



Revista Bitācora Urbano Territorial

ISSN: 0124-7913

bitacora\_farbog@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

Monforte García, Gabriela; Aguilar Benítez, Ismael; González Gaudiano, Edgar  
Limitaciones de una gestión sectorizada para la sustentabilidad del agua: Caso Monterrey, México  
Revista Bitācora Urbano Territorial, vol. 20, núm. 1, 2012, pp. 53-63  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74824041006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Limitaciones de una gestión sectorizada para la sustentabilidad del agua:

CASO MONTERREY, MÉXICO\*

## LIMITATIONS OF A SECTORIAL MANAGEMENT MODEL FOR WATER SUSTAINABILITY:

Case study of Monterrey, México

**Gabriela Monforte García**

Maestra en Ciencias. Estudiante Doctorado en Ciencias Sociales con especialidad en Desarrollo Sustentable, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Mexicana. gmonforte@itesm.mx

**Ismael Aguilar Benítez**

Doctor en Planeación Urbana y Regional, Universidad de California, Irvine. Coordinador Maestría en Gestión Integral del Agua, El Colegio de la Frontera Norte. Mexicano. iaguilar@colef.mx

**Edgar González Gaudiano**

Doctor en Ciencias de la Educación, UNED-España. Coordinador Cátedra Unesco "Ciudadanía, Educación y Sustentabilidad Ambiental del Desarrollo", Universidad Veracruzana. Mexicano. egonzalezgaudio@gmail.com

**Recibido:** 6 de octubre de 2011

**Aprobado:** 8 de junio de 2012

### Resumen

En este artículo se caracteriza a la gestión del agua para uso urbano del área metropolitana de Monterrey –AMM– como un estilo de gestión sectorizada. El análisis de la gestión del agua para uso urbano en esta metrópolis es relevante debido a que las condiciones de demanda son representativas de los problemas de suministro del servicio de agua potable y saneamiento en las zonas urbanas más importantes de México. El objetivo de la investigación es mostrar que, a pesar de que la gestión actual en el AMM, es considerada como eficiente cuando se evalúa en términos de indicadores de desempeño y eficiencia operativa, esta condición no es suficiente para ser considerada como sustentable. En este trabajo se identifican algunas de las debilidades de una gestión sectorizada del agua para conseguir la sustentabilidad del recurso. A manera de conclusión se hacen algunas recomendaciones para enfrentarlas.

**Palabras clave:** uso urbano, eficiencia, sustentabilidad.

### Abstract

This paper examines the way in which the water services are managed in the Metropolitan Area of Monterrey. This study is relevant due to the current situation in which an excessive demand of water has led to several problems related to the supply of potable water in some of the most important urban zones of Mexico. The objective of this paper is to show that a sectorial management model, which is utilized in the Metropolitan Area of Monterrey, is unsustainable, even though it might be considered as operationally efficient. We consider that operational efficiency is a necessary but no sufficient condition to build a sustainable water management model. Some of the most important findings of this research have to do with the weaknesses of managing the water by sectors, in this case limited to urban use, which significantly contributes in the lack of sustainability. This paper includes some recommendations to deal with these problems.

**Keywords:** urban use, efficient, sustainability.

### Resumo

Neste artigo caracteriza-se a gestão da água para uso urbano da área metropolitana de Monterrey (AMM) como um estilo de gestão setorizada. A análise da gestão da água para uso urbano nesta metrópole é relevante porque as condições de demanda são representativas dos problemas de abastecimento de água potável e saneamento nas principais áreas urbanas do México. O objetivo da pesquisa é mostrar que, apesar da atual gestão no AMM ser considerada eficiente quando avaliada em termos de indicadores de desempenho e eficiência operacional, esta condição não é suficiente para considerá-la sustentável. Neste trabalho identificam-se alguns dos pontos fracos da gestão da água setorizada para alcançar a sustentabilidade do recurso. Em conclusão fazem-se recomendações para resolvê-los.

**Palavras-chave:** Uso urbano, eficiência, sustentabilidade.

\* Esta investigación utiliza parte de la información generada por la investigación de tesis que realiza en la actualidad Gabriela Monforte para obtener el grado de doctora en Ciencias Sociales con especialidad en Desarrollo Sustentable, por el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

## Introducción

El agua es un recurso natural necesario para la subsistencia y desarrollo de cualquier grupo humano. Sin embargo, el crecimiento desmesurado de la población, aunado a una sobre-explotación y contaminación de este recurso natural, han causado cambios en el ciclo hidrológico que se han traducido en escasez en diversas zonas del planeta, lo que hace crucial atender al mejoramiento de los mecanismos para su gestión<sup>1</sup>.

### Gabriela Monforte García

Profesora Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Ha participado como profesora visitante en la Universidad Americana, Nicaragua. Especialidad: Estadística con énfasis en construcción de modelos para pronosticar. Ciencias Sociales con especialidad en Desarrollo Sustentable. Investigación de Operaciones con énfasis en optimización de procesos administrativos. Ha escrito diferentes artículos en prensa y revistas arbitradas.

### Ismael Aguilar Benítez

Ing. Agrónomo. Maestro en Desarrollo Regional. Actualmente es investigador y coordinador de la Maestría en Gestión Integral del Agua de El Colegio de la Frontera Norte. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I). Recientemente fue director del Departamento de Estudios Urbanos y Medio Ambiente y de la revista Frontera Norte.

### Edgar González Gaudiano

Ingeniero Químico, Licenciado en Pedagogía. Es miembro de: Sistema Nacional de Investigadores (Nivel III), Consejo Mexicano de Investigación Educativa, Academia Nacional de Educación Ambiental y Academia Mexicana de Ciencias. Preside el Consejo Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

A fin de mitigar los efectos de la escasez y de la disminución de la calidad del recurso hídrico, algunos países, tanto desarrollados como en desarrollo, han adoptado un enfoque de gestión integral de cuencas. Este enfoque establece como su objetivo llegar a un nivel de especificidad en el manejo y administración del recurso hídrico para resolver los problemas particulares de cada uno de los usuarios involucrados en el proceso, sin que esto implique que esos problemas se atiendan de manera unilateral; es decir, se busca llegar a un proceso de construcción de consensos en donde todos los actores involucrados puedan participar efectivamente en la toma de decisiones, sentando las bases para un manejo sustentable del recurso (Dourojeanni, Jouravlev y Chávez, 2002).

Sin embargo, para que la gestión del agua pueda ser considerada como sustentable, además de asegurar la disponibilidad del recurso, deberá ser capaz de dar acceso a todos los usuarios, instaurar las bases para llevar a cabo una administración financieramente viable y establecer las condiciones para que se mantenga al alcance de las generaciones futuras. Para ello debe buscarse el equilibrio entre la disponibilidad y el consumo, así como realizar las acciones necesarias para la permanencia del ciclo hidrológico y la subsistencia de los recursos naturales directamente relacionados con el agua (Carabias y Landa, 2005).

En México, la actividad humana que demanda el mayor consumo de agua es la agricultura (Conagua, 2010); sin embargo, aunque el consumo del agua para usos urbano, incluyendo las actividades industrial y comercial, es menor en proporción, tiene un gran impacto en la estrategia de gestión por su relevancia en el desarrollo económico y la formación de hábitos de consumo.

