



## Avances, estancamiento y limitaciones de la política de saneamiento en México 1998-2014

### Moves forward, constrains, and stalemate of sanitation policy in México 1998-2014

Jesús Miguel Maya Rodríguez<sup>a\*</sup>, Nicolás Pineda Pablos<sup>b\*</sup>

#### RESUMEN

El artículo revisa las leyes, normas, planes y programas de saneamiento en México para contrastarlos con los resultados obtenidos hasta 2014. Se observa que, a pesar de que se han propuesto objetivos de cobertura total y de que se han logrado importantes avances, la meta de cobertura total aún está lejos de alcanzarse. Si bien se ha avanzado en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, aproximadamente la quinta parte de las plantas construidas no está en operación; lo que se interpreta como una falta de financiamiento para la operación. Se propone que el saneamiento debe vincularse con la gestión integrada de recursos hídricos y orientarse a la construcción de ciudades sostenibles con la responsabilidad conjunta de las tres esferas de gobierno.

#### ABSTRACT

The article reviews the laws, norms, plans and programs for sanitation in Mexico in order to contrast them with the results obtained up to 2014. It is observed that, despite that the proposed goals of full coverage in the past and that important advances have been made, the goal is far from being attained. It is pointed out that there has been advances in the construction of wastewater treatment plants, however approximately a fifth of the built plants are not in operation; this might be read as an existing problem of financing the operation. It is proposed that sanitation should be tied with the integrated water resources management and be oriented towards the construction of sustainable cities with the joint responsibility of the three spheres of government.

\*El Colegio de Sonora



Recibido: 11 de enero de 2018;  
aceptado: 5 de junio de 2018



*Palabras clave:*  
saneamiento, plantas de tratamiento de aguas residuales, política pública, México.



*Keywords:*  
sanitation, wastewater treatment plants, public policy, Mexico.



Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación. CC-BY-NC-ND

## INTRODUCCIÓN

El saneamiento de las aguas residuales es el área más rezagada de la política hídrica en México. Entre las prioridades siempre se atiende primero al abasto, los usos y el consumo de agua, quedando al final la disposición y el tratamiento de las aguas residuales. Esta contribución aborda los avances y la situación actual de la política de saneamiento en México.

Este trabajo está orientado principalmente a analizar el saneamiento como un servicio de los municipios urbanos, por lo que no incluye el tratamiento que realizan entes privados ni el que se hace en las industrias, y tampoco el de los municipios rurales, pues constituyen una problemática diferente. En cuanto a la metodología, las técnicas básicas son el análisis de contenido y el seguimiento y evaluación de indicadores. El artículo en su conjunto puede considerarse como un estudio de caso de la política mexicana de saneamiento de las aguas residuales urbanas.

Las preguntas que se plantean son: ¿cuál ha sido la política mexicana en materia de saneamiento? y, ¿en qué grado se ha cumplido? Para esto se ha dividido en cuatro apartados. En el primero se realiza un breve análisis de la literatura y del estado del arte; a continuación, se lleva a cabo una revisión de las leyes, normas, planes y programas del gobierno mexicano en materia de saneamiento y tratamiento de aguas residuales de 1971 a 2015. En el tercer apartado, se presentan las estadísticas básicas disponibles que permiten evaluar el cumplimiento de los objetivos. Finalmente se concluye con una reflexión general en torno a la política de saneamiento y un balance sobre los logros alcanzados y los pendientes que aún quedan en esta materia

## REVISIÓN DE LITERATURA

Revisemos primeramente la ubicación y el significado del saneamiento como parte de la gestión del agua. El saneamiento es una etapa del ciclo urbano del agua. Éste consta de, cuando menos, tres etapas que son el suministro, el drenaje y el saneamiento (Marsalek *et al.*, 2006). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud ([OMS], 2016), el saneamiento tiene que ver con “el suministro de instalaciones y servicios que permiten

eliminar sin riesgo la orina y las heces”. Esto es, hace referencia al mantenimiento de buenas condiciones de higiene comunitaria a través de servicios como la recolección y la evacuación de aguas negras y residuales. Los sistemas de saneamiento inadecuados representan una causa importante de morbilidad para la población. Se ha probado que su mejora tiene efectos positivos significativos en la salud, tanto en el ámbito de los hogares como en el de las comunidades. Por aguas negras entendemos aquellas que contienen residuos de los seres humanos, de animales o de alimentos. Las aguas residuales son los fluidos derivados de un sistema de alcantarillado; es decir, son las aguas que han sido usadas de una casa, comunidad, granja o industria y contienen materia orgánica disuelta o suspendida (QuimiNet, 2004).

La atención y el estudio de la gestión del saneamiento son bastante recientes. El surgimiento del saneamiento en las sociedades contemporáneas se explica por la evolución que ha tenido el manejo de las aguas a lo largo de la historia. De acuerdo con Novotny *et al.* (2010, pp. 6-7), la gestión del agua y el saneamiento han pasado por cuatro etapas o paradigmas. El primer paradigma se reduce al suministro de agua por medio de pozos y a conducciones precarias de agua. Este tipo de gestión prevaleció en las sociedades antiguas hasta entrada la Edad Media y aún puede encontrarse en la actualidad en sociedades menos desarrolladas. En esta etapa no existía atención al saneamiento y los desechos se arrojaban en la calle o a los cuerpos de agua. El segundo paradigma se distingue por la construcción de obras de ingeniería hidráulica, entre las que destacan los acueductos y las cañerías para el suministro de agua a fuentes públicas y cisternas. Todavía, las aguas residuales se siguen desechando en la vía pública, aunque se inicia el uso de cuartos especiales ubicados fuera de las casas y el desalojo de los desechos. Esta etapa se extiende hasta la Revolución industrial y durante la misma tanto el suministro de agua como el desalojo de aguas residuales se hace de manera superficial. El tercer paradigma se caracteriza porque las tuberías y redes de distribución de agua potable son enterradas en el subsuelo y se introducen redes subterráneas de drenaje y alcantarillado, pero no incluye todavía el tratamiento de las aguas residuales antes de desecharlas. Esta etapa perdura hasta mediados

del siglo xx, cuando comienzan a emerger problemas consecutivos a la contaminación y sus impactos en el medio ambiente. El cuarto paradigma se inicia en 1972, con la aprobación de la Ley de Agua Limpia en los Estados Unidos y la expedición de normas estrictas para el tratamiento de las aguas residuales en Europa. En esta etapa se amplían y regionalizan los sistemas de drenaje y alcantarillado, haciéndose obligatorio el tratamiento secundario de las aguas residuales y la remoción de los organismos biodegradables. En general, en esta etapa se adquiere mayor conciencia de la contaminación difusa o generalizada y se adoptan medidas para prevenirla y asegurar la calidad del agua.

Los cuatro paradigmas de Novotny *et al.* (2010) son una guía para la implementación y la evaluación de las políticas de saneamiento en los países en desarrollo. En la mayoría de éstos todavía existen asentamientos humanos rezagados en alguna de las etapas anteriores al saneamiento de las aguas residuales.

