugares más lejanos resultan todavía más costosas.

La recarga del acuífero de las áreas urbanas es otra de las opciones que se ponderan como alternativas a la satisfacción de la demanda de agua. No obstante, se tiene que la precipitación media anual en la ZMVM es de 700mm, inferior a la media anual, la recarga anual es de 700 millones de m³ y la extracción es de 1300 millones de m³, teniéndose que el estrés producido aumentó con ello en un 128 por ciento.

Algunas alternativas integrales a la problemática del agua

Con base en la problemática del agua referida, se han planteado varias estrategias para su atención, medidas propias de una «gestión integral sustentable del agua», con el fin de incidir en la disponibilidad actual y futura para el consumo humano y para desarrollar las actividades productivas, sin afectar el equilibrio hidrológico de la ciudad y la sustentabilidad del desarrollo en el Valle de México. Son un conjunto de estrategias que comprenden

y plantean una planeación intersectorial que vincule a los bosques y el cuidado del suelo de conservación en la gestión del agua. Asimismo, se busca crear y fomentar una nueva cultura del agua aparejada con el desarrollo de la infraestructura y, a partir de ésta, se podría diseñar una estrategia de extracción, potabilización, distribución, saneamiento y tratamiento del agua (Delgado, 2007: 171-174).

En el caso de la cosecha de agua de lluvia, se estima pertinente instrumentarla e incorporarla a una estrategia más integral que se relacione con otras estrategias, como la de rescatar el suelo de conservación como un espacio de equilibrio ecológico (Plan Verde 2007)⁴. La idea comprende un conjunto de acciones dirigidas a proteger el suelo de conservación y reforzar el equilibrio del acuífero, además de frenar el crecimiento de la mancha urbana hacia el suelo de conservación y especialmente en zonas de infiltración del acuífero.

De igual modo, se plantea la necesidad de impulsar la recarga artificial del acuífero con agua de lluvia y con agua residual tratada, así como maximizar el potencial de recarga natural del acuífero a través de manejo integral de microcuencas, mediante acciones de restauración ecológica, retención de suelo, cosecha de agua de lluvia, reforestación y reconversión productiva de plantaciones, entre otras acciones⁵. En el mismo sentido, se plantea el desarrollo de infraestructura de infiltración de agua de lluvia al acuífero mediante la construcción de pozos de absorción y acciones de recarga en el suelo de conservación.

Cosecha de agua de lluvia

La cosecha de agua de lluvia es un sistema ancestral que ha sido practicado en

diferentes épocas y culturas, ya que es un medio accesible para obtener agua destinada a diversos usos, como son el consumo humano, el riego de áreas verdes o el uso industrial, entre otros. Contribuye a evitar las inundaciones, a favorecer el ahorro de agua y es sumamente importante en la recarga del acuífero. Este sistema propone interceptar, coleccionar y almacenar el agua de lluvia en depósitos indistintos para su uso posterior. El método plantea en lo fundamental cosechar el agua pluvial de los techos de las diversas edificaciones existentes, almacenarla en cisternas y en el caso del consumo humano, purificarla sin una infraestructura y equipamiento especial. Se estima que el sistema de cosecha de agua de lluvia podría proveer el 50% del suministro de agua de toda la ZMVM (Lego-rreta, 1987; Navarro, 2013).

Como se ha planteado con antelación, la cosecha de agua de lluvia es un sistema que se ha valorado contribuirá a mejorar la oferta del agua ante la creciente demanda de la población en aumento y de los procesos acelerados de urbanización. Asimismo, es un método de suma importancia frente al proceso de recarga del acuífero que, como se recordará, es la fuente de donde se extrae aproximadamente el 72% del agua que se consume en la ZMVM. Otro factor importante relacionado con el sistema de cosecha de agua de lluvia es que éste contribuirá a aminorar la presión sobre otras cuencas externas. De manera general, el sistema de captación de agua de lluvia, se asegura, que en un futuro cercano será un mecanismo de sobrevivencia necesario. Es un sistema que es viable en la ZMVM dada su precipitación anual (700 mm).