Estudiar el caso del Área Metropolitana de Monterrey –AMM– en el Estado de Nuevo León, México, es relevante debido a que es representativo de un patrón recurrente en México respecto al consumo urbano del agua. Esta área urbana se ubica en una región geográfica con alto estrés hídrico (Conagua, 2010), y el organismo operador (Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey –SADM–) que administra los servicios de agua potable y saneamiento es calificado como un modelo a seguir en la gestión urbana (Aneas, 2006).

<sup>1</sup> En este trabajo se entiende por gestión del agua al manejo técnico y a la administración de una serie de procesos que se llevan a cabo para su utilización y consumo, desde la extracción de la fuente de origen hasta el momento en el que las aguas de desecho regresan a la fuente receptora completando el ciclo de utilización. Fuentes de origen superficial: presas, ríos, lagos, lagunas; fuentes de origen subterráneo: pozos profundos, pozos someros, manantiales, túneles, galerías filtrantes. Fuentes receptoras: ríos y acuíferos.

El objetivo del presente trabajo es hacer una revisión del modelo de gestión que se lleva a cabo en el Área Metropolitana de Monterrey que, aunque eficiente, no puede ser considerada como sustentable. Para alcanzar el objetivo anterior se analiza información sobre la eficiencia operativa de dicho modelo y se identifican las debilidades para efectuar una gestión sustentable. Para ello se realizó una revisión documental de información en los archivos de SADM – Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey– y de la Comisión Nacional del Agua –Conagua–. Además, se realizaron entrevistas sobre el tema de gestión de los recursos hídricos a especialistas del Organismo de Cuenca Río Bravo y a responsables del tratamiento de aguas residuales de SADM.

## Marco de referencia: opciones para el manejo sustentable de los recursos hídricos, el enfoque de la gestión integral de cuencas

La gestión del medio ambiente suele abordarse desde al menos dos concepciones divergentes: la conservacionista, donde la naturaleza es en sí misma el origen y el sustento de la vida más allá de la vida humana –biocentrismo– y la utilitarista, donde la naturaleza es considerada como un reservorio de recursos para satisfacer las necesidades humanas –antropocentrismo– (Martínez-Alier, 1998). Entre estas dos concepciones extremas oscila lo que podría llamarse la estrategia de manejo de la naturaleza.

Cuando la naturaleza es considerada principalmente como materia prima para la producción de bienes y servicios para satisfacer necesidades humanas, tiene lugar un crecimiento basado en un modelo económico que privilegia las acciones en todos los ámbitos: social, intelectual, cultural y económico, que potencia el uso intensivo de los recursos naturales (Foladori, 1999). De hecho, es esa concepción utilitarista la que suele poner en riesgo la sustentabilidad de los recursos naturales y como consecuencia de ello limita seriamente el desarrollo económico, la estabilidad social y la integridad de los ecosistemas. El uso de la naturaleza en el capitalismo ha sido considerada como fuente inagotable y gratuita de materia prima para su transformación en beneficio del desarrollo y del crecimiento (Gutiérrez y González Gaudiano, 2010). Dicha concepción, aunada al aumento de la población y la sistematización de la producción a través de la industrialización, inducen a un uso intensivo de los recursos naturales y han generado una serie de conflictos sociales por su dominio y control. De este uso intensivo se derivan la contaminación, la escasez, el deterioro e incluso, el agotamiento de algunos de dichos recursos, tal como sucede con el agua (Barkin, 2006b). En respuesta a esta situación se ha planteado la necesidad de un enfoque de manejo integral de los recursos hídricos y a partir de este, un enfoque de gestión basado en cuencas hidrológicas.

La gestión integral de cuencas hidrológicas surge como respuesta a la necesidad de incorporar en la estructura de gestión no solamente el aspecto hidráulico del manejo del agua, sino la

interacción dinámica de ésta con los ecosistemas y con la gran diversidad de usuarios que la demandan. Con el surgimiento de la gestión integral de cuencas se incorpora el enfoque de usos múltiples, en busca de reducir los conflictos ocasionados por la escasez y la vulnerabilidad del agua que surgen entre los distintos usuarios. La gestión integral propone además un equilibrio entre el desarrollo económico, la dimensión social y la conservación. Este estilo de gestión busca encontrar vías para favorecer un manejo sustentable del recurso (Dourojeanni et al., 2002).

México es uno de los países en América Latina que mayores esfuerzos ha hecho en el establecimiento de una gestión integral de cuencas hidrológicas a través de la figura de los consejos de cuenca<sup>2</sup>(Dourojeanni et al., 2002). Sin embargo, algunos especialistas señalan que pese al establecimiento de estos mecanismos aún no se ha conseguido operar las cuencas del país de una manera sustentable (Carabias y Landa, 2005).

Una gestión sustentable del agua implica no solamente la optimización en el uso del recurso sino que también minimiza el deterioro del medio ambiente, de forma tal que no se ponga en riesgo la permanencia del ciclo hidrológico a través del tiempo, además debe favorecer la equidad social (Carabias y Landa, 2005). Adicionalmente, un sistema sustentable de agua puede definirse como: aquel que permita satisfacer las demandas actuales y futuras tanto para los seres humanos como para el medio ambiente, mientras se mantenga la integridad ecológica y ambiental de dichos sistemas (Asce/Unesco, 1998). Por otra parte, actualmente el desafío de la sustentabilidad es no considerarla como un estado que se debe alcanzar sino como un marco valorativo para entender y justificar el comportamiento social (Lundie et al., 2005).

Retomando las ideas anteriores, para atender las diferentes necesidades de uso humano del recurso hídrico y a su vez conservar y mantener el medio ambiente, organismos internacionales como la Asociación Mundial para el Agua –AMA– y el Banco Interamericano de Desarrollo –BID– proponen respectivamente las siguientes definiciones del concepto de gestión integral del agua (Dourojeanni et al., 2002:13):

1. Desde un enfoque conservacionista: “Proceso que promueve el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (AMA).
2. Desde un enfoque utilitarista: “Proceso que incluye la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico, desde una perspectiva multidiscipli-

<sup>2</sup> El consejo de cuenca es un órgano colegiado de integración mixta conformado para tomar en cuenta la participación social como elemento central en el proceso de la gestión integral del agua en el ámbito de las cuencas hidrológicas; es coordinado de manera central por la Comisión Nacional del Agua, siendo ésta la instancia federal establecida a partir de la Ley de Aguas Nacionales (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, 1992), que tiene la responsabilidad del manejo del agua a nivel nacional (Conagua, 2007).

plinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua” (BID).

A partir de las definiciones anteriores, se clasifican las modalidades de gestión integral de cuencas hidrológicas en dos grupos (Dourojeanni et al., 2002):

- Un estilo de gestión que incluye las acciones orientadas a la coordinación del aprovechamiento y gestión de todos los recursos naturales presentes en una cuenca incluyendo al agua.
- Un estilo de gestión que se basa en los diversos usos que los seres humanos le asignan al agua.

El estilo de gestión integral sectorizada forma parte del segundo grupo de la clasificación anterior, es decir, el centrado en el enfoque utilitarista. Dourojeanni y colaboradores definen este estilo de gestión como aquel que está orientado a la coordinación de las inversiones para el aprovechamiento del agua mediante la formulación y ejecución de proyectos de inversión y su posterior gestión, a través de coordinar las acciones para el manejo y administración del recurso para usos múltiples (Dourojeanni et al., 2002). Desde esta perspectiva el agua es un insumo para satisfacer necesidades específicas, en este caso las originadas en un contexto urbano; específicamente de agua potable y saneamiento, para uso industrial y comercial. Lo relevante de esta concepción del estilo de gestión sectorizada es que, en su adaptación e implementación, puede enfatizar los esfuerzos de planificación y coordinación sin hacer consideraciones explícitas sobre aspectos ambientales y de sustentabilidad como son: la conservación de la fuente de origen, la disminución de las pérdidas físicas, la equidad y la recuperación de costos totales en el diseño de tarifas. Cabe aclarar que este estilo de gestión sectorizada es de interés en este ensayo porque se identifica como el que mejor reproduce las características del manejo técnico y de la administración del agua para uso urbano en el Área Metropolitana de Monterrey.