La visión actual plantea que el saneamiento no debe ser manejado de manera aislada, sino que tiene que ser parte de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) y el medio ambiente. El objetivo de la GIRH es el desarrollo de ciudades y comunidades sustentables. Sin embargo, el desarrollo de la sustentabilidad requiere un sistema de cooperación complejo entre planeadores urbanos, ciudadanos, funcionarios del gobierno y todos los actores vinculados con el agua. Este nuevo enfoque ha dado lugar al paradigma conocido como “ciudades del futuro”. Éste toma en cuenta la huella de los diferentes sistemas y herramientas urbanas que permiten manejar diferentes escenarios futuros. Las huellas de los sistemas urbanos incluyen: las huellas social (del carbón), ecológica, económica y del agua (Novotny *et al.*, 2010). Para el análisis correspondiente a este estudio, destacamos el enfoque o paradigma de que el saneamiento debe manejarse de manera integral y su objetivo principal debe orientarse a lograr la sustentabilidad.

En su informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos de 2017, la UNESCO considera que, ante una demanda en constante crecimiento, las aguas residuales están cobrando impulso como fuente alternativa y confiable de agua (WWAP, 2017). Al respecto, se aprecia un cambio de paradigma en la gestión de aguas residuales, que pasa de su mero tratamiento y eliminación a contemplar su reutilización, reciclado y recuperación de

recursos. En este sentido, las aguas residuales ya no se consideran un problema que necesita solución, sino que son parte de la solución de las dificultades enfrentadas hoy por las comunidades. En este contexto, las aguas residuales constituyen un recurso abundante y valioso.

Al revisar la literatura sobre la situación del saneamiento, se observa que en América Latina la información disponible sobre los sistemas de tratamiento de aguas servidas es muy limitada (Jouravlev, 2004). Una revisión de la literatura registrada por la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc) mostró que existían 6 949 artículos que manejaban el término saneamiento, pero que sólo 1 480 de éstos hacían referencia a México, mientras 463 aludían a las ciencias sociales. Cruzando las dos restricciones se encontró que sólo 134 artículos abordaban el saneamiento en México desde el punto de vista de las ciencias sociales (Redalyc, 2018). Al revisar este último conjunto de artículos se encontró que en ellos prevalecen los enfoques de la bioquímica y la tecnología. La mayoría se refería a los procesos químico-biológicos y al uso de tecnologías, de modo que el número de publicaciones que trata el saneamiento desde el punto de vista de la gestión es considerablemente reducido. Entre éstos, muchos aludían a ciudades particulares y carecían de un enfoque nacional o más amplio de política pública, que es el de este trabajo. A continuación se presentan los principales planteamientos existentes con respecto a la política de saneamiento en México.

Pombo y Riemann (2004) señalan que el problema de la falta de saneamiento en México se aprecia principalmente en los nuevos asentamientos urbanos precarios de las ciudades con alto crecimiento demográfico que carecen de infraestructura de drenaje y alcantarillado. Un ejemplo está dado por la ciudad de Tijuana, donde detallan cómo los hogares suplen esta deficiencia construyendo paulatinamente letrinas.

En una visión más amplia del saneamiento, Carabias y Landa (2005) sostienen que es importante retomar el tema del saneamiento de manera integral. Los esfuerzos por sanear siguen limitándose a incrementar la prestación del servicio de alcantarillado sanitario, aumentar el número de plantas de tratamiento de aguas residuales, así como su capacidad instalada y el caudal medio tratado en el año, dejando de lado la necesidad de conservar la calidad y la cantidad del recurso. El saneamiento de-

bería incluir la atención al estado de salud de los ecosistemas y todas aquellas medidas obligadas de prevención y reparación del daño a los cuerpos de agua superficial y subterránea derivados de su entubamiento, extracción y uso directo local (por ejemplo, acciones de limpieza en los márgenes de los ríos y restauración de hábitats riparios). Estas autoras proponen que la responsabilidad del saneamiento integral debe ser una acción conjunta de la Federación, como rectora del recurso hídrico, y los gobiernos locales, con cofinanciamiento mixto de los responsables del deterioro, La recaudación de recursos económicos a través del cobro de derechos por descargas de aguas residuales también debería destinarse a la reparación del daño. Sin embargo, hay una laguna en el marco regulador de las responsabilidades relativas al saneamiento integral. Esta línea de acción coincide con la señalada antes de que el saneamiento debe ser parte de la gestión integrada y vincularse con sus efectos y huellas en el medio ambiente.

Por otra parte, Pacheco y Basurto (2008) advierten que, al estudiar la gestión integrada del agua en México, es importante ir más allá de la legislación y las reglas formales, ya que con mucha frecuencia éstas no operan en la práctica, como es el caso, por ejemplo, de la creación de consejos de cuenca que no garantizan la gestión integrada del recurso. Asimismo, Pacheco y Vega (2008) consideran que hace falta ir más allá de los enfoques de la ingeniería de tratamiento de aguas residuales, para incluir además los impactos que conllevan las emisiones de aguas residuales sobre la salud humana y consideraciones institucionales y de gobernabilidad en torno al tratamiento de aguas residuales.

Por su parte, Mazari Hiriart *et al.* (2010), apuntan que los gobiernos estatales y municipales no consideran una prioridad la operación de plantas de tratamiento; “por ello los recursos locales resultan insuficientes para ampliar su cobertura y eficiencia. En muchos casos el apoyo de recursos federales tanto para la operación y el mantenimiento como para la rehabilitación de las instalaciones” (p. 303).

Al analizar la gestión del saneamiento, Barkin (2008) sostiene que el tratamiento de aguas residuales es, por ley, obligatorio. No obstante, los municipios están obligados a buscar soluciones al problema en un contexto de crisis financiera y prevalencia de una “cultura de no pago” en grandes partes del país. Por ello, los organis-

mos locales se encuentran limitados para tomar decisiones óptimas debido a las fuertes presiones financieras y administrativas que enfrentan, el desconocimiento de las tecnologías existentes y la ausencia de una cultura ecológica.

En un trabajo más reciente, De Anda Sánchez (2017) considera que las razones por las cuales los sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales no están teniendo éxito son las altas inversiones requeridas, los elevados consumos de energía y los altos costos de mantenimiento y operación. Por ello, este tipo de sistemas de tratamiento de aguas no son sostenibles en comunidades con bajo nivel de ingresos, pues no consideraron la cultura de la comunidad, el clima local y la capacidad económica del municipio. Nuevas tecnologías basadas en procesos naturales de depuración de las aguas sanitarias y su reutilización pueden ofrecer una perspectiva sustentable para el saneamiento.

Con base en las consideraciones anteriores, revisaremos la situación del saneamiento en México desde una perspectiva de gestión integral del agua y teniendo como objetivo la construcción de comunidades y ciudades sustentables en México.

### Legislación federal

En México, la política de saneamiento surgió formalmente en 1988, con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología [Sedue], 1988, cuyo artículo 117 establece que “las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo” (p.70). Esta ley introduce la obligatoriedad del tratamiento de las aguas residuales urbanas y establece los criterios o parámetros para realizarlo.

Además, en 1991 se comenzó a publicar anualmente la Ley Federal de Derechos (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 1991), que contiene la obligación de pagar derechos por las descargas de aguas residuales en aguas nacionales, como cauces de ríos, lagos o mares (Art. 276 y siguientes de la citada Ley). De este modo, las descargas de aguas residuales comienzan a ser también una fuente de ingresos para el gobierno federal.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), expedida en 1992,

declaró de utilidad pública la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales y la ejecución de medidas para el reúso de dichas aguas, así como la construcción de obras de prevención y control de la contaminación del agua, (LAN, Art. 7, frac. V,[1992]) y dedica un capítulo a la prevención de la contaminación de las aguas (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1992).