Con base en lo expuesto en el presente texto, la idea de instrumentar la cosecha de agua en la ZMVM es garantizar el abasto de agua a la creciente población.

Asimismo, formaría parte de la estrategia integral asociada a otras estrategias como son el mantenimiento del suelo de conservación entre otras.

La cosecha de agua de lluvia en la UACM

La experiencia del sistema de cosecha de agua de lluvia instrumentado en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) ha servido de referencia para la instrumentación de otros sistemas en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa y en una empresa vidriera proveedora del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STCM); es una propuesta que se buscó instrumentar en algunas escuelas de educación básica de Iztapalapa, en la Unidad Habitacional Vicente Guerrero y de la Central de Abasto de la misma demarcación, además de la Sede de la UACM denominada Casa Talavera. El proyecto se originó frente a la problemática del agua que afronta la Ciudad de México y su área conurbada. Para atender una de las urgencias de la Delegación Iztapalapa que es la escasez de agua, donde predomina el sistema de tandeo, abasto por medio de pipas y donde se ha dado la construcción de nuevos pozos.

El sistema de cosecha de agua de lluvia al que se hace referencia es el que se instrumentó en el plantel San Lorenzo Tezonco (SLT) de la UACM y que comprendió fundamentalmente dos fases:

En una primera la construcción del sistema, basado y diseñado bajo el principio de gravedad, lo cual implicó aprovechar la altura del techo de algunas de las edificaciones del plantel referido.

Posteriormente, se canalizó el agua de lluvia hacia 6 cisternas ubicadas en una de las áreas verdes del plantel a una profun-

dad de 5m, cuya capacidad de almacenamiento en conjunto es de 300 mil litros.

Objetivos del proyecto de cosecha de agua de lluvia en SLT

- 1) Contribuir al abasto de agua para consumo humano.
- 2) Reducir el gasto en la adquisición de agua embotellada por parte de la UACM.
- 3) Contribuir a la reducción del déficit de agua en la Delegación de Iztapalapa.
- 4) Allegar recursos a la UACM por el embotellamiento y venta de agua de lluvia.
- 5) Apoyar la creación y ampliación de áreas verdes en la UACM como en la Delegación de Iztapalapa, con la finalidad de abatir su déficit.
- 6) Aminorar la presión sobre el acuífero y favorecer su recarga.
- 7) Difundir las experiencias para atender las necesidades de agua en los ámbitos público, privado y social.
- 8) Fortalecer la cultura ambiental en las áreas aledañas a las sedes y planteles de la universidad.
- 9) Contribuir al cumplimiento de los propósitos de la UACM como son: generar alternativas a la problemática de la Ciudad de México, o la reivindicación de los lineamientos considerados en la política ambiental local, plasmados en el Plan Verde.

En una segunda fase el proyecto comprendió la purificación del agua de lluvia para consumo humano. Antes de su operación, se aprovecharon las primeras lluvias para el aseo de las superficies elegidas para la captura del agua. Es un sistema que, después de la captura de agua, pasó a la etapa de purificación, la cual se se llevó a cabo en cuatro subetapas. En la primera se canalizó el agua de lluvia hacia un contenedor

dotado de carbón vegetal, en una segunda el agua pasó a un contenedor con tezontle y, finalmente, la filtración en un tercer contenedor que poseía filtros comerciales para agua. Finalmente, el agua filtrada pasó a depositarse en otro contenedor para su cloración. Este sistema de purificación también se diseñó bajo el principio de la gravedad y el uso de este método se debe a su fácil implementación, considerando el ahorro de energía, pero sobre todo en las características socioeconómicas de la población ubicada en la Delegación Iztapalapa, y también considerando algunos de los contaminantes contenidos en las aguas que se distribuyen por diferentes sistemas en la demarcación.