Para el caso de la cuenca que abastece de agua al AMM, como lo señalan los datos reportados por la Conagua y un estudio realizado por Cázares y colaboradores, se presentan problemas de escasez, de contaminación y de deterioro ambiental<sup>3</sup>, que dejan de manifiesto que la gestión actual aún tiene numerosas áreas de mejora.

En el siguiente apartado se describen brevemente las características de la zona de estudio, así como los elementos que conforman el estilo de gestión sectorizada.

## Caso de estudio: la gestión de los servicios de agua y drenaje en Monterrey

En México, como en otros países, la gestión hídrica se ha orientado básicamente a llevar a cabo transferencias de agua entre las cuencas de las regiones con mayor disponibilidad de agua a las regiones con baja disponibilidad y alta demanda. Es decir, una gestión centrada en satisfacer la demanda, sin considerar los efectos ambientales y sociales de estas transferencias<sup>4</sup>, y sin tomar en cuenta el riesgo de provocar un agotamiento del recurso en el largo plazo. Este modelo se reproduce en el estado de Nuevo León y ha tenido efectos negativos en la condición actual de los acuíferos que abastecen de agua a la capital del estado. Para comprender la problemática del área de estudio se describen sus características en esta sección.

### Caracterización del área de estudio

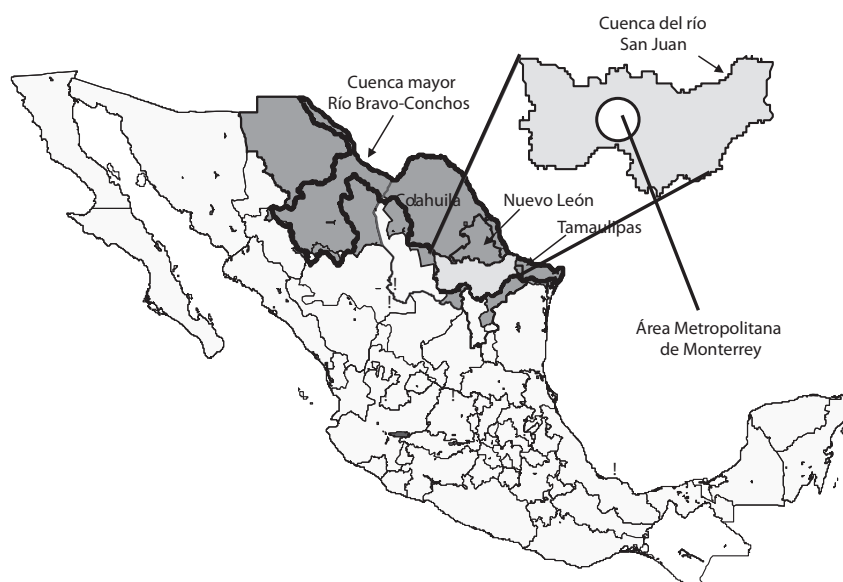
- El AMM se localiza en el estado de Nuevo León, en la zona noreste de la república mexicana. En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica de la zona de estudio.
- Económicamente la región es considerada como una de las más importantes del país por su desarrollo industrial y comercial, con más de 12.000 unidades económicas. En el rubro de la contribución al Producto Interno Bruto –PIB– nacional también ocupa la tercera posición después del Distrito Federal y del estado de México (Inegi, 2010b), por lo que la demanda de recursos, como el agua, es muy alta.
- Políticamente el área metropolitana está conformada por nueve municipios: Monterrey, San Nicolás, Guadalupe, San Pedro, Santa Catarina, Apodaca, Escobedo, Juárez y García. En ellos se aglutina aproximadamente 84% de la población total del estado (Inegi, 2010b).
- Demográficamente el AMM tiene una población 3'930.388 habitantes que lo colocan como la tercer área metropolitana más poblada del país, con una tasa media de crecimiento anual de 13,34% para la última década (Inegi, 2010a).
- El clima representativo de la zona es de seco a semi-seco con una precipitación promedio anual aproximada de 600 mm (Conagua, 2010).

Respecto al manejo del agua, la administración y la distribución en el AMM son llevadas a cabo por el organismo operador Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey –SADM–, institución pública descentralizada del gobierno del estado de Nuevo León. En su visión y misión SADM establece como objetivo principal llevar a cabo un manejo integral del agua para

3 Respecto a las aguas superficiales la subcuenca del río Pesquería y la subcuenca del río San Juan que abastecen de agua al AMM se encuentra en déficit (CONAGUA, 2010). Respecto a las aguas subterráneas, de los siete acuíferos que abastecen de agua al AMM cuatro se encuentran sobreexplotados (CONAGUA, 2010). Se presentan problemas de calidad del agua tanto en acuíferos como en aguas superficiales (Cázares et al., 2011). Respecto al deterioro ambiental se destaca que el cambio de uso de suelo ha originado una pérdida que va desde el 32% al 86% de la cubierta vegetal original en un periodo comprendido de 1993 a 2006, lo que ha incrementado en el índice de escurrimiento (Cázares et al., 2011).

4 Un ejemplo de esto es el conflicto entre los estados de Nuevo León y Tamaulipas por el uso del agua de la presa el Cuchillo, que solucionó el problema de escasez de agua en el AMM pero disminuyó el flujo destinado al distrito de riego 026 en Tamaulipas (Barkin, 2006a).





**Figura 1.** Ubicación geográfica del Área Metropolitana de Monterrey. **Fuente:** Elaboración propia a partir de información de CONAGUA.

satisfacer las necesidades presentes y futuras de los usuarios, la mayoría de los cuales son domésticos, industriales, comerciales y servicios públicos urbanos. También se compromete a garantizar los servicios de agua a la comunidad, buscando la mayor cobertura y calidad por medio de las mejores prácticas en materia de administración de recursos humanos, materiales y financieros. Además, define como parte de sus responsabilidades llevar a cabo las acciones requeridas para satisfacer la demanda de los nuevos usuarios de los servicios a corto, mediano y largo plazos. Esta es una de las razones por las cuales a la gestión que realiza SADM se la identifique con un estilo de gestión sectorizada.

Un constante crecimiento de la demanda de agua debido al aumento de la población y al incremento del sector industrial y de servicios ha propiciado que la gestión que lleva a cabo SADM se centre en realizar esfuerzos para satisfacer la demanda. Como resultado de esta visión centrada en el abastecimiento, previendo el crecimiento poblacional en el corto y mediano plazos, en el mes de septiembre de 2010 el gobierno del estado de Nuevo León autorizó la construcción de un anillo periférico de abastecimiento del agua para los municipios ubicados al norte del Área Metropolitana de Monterrey. Por otra parte, para abastecer el correspondiente crecimiento de la demanda que se proyecta para los siguientes años, el agua será obtenida de un afluente del río Pánuco, localizado en el estado de Veracruz en dirección oriente al AMM, a una distancia de 365 km desde el punto de extracción hasta la presa Cerro Prieto en el municipio de Linares. Conagua entregó en 2010 una concesión a SADM para sustraer 15 metros cúbicos por segundo de dicho afluente. Esta obra ha sido aprobada ya por el gobierno del estado de Nuevo León (Gobierno del estado de Nuevo León, 2011).

