

METROPOLIS

2002

SEÚL 27-31 MAYO

Comisión 3

Mejora y mantenimiento de la calidad del agua en las metrópolis



Metropolis

COMISIÓN 3

“MEJORA Y MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS METRÓPOLIS”

INFORME DE LA COMISIÓN

Presidente Melbourne

Honorable John Thwaites

Anterior Ministro de Planificación

Gobierno de Victoria, Australia

Vicepresidente Manila

Honorable Benjamin S. Abalos

Presidente Autoridad Metropolitana

de Desarrollo de Manila

Ciudades

Bangkok

Barcelona

Belo Horizonte

Berlín

Busan

Casablanca

Denpasar

Denver

Doha

Douala

Dublín

Ginebra

Guangzhou

Hanoi

Harare

Lisboa

Los Angeles

Manila

Melbourne

México D.F.

Montreal

París

Port Elizabeth

Riad

Río de Janeiro

Seúl

Sydney

Tel Aviv

Toronto

Wellington

Dirección del proyecto

Mary Lewin

*Directora, oficina regional de Metropolis
de la región Asia-Pacífico,
Departamento de Infraestructura, Victoria*

Grupo de trabajo de Melbourne

Peter Guttman

*Analista sénior, Servicios Hidrológicos,
Ministerio de Recursos Naturales y Medio
Ambiente, Melbourne*

Erik Ligtermoet

*Director de proyecto, Regulación Medioambiental,
Investigación y Desarrollo, Melbourne Water
Corporation, Melbourne*

Kelly O'Shanassy

*Unidad de Agua y Política, Autoridad de Protección
del Medio Ambiente, Melbourne*

Rod McCoy

*Director, Mejora de Servicios, Yarra Valley Water,
Melbourne*

Ian Morgans

*Director, Política del Agua y las Captaciones,
Autoridad de Protección del Medio Ambiente,
Melbourne*

George Ruta

*Científico de la calidad del agua, City West Water,
Melbourne*

Greg Ryan

*Director, Calidad del Agua, South East Water,
Melbourne*

Expertos técnicos

Antoine Franconi

Director de proyecto, IAURIF, París

Dr. Michael D. Lee

*Profesor auxiliar, Departamento de Geografía
y Estudios Medioambientales, California State
University, Hayward*

Redacción del informe:

Mary Lewin y Charlotte Allen,
Melbourne, Australia

Editor:

Cristina Piquemal,
Secretaría General de Metropolis

Traducción francés:

Catherine Kiss,
Melbourne, Australia

Traducción español:

Discobole (Nuria Caminero),
Barcelona, España

Fotografías cortesía de:

1. Arab Urban Development Institute
2. Denver Water, Colorado, USA
3. SIG, Geneva, Switzerland
4. Guangzhou Municipal People's Government, China
5. Hanoi, People's Committee, Vietnam
6. Department of Water and Power, City of Los Angeles, CA, USA
7. Melbourne Water, Melbourne, Australia
8. South East Water, Melbourne, Australia
9. Communauté urbaine de Montréal
10. Port Elizabeth City, South Africa
11. Busan Metropolitan City, Korea
12. Dublin Corporation, Dublin, Ireland

© 2002, World Association of the Major Metropolises, Metropolis
Ajuntament de Barcelona
Plaça Sant Jaume, 1 08002 Barcelona (España)
metropolis@mail.bcn.es
www.metropolis.org

Primera edición, abril 2002

Diseño gráfico: Dario Grossi

Impresión: Treballs Gràfics, SA
Santander, 74 08020 Barcelona

ISBN: 84-7609-962-2
Depósito legal: 00000-2002

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
RESUMEN EJECUTIVO	9
INTRODUCCIÓN	11
Objetivo y metodología	11
Ciudades participantes	12
1. CONSIDERACIONES POLÍTICAS Y ECONÓMICAS	15
1.1 Compromisos políticos	15
1.1.1 Cumplimiento de las obligaciones ante los clientes	15
1.1.2 Papel del gobierno nacional	15
1.1.3 Reformas de la política hidrológica desde 1990	16
1.1.4 Reformas de la política hidrológica en los próximos diez años	16
1.1.5 Planificación de un suministro a largo plazo	17
1.2 Cuestiones económicas	18
1.2.1 Titularidad de los recursos hídricos	18
1.2.2 Implicación del sector privado en los servicios del suministro de agua	18
1.2.3 Responsabilidad y financiación pública	20
1.2.4 El coste del agua	21
2. CALIDAD DEL AGUA Y CONTROLES REGULADORES	23
2.1 Acciones para proteger los recursos hídricos	23
2.2 Procesos de tratamiento del agua y mantenimiento de la calidad del agua	24
2.2.1 Directrices y control de la calidad del agua	24
2.3 Control regulador del suministro de agua	26
2.4 Cuestiones de salud pública	27
2.5 Servicios de alcantarillado	27
2.5.1 Tratamiento y evacuación de las aguas residuales	28
2.5.2 Conexiones al alcantarillado	30
2.5.3 Producción y evacuación del lodo residual	30
2.5.4 Mejora general del alcantarillado	31
3. GESTIÓN DE RECURSOS Y SOSTENIBILIDAD	33
3.1 Fuentes de suministros de agua y explotación del suelo en las captaciones	33
3.2 Sostenibilidad	33
3.2.1 Sostenibilidad y seguridad del suministro	33
3.2.2 Cambio climático y sequía	36
3.2.3 Consumo de agua	37
3.2.4 Pérdidas de agua	38
3.2.5 Competencia por el suministro	39
3.2.6 Medidas de conservación del agua y restricciones	40
3.3 Reciclaje de las aguas residuales	41
3.3.1 Reutilización actual de las aguas residuales como agua potable	42
3.3.2 Reciclaje del agua en el futuro para usos potables y no potables	43
3.3.3 Factores a favor y en contra del reciclaje de las aguas residuales	44

3.4 La infraestructura de suministro y distribución del agua.....	44
3.5 Gestión de riesgos.....	47
4. CUESTIONES EMERGENTES	49
5. RETRATOS DE LAS CIUDADES.....	51
BARCELONA.....	51
BELO HORIZONTE.....	52
BERLIN	53
BUSAN	55
CASABLANCA.....	56
DENPASAR.....	58
DENVER	59
DOHA	61
DOUALA.....	62
DUBLÍN.....	64
GINEBRA.....	66
GUANGZHOU.....	67
HANOI.....	68
HARARE	70
LISBOA	71
LOS ANGELES	73
MANILA.....	74
MELBOURNE.....	76
MÉXICO D.F.....	78
MONTREAL.....	80
PARÍS-ÎLE-DE-FRANCE.....	81
PORT ELIZABETH	82
RIAD.....	85
RÍO DE JANEIRO.....	84
SEÚL	86
SYDNEY.....	88
TORONTO	89
WELLINGTON.....	91
REFERENCIAS.....	93

PRÓLOGO DEL PRESIDENTE

El agua es una necesidad básica y un recurso precioso. A medida que la población mundial crece y se urbaniza, aumentan las necesidades de agua y la competencia entre los usuarios. Al mismo tiempo, las comunidades de todo el planeta reclaman cada vez con mayor insistencia un buen suministro de agua limpia y salubre, así como servicios de alcantarillado no contaminantes.

Equilibrar estas exigencias y hallar modos de compartir equitativamente los preciados y escasos recursos hídricos del planeta a fin de proporcionar un suministro de agua seguro y sostenible, ahora y en el futuro, es un reto al que se enfrentan muchas ciudades, especialmente en los países en vías de desarrollo. Un reto al que se debe hacer frente si las ciudades quieren prosperar, crecer y ofrecer un lugar seguro y salubre en el que vivir.

Podemos ganar mucho si compartimos información sobre cómo abordan las ciudades estas cuestiones tan complejas. Espero que los resultados de este estudio ayuden a los miembros de Metropolis y a otros a afrontar estos retos.

Quisiera destacar las contribuciones realizadas por todos los participantes y dar las gracias al grupo de trabajo de Melbourne que colaboró en este estudio por su dedicación y su profesionalidad.

John Thwaites
*Anterior Ministro de Planificación
Gobierno de Victoria
Melbourne, Australia*

RESUMEN EJECUTIVO

Aunque algunas ciudades disponen de suficientes recursos hídricos para satisfacer las necesidades futuras, casi la mitad de las ciudades del estudio cuentan con planes que se aplicarán en los próximos diez años para garantizar suministros seguros de agua a largo plazo. En algunos casos, para satisfacer estas necesidades se usarán fuentes de suministro no tradicionales, como la reutilización de agua saneada o reciclada. En muchos otros, especialmente en los países industrializados y desarrollados, las ciudades buscan un uso más eficiente y más económico del agua potable, la introducción de sistemas de gestión de la demanda y la explotación de fuentes potenciales de suministro que no requieran nuevas grandes infraestructuras, como presas.

Muchas ciudades informaron de que habían reformado sus servicios hidrológicos en los últimos diez años, aunque los enfoques variaban. El estudio demuestra un esfuerzo continuado por reformar los sistemas de suministro de agua. Al parecer, el objetivo principal es crear las condiciones para una mayor implicación del sector privado en estrategias de reducción de costes y de mejora de la calidad. La implicación del sector privado también se está utilizando para facilitar la entrada de nuevas tecnologías y fuentes de financiación, así como para mejorar los servicios mediante la competencia. Por lo general, los clientes de ciudades con servicios privatizados de suministro de agua deben pagar un nivel de beneficio, aunque este aspecto puede estar regulado en la legislación. La privatización no ha sido el único método utilizado para mejorar el rendimiento y la calidad. En algunas ciudades se han utilizado sistemas alternativos, como el fomento de la competencia mediante cotas de referencia, la subcontratación de actividades periféricas y controles reguladores.