Por otra parte, en lo que tiene que ver con la gestión y responsabilidad directa del saneamiento, la Constitución Política, de acuerdo con la reforma realizada al artículo 115, fracción III, en 1983 (Secretaría de Gobernación, 1983), señalaba que: “Los municipios, con el concurso de los Estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrán a su cargo los siguientes servicios públicos: a) Agua potable y alcantarillado” (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Art. 115, frac. III, 1983). Hay que observar que, en esta etapa, todavía no se hacía referencia al tratamiento de las aguas residuales ni al saneamiento. Posteriormente, conforme a la reforma a este artículo publicada el 23 de diciembre de 1999, el texto de este inciso se modificó para quedar de la siguiente manera: “a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales” (Secretaría de Gobernación, 1999). De esta manera, el artículo 115 constitucional dejó establecido que los gobiernos municipales son los encargados y responsables del tratamiento y la disposición de las aguas residuales en México. Por lo que este artículo adopta una visión reducida del saneamiento.

A través de la Constitución y las leyes en la materia, entonces, queda establecido quiénes son los actores que participan en la política pública de saneamiento. Los gobiernos municipales son los responsables de prestar el servicio público de tratamiento de las aguas residuales y la Comisión Nacional del Agua es el organismo público encargado de la regulación de este servicio.

### Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son “regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente” (Pro-

curaduría Federal del Consumidor, 2015). Estas normas, por lo tanto, no señalan cómo debe hacerse el saneamiento, aunque proveen las especificaciones técnicas de los resultados que debe tener el tratamiento de las aguas residuales municipales.

Aunque existen normas anteriores específicas para muchos tipos de contaminantes, la primera que se expidió para definir los parámetros generales de las descargas de aguas residuales municipales fue la NOM-067-ECOL-1994, publicada el 6 de enero de 1995.

Un año y medio después se publicó un nuevo proyecto sobre la que sería la NOM-001-ECOL-1996, que establecería los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, a fin de que los interesados emitieran sus comentarios al respecto (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1996). A su vez, ésta vendría a abrogar una serie de NOM relacionadas, entre ellas la NOM-067-ECOL-1994, específica para aguas residuales municipales. Esta nueva NOM se aplica a todas las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua nacionales y no sólo municipales. El texto de esta norma define las aguas residuales como “Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas”. Además, considera como contaminantes básicos de las aguas residuales los siguientes: “grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno 5, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH” (2ª. Sección, pp. 19-31). Asimismo, valora como contaminantes patógenos y parasitarios a “aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna” que, en lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana, son los coliformes fecales y los huevos de helminto. Aunque no es el objetivo de este trabajo hacer la descripción completa de los parámetros técnicos de esta norma, a manera de ejemplo mencionamos que, para las descargas de origen público urbano, el rango permitido de potencial de hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades, y que el límite



de coliformes fecales (como indicador de los contaminantes patógenos) es de 1 000 unidades por cada 100 mililitros como número más probable para el promedio mensual y de 2 000 unidades por cada 100 mililitros para el promedio diario. Por otra parte, el límite máximo de demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5) es de 30 como promedio mensual y de 60 como promedio diario (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1997). Obviamente, la lista de parámetros es mucho más larga, pero basten éstos para dar una idea del nivel técnico de la norma. El tratamiento de las aguas residuales llevado a cabo por los gobiernos municipales a través de sus organismos operadores de agua o de las empresas concesionarias, tiene entonces el objetivo principal de eliminar los contaminantes de manera que reúnan los requisitos para ser vertidas en cuerpos de aguas o suelos nacionales.

Además de las especificaciones técnicas, esta NOM también establece que los responsables deberían presentar un programa de acciones y obras orientado a su cumplimiento. En el caso de los gobiernos municipales, los primeros obligados fueron los de aquellos municipios con población mayor a 50 000 habitantes (de acuerdo con el censo de 1990), forzados a cumplir con la norma a partir del 1 de enero de 2000. En el caso de municipios con menos población, los plazos se extendían hasta los años 2005 y 2010. La dependencia encargada de vigilar el cumplimiento de esta disposición es la Comisión Nacional del Agua; en caso de no cumplimiento se aplican las sanciones establecidas por la Ley Federal de Derechos (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1997).

Por otra parte, en 1998 se publicó la NOM-002-Semarnat 1996 (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1998), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado municipal. Esta norma se distingue de la 001 en que ésta es para las aguas residuales que vierten los municipios en aguas nacionales y la 002 es para las aguas residuales que vierten los particulares en los sistemas de alcantarillado urbano y municipal. Además, mientras el órgano regulador de la norma 001 es la Conagua, los encargados de la vigilancia de la norma 002 son los gobiernos estatales, municipales y la Ciudad de México. La norma 002 también estableció plazos para su cumplimiento por parte de los municipios.

Para los que tenían más de 50 000 habitantes (de acuerdo con el censo de 1990) el plazo era hasta el 1 de enero de 1999, es decir, un año antes que los plazos fijados para el cumplimiento de la norma 001, ya que primero se requería que los particulares limitaran la contaminación de sus aguas residuales para que, en una segunda etapa, los municipios pusieran en práctica el tratamiento de aguas residuales y cumplieran con su propio plazo.

Por lo que estas normas especifican cómo debe llevarse a cabo el saneamiento y las características que deben tener las aguas resultantes de este proceso. El objetivo de la política quedó establecido desde 1996: todas las ciudades y municipios mexicanos con más de 50 000 habitantes debían contar con tratamiento de aguas residuales para el año 2000 y todos los municipios urbanos del país (con más de 2 500 habitantes) debían contar con tratamiento de aguas residuales para 2010. Veamos ahora qué dicen los planes y programas del gobierno federal sobre esta materia y revisemos después si se cumplieron estos objetivos.

### Planeación nacional sobre aguas residuales urbanas

Los planes y programas son el primer paso hacia el cumplimiento de las disposiciones legales y constituyen el inicio de la implementación de la política. Por ello comenzaremos revisando los lineamientos y objetivos expuestos en los planes en lo referente al saneamiento y el tratamiento de las aguas residuales a partir de la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 1988. Al menos en México, los planes de desarrollo son una colección ordenada de principios e ideas generales que no establecen metas concretas o medibles, sino que sólo buscan definir los lineamientos generales en que deberán basarse los planes y programas sectoriales de las dependencias.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 1989-1994 (Presidencia de la República, 1989), consideró el agua potable, el alcantarillado y el saneamiento como aspectos relacionados con la calidad de vida y el mejoramiento de los niveles de salud de la población. En este documento, la discusión se centró en la situación del acceso al agua, las dificultades geográficas de los centros poblacionales y las fuentes de abastecimiento; en cuanto al alcantarillado y el saneamiento alude a los riesgos de la contaminación y señala la utilidad del tratamiento y su “uso

repetido” en las zonas urbanas, y como mecanismo de intercambio en las actividades agrícolas e industriales. Además, propone la “rehabilitación, construcción y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en todo el país” (Presidencia de la República, 1989, p. 61, 2a. Sección -punto 6.3.5 Agua).

El siguiente PND 1995-2000, de la administración de Ernesto Zedillo, plantea el Programa Municipio Saludable, que entre sus objetivos tiene el de incentivar la participación de los ayuntamientos en el manejo de los desechos residuales. Adicionalmente, señala la relación existente entre la mortalidad a causa de infecciones y las deficiencias en el tratamiento de aguas residuales. Para la atención de esta problemática, propone mejorar el servicio de agua potable y aumentar la capacidad de tratamiento a un mayor volumen de aguas residuales, y plantea un ordenamiento de las descargas de aguas residuales tanto urbanas como industriales dentro de “un sistema adecuado de sanciones, precios y estímulos”, lo que implica la aplicación de un sistema complejo de control (Presidencia de la República, 1995).