Es claro que en la medida en que la ciudad crezca, la demanda de recursos lo hará también; sin embargo, una respon-

sabilidad de los actores involucrados en los procesos de gestión debería ser el establecimiento de las condiciones necesarias para favorecer un crecimiento urbano sustentable mediante la protección del medio ambiente y la equidad social.

A continuación se presenta la caracterización de SADM.

### Aciertos y debilidades de la estrategia de gestión por parte de SADM

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey –SADM– es un organismo operador que ha centrado su estrategia de manejo en alcanzar la mayor cobertura de servicio orientando sus funciones en los siguientes aspectos:

- Coordinar las inversiones para el aprovechamiento del recurso hídrico y a las acciones de abastecimiento de agua potable, drenaje y saneamiento, con el fin de controlar su calidad.
- Realizar acciones de optimización de recursos en el manejo conjunto del agua superficial y subterránea para su posterior asignación entre múltiples usuarios.

SADM es considerado como uno de los organismos operadores más eficientes del país, entre los indicadores de eficiencia de este organismo se encuentran:

- Cobertura de agua potable: 99,54% de la población que habita en el AMM recibe el servicio de agua potable.
- Cobertura de drenaje sanitario: 99,4% de la población del AMM recibe el servicio de drenaje sanitario.
- Calidad del agua: 100% del agua distribuida por la red es apta para consumo humano cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998.

- Eficiencia comercial<sup>5</sup>: 98,95% de los usuarios registrados en el padrón del organismo operador realizan el pago del servicio en tiempo y forma.
- Agua residual tratada: prácticamente el 100%. Con base en el inventario realizado por la Conagua en el Estado de Nuevo León se cuenta con 152 plantas de tratamiento de aguas residuales<sup>6</sup> de las cuales actualmente SADM opera 51 sistemas entre plantas de tratamiento, lagunas de oxidación y tanques Imhoff (SADM, 2011).

Sin embargo, otros indicadores muestran debilidades evidentes de esta gestión para lograr un manejo sustentable, entre las cuales se encuentran:

- Dotación de agua potable: 251 litros por habitante al día<sup>7</sup>, aunque el valor recomendado por la Organización Mundial de Salud –OMS– para minimizar riesgos en la salud es de 100 litros por día (Howard et al., 2003), es relevante analizar los patrones de consumo nacionales e internacionales para dimensionar el consumo urbano del agua en el AMM. En un reporte realizado por DATA360, el mayor consumidor de agua de 30 países evaluados es Estados Unidos de Norte América con un consumo *per cápita* de 575 litros por día, México ocupa la quinta posición con un consumo equivalente a 366 litros por habitante por día. En el ámbito nacional, la Conagua reporta que si se considera solo el consumo urbano, la mayor dotación de agua potable corresponde a la ciudad de Tepic, en Nayarit, con un consumo aproximado de 540 litros por habitante por día (Conagua, 2010). Dada esta clasificación, la ciudad de Monterrey ocupa la posición 27 de las 37 ciudades evaluadas, con un consumo aproximado de 251 litros por habitante por día. La posición del AMM en esta jerarquización podría ser matizada considerando, por ejemplo, las condiciones climatológicas y la disponibilidad del recurso hídrico. Sin embargo, los niveles de consumo podrían disminuir siguiendo una política de consumo racional.
- Eficiencia física<sup>8</sup>: 71,7%, lo que indica que aproximadamente el 28,3% del volumen de agua no contabilizada se pierde en fugas en la red, por tomas clandestinas, por dotaciones extraordinarias a zonas con asentamientos irregulares o a habitantes damnificados cuando suceden eventos climatológicos extremos. Cabe aclarar que llegar a un 0% de pérdida del líquido no es técnica ni financieramente posible; no obstante, estándares internacionales indican que un control viable

debería producir una pérdida no mayor al 15%, si bien estudios realizados en México señalan que es factible controlar el sistema para no exceder el 20% de pérdida (Conagua, 2009). En la zona norte de México un estudio realizado por Cázarez y colaboradores muestra que de 14 organismos analizados el más eficiente es Junta de Aguas y Drenaje de Matamoros, en el estado de Tamaulipas, con una eficiencia física del 87%, y el menos eficiente es Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Nuevo Laredo, también en el estado de Tamaulipas, con una eficiencia física de 57%; en esta jerarquización, Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey ocupa la décima posición (Cázarez, 2006).

- Volumen reutilizado de aguas tratadas: 4% del agua residual tratada es reutilizada en procesos industriales y para el riego de áreas con jardines y campos de golf. El volumen de reutilización representa aún una pequeña fracción respecto al volumen de agua residual tratada que se produce. Solo como referencia, en Valencia, España, el porcentaje de reutilización del agua residual tratada es del 36% y podemos considerar que España es uno de los países que más esfuerzos ha realizado en materia de sustentabilidad en el manejo del agua. La reutilización es una importante área de oportunidad para la gestión sustentable del recurso.

Cabe aclarar que el organismo operador no tiene en su padrón a la totalidad de los usuarios urbanos. Aproximadamente 84% de los usuarios industriales y una pequeña proporción de los usuarios domésticos y comerciales no reciben el servicio de distribución por parte de SADM, aunque las descargas de todos estos usuarios sí se vierten en el sistema de drenaje que opera SADM a una tarifa específica y con condiciones particulares. Para dichos usuarios, la Comisión Nacional del Agua se encarga de otorgar los derechos de uso del recurso (Conagua, 2011), esto significa que el consumo de agua en el AMM es mayor al que registra SADM. Adicionalmente, estos usuarios no reportan la eficiencia en el uso del recurso.

Retomando las ideas anteriores, aunque es necesario disponer del agua en cantidad y calidad adecuadas, así como una administración financieramente rentable, alcanzar altos niveles de eficiencia en estos conceptos no debe ser considerado como suficiente para lograr una gestión sustentable del recurso. Un estilo de gestión centrado en satisfacer la demanda urbana del recurso provoca que los esfuerzos se concentren en el desarrollo de infraestructura para la importación de agua de fuentes cada vez más distantes, lo que incrementa los costos de producción y de manejo, así como los impactos ambientales y sociales.

En la siguiente sección se mencionan algunos elementos que, en opinión de los especialistas en gestión del agua consultados<sup>9</sup>, deben ser tomados en cuenta para favorecer una gestión sustentable del recurso.

5 La eficiencia comercial es la proporción del volumen total de agua que se cobra respecto al volumen total de agua facturado (SADM, 2011).

6 En el estado se encuentran en operación 61 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales con una capacidad instalada de 13,24 m<sup>3</sup>/s y un caudal tratado de 11,65 m<sup>3</sup>/s y 91 plantas de tratamiento de agua. residuales industriales con una capacidad instalada de 4,13 m<sup>3</sup>/s y un caudal tratado de 3,00 m<sup>3</sup>/s (Conagua, 2009).

7 Consumo *per cápita* en 2009 calculado a partir del número de personas que disponen del servicio de agua potable obtenido del II Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2005, proyectados a diciembre de 2009 de acuerdo con las tasas de crecimiento derivadas de Conapo – Consejo Nacional de Población y Vivienda– (Conagua, 2010).