La mayoría de las ciudades indicaron que su suministro de agua bruta procedía de diversas fuentes, en su mayor parte ríos, embalses y lagos. En sus sistemas de distribución, casi todas las ciudades tienen dos o más fuentes

de recursos, lo cual se considera esencial para minimizar las interrupciones y mantener el suministro. Diez de las ciudades indicaron que la explotación del suelo en sus captaciones de agua incluía una proporción variable de bosques y prados, industria, agricultura y desarrollo residencial. En algunos casos, estas actividades son significativas. Algunas ciudades necesitan transportar el agua a grandes distancias y es bastante frecuente que las fuentes de agua se encuentren a 150 km de la ciudad.

Las acciones encaminadas a proteger los suministros de agua están directamente relacionadas con saber cómo y dónde obtener agua. La mayoría de las ciudades no disponen de captaciones cercadas y protegidas, y casi todas ellas protegen sus recursos mediante la regulación de los vertidos y de las actividades en las zonas de captación del agua. Algunas ciudades están desarrollando nuevas estrategias para proteger sus captaciones de agua, mientras que otras parecen centrarse únicamente en tratar los suministros de agua bruta para velar por la salud de los ciudadanos. Dos ciudades participantes en el estudio recomiendan siempre a la población hervir el agua destinada al consumo, debido a la precariedad de la infraestructura y de los servicios de la red.

Todas las ciudades controlan la calidad de sus aguas y todos los gobiernos municipales participantes en el estudio son responsables del suministro de agua potable o están directamente implicados en él. La titularidad y la gestión de las plantas de tratamiento de aguas residuales de todas las ciudades es pública. Más de tres cuartos de las ciudades organizan regularmente campañas de conservación de los recursos hídricos.

Todas las metrópolis notificaron la existencia de pérdidas de agua en sus sistemas, aunque el porcentaje varía considerablemente. La mayoría experimentan pérdidas de entre el 15% y el 30%, mientras que hay algunos casos en los que inexplicablemente se pierde más de la mitad del agua. En la ciudad con el mejor resultado las pérdidas no superan el 3%.

De las respuestas proporcionadas por la mayoría de las ciudades del estudio se desprende que la necesidad de caudales medioambientales en los ríos para su salubridad y su ecología no se considera un uso prioritario del agua e incluso muchas parecen no tener en cuenta esta opción. El reconocimiento de la necesidad de caudales medioambientales se limita fundamentalmente a las ciudades de los países más ricos.

La tarificación del agua corre por lo general a cargo del gobierno. Las ciudades que dependen en buena parte de subsidios gubernamentales presentan estructuras de tarificación aparentemente bastante arbitrarias.

En muchos países en vías de desarrollo, el mantenimiento de los servicios de aguas residuales no es precisamente adecuado y, en diversas ciudades, las redes de alcantarillas son casi inexistentes. En estos países, la recogida y el tratamiento inadecuados de las aguas residuales son la causa de contaminación ambiental, bajos niveles de higiene e importantes riesgos para la salud.

Por otro lado, no resulta sorprendente un dato que se desprende del estudio: las ciudades de los países desarrollados presentan un mayor consumo de agua per cápita, una infraestructura en mejor estado, además de un tratamiento y una evacuación de las aguas residuales más seguros y completos.

Participaron en el estudio treinta ciudades, en representación de todos los grandes continentes, tanto del mundo desarrollado como del mundo en vías de desarrollo. A pesar de que esta diversidad resulta beneficiosa para el estudio, hubo diferencias significativas en el modo en que se interpretó y se respondió el cuestionario, lo cual ha provocado algunas incoherencias en los datos recopilados. Por otro lado, algunas ciudades no contestaron todas las preguntas. En la preparación de este informe, estos aspectos han sido tenidos en cuenta.

INTRODUCCIÓN

El agua es la necesidad más básica de la creciente población mundial. A los gobiernos, los políticos y los planificadores se les presenta el reto de suministrar adecuadamente agua a todo el mundo, garantizando que no contenga residuos ni esté contaminada. Las ciudades necesitan un suministro abundante, seguro e ininterrumpido de agua potable limpia para sus habitantes, pero esta demanda debe equilibrarse con la necesidad igualmente importante de agua para la agricultura, el comercio, la industria, el ocio y el medio ambiente.

En muchas regiones del mundo, el agua se está convirtiendo en una cuestión política y medioambiental cada vez más importante, pues los países, las ciudades y las comunidades compiten en necesidades y exigencias por el agua dulce del planeta. La demanda de agua se ha incrementado con el crecimiento demográfico de las ciudades. La competencia por el agua es más feroz, no sólo entre ciudades y zonas rurales, sino también entre naciones. En muchos países, las ciudades también deben competir con las necesidades medioambientales, pues la restauración de ecosistemas dañados y la conservación de especies en peligro requiere que se respeten los caudales naturales, que se limite la utilización de las aguas subterráneas y que se impidan mayores extracciones o una expansión de la infraestructura hidráulica.

En todo el mundo, aproximadamente 1.300 millones de personas no tienen acceso a agua potable segura. Casi todas ellas viven en países en vías de desarrollo. Además, aproximadamente el 57% de la población de estos países (2.600 millones de personas) no tienen acceso a una higiene adecuada¹. Existe una clara relación entre estos dos datos. La necesidad de abordar el problema del suministro doméstico de agua se intensificará con toda probabilidad en un futuro a corto plazo. En algunas partes del mundo, el acceso a suministros de

agua adecuados limita el desarrollo de zonas tanto urbanas como rurales. Las disputas por el agua no son infrecuentes y tanto un uso ineficiente como la contaminación amenazan la cantidad y la calidad de los recursos de agua subterránea y superficial. Incluso países y regiones con buenos recursos hídricos podrían tener problemas en el futuro si la demanda sigue creciendo y el cambio climático continúa. Se ha vaticinado que las grandes guerras y conflictos del siglo XXI bien podrían disputarse el acceso al agua.

El modo en que las ciudades suministran agua a sus comunidades está estrechamente relacionado con su método de gobierno y de gestión, así como con el clima y la geografía local. Las circunstancias históricas, económicas, culturales, políticas y sociales de cada ciudad, así como los modelos de asentamiento tienen un impacto fundamental en la disponibilidad, la calidad y la distribución de los recursos hídricos.

OBJETIVO Y METODOLOGIA

Metropolis emprendió este estudio para instar a las autoridades a identificar los aspectos críticos de la sostenibilidad de los suministros de agua en sus ciudades; para proporcionar algunos datos de referencia a las personas encargadas de la toma de decisiones tanto en los países desarrollados y como en los que están en vías de desarrollo, y para aportar información sobre las experiencias de las ciudades participantes a las autoridades del agua. Todos los participantes rellenaron un cuestionario que abordaba temas relacionados con el suministro del agua en términos de políticas gubernamentales, sostenibilidad de los recursos hídricos, seguridad del suministro, consideraciones económicas, tratamiento y control de la calidad del agua, servicios de

1. UNDP, 1999. Human development report 1999. Oxford University Press, Oxford.

Figura 1: Localización geográfica de las ciudades participantes



alcantarillado y requisitos de infraestructuras. Se solicitó información adicional mediante un cuestionario complementario, pero sólo se recibieron las respuestas de once ciudades.

Hubo diferencias en la forma de interpretar y responder al cuestionario. Aspectos que son importantes en una parte del mundo no lo son necesariamente en otros lugares, lo que provocó algunas incoherencias en los datos recopilados. Además, no todas las ciudades contestaron todos los apartados. A pesar de todo, el estudio sí que aporta información relevante tanto para los miembros de Metropolis como para otros participantes.

Al redactar este informe se han tenido en cuenta esas dificultades. Para aumentar la información obtenida a partir del cuestionario, también se han utilizado estudios publicados relacionados con los temas que aquí se abordan.

CIUDADES PARTICIPANTES

Las treinta ciudades que participaron en el estudio están repartidas por toda la geografía del planeta. Están representados los grandes continentes y hay ciudades tanto de países desarrollados como de países en vías de desarrollo. La población de las ciudades participantes oscila entre las 347.000 personas de Wellington y los 10,9 millones de París-Île-de-France.

La diversidad de las ciudades es evidente al observar las cifras de consumo diario de agua per cápita, que oscila entre unos 100 litros diarios por persona y más de 1.000 litros. El promedio de consumo diario per cápita de todas las ciudades es de 410 litros al día. Es también indicativo de las diferencias entre las ciudades el número de personas a las que sirve cada conexión de propiedad: oscila entre 15,1 en Riad y 1,6 en Lisboa, con un promedio global de 4,4 personas por conexión.