Después, el PND 2001-2006, de la administración de Vicente Fox, parte del principio de que el agua es un elemento básico para el bienestar y el desarrollo social; a su vez, indica que la mayoría de los ríos y lagos se encuentran en malas condiciones de contaminación. Así, propone revisar las normas en materia de descargas de aguas residuales, haciendo énfasis en las condiciones graves de las cuencas Lerma, Alto Balsas, Alto Pánuco y algunas zonas del Bajo Bravo. Además, este plan, al considerar el saneamiento de las aguas residuales, integra la sustentabilidad ecológica como un elemento del desarrollo económico. Entre las acciones se señala la elaboración de programas para dar cumplimiento a los plazos planteados por la NOM-001-ECOL-1996 (Presidencia de la República, 2001).

En la administración de Felipe Calderón, el PND 2007-2012 da especial importancia a la gestión del saneamiento de las aguas residuales. El diagnóstico realizado apunta que la mayor parte de las grandes urbes todavía no dan tratamiento a sus aguas residuales. El documento señala que el tratamiento de las aguas residuales “constituye uno de los grandes retos que enfrentará México en los próximos años” (Presidencia de la República, 2007, p. 241). Una de las metas que propone es impulsar una “política integral de reducción de los volúmenes

de aguas contaminadas y de tratamiento de aguas residuales para alcanzar el tratamiento del 60% de ellas al final del sexenio” (Presidencia de la República, 2007, p. 243). La estrategia incluye apoyos para la construcción de infraestructura de tratamiento y la promoción de la reutilización de las aguas tratadas.

Más recientemente, el PND 2013-2018 de la administración de Enrique Peña Nieto considera que el tratamiento de las aguas residuales constituye una parte importante del desarrollo sustentable (Presidencia de la República, 2013).

### Programas hídricos y del medio ambiente

Los programas sectoriales definen con mayor detalle las políticas establecidas en el PND y orientan de manera más concreta la política de un sector particular de la administración pública. Revisemos entonces las políticas sobre saneamiento de aguas residuales planteadas en los programas sectoriales hídricos y de medio ambiente.

En diciembre de 1991 fue aprobado por decreto el Programa Nacional de Aprovechamiento del Agua 1991-1994. Al referirse al cuidado y protección ambiental, y a la remediación ecológica de las zonas afectadas, este programa propone “la puesta en operación de las plantas de tratamiento que actualmente no funcionan, y que según se estima representan el 70% del total, así como la modernización de las que operan en forma deficiente” (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991, p. 46). Al respecto reconoce que principal problema es que sólo 10% de las aguas residuales reciben tratamiento, lo que ocasiona efectos indeseados en los cuerpos receptores. En el mismo sentido el programa advierte que la calidad del agua se ve afectada por estas descargas y, por tanto, la problemática demanda acciones sistemáticas para ser resuelta.

Al inicio de la presidencia de Ernesto Zedillo, el 10 de junio de 1996, es aprobado el Programa Hidráulico 1995-2000 (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1996). Este programa parte del diagnóstico de que los acuíferos han sido contaminados por las descargas de aguas residuales. En ese momento, las cifras indicaban que en el país se generaban 7.3 km<sup>3</sup> al año (o 231 m<sup>3</sup> por segundo) de aguas residuales, de las cuales sólo alcanzaban a ser recolectadas por los sistemas de alcantarillado 5.5 km<sup>3</sup> al año (o 174 m<sup>3</sup> por segundo). Del

volumen recolectado, sólo recibían tratamiento 1.4 km<sup>3</sup> al año (o 43 m<sup>3</sup> por segundo). No obstante, debido a deficiencias en el tratamiento, se consideraba que sólo recibían un tratamiento adecuado 0.53 km<sup>3</sup> al año (o 17 m<sup>3</sup> por segundo). En consecuencia, se descargaba un volumen aproximado de 6.8 km<sup>3</sup> al año (o 214 m<sup>3</sup> por segundo) de aguas residuales sin tratar a cuerpos receptores, ocasionando daños ambientales.

Este programa sectorial expresa que la meta es incrementar el volumen tratado de 0.54 a 2.6 km<sup>3</sup> al año e impulsar la rehabilitación de infraestructura existente y la construcción de nuevas plantas de tratamiento. Asimismo, propone generar “esquemas de coinversión o concesión con la iniciativa privada” para aumentar la infraestructura (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1996). Por su parte, el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 señaló la amenaza medioambiental, de salud y económica que representaba la descarga de aguas residuales crudas provenientes de la industria petrolera y otras actividades productivas, como la agricultura, incluyendo la actividad urbana (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1996).

El Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 retomó la misma perspectiva que los programas anteriores, exaltando las consecuencias de la contaminación provocada por las descargas de aguas residuales crudas a los cuerpos receptores. Este programa menciona que la inversión para esta infraestructura es “incipiente”, a causa de que se priorizaba el gasto para dotar del servicio de agua potable. Otro problema mencionado era el alto riesgo que significaba para la participación del sector privado, ya que no se contaba con mecanismos tarifarios que aseguraran la recuperación de la inversión. Este programa abordó el tema del reúso, al considerar que el agua tratada podría tener usos directos o indirectos tanto a nivel agrícola, como industrial o en el servicio público. A su vez, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 planteaba la necesidad de detener la contaminación del agua, proponiendo que se alcanzara una cobertura de 65% de tratamiento de los volúmenes de aguas residuales (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002).

En el sexenio del presidente Felipe Calderón se expidió el Programa Nacional Hídrico 2007-2012. El objetivo número 2 del programa era: “Que las aguas residuales se traten y se reúsen” (Secretaría de Medio Ambiente y

Recursos Naturales, 2008). El programa estaba orientado al desarrollo humano sustentable y la conservación del medio ambiente. Para alcanzar los objetivos se reconoció la importancia de la participación de actores como la Conagua, la Sagarpa, los usuarios agrícolas, los gobiernos de los estados, las universidades e instituciones de educación, el Congreso de la Unión, la Semarnat, la CFE, los consejos de cuenca y comités técnicos de aguas subterráneas, la SHCP y los organismos operadores. Además el plan pretendía promover la priorización del tratamiento de las aguas residuales mediante mecanismos legales y monetarios, y hacerlo un proceso viable para los organismos mediante el establecimiento de tarifas y su cobro.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 también proponía avanzar en la cobertura de tratamiento de 36.1% que había en 2006 a 60% en 2012, empleando la estrategia de construir más infraestructura y renovar la operación de las existentes (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007).