La cosecha de agua de lluvia fue un proyecto que se planteó teniendo presente satisfacer las necesidades internas de agua potable de la UACM a la par de generar y habilitar recursos para la expansión del mismo. Asimismo, se tuvo en cuenta obtener el financiamiento de la investigación en materia ambiental de la Universidad. La cosecha de agua de lluvia es un proyecto que además de contribuir a la disponibilidad para el consumo humano, se impulsó para apoyar la creación y ampliación de áreas verdes en la UACM, y por consiguiente en la Delegación Iztapalapa, otro proyecto desarrollado por el Programa Ambiental. Este proyecto representa una acción con la que se persigue coadyuvar a la reducción del déficit de áreas verdes por habitante en la Delegación Iztapalapa, cuyas cifras oscilan entre 3 y 1.5 m² por habitante; estos valores se alejan alarmantemente del estándar internacional que es de 13m² por habitante. Con la potabilización del agua de lluvia, se vislumbró su embotellamiento con fines comerciales, aunque dicha gestión quedó inconclusa

con el Colegio de Posgraduados de Chapingo y la Universidad Autónoma de Oaxaca, ambas instituciones encargadas de este proyecto colaborativo.

Autoevaluación del proyecto

La cosecha de agua de lluvia como sistema de captura y purificación sí aportó una cantidad significativa de agua para consumo humano. No obstante, por razones presupuestales no se mejoró el proceso de purificación: de no ser por ello, la UACM hubiese dejado de adquirir agua embotellada y obtenerla ella misma, reflejándose esto positivamente en su presupuesto. De haberse concluido las gestiones con el Colegio de Posgraduados de Chapingo y la Universidad Autónoma de Oaxaca, se hubiese transitado hacia el embotellamiento y comercialización del agua de lluvia, lo cual representaría actualmente una fuente propia y adicional de recursos financieros para la UACM. Por sus bondades, es un proyecto que demostró que es una opción viable para reducir el déficit de agua en la Delegación de Iztapalapa. Por su fácil diseño e instalación, es un sistema que, en términos comunitarios o locales, contribuye a satisfacer las necesidades de agua, sobre todo en la época de lluvias, lo que mejora el abasto. De igual manera, es un sistema que resulta útil para satisfacer las necesidades de la industria, que además de propiciar el ahorro en el consumo del agua, favorece los ingresos de la misma. Al apoyar la apertura de áreas verdes, la cosecha de agua de lluvia contribuyó a aminorar la presión sobre el acuífero y se favoreció su recarga.

Vemos que la cosecha de agua pluvial es una de las alternativas que puede

contribuir a enfrentar los problemas del abasto de agua en la ZMVM. No obstante, se estima que dicho sistema habrá de mostrar sus bondades solamente enmarcado en una estrategia que comprenda otros factores asociados con la política ambiental, como lo son El Plan Verde y la Estrategia Local de Acción Climática.

Por lo anterior, se observará que la problemática del agua en la ZMVM no se solucionará únicamente con la aplicación de la tecnología referida, sino que también requiere de acciones enmarcadas dentro de un plan conceptual de largo plazo que sea aceptado socialmente. Para desarrollar dicho plan, se requiere trabajo interdisciplinario e interinstitucional que permita plantear soluciones nuevas y creativas. Independientemente de divisiones políticas y asignaciones presupuestales, el problema del agua en la ZMVM es tan grave que se afirma ha rebasado todos los ámbitos involucrados, mostrándose como un problema de seguridad nacional.

Aunque las políticas ambientales plantean a la cosecha de agua pluvial como una salida a la problemática del agua del Valle de México, es de esperarse que tal iniciativa en su totalidad corresponda con las particularidades del espacio geográfico donde sea implementado. De igual manera, por las mismas características del espacio geográfico, habrán de crearse las condiciones para que la población o comunidad que se vea involucrada de manera directa proceda a hacer suya la gestión pertinente, con el objetivo de involucrarla en la instrumentación y preservación de la cosecha de agua pluvial. Es una gestión que tendrá como base la organización social y política de las comunidades para efectos de exigir su derecho al agua. Serían grupos

de población convencidos de cambiar sus condiciones de existencia y mejorar con ello su calidad de vida, lo que los reivindicaría como una ciudadanía activa interesada en una distribución equitativa del agua.