Figura 2: Fuentes de suministro de agua y su titularidad

CIUDAD	POBLACIÓN	FUENTE DE SUMINISTRO DE AGUA	%	CANTIDAD SUMINISTRADA EN 98/99 (MEGALITROS)	TITULARIDAD
BARCELONA	3.100.000	Superficial Subterránea	85 15	320.000 ML	Estado/gobierno local
BELO HORIZONTE	2.200.000	Superficial	100	116.600 ML	
BERLÍN	3.400.000	Superficial	100	224.000 ML	Estado
BUSAN	3.763.000	Superficial	93	524.040 ML	Gobierno local
CASABLANCA	3.500.000	Superficial	100	181.000 ML	Estado
DENPASAR	385.478	Superficial (río) Subterránea	70 30	17.492 ML	Gobierno local
DENVER*	1.066.000	Superficial	100	323.560 ML	Gobierno federal
DOHA (QATAR)	600.000	Superficial (destilación MSF) Subterránea	90 10	130.678 ML	Estado
DOUALA	484.870	Superficial	85	21.800 ML	Estado
DUBLÍN	1.200.000	Superficial	100	164.250 ML	Gobierno local
GINEBRA	408.000	Superficial Subterránea	80 20	60.200 ML	Estado
GUANGZHOU	6.850.000	Superficial Subterránea	n/d	1.236.000 ML	Gobierno local
HANOI	700.000	Subterránea	100	138.276 ML	Estado
HARARE	2.200.000	Superficial	100	152.200 ML	Estado
LISBOA	517.650	Superficial Subterránea	90 10	62.225 ML	Estado
LOS ÁNGELES	3.800.000	Superficial Subterránea	85 15	798.000 ML	Estado
MANILA	6.400.000	Superficial Subterránea	97 3	1.101.205 ML	Estado
MELBOURNE	3.300.000	Superficial	100	494.000 ML	Estado
MEXICO D.F.	8.300.000	Subterránea Superficial	81 19	830.400 ML	Gobierno federal
MONTREAL	1.500.000	Superficial	100	1.779.7 ML	Estado
PARÍS**	10.926.000	Superficial Subterránea	70 30	850.000 ML	Estado/gobierno local
PORT ELIZABETH	1.250.000	Superficial	n/d	68.360 ML	Conjunta: estado, gobierno local y privado
RIAD	3.855.758	Desalinizada Subterránea	65 35	506.483 ML	Estado
RÍO DE JANEIRO	1.486.768	Superficial	100	n/d	Estado
SEÚL	10.321.000	Superficial	100	1.654.291 ML	Estado
SYDNEY	3.995.000	Superficial	100	599.692 ML	Estado
TEL AVIV***	1.500.000	Superficial	100	n/d	Estado
TORONTO	3.000.000	Superficial	100	540.000 ML	Estado/gobierno local
WELLINGTON	347.000	Superficial Subterránea	61 39	54.900 ML	Gobierno regional/local

* Sólo clientes de Denver Water, no el total de la población metropolitana.

** Región de París-Ile-de-France.

***La respuesta recibida de Tel Aviv no fue completa.

1. CONSIDERACIONES POLÍTICAS Y ECONÓMICAS

1.1 COMPROMISOS POLITICOS

El agua es una necesidad básica. Dada su importancia en todos los aspectos de la vida, el agua es también una cuestión política. Los gobiernos no pueden pasar por alto el papel que deben desempeñar para garantizar que sus comunidades disponen de agua para el consumo y para la higiene, al tiempo que se satisfacen las necesidades de la industria, la agricultura y el medio natural.

La política hidrológica y la planificación estratégica del gobierno se expresa en la legislación y en la normativa relativas a la titularidad, el suministro y la calidad del agua, su utilización, el desarrollo de los recursos, la planificación de un suministro a largo plazo, el tratamiento y la evacuación de las aguas residuales y el agua para caudales medioambientales.

Los marcos legislativos adoptados por los países y las ciudades para gestionar sus recursos hídricos y su suministro suelen ser complejos y reflejan, entre otros aspectos, los sistemas políticos y las estructuras de gobierno actuales y del pasado. El estudio demostró que esta legislación y estas normativas corren a cargo de los gobiernos nacionales, regionales y locales. La legislación que afecta a muchas ciudades es a menudo poco sistemática, se solapa con otras normas y a veces es obsoleta.

Asimismo, los gobiernos tienen la responsabilidad de garantizar que el agua sea asequible para los ciudadanos, y algunas ciudades, aunque no todas, indicaron que sus tarifas tienen en cuenta la obligación ante la comunidad de hacer concesiones en las tasas del agua.

1.1.1 Cumplimiento de las obligaciones ante los clientes

De los once cuestionarios complementarios contestados, tres ciudades afirmaron no tener ninguna obliga-

ción ante sus clientes, mientras que las ocho restantes declararon que sí que tienen. En el caso de estas últimas ciudades, las obligaciones suelen especificar el nivel de servicio que se debe ofrecer e incluyen unos niveles mínimos de calidad y de presión del agua, así como tiempos de respuesta ante posibles interrupciones del suministro.

No obstante, la mayoría de las ciudades tienen un sistema de reclamaciones a disposición de los clientes, reclamaciones que generalmente se registran y derivan en alguna actuación. En Seúl, por ejemplo, si los servicios no cumplen lo estipulado en sus obligaciones, se imponen multas. Las compañías minoristas del agua de Melbourne entregan a sus clientes un documento donde se especifican las obligaciones de la compañía.

Más conscientes de sus derechos y de lo que pagan por el agua, los habitantes de algunas ciudades tienen más presente la noción de servicio y son menos tolerantes con las interrupciones del suministro. En Melbourne se ha percibido un cambio en los últimos diez años, con una mejora en el marketing de los niveles de servicio y los derechos de los clientes. Ahora sus clientes esperan un servicio mejor, menos interrupciones y más breves. Berlín ha indicado que las reclamaciones se presentan antes y es probable que esta situación sea común a numerosas ciudades.

Ante unos precios más elevados del agua y del servicio, y dada la mayor conciencia del "valor del dinero" entre la comunidad, los habitantes de Port Elizabeth esperan, según se ha indicado, una respuesta inmediata a las interrupciones en el suministro. Esta expectativa de respuesta inmediata cuando se interrumpe el suministro ha aumentado a causa de la instalación de contadores de agua en lugares donde antes no existían.

1.1.2 Papel del gobierno nacional

La responsabilidad del gobierno nacional se centra en fijar un marco de actuación para que las ciudades puedan suministrar agua potable. Se destacó especialmente la gestión de los recursos hídricos y la definición de estándares.

En ocho de las once ciudades que respondieron a la pregunta al respecto, el gobierno local tenía la responsabilidad o una implicación directa en el suministro de agua potable. En Toronto y en Melbourne ésta es una competencia del gobierno regional.

1.1.3 Reformas de la política hidrológica desde 1990

Muchas de las ciudades del estudio han realizado reformas de la política hidrológica en los últimos diez años. Son diferentes, pero coinciden en algunos temas comunes:

- Cooperación entre el sector público y el privado para que empresas privadas participen en el suministro del agua.
- Puesta en práctica de estrategias para impulsar una mejora del negocio.
- Mayor concienciación en cuestiones como la conservación del agua y el impacto medioambiental.
- Niveles de compromiso revisados y mejorados para el suministro de agua potable.

En ciudades como Dublín, Ginebra y Riad no se ha llevado a cabo ninguna reforma.

El suministro eficiente de agua, con una producción máxima y una reducción de costes, ha sido el objetivo de muchas ciudades. El principal incentivo existente para mejorar constantemente es la comparación con otras empresas, así como la redacción de un informe

anual sobre el rendimiento. En Denver conceden premios a los empleados para una manera de reconocer y fomentar la innovación y la mejora. Sólo Port Elizabeth y México D.F. indicaron que no utilizaban incentivos para mejorar la productividad.

En Australia, la decisión tomada en 1995 por el Consejo de Gobiernos Australianos impulsó la reforma de la política hidrológica para solucionar la pugna por el agua entre los usos medioambientales y los usos humanos.

Doha, cuya agua potable procede casi en su totalidad de tres plantas desalinizadoras, ha transferido la competencia del suministro de agua del Ministerio de Electricidad y Agua a una corporación hidrológica. Es el primer paso hacia la privatización y, de hecho, algunas de las instalaciones de producción ya están en manos de una empresa privada. Tras la completa privatización, el papel de la corporación se limitará a adquirir el agua para su distribución.

Melbourne ha dividido su industria hidráulica en una empresa mayorista y tres minoristas. La competitividad ha generado una mayor eficiencia mediante el establecimiento de puntos de referencia, la utilización de contratos privados competitivos en los servicios de mantenimiento y construcción y la potenciación de un enfoque comercial en la gestión del negocio. Las obligaciones están ahora más claras gracias a la concesión de licencias a los minoristas y a los planes reguladores establecidos mediante una oficina reguladora general.

Fuente: Melbourne Water



1.1.4 Reformas de la política hidrológica en los próximos diez años

Para los próximos diez años hay también previstas otras reformas, entre las que se incluyen las resultantes de los avances tecnológicos, de la introducción y el desarrollo de los principios de la competencia, de la aplicación de fuentes de suministro alternativas, de una mayor participación del sector privado, de un mejor servicio y un rendimiento más eficaz, de la reforma institucional, de la conservación del agua y de la protección medioambiental.

Berlín, donde reformas recientes han privatizado el 49,9% de sus recursos hídricos, tiene previsto realizar nuevas privatizaciones, aunque su alcance no está claro.

En términos generales, el estudio demuestra un impulso continuado de reforma de las autoridades responsables del suministro del agua. Al parecer, el principal objetivo consiste en crear las condiciones necesarias para una mayor implicación del sector privado, como estrategias de reducción de costes y de mejora de la calidad. La implicación del sector privado también se utiliza para facilitar la entrada de nuevas tecnologías y fuentes de financiación, así como para mejorar el servicio mediante la competencia. Asimismo, la privatización puede tener el efecto de distanciar al gobierno de las reformas tarifarias y los regímenes de "pago por uso".

1.1.5 Planificación de un suministro a largo plazo

A raíz de su crecimiento, muchas ciudades han tenido que recurrir a fuentes de suministro de agua adicionales cada vez más distantes. En el siglo xx, la planificación y el desarrollo de los recursos hídricos se basaban en proyecciones demográficas, la demanda de agua per cápita, la producción agrícola y los niveles de productividad económica. Dado que las previsiones siempre han indi-

cado un crecimiento de estos factores, también se esperaba que aumentaran las necesidades de agua.