8 La eficiencia física es la proporción del volumen total de agua facturado respecto al volumen total de agua potabilizada (SADM, 2011).

9 Los especialistas a los que se hace referencia corresponden a personalidades que por sus conocimientos teóricos y prácticos son expertos en el tema, sus nombres aparecen citados en la bibliografía de este ensayo. Además se consultaron algunas autoridades en materia de agua del organismo operador y de la Conagua.

## Elementos necesarios para una gestión sustentable del agua

Como ya se mencionó, una gestión sustentable del agua tiene relación con un servicio eficiente en cuanto su administración y operatividad, con satisfacer de manera equitativa las necesidades de los usuarios, pero también con los factores ambientales que permiten conservar la integridad de los ecosistemas para la permanencia del ciclo hidrológico.

A continuación se describen los diferentes aspectos de la sustentabilidad según las posturas de los especialistas consultados, así como los elementos del área de estudio relacionados a ellos.

### Aspecto ambiental

Con respecto a la dimensión ambiental, la gestión del agua será sustentable ecológicamente cuando se tomen en cuenta los requerimientos del ecosistema, la influencia de las actividades humanas en el régimen de flujo y la incompatibilidad entre las necesidades humanas y las necesidades del medio ambiente (Mathews, 2005). Lo ideal es que esto se consiga a través de un trabajo colaborativo entre todos los sectores sociales, con base en la ejecución de experimentos de gestión del agua que permitan crear una base de información para la toma de decisiones sobre el diseño e implantación de un plan de administración que concilie los intereses de todos los sectores y el ecosistema (Mathews, 2005).

En México, la Conagua ejerce su autoridad en la toma de decisiones respecto a la gestión del recurso hídrico en el ámbito nacional, avalado por los consejos de cuenca. No obstante, los procesos de conciliación y acuerdos entre usos y usuarios son tan complejos, debido a la cantidad y diversidad de usuarios y de usos del recurso, que en ocasiones se pierde la operatividad. Como ejemplo de esa falta de operatividad puede citarse el caso de la construcción de la presa El Cuchillo, el cual suscitó un conflicto entre los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Barkin (2006a) menciona que Aguilar Barajas señala que el Consejo de Cuenca del Río Bravo no fue el foro apropiado para atender los conflictos derivados de la asignación del agua de dicha presa<sup>10</sup> con el resultado de decisiones sesgadas y parciales en detrimento de los campesinos. Aunado a lo anterior, la ausencia de una reglamentación para el uso y la distribución del agua a nivel de la cuenca, repercute en el entorno ambiental y social (Conagua, 2010).

Por otra parte, también se pueden mencionar los problemas hidrológico-ambientales presentes en la cuenca del río San Juan, región donde se ubica el Área Metropolitana de Monterrey, estudios realizados (Cázares et al., 2011), muestran las condiciones en las que se encuentra la cuenca incluyendo aspectos como disponibilidad de agua superficial, disponibilidad de agua subterránea y condiciones ambientales.

Respecto a la disponibilidad de las aguas tanto subterráneas como superficiales, la condición actual es considerara de sobreexplotación, lo cual resulta en una alta presión para la cuenca (Conagua, 2007). Con relación a las condiciones ambientales, la zona presenta problemas de degradación de sus ecosistemas, lo que es la causa principal del deterioro el cambio de uso de suelo destinado a actividades agropecuarias, forestales y de asentamientos humanos. Ello da como resultado un cambio en la permeabilidad del suelo lo cual conduce a un incremento en el índice de escurrimiento que a su vez ocasiona, entre otros problemas, un decremento en la recarga de acuíferos y degradación del suelo debido al arrastre de materiales por deslaves durante la época de lluvias (Manzano y Cantú, 2011).

### Calidad del agua

Continuando con la revisión de los elementos de sustentabilidad, otro aspecto de la gestión sustentable radica en la calidad del agua (Biswas, 2007). Biswas aduce que no se puede pensar en una gestión sustentable si ésta no considera aspectos relacionados con la calidad del recurso. En términos generales, en México se presentan problemas de deterioro en la calidad del recurso, lo cual no es posible conocer con precisión debido en parte a la falta de información sobre el estado de los acuíferos, de instrumentos para hacer diagnósticos confiables y al uso de tecnologías de saneamiento insuficientes (Carabias y Landa, 2005). Sin embargo, para el área de interés de este estudio la calidad del agua puede ser vista desde dos ángulos:

1. El agua suministrada a través de la red de distribución del organismo operador es de buena calidad para el consumo humano conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998, y
2. Del agua que regresa a las fuentes receptoras al completar el ciclo de utilización (figura 2), una fracción presenta problemas de contaminación debido a las descargas industriales y público-urbanas provenientes ambas de descargas clandestinas, afectando principalmente a los escurrimientos de las subcuencas de los ríos Pesquería y Santa Catarina<sup>11</sup> que presentan un deterioro considerable en la calidad del agua. Además de la contaminación difusa por la actividad agrícola que afecta la calidad de los afluentes de la subcuenca del río Pilón (Cázares et al., 2011). El sector industrial y de servicios públicos urbanos deben cumplir con las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996 que regulan las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua nacionales (Conagua, 2010).

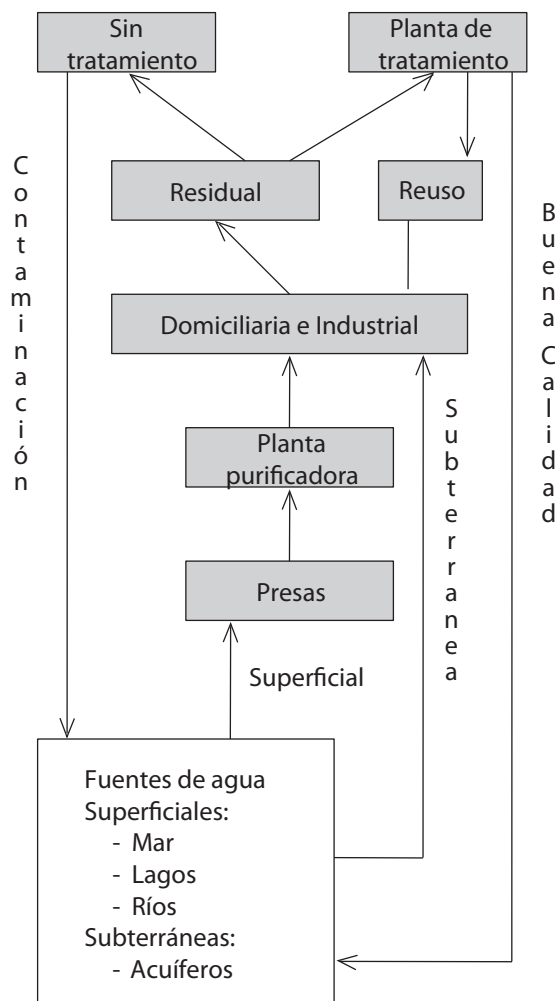
### Aspecto social

En relación con el componente social de la sustentabilidad, la gestión será sustentable en la medida en que sea equitativa, esto implica que los usuarios paguen la parte proporcional del costo del servicio del agua que reciben (Boland, 1993). No obstante, es importante mencionar que el acceso al agua de calidad para

10 El agua de la presa El Cuchillo es destinada para el uso urbano del AMM y para el uso agrícola del distrito de riego 026 en Tamaulipas.

11 Nota aclaratoria: la Conagua no otorga permisos de descarga en el río Santa Catarina, ni siquiera para el caso de aguas tratadas.





