

MANEJO DEL AGUA EN GRANDES CIUDADES: ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

Agustin Felipe Breña Puyol, Claudia Rojas Serna y Marco Antonio Jacobo Villa

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica,

Av. San Rafael Atlixco No.186, 09340, Ciudad de México.

E-mail: bpaf@xanum.uam.mx, crs@xanum.uam.mx, majv@xanum.uam.mx

Introducción

El manejo inadecuado del recurso hídrico en las grandes ciudades o zonas metropolitanas ha provocado una problemática muy compleja en el abastecimiento de agua potable, drenaje urbano y saneamiento de las aguas residuales, servicios que reciben los usuarios domésticos. Las causas principales son la ausencia de una planeación urbana y ordenamiento territorial, manejo independiente de los tres servicios sin contemplar sus interacciones y asociaciones y de aspectos particulares que dependen de la cuenca de análisis.

Actualmente, núcleos urbanos tales como la Ciudad de México, Ciudad de Cabo, Sao Paolo, Bangalore, Beijing, Cairo, Yakarta, Moscú, Estambul, Londres, Tokio, Miami y algunas otras más, presentan una problemática asociada con el recurso hídrico. Por tal situación y para conocer las complicaciones y problemática del recurso agua que ocurren en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se analizan el diagnóstico, el balance hidrológico y la disponibilidad del agua y con sus resultados se plantean las soluciones y retos para evitar un colapso total del agua en la zona de estudio. Adicionalmente, se analizan los procesos de las inundaciones e hundimientos diferenciales del subsuelo, fenómeno de gran incidencia en la ZMVM.

Área de análisis

El área de análisis está conformada por la Ciudad de México y su zona conurbada, denominada Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y se encuentra localizada, desde el punto de vista geográfico, en la Cuenca de México (CM), ubicada en la parte sur de la Mesa Central entre los paralelos 19° 03' 53" y 20° 11' 09" de latitud norte y entre los meridianos 98° 11' 53" y 99° 30' 24" de longitud oeste.

La superficie de la CM es de 9,600 km² y su superficie está constituida por porciones de diferente tamaño de los estados de Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y México y por el área de la Ciudad de México, y posee tres zonas típicas con características diferentes: la zona plana que corresponde al área impermeable de los antiguos lagos lacustres, la zona de lomeríos y la zona montañosa.

Con relación a su extensión territorial, el área urbana de la ZMVM, está integrada por las 16 Delegaciones de la Ciudad de México, por 59 municipios del estado de México y 1 municipio del estado de Hidalgo y su magnitud ha evolucionado en forma vertiginosa en los últimos cien años. El crecimiento poblacional y la evolución del área urbana son las variables más sobresalientes que han presentado una dinámica de crecimiento de gran magnitud en la ZMVM. La figura 1 ilustra la distribución geográfica de la ZMVM.

Diagnóstico, balance hidrológico y disponibilidad del agua

El objetivo fundamental del análisis de estos conceptos es estimar los volúmenes asociados con el diagnóstico, balance hidrológico y disponibilidad del recurso agua en la ZMVM, y con los resultados obtenidos se plantearán las soluciones y retos para resolver, atenuar y reducir la problemática del agua.

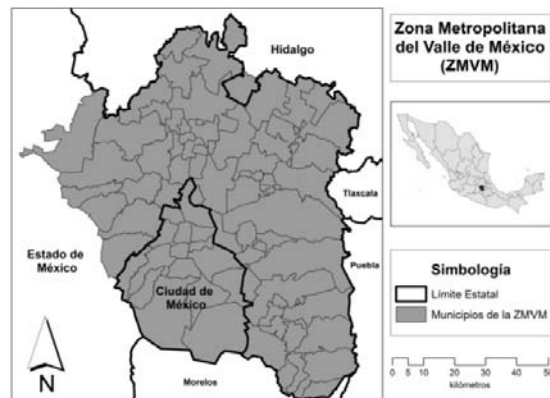


Figura 1.- Distribución geográfica de la ZMVM.

Diagnóstico

El objetivo que persigue el diagnóstico del recurso agua en la ZMVM es de vital importancia, ya que proporciona los porcentajes de cobertura que tienen los habitantes en relación con el abastecimiento de agua, el drenaje urbano y el saneamiento de las aguas residuales. Con los porcentajes de cobertura de los tres servicios se podrá detectar cuál de ellos es el que presenta la deficiencia de mayor magnitud y asignar en el futuro prioridades en las inversiones para aumentar su nivel de cobertura.

La magnitud de los porcentajes de cobertura se determina con el apoyo de las Estadísticas del Agua que anualmente publica la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y los Censos Generales de Población y Vivienda, que divulga el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) cada década. Además, para su estimación se utilizó método estructurado con un promedio ponderado utilizando el área de cada municipio y delegación y las expresiones que permiten evaluar su magnitud son:

$$CAP = \frac{\sum_{i=1}^n CAP_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad [1]$$

$$CDU = \frac{\sum_{i=1}^n CDU_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad [2]$$

donde CAP cobertura de agua potable en la ZMVM, en %; CAP_i cobertura parcial del municipio y delegación, en %; A_i área parcial del municipio o delegación, en km²; CDU cobertura de drenaje urbano en la ZMVM, en %; CDU_i cobertura parcial del municipio y delegación, en %;

EL indicador de la cobertura del saneamiento de las aguas residuales se determinó directamente con los volúmenes saneados en las plantas de tratamiento en los municipios y delegaciones de la ZMVM y las descargas de aguas residuales generados por los habitantes.