Antes de la década de 1980, los planificadores asumían que los déficits previstos se podrían cubrir con nuevas infraestructuras físicas, como nuevos embalses de almacenamiento de agua, acueductos y tuberías para realizar transvases entre cuencas. Este enfoque tendente a confiar en soluciones físicas, como nuevas presas, sigue dominando el ámbito de la planificación hidrológica, aunque cada vez encuentra más oposición. Las agencias de planificación y los suministradores empiezan a considerar una planificación integrada de los recursos hídricos (IWRP son sus siglas en inglés), un enfoque más holístico que busca más eficiencia, una gestión de la demanda y fuentes de suministro alternativas. La gestión de la demanda se convierte en un elemento clave para satisfacer las necesidades futuras liberando fuentes existentes mediante su conservación para responder a la demanda creciente de un número cada vez mayor de clientes.

Las inversiones del pasado en infraestructuras físicas han generado indudables beneficios. En la mayoría de los países desarrollados, los suministros de agua son salubres y fiables, con lo que han desaparecido muchas de las enfermedades que se transmitían por el agua, tan habituales en Europa y América del Norte a principios del siglo xix. Estas infraestructuras han requerido una enorme inversión económica. Pero ha habido otros costes. Los proyectos de infraestructuras para suministrar agua bruta también destruyeron ecosistemas, trastornaron poblaciones humanas, inundaron enclaves culturales y alteraron procesos de sedimentación. Estos fueron los costes ocultos del desarrollo hidráulico del siglo xx.

Depender de la construcción de más y más presas y embalses para recoger y almacenar grandes volúmenes de agua dulce resulta cada vez menos atractivo por

razones medioambientales, económicas y sociales. Los costes del suministro de agua aumentan porque el coste real por unidad de suministro para nuevos proyectos de ingeniería suele ser dos o tres veces el de las fuentes existentes. Además, los nuevos sistemas de suministro de agua resultan cada vez más caros, si los comparamos con las alternativas no estructurales. Dados los niveles relativamente elevados de ineficacia en la distribución y en el uso del agua, la demanda actual podría reducirse sin grandes gastos mediante tecnologías de conservación del agua, un cambio en el comportamiento de los usuarios, la detección de fugas y la reparación de esos puntos. Así, los recursos hídricos existentes podrían satisfacer las necesidades de nuevos usuarios. Por otro lado, hasta ahora, casi todos los progresos relacionados con el agua contaban con subvenciones o la financiación de gobiernos y organizaciones financieras internacionales. Recientemente, las presiones que afectan a los presupuestos de muchos gobiernos limitan los fondos destinados a grandes proyectos hidrológicos, con lo cual las alternativas no estructurales se convierten en una necesidad. Según las previsiones, el coste medio mundial de la mayoría de los nuevos proyectos destinados a suministrar agua a los consumidores será dos o tres veces el de las inversiones existentes.^{II}

Se construirán algunas nuevas presas, acueductos y otras infraestructuras, sobre todo en los países en vías de desarrollo donde todavía no se satisfacen las necesidades básicas de agua para usos humanos. No obstante, en este nuevo siglo, satisfacer la demanda de agua de una ciudad dependerá cada vez más de fuentes de suministro no tradicionales, como sistemas de reutilización de agua saneada o reciclada y, en algunos casos concretos, agua salobre desalinizada.^{III} Este enfoque coincide con las advertencias realizadas en la Conferencia de las

Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992.

De las ciudades participantes en el estudio, casi la mitad dispone de planes que se llevarán a cabo en los próximos diez años con el fin de garantizar un suministro seguro de agua a largo plazo. Los medios para llegar a este objetivo varían. En general, la respuesta de los países más industrializados y desarrollados consiste en buscar un uso más eficiente y económico del agua potable, introducir sistemas de gestión de la demanda y explorar el potencial de fuentes de suministro alternativas que no requieran la construcción de grandes infraestructuras, como presas. No obstante, ciudades como Denpasar, Doha, Dublín, Hanoi, Harare, Manila, México D.F. y Busan cuentan con planes que incluyen nuevas grandes infraestructuras.

1.2 CUESTIONES ECONOMICAS

1.2.1 Titularidad de los recursos hídricos

Las grandes ciudades suelen tener derechos legales para utilizar el agua sin ser realmente propietarias de los recursos hídricos o de las captaciones, pues la titularidad suele ser del gobierno federal o estatal. Los recursos hídricos son titularidad del gobierno en ciudades como Berlín, Casablanca, Denpasar, Denver, Douala, Ginebra, Harare, México D.F., Melbourne, Seúl y Sydney. Los recursos hídricos de París son "parte del patrimonio común nacional". Los de Port Elizabeth son propiedad de diversas organizaciones públicas y privadas. Tanto en Manila como en Busan, el 3% de los recursos hídricos son de titularidad privada. El Consejo Regional y cuatro autoridades municipales son los titulares de los recursos hídricos de Wellington. Las ciudades pueden tener derechos legales para utilizar el agua,

II. Serageldin I., 1995. Toward sustainable management of water resources. World Bank Directions in Development Series. Washington D.C.

III. P.H. Gleick, Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Meeting basic water needs as a human right, ponencia de conferencia, X Congreso Mundial del Agua, Melbourne, marzo 2000.



propiedad del gobierno, pero también pueden estar obligadas a alcanzar ciertos niveles de eficiencia en su asignación del agua y/o estar sujetas a una legislación pública sobre monopolios que podría afectar a futuras renuncias, por ejemplo, cumplir objetivos medioambientales o solucionar sequías regionales o déficits de suministro a más largo plazo. En algunos casos, los sistemas legales pueden permitir a las ciudades vender el excedente de agua a otros proveedores a través de mercados del agua.

Las ciudades que no son propietarias de las zonas de captación de agua o de los manantiales obtienen sus recursos de terceras partes, como una entidad gubernamental superior, otra ciudad/empresa de servicio público (que actúa como mayorista), un ente privado (como el propietario de una planta desalinizadora) o una combinación de éstas.

Los recursos hídricos de la ciudad son titularidad del gobierno federal, regional o estatal en 19 ciudades. En una ciudad, existe una concesión privada. Dos países, Canadá y los Estados Unidos, comparten la titularidad del lago Ontario, del que Toronto obtiene su agua. Una vez finalice el programa de privatización de las plantas desalinizadoras de Doha, el sector privado poseerá y explotará las tres plantas que suministran más del 90% del agua potable de la ciudad.

1.2.2 Implicación del sector privado en los servicios de suministro de agua

Actualmente existe un debate sobre la implicación del sector privado en los servicios de suministro de agua, con fuertes argumentos tanto a favor como en contra. Proporcionar un suministro sostenible de agua es un proceso complejo en el que los objetivos de sostenibilidad van ligados a aspectos económicos y políticos. Replantearse un papel adecuado y eficaz del gobierno,

ofrecer precios justos, financiar la ampliación y la reparación de sistemas urbanos en proceso de deterioro y satisfacer una demanda creciente a partir de recursos hídricos limitados y a menudo sobreexplotados son factores fundamentales de la tendencia global hacia una implicación del sector privado en el suministro y la gestión del agua en las ciudades.

No obstante, el debate gira en torno al grado de participación del sector privado en el suministro de agua potable a las comunidades urbanas. En términos generales, hay cuatro niveles de participación del sector privado en calidad de proveedor de servicios o inversor en infraestructura.

- **Contratos de gerencia:** Mediante un contrato de gerencia, se contrata a una empresa privada para que se encargue de la explotación y el mantenimiento de un servicio durante un período predeterminado sin que la empresa o consorcio privado financien el activo. Es el sector público el que financia tanto el activo fijo como el capital circulante.
- **Contratos de arrendamiento:** Mediante un contrato de arrendamiento, una empresa privada arrienda, explota y mantiene un activo propiedad del Estado durante un período prescrito. El sector público conserva la responsabilidad de financiar las inversiones en activos fijos.
- **Concesiones:** Mediante un contrato de concesión, un operador privado adquiere la responsabilidad de desarrollar o rehabilitar y explotar un servicio o un activo propiedad del Estado durante un período prescrito. Las concesiones incluyen acuerdos como programas de construcción-explotación-transferencia o rehabilitación-explotación-transferencia.
- **Privatización:** Mediante la privatización, activos propiedad del Estado se venden a una compañía o un consorcio privado. El ente privado pasa a ser titular y a gestionar esos activos de forma perpetua.¹

1. Banco Africano para el Desarrollo.

Entre los temas centrales del debate sobre la privatización de los servicios hidrológicos se encuentran los siguientes:

- Cuál es la mejor manera de satisfacer las necesidades de la comunidad de un suministro de agua sostenible, seguro y asequible.
- Si un sector privado motivado por los beneficios puede, o debe, ser el responsable de satisfacer esta necesidad básica o no.
- El coste de la infraestructura de los servicios hidrológicos y el impacto en las finanzas del gobierno.
- El lugar del mercado libre en el abastecimiento de servicios esenciales para la comunidad como el suministro de agua.

Allí donde se han privatizado los servicios hidrológicos, es un hecho aparentemente generalizado que los operadores privados estén sujetos al control gubernamental y se establezcan tarifas y condiciones de explotación adecuadas para proteger a la población de cualquier abuso potencial del monopolio. En el Reino Unido, la Oficina de Servicios Hidrológicos intentó limitar el poder del monopolio, regular los gastos –lo cual incluía asegurar una inversión adecuada en mejoras de la infraestructura y del servicio– e impedir una realización de beneficios y una separación de activos excesivos para beneficiar a los accionistas. En los Estados Unidos, las Comisiones de Empresas de Servicios Públicos suelen adjudicar sobretarifas en las que los proveedores privados ya incluyen los costes y los márgenes de beneficios estimados dentro de las estructuras de precios propuestas.