En la administración de Enrique Peña Nieto (2012-2018) se expidió el Programa Nacional Hídrico (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014). Este programa advierte sobre la contaminación de los cuerpos receptores causada por las aguas residuales de origen urbano e industrial que no reciben tratamiento; además, reporta que existen 2 342 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales con capacidad de tratar un caudal de 140.1 m<sup>3</sup> por segundo, de los cuales se trataban 99.8 m<sup>3</sup> por segundo, con lo que se tenía una cobertura de 47.5% del volumen total de 210 m<sup>3</sup> por segundo colectados en los sistemas de alcantarillado. El programa concluye que la política de tratamiento de aguas residuales se encuentra con condiciones difíciles debido a la escasez de recursos económicos para generar nuevas infraestructuras y mantener las ya existentes consecuencia de los costos del alto consumo energético de las plantas y demás insumos; aunado a ello, existen otros problemas, como el déficit de personal capacitado y las complicaciones que genera el impago de los usuarios. La estrategia de la política de saneamiento de aguas residuales se orienta al reúso de las aguas residuales tratadas, la mejora regulatoria, el reenfoque de la atención hacia las cuencas hidrológicas y los acuíferos para la generación de infraestructura y manejo de energías alternativas en los procesos de tratamiento. Este programa no



establece una meta concreta de saneamiento a alcanzar.

En resumen, se aprecia que el avance en la implementación de la política ha sido lento y que existen obstáculos para el cumplimiento de metas. Las estadísticas indican que las metas fijadas para 2001 todavía no terminan de cumplirse 15 años después. En los programas sectoriales ha habido una especie de descenso de las metas de saneamiento. Primero, en 1996 la NOM-001-ECOL-1996 comenzó haciendo obligatorio el tratamiento de las aguas residuales municipales y fijando la meta de que todas las ciudades debían tratar sus aguas residuales para los años 2000, 2005 y 2010, comenzando por aquellas con más de 50 000 habitantes. Posteriormente, en el sexenio 2000-2006 se fijó la meta de alcanzar 65 % del saneamiento de las aguas residuales para 2006. Enseguida, en el sexenio 2006-2012, la meta a alcanzar se redujo a 60%. Finalmente, en el sexenio 2012-2018 dejó de fijarse una meta cuantitativa y sólo se señala una estrategia de promoción del reúso. Se nota claramente que no ha habido avances sustantivos en esta materia.

### Programas de apoyo

Uno de los obstáculos que enfrenta el reúso de las aguas residuales tratadas es el subsidio que se otorga al agua de primer uso. El Programa de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU) se inició en 1990 con el propósito de “impulsar acciones tendientes al mejoramiento e incremento de la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, en centros de población iguales o mayores a 2 500 habitantes, a través del apoyo financiero y técnico, a las entidades federativas y municipios y sus organismos operadores” (Coneval, 2013). El programa impulsa proyectos dirigidos a lograr mejoras en agua potable, plantas potabilizadoras, alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de eficiencia comercial, mejoramiento de eficiencia física, rehabilitaciones, estudios y proyectos, y drenaje pluvial urbano. De acuerdo con las reglas de operación, los recursos de este programa no pueden ser utilizados en la operación y mantenimiento de infraestructura como son las plantas de tratamiento de aguas residuales (Secretaría de Desarrollo Social, 2015).

Por su parte, el Programa de Devolución de Derechos (Prodder) consiste en el reembolso de los recursos económicos que percibe Conagua por la explotación, uso o

aprovechamiento de las aguas, condicionado a que los organismos operadores de agua lleven a cabo acciones para el mejoramiento de sus indicadores de eficiencia. En las disposiciones del programa de 2014, la federación aporta una parte equivalente a la que se compromete a aportar la entidad beneficiada para el tratamiento de aguas residuales (Conagua, 2014b).

En 2007 surgió el Programa Federal de Saneamiento de Aguas Residuales (Prosanear), con el objetivo de “otorgar estímulos para el tratamiento de aguas residuales, a favor de todos los contribuyentes, proyectando con esto avanzar en el saneamiento de las aguas nacionales, la reducción de la contaminación, prevenir la incidencia de enfermedades de origen hídrico y contribuir al equilibrio ecológico” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Conagua, 2012, p. 5). Uno de los instrumentos que utiliza el programa es la condonación de créditos fiscales anteriores al 2007.

El Programa de Modernización de los Organismos Operadores (Promagua) apoya la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento orientado a la calidad, demandando en su operación la participación de recursos de origen privado. El programa asiste proyectos con plantas de tratamiento (Conagua y Banobras, 2008).

El Programa de Tratamiento de Aguas Residuales (Protar) busca impulsar a los organismos en el diseño, construcción, ampliación o rehabilitación de las plantas de tratamiento para incrementar el volumen tratado o mejorar la calidad del tratamiento. Este programa apoya tanto la infraestructura como la operación y el mantenimiento de las plantas. Se dirige preferentemente a poblaciones menores de 250 000 habitantes (Secretaría de Gobernación, 2014)

Éstos son los principales programas formulados por la Conagua en los últimos años para promover la política de saneamiento de aguas residuales. Los mismos evolucionan y tienen una vida irregular sujeta a las variaciones de disponibilidad de presupuesto. Con base en ello se ha construido buena parte de la infraestructura y plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) existentes actualmente en México.

### Los resultados de la política de saneamiento

Hasta aquí hemos presentado las disposiciones formales,

los objetivos y las buenas intenciones planteadas por la política mexicana de saneamiento; ahora se revisa la información disponible sobre los resultados. Para ello utilizamos datos de dos fuentes: el Inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales (Comisión Nacional del Agua, 2014a) y el Sistema Nacional de Información del Agua.

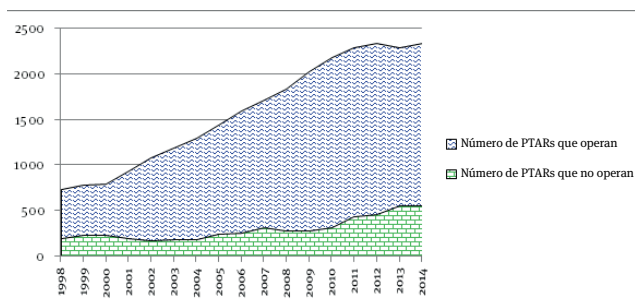
Primeramente se observa la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que constituyen la infraestructura básica del saneamiento. El Inventario informa que en los 16 años transcurridos entre 1998 y 2014, el número de PTAR municipales aumentó de 914 a 2 892. Esto significa un promedio de 116.3 PTAR construidas cada año y un incremento total de 316%. Puede verse que ha habido un gran esfuerzo por elevar el número de plantas existentes y que los planes y la política de saneamiento han tenido resultados.

**Cuadro 1. Construcción y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales en México**

Año	Total construidas	En operación	%
	Número de PTAR	Número de PTAR	En operación/total
1998	914	727	80%
1999	1 000	777	78%
2000	1 018	793	78%
2001	1 132	938	83%
2002	1 242	1 077	87%
2003	1 360	1 182	87%
2004	1 481	1 300	88%
2005	1 666	1 433	86%
2006	1 837	1 593	87%
2007	2 020	1 710	85%
2008	2 101	1 833	87%
2009	2 303	2 029	88%
2010	2 500	2 186	87%
2011	2 719	2 289	84%
2012	2 794	2 342	84%
2013	2 835	2 287	81%
2014	2 892	2 337	81%

Fuente: Conagua, 2014a, p.94.

**Gráfico 1. Número de plantas de tratamiento de aguas residuales en operación y que no operan**



Fuente: elaboración propia con base en datos Conagua, 2014a.

Sin embargo, hay problemas vinculados con la operación de dichas plantas. En este sentido se observa que, de las plantas construidas, alrededor de una quinta parte no están operando. En 1998 el número de plantas activas era 727, lo que significa que sólo 80% operaban. En 2014, la situación es similar, sólo operaban 2 337 plantas, es decir, 81%, mientras que el resto estaban inactivas. Este dato nos habla de que, a pesar del gran esfuerzo hecho para construir las plantas, los organismos de agua y los gobiernos municipales tienen problemas para ponerlas en operación.