Notas

¹ José Hernández Vázquez es profesor investigador del Programa Ambiental de la UACM. Maura Negrete Hernández es licenciada en ciencia política y administración urbana por la UACM.

² Es importante resaltar el sistema de tandeo, que significa disponer de agua cada tercer día, dos veces por semana, una vez por semana o bien de vez en cuando.

³ El presente documento se desarrolló sobre la base del proyecto de investigación original, por lo que algunos datos y su bibliografía no son tan recientes, pero sí nos muestran las tendencias actuales del problema del agua en la ZMVM. Es un proyecto del Programa Ambiental cuyo responsable ha sido el maestro Cuauhtémoc González Pacheco.

⁴ El Plan Verde es, desde 2007, el instrumento rector de las políticas públicas en materia ambiental del GDF a mediano plazo (15 años); contiene las estrategias y acciones para encaminar a la Ciudad de México hacia su desarrollo sustentable. Establece como uno de sus seis ejes al sector del agua. Plantea lograr la autosuficiencia hídrica y la gestión integral del agua en el Distrito Federal.

⁵ En este sentido también se señalan: la reducción de las fugas en la red de distribución, el intercambio de agua del subsuelo que se utiliza para riego por agua tratada, la aplicación de herramientas económicas para disminuir la demanda, la educación de los diversos sectores de la sociedad (incluido el gobierno), el reúso municipal ya sea para consumo directo, o bien, para la inyección de agua tratada al acuífero y con un tratamiento adicional para consumo humano, campañas de ahorro de agua y el reúso industrial.



Bibliografía

DELGADO, M. (2009). *Hacia una gestión integral y sustentable del agua: Programa de Manejo Sustentable del Agua para la Ciudad de México* (p. 171-178). México: Foro Metropolitano del Agua. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, IV Legislatura.

GARZA, G., y J. Sobrino (2000). «Distribución metropolitana de la industria, el comercio y los servicios». En Garza, (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: Colegio de México.

GDF-SMA-Sacmex (2012). *Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, Visión 20 años*. México: GDF.

INE (2000). *Protegiendo al ambiente: políticas y gestión institucional*. México: Instituto Nacional de Ecología.

INEGI (2005). *Estadísticas del medio ambiente del DF y de la ZMVM*. México: Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática y Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente.

IRACHETA, A. (2003). *La otra cara de la megaciudad, un posfacio al libro de Peter Ward, México megaciudad: desarrollo y política, 1970-2000* (en prensa). México.

LEGORRETA, J. (1987). «Agua de lluvia, la llave del futuro en el Valle de México». En *La Jornada Ecológica*. Año 5, núm. 58, julio 1987.

LESSER, J.M. (1990). *El agua en la Ciudad de México*. México: Foro del Día Mundial del Agua.

MARÍN, L.E., y Antonio Trinidad-Santos (2002). «Urban Air Pollution and Forests: Resources at Risk in the Mexico City Air Basin». En M.E. Fenn, L.I. de Bauer y T. Hernández-Tejeda, *Ecological Studies Series*, 156, p. 44-67. Nueva York: Springer-Verlag.

NAVARRO, C. Recuperado de: http://quomx.weebly.com/uploads/1/7/9/1/17919207/quo_185_marzo_2013.pdf.

OMS (1995). *Guías para la calidad de agua potable*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

PORRAS, A. (2000). «Proyección de la población al año 2020». En Gustavo Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: Colegio de México.

UNAM (2003). *Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad de México. Actualización del Programa de Ordenamiento del Valle de México*. México: Coordinación de Humanidades-UNAM.