Ocho ciudades explicaron que sus servicios hidrológicos son de titularidad pública, pero el sector privado participa en las áreas que resultan beneficiadas de la competencia del mercado. En Berlín, el 49,9% está en manos privadas. Las reservas de agua, las plantas de tratamien-

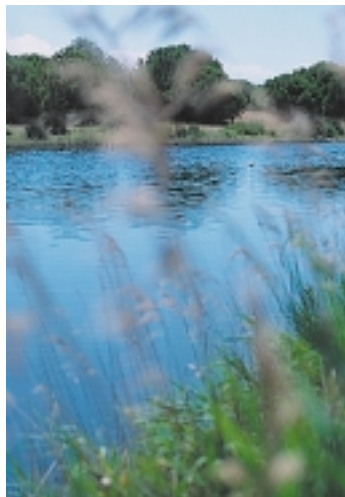
to y los activos de las redes de la ciudad de Manila son en su totalidad propiedad del gobierno. No obstante, una compañía privada las explota a través de una concesión de 25 años. En Melbourne hay una corporación mayorista de titularidad pública que se encarga del suministro de agua y de la evacuación de las aguas residuales y tres minoristas también de propiedad pública. La empresa de servicios públicos de Riad está totalmente gestionada por el gobierno, al igual que la de Toronto, aunque en este último caso la mayoría de los servicios secundarios corren a cargo de empresas privadas subcontratadas. En Tel Aviv, el gobierno central vende al por mayor al gobierno local y en Lisboa la autoridad del gobierno regional vende al por menor al público.

El estudio no indica ninguna correlación entre los niveles de privatización y la escasez de agua, las condiciones económicas, las dimensiones de la ciudad ni el estado de la infraestructura. Parece ser que la privatización viene determinada en gran parte por la tradición política y por cuestiones bastante distantes de consideraciones relacionadas con la gestión de los recursos naturales.

La privatización de los servicios de aguas residuales no es evidente en ninguna de las ciudades que participaron en el estudio. Melbourne, con sus tres compañías minoristas, es la única ciudad en la que la disgregación de las funciones minorista y mayorista incluye los servicios de suministro de agua y de alcantarillado. Ambos son aún propiedad del gobierno en su totalidad. (El apartado 2.5 incluye información sobre los servicios de alcantarillado.)

1.2.3 Responsabilidad y financiación pública

Muchas ciudades no respondieron a esta pregunta. Sin embargo, es evidente que las ciudades generan ingresos para financiar sus servicios hidrológicos de diversas maneras. Para recuperar los gastos, pueden cobrar a los



consumidores el agua que reciben como un bien básico, la conexión del servicio y/o diferentes tasas para cubrir gastos especiales como la mejora de los sistemas de distribución. Los proveedores del sector público suelen actuar en vistas a cubrir sus costes de explotación a largo plazo, aunque grandes agencias gubernamentales pueden asumir algunos costes a través de subvenciones financiadas por los contribuyentes o mediante ayudas internacionales al desarrollo en el caso de las ciudades de países en vías de desarrollo. A corto plazo pueden surgir déficits o superávits fiscales, que tienden a desaparecer a largo plazo.

Los consumidores de las ciudades con sistemas hidrológicos privatizados deben pagar en general un nivel de beneficios sobre los costes de explotación, aunque la legislación puede prever ciertos límites. Los grandes proyectos económicos suelen estar financiados por algún tipo de emisión de obligaciones o a través de préstamos comerciales o federales, estatales o regionales. En los países en vías de desarrollo, los fondos pueden proceder de fuentes internacionales en forma de subvenciones o préstamos, a menudo a un tipo de interés bajo.

Los ingresos de explotación de aproximadamente la mitad de las ciudades del estudio proceden en su mayor parte de la venta del agua y de las tasas por evacuación de las aguas residuales. La otra mitad identificó las subvenciones gubernamentales como su principal fuente de ingresos.

El capital de inversión se consigue de bancos privados, emisiones de bonos públicos, subvenciones y préstamos del gobierno, y cooperaciones entre los sectores público y privado. El estudio demostró que las ciudades utilizan diversos medios para financiar sus infraestructuras. Berlín y Sydney indicaron que éstas están financiadas por el gobierno. En Los Ángeles se utiliza una combinación de fondos procedentes de impuestos municipales y emisiones de bonos; en Barcelona los fondos proceden

a partes iguales del gobierno regional y de la corporación pública regional, mientras que Denver depende exclusivamente de la financiación de la deuda y ni "da ni recibe fondos de la ciudad o del condado de Denver". La ayuda internacional es una importante fuente de capital en los países en vías de desarrollo. Por ejemplo, Harare cuenta con el apoyo de fondos generados internamente, préstamos del gobierno y bancos como el Banco Mundial y el Banco Africano para el Desarrollo. No obstante, a pesar de estas variaciones, existe un nivel estable y significativo de implicación gubernamental en la financiación de programas de ampliación y de nuevo desarrollo. En dos ciudades, una de las cuales es Melbourne, las autoridades del agua se autofinancian completamente.

El estudio demostró una tendencia creciente a la publicación de informes financieros y a la exigencia de una responsabilidad ante reguladores gubernamentales que velan por el cumplimiento los objetivos contractuales. Sin embargo, la publicación abierta de informes parece poco frecuente en la mayoría de los casos: aunque en teoría están a disposición del público, tienden a estar en manos del gobierno o de la autoridad responsable. Al menos una ciudad, Los Ángeles, parece abordar el tema de la responsabilidad generando satisfacción entre los clientes mediante una educación del consumidor y Melbourne pone a disponibilidad del público los informes sobre medio ambiente y salud pública.

1.2.4 El coste del agua

El establecimiento de los precios del agua es responsabilidad del gobierno en una mayoría aplastante de ciudades. El precio del agua se puede basar en el volumen utilizado ("precio de mercancía") sólo allí donde hay instalados contadores que se leen regularmente, por lo general con una periodicidad mensual o bimensual. Si no hay contadores de agua instalados, las ciudades

deben utilizar un sistema de tarifas fijas o deben basar sus precios en algún tipo de dato sustitutivo del consumo, por ejemplo, el diámetro de la conexión, el tamaño o el valor estimado de la propiedad a la que se da servicio o el tipo de instalación industrial. El "precio de mercancía" puede depender de diversas estructuras tarifarias, como por ejemplo, tarifas constantes, tarifas descendentes (basadas en un concepto de economía de escala) o tarifas ascendentes, una estructura cada vez más habitual y a menudo conocida como "precio de conservación": cuanto más se usa, más se paga.

La mayoría de las ciudades cobran el agua en función de una fórmula que incorpora una cuota por consumo volumétrico y una cuota de servicio. Sin embargo, muchas ciudades no aportaron datos financieros sobre la relación entre gastos e ingresos. En México D.F., el precio lo define la autoridad, siguiendo unas directrices específicas, y después lo aprueba el Congreso del Estado. En ciudades que suelen depender en buena parte de las subvenciones del gobierno, como es el caso de Riad, las estructuras de precios parecen bastante arbitrarias. Esto puede indicar que muchas autoridades del agua no han establecido una relación entre el coste derivado de la distribución del agua y el precio de consumo, o que no tienen los datos contables necesarios para hacerlo. Estas circunstancias pueden plantear serias dificultades en la planificación y la gestión del sistema, sobre todo si los recursos son escasos y existen presiones derivadas de la competencia entre diferentes usos.

Las respuestas de Seúl, Melbourne y Ginebra muestran que sus corporaciones hidrológicas producen un superávit que después se puede reinvertir. En el caso de Melbourne, el superávit se entrega al accionista, el gobierno de Victoria. Esto se hace, en parte, para cumplir los requisitos de la competencia para equivalencia fiscal y, en parte, para proporcionar fondos al gobierno, pues el negocio del agua se considera una operación comercial.

Las respuestas de Harare y de Riad demuestran que el precio que los consumidores deben pagar por el agua es inferior al coste de producción y distribución.

Este no es el caso en Tel Aviv, donde una compañía propiedad del gobierno vende el agua a las autoridades municipales a un precio aproximadamente equivalente a los costes de producción y distribución, y las autoridades municipales la venden después a los consumidores con cierto margen de beneficio. La respuesta de Tel Aviv no especificaba a qué se destinaban estos beneficios, aunque podrían reflejar simplemente los costes de administración de los gastos de la ciudad correspondientes a facturación y a infraestructura local, por ejemplo. El coste real lo fijan las autoridades locales y lo aprueba el ministro del Interior. Esta normativa tarifaria impone una carga financiera a los grupos de nivel socio-económico inferior de la comunidad.

La mayoría de las ciudades basan los precios del agua en una combinación de una cuota de servicio y volumen consumido. Wellington y Montreal son dos claras excepciones. En Wellington son muy pocas las fincas que tienen contadores, por lo que el agua se incluye en los impuestos anuales sobre la propiedad. Las tarifas de Montreal se basan en el valor de la propiedad. Los pequeños consumidores, como los hogares, no tienen contadores del agua. Sí que los tienen unos 1.100 grandes consumidores industriales, a los que se les cobran tasas adicionales si su consumo supera una asignación basada en el valor de la propiedad.

Cabe destacar que, aparte de Port Elizabeth, Riad y, posiblemente, Hanoi y México D.F. (las respuestas de estas dos ciudades no eran claras), ninguna otra ciudad utiliza el sistema de precios para ayudar directamente a controlar el uso del agua durante los períodos de escasez. Para ello utilizan otros métodos, como la educación de la población y las restricciones.