**Figura 2.** Ciclo de utilización del agua. **Fuente:** Elaboración propia

consumo humano puede ser considerado como un derecho<sup>12</sup>, independientemente de la capacidad de pago de los individuos, razón por la cual reviste gran importancia manejar un esquema de subsidios cruzados que permita que todos los usuarios efectúen un pago justo pero ajustado a su poder adquisitivo (Rogers, 2002), o focalizado, en el cual sean explícitos el apoyo a quienes no pueden pagar por el servicio y la responsabilidad para cubrir ese hueco financiero.

Para el caso del Área Metropolitana de Monterrey el sistema tarifario está diferenciado por consumo y por tipo de uso: industrial-comercial, público y doméstico (SADM, 2011). Sin embargo, para el sector doméstico la estructura tarifaria establece el costo por con-

sumo mensual por vivienda independientemente de la cantidad de personas que habiten en él y de su capacidad de pago.

Respecto al sector no urbano, la gestión del agua en México no es socialmente equitativa porque los habitantes con menores ingresos, quienes viven en las comunidades rurales o en las zonas marginadas de las ciudades, en muchas ocasiones no disponen del servicio por no estar conectados a la red de distribución<sup>13</sup> (Rogers, 2002). De ahí que el servicio se brinde a través de pipas repartidoras, con un precio mayor que el que pagan las personas ubicadas en las zonas urbanas con mayor poder adquisitivo.

Collado (1999) menciona que el incumplimiento de las leyes por la falta de reglamentos claros para ejercerlas y la corrupción explican en parte los problemas de inequidad en acceso a servicios del agua. Por su parte, Biswas apoya la idea anterior al señalar que si los marcos legales e institucionales no son los apropiados para las condiciones nacionales y regionales, es probable que el uso de los instrumentos de gestión sea limitado (Biswas, 2007). Para el caso del Área Metropolitana de Monterrey, el 1,5% de las viviendas no está conectado a la red de agua y recibe agua de pipas de menor calidad y a un costo mayor. Cabe aclarar que este porcentaje de viviendas corresponde, en su gran mayoría, a asentamientos irregulares que no pueden demostrar la propiedad del predio y por tanto no pueden acceder a un contrato de agua, aunque SADM destina un volumen de agua potable sin costo para este estrato no en todos los casos se tiene acceso a él.

Adicionalmente, y con relación al pago por el servicio de agua, en México no se efectúan los pagos de la totalidad del agua distribuida para el consumo, ya sea porque en el padrón de usuarios no se encuentran registrados el 100% de los consumidores, porque no se cuenta con los equipos de medición de consumo o simplemente porque el usuario decide no pagar su consumo (Aguilar-Benitez y Saphores, 2009).

Para el caso del AMM, de la totalidad de usuarios registrados por SADM, su eficiencia comercial<sup>14</sup> es del 98,95%. Aunque eso no significa que todos los usuarios paguen debido a que SADM no abastece a todos los sectores. Un ejemplo de esto se da en el sector industrial, ya que para un padrón superior a 9.000 industrias (Inegi, 2010a) solo un poco más de 1.400 tomas de agua de tipo industrial se encuentran registradas como usuarios del organismo operador. Cabe aclarar que el resto de las industrias registradas en el padrón de Inegi obtienen el agua a partir del Registro Público de Derechos de Agua que otorga la Comisión Nacional del Agua, aunque la Conagua reconoce la existencia de consumos clandestinos<sup>15</sup>.

12 En 2008 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas definió el derecho al agua (CDESC, Observación General No. 15, párrafo 2). Además de los planteamientos de organizaciones internacionales como Naciones Unidas, recientemente, septiembre de 2011, la LXI legislatura del senado de la República aprobó una iniciativa de reforma al artículo 4º de la Constitución Política para establecer a nivel constitucional el derecho a un medio ambiente sano y el derecho al agua.

13 Cabe señalar que el sector rural es relevante debido a que el organismo operador SADM tiene a su cargo la administración y el servicio de agua potable para todo el estado de Nuevo León.

14 La eficiencia comercial representa la proporción de agua pagada respecto al total de agua facturada (SADM, 2011).

15 En el Centro Integral de Servicios –CIS– de la Conagua, se cuenta con el Área de Calificación e Infracción encargada de monitorear las presencia de pozos y tomas irregulares (Conagua, 2010).

## Aspecto financiero

El componente financiero es otro aspecto importante para llevar a cabo una gestión sustentable del recurso. En México la inversión en infraestructura se ejerce a través de una responsabilidad compartida entre la Comisión Nacional del Agua y los gobiernos municipales; sin embargo, la necesidad de fuertes inversiones, tanto para la modernización y mantenimiento de las redes vigentes como para la creación de nuevas redes, limita a la mayoría de los organismos operadores a brindar un servicio, al menos suficiente ante la escasez de recursos financieros.

En el caso del AMM que nos ocupa, la inversión en infraestructura, además de la estructura gubernamental que es aplicable para toda la República Mexicana, se obtiene de un valor de recuperación que está directamente estipulado en la tarifa bajo el concepto de “Componente de depreciación y otros gastos en los costos” (SADM, 2011). El porcentaje de este componente estará definido por el organismo operador y el Gobierno del Estado en función de las necesidades de mantenimiento e inversión en infraestructura (SADM, 2011).

En general, el componente financiero de la gestión del agua en México comprende los aspectos relacionados a los costos de manejo, administrativos y de mantenimiento e infraestructura; no obstante, los costos de conservación del recurso a través del mantenimiento de las partes altas de las cuencas hidrológicas no están sistemáticamente incluidos en los valores tarifarios. Desde esta perspectiva, en México los sistemas de agua no pueden ser sustentables financieramente porque los costos ambientales se delegan a instancias como Semarnat –Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales–, Conagua – Comisión Nacional del Agua–, Profepa – Procuraduría Federal de Protección Ambiental–, Conafor – Comisión Nacional Forestal–, entre otras, que solventan los costos del mantenimiento ambiental de manera independiente. Por otra parte, tampoco se incluyen los costos de oportunidad del uso de agua para diversos fines.

## Cultura del agua

Finalmente, una manera de disminuir la presión sobre el recurso hídrico en las cuencas hidrológicas es, primariamente, a través de comprometer al sector agrícola, y también propiciar una disminución en la demanda fomentando la cultura del ahorro y el uso racional entre los usuarios (Arrojo, 2008). SADM maneja el programa “Cultura del agua” cuyo objetivo es promover entre los consumidores el ahorro del recurso, si bien es un elemento secundario de la gestión que no recibe la suficiente atención en términos presupuestales. En el año 2000, el consumo de agua *per cápita* era equivalente a 65,94 m<sup>3</sup>, mientras que en 2010 fue de 65,18 m<sup>3</sup>, por lo que se podría afirmar que en el lapso de esos 10 años el consumo *per cápita* disminuyó 1,02% (SADM, 2011). Sin embargo, este valor en la disminución en el consumo es relativo y no podría tampoco atribuirse como resultado del programa “Cultura del agua” debido a que no existe un mecanismo para la evaluación de su impacto socio-ambiental. Por otra parte, las campañas de concientización no son lo suficientemente efectivas ya que no hay una relación directa entre el conocimiento de un problema ambiental y una conducta pro-

ambiental, es decir, “no basta que una persona o comunidad esté informada sobre los riesgos que enfrenta para que actúe en consecuencia” (Nieto, 2004: 2).