Balance hidrológico

El objetivo del balance hidrológico es identificar, a nivel de cuenca hidrológica, los problemas actuales sobre disponibilidad, extracción y demanda del recurso agua, en cuerpos de agua superficial y en acuíferos. Se aplicó la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua que Establece las Especificaciones y el Método para Determinar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales" (DOF, 2002), la cual permite estimar la disponibilidad de agua, en una cuenca hidrológica.

La hipótesis de partida es el principio de conservación de la masa, aplicado a una cuenca, consiste en efectuar una comparación entre el volumen de agua que entra y sale en los límites establecidos por su parteaguas. Aplicando el principio de continuidad a la superficie del volumen de control se obtiene la expresión:

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \Delta V \quad [3]$$

donde ΔV es el incremento o variación anual del volumen de agua superficial almacenado durante un periodo anual.

Para estimar la magnitud del incremento anual del volumen que se almacena, se utiliza la expresión:

$$\Delta V = V_2 - V_1 \quad [4]$$

donde V_1 y V_2 son los volúmenes almacenados al inicio y final del periodo anual.

Disponibilidad del agua

La disponibilidad de agua se refiere al volumen total de líquido que hay en una región y para determinar su magnitud es necesario conocer la cantidad existente para cada habitante, se divide el volumen de agua entre el número de personas de una población. En nuestro país hay diferencias muy grandes en cuanto a la disponibilidad de agua: las zonas centro y norte de México son, en su mayor parte, áridas o semiáridas: los estados norteños, por ejemplo, apenas reciben 25% de agua de lluvia.

En el caso de las entidades del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz de Ignacio de la Llave y Tabasco) es lo contrario, éstas reciben casi la mitad del agua de lluvia (49.6%) y en las del sur, también llueve mucho, no obstante, sus habitantes tienen menor acceso al vital líquido, pues no cuentan con los servicios básicos, como es agua entubada dentro de la vivienda. En el Valle de México, zona donde se ubica la ZMVM, se encuentra la disponibilidad anual más baja de agua, apenas 186 m³/hab, mientras que en la frontera sur, se tiene más de 24 mil m³/hab.

Inundaciones e hundimientos diferenciales

Las inundaciones es un fenómeno recurrente en la ZMVM y es producto del espacio geográfico donde se ha construido y desarrollado a lo largo del tiempo. En efecto, la Ciudad de México y su zona conurbada, se encuentra en el fondo de un sistema lacustre de una cuenca cerrada, donde la impermeabilidad de los lagos impide que el agua se infiltre.

Asimismo, para drenar en forma eficiente el fondo de los lagos, zona urbanizada de la ZMVM, es necesario tener

colectores de gran diámetro, situación no viable desde el punto de vista económico.

A lo anterior hay que agregar los hundimientos diferenciales del subsuelo, producto de la sobreexplotación de las aguas subterráneas de los acuíferos que se ubican debajo del sistema lacustre y donde se localiza la zona urbana de la ZMVM. De los acuíferos se extrae más del 70% del agua potable que se requiere para satisfacer las necesidades hídricas de los más de 20 millones de habitantes de la ZMVM.

Ahora bien, para evitar y reducir los hundimientos diferenciales sería adecuado mitigar la extracción de agua subterránea pero es imposible ya que es la principal fuente de abastecimiento para la población.

Soluciones y retos

La ZMVM tiene una problemática del agua muy compleja, los resultados de los análisis realizados indican que las soluciones y retos se deben enfocar a la reducción y atenuación de sus problemas. Por ejemplo, las inundaciones se han presentado desde la época prehispánica, han continuado a lo largo del tiempo y actualmente su incidencia es persistente durante la temporada de lluvias.

Situación semejante ocurre con el saneamiento de las aguas residuales, únicamente se sana el 15% de las descargas que generan los habitantes, no se implementó la planeación urbana y ordenamiento territorial con soluciones poco efectivas.

En el abastecimiento del agua, hay una escasez creciente por los nuevos desarrollos habitacionales y de servicios. En la actualidad 4 de cada 5 personas tienen problemas de abasto, situación que se manifiesta en los tandeos de agua, es decir solamente se aporta agua durante varias horas en el día.

El futuro del agua, en la grades ciudades o zonas metropolitanas, es incierto y tal situación obedece a los grandes volúmenes de población que se asientan en ellas y no se toma en cuenta la cantidad de agua que se dispone para satisfacer sus necesidades hídricas. Surgen en consecuencia desequilibrios que se satisfacen con sobreexplotación de agua subterránea, con transvases de agua de cuencas vecinas, o bien con otro tipo de soluciones inviables.

Actualmente, de acuerdo con análisis y resultados, existen grandes ciudades que desde el punto de vista **población-agua**, no son sustentables y hay ejemplos que debemos tomar en cuenta para evitar colapsos.