En Los Ángeles, unas medidas para contingencias en caso de sequía y escasez de agua se reflejan en estructuras de precios especiales, donde las unidades de volumen consumidas por encima de un umbral determinado son cada vez más caras. Esta ciudad también cuenta con un sistema de descuentos que fomenta la conservación de los recursos hídricos; por ejemplo, se ofrece ayuda financiera a las personas que instalen inodoros de bajo consumo u otros dispositivos homologados. Los descuentos se financian mediante un recargo en los precios del agua, que también sirve para ayudar a los hogares con rentas más bajas.

El estudio demuestra que los precios raramente están relacionados con la escasez. La estructura de precios de Riad, por ejemplo, suministra agua por debajo de los gastos de producción, a pesar de los elevados costes de la desalinización. Ante la escasez de recursos, en lugar de gestionar la demanda mediante el sistema de precios, se reduce el suministro. Aunque no resulta evidente a partir del estudio, cuando la demanda potencial supera la oferta y los precios no se utilizan para frenar la demanda, es frecuente que los proveedores de agua recurran a medidas como reducir la presión en todo el sistema u ofrecer un servicio intermitente para "racionar" el agua. Esto puede desvirtuar el uso per cápita en favor de los clientes con mayor poder adquisitivo, pues una respuesta típica al suministro intermitente es la construcción de grandes aljibes domésticos que se pueden llenar cuando el agua es abundante. Así, los que pueden costearse los depósitos más grandes son los que pueden disfrutar de un mayor volumen de agua.

En muchas ciudades, los precios del agua incluyen concesiones como una obligación de servicio a la comunidad (CSO en inglés). Casi todas las CSO se absorben internamente y se financian cargando unas tarifas ligeramente superiores al grueso de los consumidores a fin

de poder ofrecer servicios más económicos a una minoría, como los hogares de rentas bajas. Éste es un caso frecuente cuando son instituciones públicas, ya sean las autoridades municipales o empresas de servicios públicos, quienes suministran el agua. Los que se benefician de tarifas de obligación de servicio a la comunidad tienen la oportunidad de consumir por debajo de un nivel mínimo de servicio a un coste por debajo de la media. Las CSO son habituales en los Estados Unidos y en el Reino Unido. Implican la aceptación del concepto de que el agua es un bien social y una necesidad básica imprescindible.

2. CALIDAD DEL AGUA Y CONTROLES REGULADORES

2.1 ACCIONES PARA PROTEGER LOS RECURSOS HÍDRICOS

Las acciones que las ciudades emprenden para proteger sus recursos hídricos están directamente relacionadas con el modo y el lugar del que obtienen el agua. En Melbourne y Wellington, que principalmente tienen captaciones de agua cercadas y protegidas, la línea de acción consiste en gestionar estas áreas excluyendo actividades que puedan tener un impacto negativo en la calidad del agua. Su explotación está estrictamente prohibida y el acceso público está restringido.

No cabe duda de que estas ciudades son conscientes de que son de las pocas de todo el mundo que cuentan con grandes captaciones protegidas y pobladas de árboles, y saben las ventajas que esto supone para la ciudadanía.

La protección de los recursos hídricos es más complicada en dos ciudades. En Manila, la rápida urbanización y las comunidades de *okupas* plantean serios problemas. Para proteger sus recursos hídricos, patrullas de seguridad hacen rondas con el fin de disuadir asentamientos ilegales dentro la captación y en el recorrido de los acueductos de agua bruta. Port Elizabeth también señaló que, a pesar de que sus captaciones de agua están bastante bien protegidas, los asentamientos informales ejercen una presión cada vez mayor.

Los recursos hídricos de la mayoría de las ciudades no proceden de captaciones cercadas y protegidas. Las líneas de acción que siguen estas ciudades para proteger sus recursos consisten en regular los vertidos y las actividades en las zonas de captación que pueden contaminar las aguas superficiales. Los métodos empleados varían.

En el caso de Barcelona, la Ley de Aguas limita los vertidos a las vías fluviales públicas procedentes de actividades como las granjas de cerdos, para impedir la contaminación

de las aguas tanto superficiales como subterráneas.

Además, se está llevando a cabo un saneamiento adecuado y/o un tratamiento de las aguas residuales de las localidades situadas por encima de las tomas de agua. El agua superficial que abastece a Denver está protegida por la Ley de Agua Limpia de los Estados Unidos, que regula los vertidos de aguas residuales y de otras sustancias procedentes de fuentes contaminantes en masas receptoras y que cada vez incluye más disposiciones para controlar cualquier tipo de contaminación de las cuencas acuíferas.

Algunas ciudades están impulsando nuevas estrategias orientadas a proteger mejor las zonas de captación de agua. Sydney está desarrollando un plan regional relativo a las captaciones de agua potable que controlará las actividades en dichas zonas. Este plan incluirá estrategias para mejorar en colaboración la gestión de las captaciones a través de prácticas de gestión más eficaces, valoraciones de la capacidad del suelo y del agua, así como planes de restauración de las captaciones.

En Belo Horizonte, donde las captaciones y las cuencas fluviales se están encenagando como resultado de las talas de árboles y de los vertidos de aguas residuales, el Estado ha introducido un Plan guía de desagüe que incluye el uso de tecnología GIS (sistema de información geográfica) y un modelo hidráulico, en un intento por controlar las aguas residuales y mejorar el control de la calidad del agua.

Otras ciudades, como Denpasar y Harare, indicaron que no contaban con ninguna restricción ni control de las actividades realizadas en las captaciones de agua, y el que único sistema que tenían para proteger la calidad del agua era un tratamiento adecuado de los suministros de agua bruta. En Denpasar existe, además, una normativa del gobierno local que regula el desarrollo en las zonas de captación. Su eficacia es cuestionable, pues existen irregularidades en su aplicación.



En 18 ciudades existen o se están desarrollando planes de protección de la calidad del agua en origen, aplicables tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas. Muchas ciudades incluyen programas de control permanente y procesos de tratamiento como medidas destinadas a proteger las fuentes de origen, aunque estos enfoques presentan diferencias de base con los controles de entrada, pues detectan el deterioro de la calidad del agua e implementan medidas de control de salida para eliminar contaminantes. Además, en los países desarrollados donde se obtiene agua de captaciones no protegidas, se adoptan opciones de gestión adicionales, como negociaciones con los agricultores para reducir el uso de pesticidas y el desarrollo de fuentes alternativas, como en el caso de París-Île-de-France.

2.2 PROCESOS DE TRATAMIENTO DEL AGUA Y MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Todas las ciudades tratan de manera activa el agua antes de distribuirla como agua potable. Son quince las ciudades que utilizan el tratamiento convencional en varias fases. El tratamiento del agua que utiliza cada ciudad depende del rigor de sus directrices o estándares de calidad del agua y de sus posibilidades técnicas y económicas. Sin embargo, también es importante el origen del agua bruta, pues las fuentes más delicadas requieren un tratamiento más completo.

La mayoría de las fuentes superficiales, con la excepción de las de Melbourne, se tratan mediante los procesos convencionales de precloración, floculación, sedimentación, filtración, corrección del pH y desinfección. Sólo Wellington utiliza el proceso de flotación en aire disuelto, aunque ya hay otras ciudades que lo están estudiando. La filtración directa se emplea allí donde la calidad del agua es adecuada. El ozono es un método bastante común de desinfección del suministro de agua.

Melbourne evita la necesidad de tratar completamente el suministro mediante barreras que protegen la calidad del agua. Estas barreras incluyen captaciones altamente protegidas, grandes embalses de captación con largos períodos de detención, un tiempo de retención adicional en sistemas de almacenamiento estacional, desinfección del agua antes de que entre en el sistema de distribución, sistemas de distribución cerrados y un completo programa de control. Si el agua procede de una captación sin protección, se somete a un tratamiento completo.

En casi todas las ciudades, las consecuencias de la desinfección por cloración son una cuestión importante y está previsto que la Organización Mundial de la Salud introduzca directrices más estrictas para controlarlas. El grado en que esto supone un problema varía en función de la presencia de derivados químicos procedentes de materia orgánica en descomposición. Las captaciones protegidas y las fuentes con bajos niveles de eutrofización y vegetación acuática tienen menos probabilidades de presentar derivados de la desinfección, como trihalometanos. Al abordar esta cuestión, es preciso tener en cuenta los pros y los contras del agua poco tratada o sin tratar sin residuos de desinfectante o con a penas restos, por un lado, y los riesgos que suponen los derivados de la cloración, por otro lado. En muchas partes del mundo, los riesgos asociados a los derivados de la cloración son menores que los asociados al agua poco tratada o sin tratar. Sin embargo, a pesar de los sistemas de tratamiento existentes, Denpasar y Hanoi recomiendan a sus ciudadanos hervir siempre el agua destinada al consumo debido a la precariedad de la infraestructura y los servicios de la red.

La mayoría de las ciudades tienen un programa de limpieza de sus depósitos de suministro de agua, que se realiza con una periodicidad de tres a cinco años.

2.2.1 Directrices y control de la calidad del agua

La mayoría de las ciudades participantes en el estudio tienen directrices de calidad del agua de aplicación nacional. Otras ciudades siguen criterios establecidos internacionalmente. En París y en Barcelona se aplican los estándares de calidad del agua de la Unión Europea y Doha sigue los patrones de la Organización Mundial de la Salud. En Dublín, Los Ángeles, Melbourne y Sydney también se siguen directrices de la calidad del agua. El Ministerio de Sanidad es el encargado de determinar los criterios de calidad del agua en Barcelona, Dublín, Ginebra, Hanoi, Manila, México D.F., Río de Janeiro, Sydney y Wellington.