En síntesis, el estilo de gestión que se lleva a cabo en el AMM tiene áreas de mejora que de atenderse podrían aplazar la necesidad de importar agua de nuevas fuentes pertenecientes a otras cuencas hidrológicas, además de favorecer la equidad y la conservación del medio ambiente inhibiendo posibles alteraciones locales del ciclo hidrológico.

## Conclusión y discusión

En este ensayo se realiza un análisis de algunos de los elementos más relevantes para llevar a cabo una gestión sustentable del agua en zonas urbanas. Para evaluar la sustentabilidad de la gestión del agua, se tomó como referencia al AMM debido a que sus características la convierten en una zona de interés por sus altos niveles de demanda, una baja disponibilidad del recurso hídrico en la región y por poseer a uno de los más eficientes organismos operadores de agua potable y saneamiento de México. Como se mostró, una gestión sectorizada puede generar indicadores de eficiencia operativa y financiera sin que eso implique necesariamente que los servicios del agua sean sustentables. La eficiencia es un requisito para la sustentabilidad, pero no es una condición suficiente.

En efecto, después de hacer un análisis detallado del estilo de gestión que se lleva a cabo en el AMM se pudieron identificar, a partir de los criterios revisados, algunas áreas de oportunidad. A continuación se presentan numerados los aspectos identificados como débiles, seguidos de las propuestas de mejora; es necesario destacar que estas propuestas no son responsabilidad del organismo operador y en varias ocasiones el marco normativo es confuso sobre la responsabilidad para implementarlas:

1. Existe deterioro en las partes altas de la cuenca hidrológica y en las zonas de infiltración y recarga.
  - Hacer del conocimiento público, utilizando medios publicitarios, la función que cumplen las áreas naturales protegidas locales, los atlas de riesgo<sup>16</sup> y el ordenamiento urbano territorial.
  - Colaborar con Semarnat en el fortalecimiento de la gestión de las áreas naturales protegidas, a través de incentivos económicos como los pagos por servicios ambientales.
  - Incluir en la tarifa de agua un concepto de pago por servicios ambientales o de cooperación voluntaria para recuperación de acuíferos.
2. SADM distribuye agua con calidad potable independientemente del uso que se le dará al recurso, esto externaliza al

16 Estudios geo-hidrológicos que establecen las condiciones de riesgo de la zona evaluada (Gobierno del estado de Nuevo León, 2001).

conjunto social amplio los costos de producción por el tratamiento de potabilización.

- Incrementar la eficiencia del sistema diferenciando la calidad del agua en función de los diferentes usos por sector: industrial, servicios públicos y domiciliar.
- 3. Elevados índices de contaminación por desechos industriales, público-urbanos y actividad agrícola en el agua de los ríos Pesquería, Santa Catarina y Pilón.
- Aumentar la capacidad de monitoreo para la detección de índices y agentes de contaminación.
- Aplicar sanciones y multas ejemplares a quienes infrinjan las normas que regulan las descargas de aguas residuales.
- Incrementar la capacidad de captación de aguas de desecho y de tratamiento de las mismas.
- 4. Uso insuficiente de los volúmenes de agua residual tratada.
- Incrementar los incentivos económicos para la reutilización de las aguas tratadas.
- Proponer modificaciones en el ámbito de las políticas públicas para favorecer el uso de las aguas residuales a nivel urbano.
- Trabajar en la educación ambiental para que los consumidores urbanos acepten el uso del agua residual tratada.
- 5. Las pérdidas por agua no contabilizada desde las plantas potabilizadoras hasta las tomas domiciliarias, aunadas a las fugas presentes en las tuberías al interior de las viviendas, además de las extracciones irregulares, en suma equivalen al 28% del total del agua facturada por SADM.
- Aumentar la eficiencia física mediante un incremento de la inversión en remplazo y modernización de la red, a través del uso de tecnologías de detección de fugas, mantenimiento y capacitación del personal técnico.
- Diseñar incentivos dirigidos a los ciudadanos para que revisen y den mantenimiento a las instalaciones de agua en sus viviendas.
- 6. El servicio de distribución del agua no es equitativo para la sociedad debido a que la población con menor poder adquisitivo paga una cantidad proporcional a su ingreso mucho

mayor que la cantidad que pagan las personas de los estratos económicos medios y altos.

- Diseño eficiente de la tarifa que permita diferenciar la capacidad de pago del usuario y el consumo a través de un factor que refleje el valor del servicio en función del consumo *per cápita* y la capacidad de pago.
- 7. El programa "Cultura del agua" que lleva a cabo SADM no ha sido efectivo para inducir un ahorro real en el consumo doméstico. El consumo *per cápita* en el AMM se ha mantenido prácticamente constante, con un decremento de un punto porcentual, en un periodo de diez años.
- El programa básicamente se ha enfocado a crear conciencia en cuanto al ahorro del agua a través de campañas publicitarias; sin embargo, autores expertos en el tema de educación ambiental tienen evidencias de que el componente de concientización general e indiferenciado produce pocos efectos en los hábitos y comportamientos de las personas, por lo que un programa de educación ambiental mejor orientado, con implicaciones para la vida de las personas en particular, tendría mejores resultados (González Gaudiano, 2007).
- Desarrollar una metodología para evaluar el impacto socio-ambiental del programa.

Como se muestra en este artículo, el estilo de gestión sectorizada del agua en el AMM se basa en una visión utilitarista del recurso como insumo que tiene como meta alcanzar altos niveles de eficiencia, pero que no incluye una estrategia que propicie el equilibrio ecológico ni la equidad, componentes esenciales para la sustentabilidad. Como uno de los principales hallazgos de este estudio de caso se puede concluir que: aunque la gestión del sector de agua potable y saneamiento en el AMM resulta eficiente en aspectos contables y financieros, no se han resuelto varios problemas que limitan la sustentabilidad ambiental. Específicamente en aspectos como la sobreexplotación de los acuíferos, el déficit en la disponibilidad del agua superficial, diseño de tarifas inequitativas, el deterioro de las partes altas de la cuenca y de las zonas de recarga, los problemas de contaminación en aguas superficiales y subterráneas, la baja proporción de agua tratada que es efectivamente reutilizada. Es un hecho que para llevar a cabo los cambios necesarios para conseguir el equilibrio en la cuenca se requerirá de una importante inversión económica así como un gran esfuerzo en las políticas públicas, sin embargo, el beneficio ambiental y social harían la diferencia. **IG**