Veamos ahora qué tanto son aprovechadas las plantas en operación. Para eso se revisa el dato conocido como “capacidad instalada”, esto es, el volumen máximo de agua residual que puede tratar una planta. Este dato se contrasta con el “volumen tratado”, que es la cantidad de agua residual que efectivamente están limpiando. Se constata que en 1998, al inicio del periodo de estudio, la capacidad instalada de todas las PTAR era de 63 150 litros por segundo. Para el año 2014, 17 años después, dicha capacidad se había incrementado a 1 611 137 litros por segundo. Este incremento significa un aumento de 2 551%, mucho más grande que el número de plantas, e indica que las plantas construidas son más grandes o tienen mayor capacidad instalada. No obstante, el dato que importa para el cumplimiento de la política es la capacidad instalada de las plantas en operación; al respecto se observa que la capacidad instalada de las PTAR en operación aumentó de 58 560 litros por segundo en 1998 a 151 883 litros por segundo en 2014. Ello da cuenta, nuevamente, de que hay una subutilización de la infraestructura y que en 2014 las plantas que no están en operación están dejando de tratar 40 000 litros por segundo.

**Cuadro 2. Capacidad instalada y volumen tratado de aguas residuales en México**

Capacidad instalada de todas las PTAR	Capacidad instalada de PTAR en operación	Volumen tratado de las PTAR en operación	Proporción de volumen tratado/PTAR en operación	Proporción de volumen tratado/Capacidad instalada
(1/s)	(1/s)	(1/s)	%	%
63 150.9	58 560	40 855	70%	65%
67 547.9	61 559	42 397	69%	63%
75 952.5	68 970	45 927	67%	60%
80 622.2	73 853	50 810	69%	63%
85 042.6	79 735	56 149	70%	66%
89 585.3	84 332	60 243	71%	67%
92 674.8	88 718	64 542	73%	70%
101 348.7	95 774	71 785	75%	71%
104 895.9	99 764	74 399	75%	71%
112 294.8	106 267	79 294	75%	71%
118 920.0	113 024	83 641	74%	70%
125 625.8	120 861	88 127	73%	70%
132 144.1	126 848	93 600	74%	71%
144 074.7	137 082	97 640	71%	68%
148 307.7	140 142	99 750	71%	67%
161 727.1	152 172	105 935	70%	66%
161 137.3	151 883	111 254	73%	69%

Fuente: Conagua, 2014a, p.94.

Como es de esperarse, la cantidad de agua residual que efectivamente es tratada es inferior a la capacidad instalada de las PTAR existentes y de las plantas en operación. Esto significa que sólo se está tratando alrededor de 71% de la capacidad instalada de las plantas en operación.

Los datos muestran que en las últimas dos décadas se ha avanzado sustantivamente en el número de plantas de tratamiento, pero que, más recientemente, su crecimiento ha sido menor y que el número de plantas que no operan tiende a aumentar.

Por otra parte, es necesario revisar cuál es la proporción de agua residual municipal que se está tratando con respecto a la que no se trata; es decir, si todavía existe una cantidad importante de agua que no se trata y se vierte al medio ambiente sin tratamiento. Para ello se manejan tres indicadores: el de “aguas residuales producidas totales”, que corresponde a la estimación del total de aguas residuales de un municipio o ciudad, el de “aguas residuales recolectadas”, que corresponde a aquellas aguas recogidas por los sistemas de drenaje

y alcantarillado; y el de “aguas residuales tratadas”. Las estadísticas nacionales publicadas por la Conagua en el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) permiten ver que en el periodo 1998-2014, el volumen total de aguas residuales, aunque ha tenido variaciones, no ha aumentado, sino que ha tendido a disminuir. El cuadro muestra que en 1998 se producían 7 540 hectómetros cúbicos (lo que equivale a millones de metros cúbicos) de aguas residuales. Este volumen se incrementó a 8 040 hectómetros cúbicos en los años 2003, 2004 y 2005, cuando alcanzó su dato más alto en este periodo, tendiendo a disminuir posteriormente, de manera que para 2014 el volumen de aguas producido es de 7 210 hectómetros cúbicos de aguas residuales (Conagua, 2015). Este comportamiento llama la atención, ya que ha disminuido a pesar de que la población urbana de México ha estado aumentando; sin embargo, es posible que haya factores que expliquen esta disminución, como mayores eficiencias en el uso del agua que propicien menos descargas o bien el reúso de las aguas residuales sin que éstas lleguen a la red de drenaje. Desconocemos si dicha explicación existe.

Pasando a la siguiente etapa, se evidencia que la recolección de aguas residuales ha avanzado de 22% en 1998 a 53% en 2014, es decir, el salto ha sido de 31 puntos porcentuales, casi dos puntos por año. No obstante, a pesar del avance constante en este rubro no se han cumplido las metas previstas por los planes y programas que proponían alcanzar el saneamiento total o de 100% para 2001. Por lo que, aun cuando ha habido avances las metas no se han cumplido.

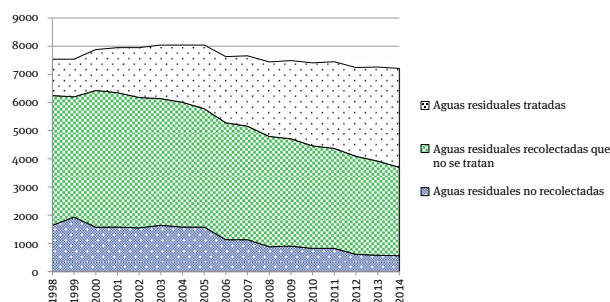
Si el seguimiento de la forma en que se ha cumplido el tratamiento lo hacemos sobre el total de aguas residuales (colectadas y no recolectadas), la proporción de aguas tratadas es todavía un poco menor, ya que se ha avanzado de 17% en 1998 a 49% en 2014. En este caso el avance es de 32 puntos porcentuales. Esto da cuenta de que en la etapa intermedia del servicio de alcantarillado y recolección de aguas residuales el avance no se ha dado en la misma proporción que en el tratamiento. En este caso, en 1998 el porcentaje de aguas tratadas era de 78% y en 2014 se avanzó a 92%, es decir, 14%.

**Cuadro 3. Recolección y tratamiento de aguas residuales municipales en México 1998-2014**

	Aguas residuales totales (hm <sup>3</sup> )	Aguas residuales recolectadas (hm <sup>3</sup> )	Aguas residuales tratadas (hm <sup>3</sup> )	% Recolección	% Tratadas/recolectadas	% Tratamiento/Aguas residuales
1998	7 540	5 900	1 290	78%	22%	17%
1999	7 540	5 610	1 340	74%	24%	18%
2000	7 880	6 310	1 450	80%	23%	18%
2001	7 950	6 370	1 600	80%	25%	20%
2002	7 950	6 400	1 770	81%	28%	22%
2003	8 040	6 400	1 900	80%	30%	24%
2004	8 040	6 460	2 030	80%	31%	25%
2005	8 040	6 460	2 260	80%	35%	28%
2006	7 630	6 500	2 350	85%	36%	31%
2007	7 660	6 530	2 500	85%	38%	33%
2008	7 440	6 560	2 640	88%	40%	35%
2009	7 490	6 590	2 780	88%	42%	37%
2010	7 410	6 590	2 950	89%	45%	40%
2011	7 450	6 630	3 080	89%	46%	41%
2012	7 240	6 630	3 150	92%	48%	44%
2013	7 260	6 680	3 340	92%	50%	46%
2014	7 210	6 650	3 510	92%	53%	49%

Fuente: elaborado con base en Conagua (2015).