En todas las ciudades se sigue un control de la calidad del agua; normalmente corre a cargo del Ministerio de Sanidad, pero en algunos casos depende de otros departamentos gubernamentales, como es el caso de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) en Los Ángeles. Ginebra, París, Port Elizabeth y Melbourne utilizan los servicios de laboratorios independientes. Este control sirve para comprobar la integridad de los sistemas de suministro y distribución, así como el correcto funcionamiento de los procesos de tratamiento del agua.

El número de muestras de agua analizadas varía. Por lo general, las ciudades toman entre 3.000 y 55.000 muestras anuales de la red de distribución, según el número de habitantes. En Denpasar, Hanoi, París y Sydney se toman unos centenares de muestras de los suministros de agua bruta o de plantas de tratamiento. En 16 ciudades, el Ministerio de Sanidad es el encargado de evaluar la calidad del agua después del análisis del laboratorio, las autoridades del agua lo hacen en seis ciudades y los mismos laboratorios que analizan las muestras lo hacen en una ciudad. De las ciudades que contestaron la pregunta correspondiente del cuestionario, sólo Doha, Casablanca y México D.F. no hacen públicos los resultados de los análisis.

Marco australiano para la gestión de la calidad del agua potable

El marco para la gestión de la calidad del agua potable integra principios de gestión de la calidad y de los riesgos, y pone especial énfasis en la necesidad de adoptar un amplio enfoque de gestión preventiva en todo el sistema de suministro de agua para optimizar la calidad del agua potable y velar por la salud pública. Este marco se incorporará a las directrices australianas sobre agua potable entre 2001 y 2002.

Las estructuras reguladoras se han basado considerablemente en un control del agua en el punto final del sistema de distribución para gestionar la calidad del agua potable. Existen algunas limitaciones en este tipo de control, como los defectos de las técnicas de muestreo y análisis, la consideración inadecuada de hechos que pueden influir en la calidad del agua potable, y la imposibilidad de proporcionar una respuesta eficaz a los contaminantes sin un valor numérico orientativo prescrito o un método establecido de análisis. Además, el tiempo que transcurre entre la toma de muestras y los resultados de las pruebas a menudo significa que el agua que no cumple los niveles mínimos llega a los consumidores antes de que se pueda iniciar una respuesta correctora, lo cual tiende a fomentar un enfoque de gestión reactiva.

Este marco de gestión se centra en comprender el sistema de suministro de agua potable, establecer y optimizar barreras y medidas de control



para minimizar los riesgos, controlar la eficacia de estos controles y llevar a cabo acciones de gestión para prevenir o corregir las divergencias de los criterios establecidos antes de que el agua llegue al consumidor. El marco también aborda aspectos no técnicos del suministro de agua, como el compromiso corporativo y las relaciones con otras partes implicadas y con los consumidores.

Este marco complementa sistemas de gestión ya utilizados en la industria hidráulica y proporciona una orientación adicional en una serie de aspectos fundamentales para la gestión de la calidad del agua pero que no se abordan en ningún sistema único de gestión de calidad existente.

Dra. Martha Sinclair, miembro del National Health and Medical Research Council of Australia – grupo de trabajo sobre la gestión de calidad del agua potable

2.3 CONTROL REGULADOR DEL SUMINISTRO DE AGUA

Con una sola excepción, los gobiernos nacionales y estatales tienen la competencia de establecer las normativas, leyes y directrices destinadas a proteger la salud pública y de definir los criterios de calidad del agua en todas las ciudades participantes. (Doha indicó la ausencia de legislación que proteja y gestione el suministro de agua municipal.) En la mayoría de los casos, el gobierno municipal es el que interviene en el suministro del agua y las autoridades sanitarias del gobierno son las que evalúan el cumplimiento de las directrices o los estándares relacionados con la salud pública. En algunas ciudades, como Melbourne y Sydney, el gobierno estatal posee instrumentos que

asumen la total responsabilidad del suministro y la distribución del agua en la ciudad.

El órgano regulador responde al nivel ministerial del gobierno de forma claramente mayoritaria. En los Estados Unidos y en Canadá, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) establece estos requisitos, por cuyo cumplimiento velan el Ministerio de Sanidad y otras autoridades federales y regionales, como las comisiones estatales de control de los recursos hídricos. Resulta preocupante lo comunicado por Harare: los organismos (el gobierno estatal y local) responsables de regular las cuestiones de salud pública del suministro de agua de la ciudad no cumplen sus obligaciones. Al parecer, la razón de ello es la falta de personal y de equipo.

La utilización de estándares en lugar de directrices no parece estar relacionada con el hecho de que la empresa que controla el suministro sea privada o pública. Detrás de esta tendencia a imponer estándares hay más bien una serie compleja de razones políticas.

En 17 ciudades se necesitan permisos, licencias o autorizaciones para extraer agua, mientras que cinco confirman que no exigían este requisito.

En Melbourne, el proveedor mayorista es propiedad del gobierno y responsable del suministro y del tratamiento del agua al por mayor, mientras que el suministro directo y la distribución a los clientes queda bajo el control de tres compañías minoristas de titularidad pública. En ciudades como Busan, Denpasar, Ginebra y Río de Janeiro, el gobierno conserva la competencia del suministro, el tratamiento y la distribución del agua al por mayor. En otras, como Montreal, Harare, Wellington y Dublín, el gobierno conserva la competencia de extraer y regular los recursos hídricos, mientras que las autoridades municipales intervienen en la distribución y la venta del agua a los consumidores. En Montreal, el gobierno municipal es el propietario de la red de distribución.



2.4 CUESTIONES DE SALUD PUBLICA

Ninguna de las ciudades que proporcionaron los datos al respecto cuentan con una historia reciente de enfermedades provocadas por la mala calidad o la contaminación del agua. No obstante, cinco ciudades confirmaron haber recomendado hervir el agua destinada al consumo en los últimos cinco años. Dos de estas ciudades, Denpasar y Hanoi, recomiendan siempre a sus ciudadanos que hiervan el agua destinada al consumo. En Denpasar esta medida se debe a la calidad del agua de origen, mientras que en Hanoi el tratamiento que recibe el agua no basta para que su consumo resulte seguro. En cuanto a las otras tres ciudades, en Manila se recomienda hervir el agua tras fuertes lluvias, en Busan durante epidemias de enfermedades que se contagian a través del agua y en México D.F. como mecanismo de control del cólera.

Las ciudades que proporcionaron indicadores microbianos, por lo general presentan niveles de cumplimiento de >99,9% para E. Coli y de >98% (y a menudo un 99,9%) en los recuentos en placa y de coliformes totales.

A finales de mayo de 2000, la comunidad de Walkerton, en Canadá, se vio afectada por una epidemia relacionada con el suministro municipal de agua. Se recomendó a los ciudadanos que hirvieran el agua destinada al consumo desde el 21 de mayo hasta el 5 de diciembre de 2000. El número total estimado de casos de gastroenteritis relacionados con la epidemia ascendió a más de 2.300 personas en una comunidad de 5.000.

"Casi un año después de que una grave epidemia de E. Coli se cobrase siete vidas, atacase a miles

de personas y trastornara las vidas de los habitantes de Walkerton, hay síntomas tanto de regreso a la normalidad como de persistencia de un trauma en la comunidad.

Casi seis meses después del levantamiento de la recomendación de hervir el agua, que había estado en vigor durante siete meses, muchos ciudadanos siguen acudiendo con regularidad al centro de distribución de agua local para adquirir agua embotellada.

El hecho de que algunos ciudadanos sigan acudiendo al centro de distribución, mientras que otros depositan su confianza en un nuevo sistema de ultrafiltración y otras mejoras realizadas a la red de suministro de agua de Walkerton, ilustra los diferentes grados en que los residentes locales se han recuperado de lo que Bruce Davidson, portavoz de la asociación ciudadana CWC (Concerned Walkerton Citizens), calificó como "el año más desastroso que se pueda imaginar".

La asociación CWC se creó en un principio para ofrecer el punto de vista de los ciudadanos en la investigación sobre el agua de Walkerton. Sin embargo, como ha explicado Davidson, el grupo se ha ampliado en respuesta a la demanda pública de "defensa en diversos ámbitos de preocupación".

Explicó que el grupo trabaja actualmente en la preparación de un informe de opinión en oposición a la privatización del agua.

"La gran preocupación es la responsabilidad. El sector privado es muy selectivo en cuanto a los mercados a los que se dirige y los recursos que invierte en un

proyecto. Los que no puedan permitirse un servicio de primera clase, estarán en peligro", afirmó Davidson.

Davidson declaró que otro de los objetivos de la asociación será la promoción de una 'legislación de buenas prácticas' en el sector del agua de Ontario." The Walkerton Herald-Times, 15/5/2001.

El incidente de Walkerton se habría podido prevenir. Un enfoque de gestión de riesgos como el marco australiano para la gestión del agua potable habría permitido detectar con antelación los defectos del sistema y, con un control adecuado, se podría haber evitado el problema. Además, se pone de manifiesto la necesidad de diligencia en todos los niveles del control del sistema de distribución del agua, desde el regulador hasta la gestión del suministro, pasando por el personal técnico que toma las muestras para el laboratorio.

2.5 SERVICIOS DE ALCANTARILLADO

Las plantas de tratamiento de aguas residuales de todas las ciudades participantes son propiedad del sector público, que también se encarga de su gestión. En los países en vías de desarrollo, este servicio tiene grandes carencias y, en muchos de estos países, las redes de alcantarillado conectadas a instalaciones de tratamiento de aguas residuales son casi inexistentes. Es frecuente que las comunidades marginales no estén conectadas a la red de alcantarillas y, por lo tanto, la evacuación de excrementos debe realizarse mediante algún otro mecanismo, que puede ir desde sistemas de saneamiento *in situ* altamente eficaces con fosas sépticas, campos de lixiviación y letrinas con pozos o cisternas, hasta la inapropiada e insalubre defecación al aire libre.