## Bibliografía

- AGUILAR-BENÍTEZ, Ismael y SAPHORES, Jean Daniel (2009). "Aspectos institucionales y políticas para reforzar el pago de los servicios de agua en Nuevo Laredo, Tamaulipas y Laredo, Texas". En: *Revista Gestión y política pública*, vol. 18, No. 2, México, Centro de Investigación y Docencia Económicas, Cide, pp. 341-377.
- ARROJO, Pedro (2008). *Seminario Internacional Crisis del Agua y Sustentabilidad. Hacia una Nueva Cultura del Agua*. Instituto de Investigaciones Sociales-UANL, 13 al 15 de octubre del 2008. Monterrey, Nuevo León, México.
- ASCE/UNESCO (1998). "Sustainability Criteria for Water Resource Systems, prepared by the Task Committee on Sustainability Criteria, American Society". Consultado el 22 de junio de 2011 en: [http://www.emeraldinsight.com/Insight/html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0830140401\\_ref.html](http://www.emeraldinsight.com/Insight/html/Output/Published/EmeraldFullTextArticle/Pdf/0830140401_ref.html).
- BARKIN, David (2006a). *Las contradicciones de la gestión del agua en México gestión y cultura del agua*, vol. 1. México: Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua.
- BARKIN, David (2006b). *La gestión del agua urbana en México: retos, debates y bienestar*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- BISWAS, Asit (2007). "¿A dónde va el mundo del agua?" En: *Firmemos la paz con la tierra: coloquios del siglo XXI: ¿cuál será el futuro del planeta y de la especie humana?* Consultado en agosto de 2008 en: <http://www.thirdworldcentre.org/mundoaguaakb.pdf>
- BOLAND, John (1993). "Pricing Urban Water: Principles and Compromises". En: *Journal of Contemporary Water Research and Education*, No. 92, pp. 7-10.
- CARABIAS, Julia y LANDA, Rosalba (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: Ed. UNAM/El Colegio de México/Fundación Gonzalo Río Arronte.
- CÁZAREZ, Enrique (2006). *Análisis comparativo de costos y tarifas de agua potable entre organismos operadores de los servicios de agua y drenaje en la frontera México-EUA*. Monterrey, Nuevo León. México: Centro de Estudios del Agua y Banco de Desarrollo de América del Norte, p. 5.
- CÁZAREZ et al. (2011). *Estrategias para el uso sostenible del agua en la cuenca del río San Juan*. Monterrey, Nuevo León, México: Centro de Estudios del Agua del Tecnológico de Monterrey. (Material no publicado, referencia sujeta a cambios).
- COLLADO, Jaime (1999). *Marco legal para el manejo de cuencas en México*. IX Congreso Nacional de Irrigación. México: ANEI.
- CONAGUA, COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2007). *Programa Nacional Hídrico 2007-2012*. México: Gobierno Federal/Semarnat.
- CONAGUA, COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2009). *Manual de incremento de eficiencia física, hidráulica y energética en sistemas de agua potable*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA, COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2010). *Estadísticas del agua en México*. México: Ed. Conagua/Semarnat.
- CONAGUA, COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (2011). *Registro público de derechos del agua (REPDA)*. Consultado el 15 de febrero de 2011 en: [http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=ada36b70-b1c1-4bc5-92ab7635941bc171%7C%20%20%20Registro%20P%C3%BAblico%20de%20Derechos%20de%20Agua%20\(REPDA\)%7C0%7C37%7C0%7C0%7C0](http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?id=ada36b70-b1c1-4bc5-92ab7635941bc171%7C%20%20%20Registro%20P%C3%BAblico%20de%20Derechos%20de%20Agua%20(REPDA)%7C0%7C37%7C0%7C0%7C0)
- CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (1992). *Ley de Aguas Nacionales*. Artículos 1, 2, 3 y 6 México.
- DATA306. *Environment. Average Water Use Per Person Per Day*. Consultado el 27 de marzo de 2011 en: [http://www.data360.org/dsg.aspx?Data\\_Set\\_Group\\_Id=757](http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757)
- DOUROJEANNI, Axel; JOURAVLEV, Andrei y CHÁVEZ, Guillermo (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- FOLADORI, Guillermo (1999). "Los límites del desarrollo sustentable". En: *Revista Trabajo y capital*, pp. 135-158, Montevideo.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN (2001). "Atlas de riesgo de Nuevo León, México". En: *Secretaría General de Gobierno*. Subsecretaría de Seguridad, Dirección de Protección Civil. Monterrey, Nuevo León, México.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN (2011). "Segundo informe de Gobierno". Consultado del 12 de junio de 2011 en: [http://www.nl.gob.mx/pics/pages/test1\\_base/libro\\_segundo\\_informe\\_nl\\_2011.pdf](http://www.nl.gob.mx/pics/pages/test1_base/libro_segundo_informe_nl_2011.pdf)
- GONZÁLEZ GAUDIANO, Edgar (2007). *Educación ambiental. Trayectorias, rasgos y escenarios*. México: Plaza y Valdés-UANL.
- GUTIÉRREZ, Esthela y GONZÁLEZ GAUDIANO, Edgar (2010). *De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- HEASOM, Bill (2005). "Sustainable Design for Water Pollution Engineering". Consultado el 18 de noviembre de 2011 en: <http://email.asce.org/ewri/sustainable.html>.
- HOWARD, Guy y BARTRAM, Jamie (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Ginebra (Suiza): Organización Mundial de la Salud.
- INE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. ESPAÑA. *Encuesta sobre el suministro y saneamiento del agua*. Consultado el 03 de abril de 2011 en: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?path=/t26/p067/p01/a2009/l0/&file=01005.px&type=pcaxis>
- INEGI, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (2010a). *Censo de población y vivienda*. Resultados preliminares.
- INEGI, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (2010b). *Sistema de Cuentas Nacionales de México: Producto Interno Bruto por entidad federativa 2005-2009: año base 2003*. Primera versión. p. 34.
- LUNDIE, Sven; PETERS, Gy BEAVIS, Paul (2005). "Quantitative systems analysis as a strategic planning approach for metropolitan water service providers". En: *Water Science & Technology*, vol. 52, No. 9, Sydney, Australia, pp. 11-20.
- LUEGE, José Luis (2008). "Situación Actual y perspectivas de la gestión del agua en México" (Entrevista). En: *Tidloc-Nueva Época*, No. 42, pp. 11-12, México.
- MANZANO, Mario G. y CANTÚ Jorge (2011). "Ecosistemas". En: CÁZARES, et al., (2011). *Estrategias para el uso sostenible del agua en la cuenca del río San Juan*. Monterrey, Nuevo León, México: Centro de Estudios del Agua del Tecnológico de Monterrey. (Material no publicado, referencia sujeta a cambios).
- MATHEWS, Ruth (2005). "A Six-Step Framework for Ecologically Sustainable Water Management". En: *Journal of Contemporary Water Research and Education*, No. 131, Universities Council on Water Resources, Southern Illinois University Carbondale, Carbondale, IL, pp. 60-65.
- MARTÍNEZ-ALIER, Juan (1998). *Curso de economía ecológica*. México: Pnuma. Textos básicos para la formación ambiental.
- NICHOLSON, Walter (2005). *Microeconomía intermedia y sus aplicaciones*. México: Thomson.
- NIETO, Luz María (2004). "Sabemos pero no actuamos ¿Cuál es el papel de la Educación Ambiental?" Consultado el 1 de febrero de 2011 en: <http://ambiental.uaslp.mx/docs/LMNC-AU-0406-GAP.pdf>.
- ROGERS, Peter; DE SILVA, Radhika; BHATIA, Ranesh (2002). "Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability". En: *Water Policy* 4:1-17, World Water Council, London. . pp. 1-17.
- SADM, SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY (2011). *Indicadores*. Consultado del 10 de abril de 2011. En: <http://www.sadm.gob.mx/Portal-Sadm/jsp/seccion.jsp?id=168>
- TOLEDO, Alejandro (2002). "El agua en México y el mundo". En: *Gaceta Ecológica*, Instituto Nacional de Ecología No. 64, México, pp. 9-18.
- UN-WATER (2008). *Status Report on IWRM and Water Efficiency Plans for CSD16* (Prepared for the 16th session of the Commission on Sustainable Development - May 2008). Consultado el 20 de abril de 2011 en: [http://www.unwater.org/downloads/UNW\\_Status\\_Report\\_IWRM.pdf](http://www.unwater.org/downloads/UNW_Status_Report_IWRM.pdf)