**Gráfico 2. Aguas residuales generadas, recolectadas y tratadas 1998-2014**



Fuente: elaborado con base en Conagua (2015).

El seguimiento de los indicadores del agua tratada muestra que tampoco se han alcanzado las metas propuestas por los planes de desarrollo, que se proponían alcanzar 65% y 60% para los años 2006 y 2012, respectivamente. Esto puede interpretarse en el sentido de que las metas eran muy ambiciosas, pero también como que se ha perdido capacidad de avance y la política se encuentra estancada.

Por una parte, se aprecia un gran esfuerzo por ampliar la infraestructura de saneamiento existente, visible en el incremento del número de PTAR existentes. Por otra parte, el dato de que la quinta parte de las PTAR construidas no está en operación muestra que hay problemas y

obstáculos en la operación y el mantenimiento. Si bien la política de saneamiento ha avanzado, se encuentra estancada. Entre las probables causas del estancamiento se apunta principalmente la falta de capacidad financiera de los organismos operadores y de los municipios para pagar la operación y el mantenimiento; la ausencia de una demanda para el reúso de los efluentes. En cualquier caso, se ha apoyado y financiado la construcción de PTAR, pero no se ha encontrado un modelo o esquema financiero que les provea una base firme para cubrir sus costos de operación.

### COMENTARIOS FINALES

Al principio de este trabajo se plantearon dos preguntas: ¿cuál ha sido la política mexicana en materia de saneamiento? Y, ¿en qué grado se ha cumplido? Trataremos ahora de responderlas en forma resumida.

En cuanto a la primera pregunta, la política mexicana en materia de saneamiento comenzó a surgir en los años ochenta con la expedición de la Ley General de Equilibrio Ecológico de 1988, que declaró obligatorio el tratamiento de las aguas residuales. Posteriormente, la política fue afinada con las Normas Oficiales Mexicanas que definieron las características específicas que debían tener las aguas residuales que se vertieran en cuerpos de agua nacionales. Además, la NOM-001-ECOL-1996 puso plazos para que las ciudades mexicanas contaran con PTAR. Las ciudades con más de 50 000 habitantes debían contar con PTAR para el año 2000 y las ciudades con menor cantidad de habitantes para 2005 y 2010.

Asimismo, los planes nacionales y los programas hídricos se plantearon como objetivos y metas avanzar en la construcción de PTAR y tratar una mayor proporción de las aguas residuales. El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 se propuso alcanzar una cobertura de 65% en el tratamiento de las aguas residuales. Más tarde, el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 redujo esa meta a 60%. Más recientemente, el Programa Nacional Hídrico 2012-2018 propone como estrategia promover el reúso, pero no fija la proporción de aguas residuales a tratar. Hay que señalar que, como parte de la política, también se han establecido varios programas federales orientados a apoyar la construcción de PTAR y el saneamiento.



En cuanto a la segunda pregunta ¿en qué grado se ha cumplido?, la revisión de los datos oficiales sobre la construcción de plantas de tratamiento muestra que ha habido un aumento considerable y que éstas se han incrementado en un promedio de más de 100 plantas anuales en los últimos 18 años, en tanto la capacidad instalada se ha ido elevando en aproximadamente 6 000 litros por segundo cada año. Sin embargo, se aprecia el problema de que una quinta parte de las plantas construidas ha dejado de operar. Esto nos habla de que los organismos de agua enfrentan problemas para cubrir los costos de la operación y mantenimiento. Si bien existen incentivos para construir, sobre todo con los apoyos federales, no se cuenta con la recaudación suficiente que permita pagar estos costos.

Además, al revisar los datos de la generación y el tratamiento de aguas residuales observamos que el nivel de tratamiento sólo alcanzó a 50% de las aguas residuales recolectadas en 2013. Esto significa que no se alcanzaron las metas fijadas ni por la NOM ECOL 001 de 1996 ni por los planes y programas hídricos de los años anteriores, que proponían una meta de 65% y 60 %. Es necesario señalar que la proporción de aguas tratadas se reduce aún más si consideramos que hay un porcentaje de aguas residuales que tampoco son recolectadas. Si tomamos en cuenta esta parte, el porcentaje se reduce unos puntos más. De manera que no se han alcanzado las metas fijadas, lo que amerita un replanteamiento del problema a fin de definir las causas y redefinir el camino a seguir.

Aunque hubo avances iniciales, la política de saneamiento de México se encuentra estancada y no ha progresado como se esperaba; para resolver la situación se requiere el fortalecimiento efectivo de las finanzas de los organismos operadores y que no haya fugas de fondos en su gestión financiera. Sólo con finanzas sanas en los organismos de aguas se podrá consolidar la política de saneamiento.

Está claro que, tomando en cuenta los elementos mencionados en la revisión de la literatura, la política muestra muchas limitaciones y no es innovadora. Entre sus limitaciones está el hecho de que adopta un modelo tradicional constreñido a la construcción de plantas como objetivo; para ser más innovadora debe orientarse más hacia la gestión integrada del recurso hídrico y vincular directamente el tratamiento y el reúso de las aguas residuales con el abasto y el consumo urbano de

agua. Asimismo, es necesario revisar la vinculación y el marco financiero de la política de agua destinada a uso agrícola, a fin de incorporar incentivos para la utilización de las aguas residuales. No menos relevante es relacionar al saneamiento con la reducción de la contaminación y la preservación y conservación del medio ambiente, así como con el objetivo de construir ciudades sustentables. Es importante mencionar que la política de saneamiento, que designó como responsables a los gobiernos municipales, a pesar de los apoyos federales existentes está fracasando. Se requiere, por lo tanto, promover nuevos esquemas de concurrencia y responsabilidad de las tres esferas de gobierno (municipal, estatal y federal) en la política de saneamiento. En este sentido es necesario revisar el esquema de grandes plantas de tratamiento e impulsar tecnologías y nuevos esquemas de cooperación con el sector privado y, sobre todo, con la comunidad. Por último, pero no menos importante, hace falta que el saneamiento se vincule con el objetivo de ciudades sustentables y considerar las aguas residuales tratadas como un recurso que se está desaprovechando y debe ser empleado en las actividades económicas para reducir la huella hídrica de las ciudades y avanzar hacia un mayor grado de sustentabilidad urbana.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo brindado por el Conacyt (Proyecto 223780 “Vulnerabilidad hídrica y formulación de políticas adaptativas para la sustentabilidad urbana y la gestión por cuencas”). Así como a la *Lloyd's Register Foundation* [CE-12-1051/ CE-12-0801] y al Instituto Interamericano de Investigación para el Cambio Global (IAI) [SGP-CRA #005], el cual es apoyado por la *National Science Foundation* [GEO-1138881 y DEB-1010495].

## REFERENCIAS

- Barkin, D. (2008). Una nueva cultura del agua para el abasto urbano en México. En R. Olivares y R. Sandoval, *El agua potable en México. Historia reciente, actores, procesos y propuestas* (pp. 280-299). México: Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México.
- Carabias, J. y Landa, R. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: unam, El Colegio de México y Fundación Gonzalo Arronte.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2014a). *Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2014b). *Programa de Devolución de Derechos (Prodder)*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2015). *Sistema Nacional de Información del Agua*. Recuperado de <http://201.116.60.25/sina/>
- Comisión Nacional del Agua [Conagua] y El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos [Banobras] (2008). *Programa de Modernización de los Organismos Operadores*. México: Conagua.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [Coneval]. (2013). *Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas. Ficha de Monitoreo*. Recuperado de [https://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Ficha\\_Monitoreo\\_Evaluacion\\_2013/SEMARNAT/16\\_S074.pdf](https://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Ficha_Monitoreo_Evaluacion_2013/SEMARNAT/16_S074.pdf)
- De Anda, J. (2017). Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. *Sociedad y ambiente*, (14), 119-143.
- Jouravlev, A. (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo xxi. *CEPAL, Serie Recursos naturales e infraestructura*, 74, 5-70.
- Marsalek, J., Jiménez-Cisneros, B.E., Malmquist, P.A., Karamouz, M., Goldenfum, J., y Chocat, B. (2006). *Urban water cycle processes and interactions*. París: unesco-International Hydrology Programme.
- Mazari, M., Espinoza, A.C., López, Y., Arredondo, R., Díaz, E., y Equihua, C. (2010). Visión integral sobre el agua y la salud. En B. Jiménez, M.L. Tórrigosa y L. Aboites, *El agua en México. Cauces y encauces* (pp. 291-316). México: Academia Mexicana de Ciencias y Conagua.
- Novotny, V., Ahern, J., y Brown, P. (2010). *Water Centric Sustainable Communities. Planning, Retrofitting, and Building the Next Urban Environment*. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2016). *Temas de salud*. Recuperado de <http://www.who.int/topics/sanitation/ew/>
- Pacheco, R., y Basurto, F. (2008). Instituciones en el saneamiento de aguas residuales: reglas formales e informales en el Consejo de Cuenca Lerma-Chapala. *Revista Mexicana de Sociología*, 70 (1), 87-109.
- Pacheco, R., y Vega, O. (2008). Retos y perspectivas en materia de tratamiento de aguas y saneamiento en México. En R. Olivares y R. Sandoval, *El agua potable en México. Historia reciente, actores, procesos y propuestas* (pp. 173-186). México: Asociación Nacional de Empresas de Agua.
- Pombo, A., y Riemann, H. (2004, julio/diciembre). Sistemas sanitarios alternativos para la ciudad de Tijuana. *Frontera Norte*, 16 (32), 91-112.
- Presidencia de la República (1989). *Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994*. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd.htm>
- Presidencia de la República (1995). *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000*. Recuperado de <http://zedillo.presidencia.gob.mx/pages/pnd.pdf>
- Presidencia de la República (2001). *Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006*. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd.htm>
- Presidencia de la República (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd.htm>
- Presidencia de la República (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Recuperado de <http://pnd.gob.mx/>
- Procuraduría Federal del Consumidor [Profeco]. (2015, octubre, 26). *Normas Oficiales Mexicanas*. Recuperado de <https://www.profeco.gob.mx/juridico/>

- noms.asp
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP]. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: el recurso desaprovechado*. París: UNESCO.
- QuimiNet.com. Información y negocios segundo a segundo (2004, septiembre, 1). *Glosario de términos relacionados con el agua*. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/glosario-de-terminos-relacionados-con-el-agua-agua-potable-alcalinidad-2573074.htm>
- Redalyc (2018, febrero, 28). Sistema de Información Científica Redalyc. *Redalyc*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/home.oa>
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos [SARH]. (1991, diciembre, 5). *Programa Nacional de Aprovechamiento del Agua 1991-1994*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4764197&fecha=05/12/1991](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4764197&fecha=05/12/1991)
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos [SARH]. (1992, diciembre, 1). *Ley de Aguas Nacionales*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN\\_orig\\_01dic92\\_ima.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN_orig_01dic92_ima.pdf)
- Secretaría de Desarrollo Social [Sedesol]. (2015). Información estratégica de programas federales. *Comisión nacional del Agua (Conagua)*. Recuperado de [http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/upri/dgapl/fais/PFCFAIS/Conagua\\_3%20feb%202015.pdf](http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/upri/dgapl/fais/PFCFAIS/Conagua_3%20feb%202015.pdf)
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (1988, enero, 28). *Ley General de equilibrio ecológico y la protección al ambiente*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/mexico/mexico\\_1988.pdf](http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/mexico/mexico_1988.pdf)
- Secretaría de Gobernación [Segob], (1983, febrero, 3). *Decreto por el que se reforma y adiciona el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4794121&fecha=03/02/1983](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4794121&fecha=03/02/1983)
- Secretaría de Gobernación [Segob], (1999, diciembre, 23). *Decreto que reforma el artículo 115 constitucional*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4958409&fecha=23/12/1999](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4958409&fecha=23/12/1999)
- Secretaría de Gobernación [Segob]. (2014). *Catálogo de Programas Federales 2014*. México: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (1991, diciembre, 20). *Ley que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones fiscales*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/listuv/LISTUV\\_ref12\\_20dic91\\_ima.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/listuv/LISTUV_ref12_20dic91_ima.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]. (2002, febrero, 13). *Decreto por el que se aprueban los programas sectoriales de mediano plazo denominados: Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 y Programa Nacional Hidráulico 2001-2006*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=736819](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=736819)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]. (2007). *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012*. Recuperado de [http://www.paot.org.mx/centro/gaceta/2008/febrero2008/Programa\\_semarnat\\_2008.pdf](http://www.paot.org.mx/centro/gaceta/2008/febrero2008/Programa_semarnat_2008.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]. (2008). *Plan Nacional Hídrico 2007-2012*. Recuperado de [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PNH\\_05-08.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/PNH_05-08.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat]. (2014). *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*. México: Presidencia de la República, Plan Nacional de Desarrollo y Conagua.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat] y Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2012, septiembre, 30). *Memoria documental del Programa de saneamiento de aguas residuales (Prosanear) para contribuyentes municipales 2008-2012*. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/conaguao7/contenido/Documentos/MEMORIAS%20DOCUMENTALES/Memoria%20Documental%20PROSANEAR.pdf>

- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1995, junio, 10 ). *Programa Hidráulico 1995-2000*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4887875&fecha=10/06/1996](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4887875&fecha=10/06/1996)
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1996, abril, 3). *Programa de Medio Ambiente 1995-2000*. México: Diario Oficial de la Federación . Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4878450&fecha=03/04/1996](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4878450&fecha=03/04/1996)
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1996, junio, 24 ). *Proyecto de Norma Oficial Mexicana 001 Ecol 1996*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de <http://www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Mexico/NOM-001-ECOL.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1997, enero, 6). *Norma Oficial Mexicana NOM 001 Ecol 1996*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4863829&fecha=06/01/1997](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4863829&fecha=06/01/1997)
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1998, junio, 3). *Norma Oficial Mexicana 002-Ecol 1996*. México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998)

## NOTAS DE AUTOR

- <sup>a</sup> Estudiante de doctorado en El Colegio de Sonora, líneas de investigación: análisis de políticas públicas y gestión urbana del agua. Correo electrónico: [jmaya@posgrado.colson.edu.mx](mailto:jmaya@posgrado.colson.edu.mx)
- <sup>b</sup> Profesor investigador en El Colegio de Sonora, líneas de investigación: gestión urbana del agua y gestión integrada de recursos hídricos en regiones áridas. Correo electrónico: [npineda@colson.edu.mx](mailto:npineda@colson.edu.mx)