La recogida y el tratamiento inadecuados de las aguas residuales en los países en vías de desarrollo son causa de contaminación del medio ambiente, bajos niveles de higiene e importantes riesgos para la salud. Incluso allí donde la red de alcantarillado es extensa, en más del 90% de las ciudades de los países en vías de desarrollo el efluente se vierte directamente en masas receptoras como canales del interior de la ciudad o lagos y mares adyacentes. En las ciudades más pobres se podría lograr reducir el volumen de aguas residuales instalando una red de alcantarillas, mejorando los sistemas existentes para eliminar las fugas y las obstrucciones, y tratando el efluente mediante técnicas sencillas y económicas como lagunas de oxidación o, donde sea posible, dispersión en superficie. Si el alcantarillado es una opción técnica o económicamente inviable, es preferible ofrecer a los ciudadanos una amplia cobertura de saneamiento mediante la construcción de letrinas con pozos bien ventilados u otros sistemas de evacuación de excrementos *in situ*.

No todas las ciudades de países ricos tienen una capacidad adecuada de tratamiento de las aguas residuales; incluso hay algunas con instalaciones claramente deficientes. El deterioro del alcantarillado, a veces relacionado con los sistemas de desagüe de las aguas pluviales, pueden influir en el rendimiento de la planta de tratamiento. En algunos casos, las aguas residuales sólo se someten a un tratamiento básico, con lo cual quedan considerables concentraciones de patógenos y nutrientes en el efluente, la principal causa de los riesgos y problemas para la salud y el medio ambiente. En estas ciudades, las prioridades consisten en modernizar las instalaciones obsoletas, mejorar el sistema de tratamiento para eliminar nitrógenos y fosfatos, y depurar sistemáticamente los lodos residuales para usos agrícolas.

2.5.1 Tratamiento y evacuación de las aguas residuales

La evacuación de las aguas residuales tiene un papel fundamental en la salud pública. Las ciudades deben tra-



tar correctamente las aguas residuales antes de verterlas en masas receptoras con el fin de minimizar su posible impacto negativo en la salud pública y el medio ambiente. Las autoridades municipales deben asimismo gestionar eficientemente sus servicios de tratamiento de aguas residuales, especialmente en lo que respecta a los costes.

Un estudio realizado por Metropolis en 1996^{IV} puso de manifiesto que el tratamiento de las aguas residuales no lograba tan buena nota como el suministro de agua potable. Esto sigue siendo así y el estudio de 2001 hace patente las enormes disparidades existentes entre ciudades en el tratamiento de las aguas residuales. Por diversas razones –especialmente los costes de la infraestructura–, los sistemas de tratamiento de aguas residuales de las ciudades de los países en vías de desarrollo son precarios y ofrecen un servicio inferior si se comparan con los de las ciudades más prósperas. En muchos casos, el no haber sabido incluir los sistemas de tratamiento de aguas residuales en la red de alcantarillado a medida que las ciudades crecían ha hecho que la introducción posterior de plantas de tratamiento en comunidades densamente pobladas plantee grandes retos técnicos y resulte sumamente caro.

Del estudio se puede deducir la existencia de tres categorías de ciudades, en función de si el tratamiento de sus aguas residuales es precario, aceptable o satisfactorio. Esta categorización de las ciudades se basa principalmente en el volumen de aguas residuales recogido que es sometido a tratamiento y en el porcentaje de población con conexión a la red de alcantarillado.

2.5.1.1 Ciudades con instalaciones de tratamiento de aguas residuales precarias

En algunas ciudades únicamente una pequeña proporción de las aguas residuales recogidas es sometida a

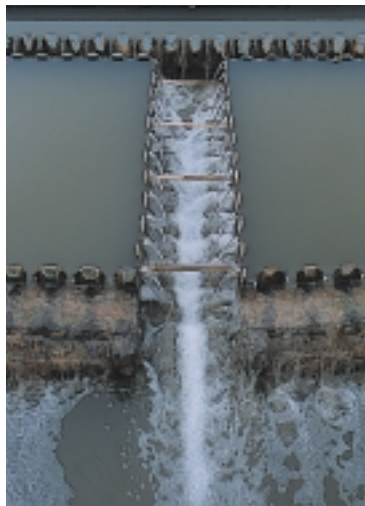
tratamiento. En Río de Janeiro, ciudad que tiene un alcantarillado deficiente y unas instalaciones insuficientes debido a la falta de inversión, se trata una parte diminuta del efluente, y el resto se vierte al medio ambiente, incluyendo el 30% que desemboca en el océano a través de un desagüe en Ipanema.

Casablanca somete la mitad del efluente a un tratamiento previo antes de verterlo en el océano, a 4 km de la costa. El 50% restante se vierte, sin tratar, directamente en el océano. En Hanoi, el tratamiento de las aguas residuales mejorará con la puesta en marcha de dos plantas depuradoras. En Belo Horizonte, aproximadamente el 85% de las propiedades están conectadas a la red de alcantarillas, pero sólo el 35% de los residuos recogidos se someten a un tratamiento básico.

La ausencia de tratamiento de las aguas residuales tiene como resultado una producción escasa o inexistente de lodos residuales, algo cada vez más conocido en el sector de las aguas residuales como biosólidos, un derivado de la depuración. Barcelona, Denver, Hanoi, Harare, Lisboa, Los Ángeles, Manila, Melbourne, París, Sydney y Toronto notificaron las toneladas de lodos residuales que se emplean en la agricultura. Sólo cinco ciudades indicaron que el uso agrícola de estos residuos estaba regulado.

Ante la falta de una red extensa de alcantarillas, ciudades como Douala y Denpasar recurren en gran medida a fosas sépticas y pozos negros. Estas soluciones son eficaces en ubicaciones dispersas, pero en zonas urbanas densas no pueden sustituir una red centralizada de alcantarillado con conexiones a plantas de tratamiento de aguas residuales. El coste de estas infraestructuras es el factor restrictivo en las ciudades con recursos limitados.

IV. Metropolis for the People: Seeking solidarity among world citizens – Congreso Metropolis 1996, abril 1996.



2.5.1.2 Ciudades con instalaciones de tratamiento de aguas residuales aceptables

Aunque Bangkok, Busan, Guangzhou y México D.F. tienen colectores y sistemas de tratamiento, es preciso ampliarlos para ofrecer una mayor cobertura a toda la ciudad. En estas ciudades, el número de hogares conectados a la red colectiva de tratamiento de aguas residuales oscila entre el 50% de Busan y el 94% de México D.F.

Las plantas de tratamiento de Busan y Bangkok depuran el 70% del efluente total recogido mediante un tratamiento previo, lodo residual activado y filtración de arena. Guangzhou trata el 93% de sus aguas residuales industriales, pero sólo el 27% de los vertidos domésticos. Tiene previsto que este porcentaje aumente hasta el 70% gracias a la construcción de cuatro nuevas plantas depuradoras. En México D.F. sólo se trata el 17% de las aguas residuales recogidas, combinando la biofiltración y un tratamiento en laguna de lodo residual activado. Para las aguas residuales que no se recogen, estas ciudades recurren a las fosas sépticas.

Todas las ciudades, excepto Guangzhou, producen lodos residuales, que mayoritariamente se utilizan en agricultura tras un breve período de almacenamiento. En Port Elizabeth, el 97% de los biosólidos se usa para fabricar ladrillos. En Berlín, Ginebra, México D.F., Montreal y Busan, los lodos se incineran. Sin embargo, existen algunos aspectos preocupantes en relación con la evacuación del lodo residual en la agricultura, sobre todo porque el tratamiento estándar básico y secundario a veces no logra eliminar muchos de los componentes más tóxicos de las aguas residuales. Una posible alternativa a los usos agrícolas o al vertido de estos lodos como residuos es la producción de biogás como fuente de energía. Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales disponen ahora de instalaciones que aprovechan el gas metano de las plantas de lodos residuales y biodigestores para generar energía térmica o eléctrica que se vende o se aprovecha en la propia instalación.

La prioridad de las ciudades con instalaciones de tratamiento de aguas residuales aceptables consiste en ampliar sus redes de colectores para alcanzar una buena capacidad de tratamiento mediante técnicas de bajo coste adecuadas a su situación geográfica. En los países en vías de desarrollo, el uso agrícola del lodo residual depurado, dentro del marco de un sistema sanitario regulador, proporcionaría los mejores resultados tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

2.5.1.3 Ciudades con instalaciones de tratamiento de aguas residuales satisfactorias

Las ciudades con unos servicios satisfactorios son Barcelona, Berlín, Denver, Dublín, Harare, Lisboa, Los Ángeles, Melbourne, Montreal, París, Port Elizabeth, Sydney, Toronto y Wellington. Todas estas ciudades tienen unos índices de conexión a la red de alcantarillas cercanos al 100%. El nivel de tratamiento varía de una ciudad a otra, en función de los requisitos normativos. Aunque en la periferia de algunas ciudades existen fosas sépticas, todas ellas tratan las aguas residuales recogidas y vierten el efluente ya tratado en los ríos o el mar. Dublín, Barcelona y las áreas urbanas de Lisboa y París indicaron una capacidad de tratamiento insuficiente de entre el 10% y el 30%. Estas ciudades necesitan capacidad adicional para poder controlar sus redes de tratamiento.

2.5.2 Conexiones al alcantarillado

El estudio puso de relieve que Bangkok, Denpasar, Douala, Hanoi, Manila, Río de Janeiro y Casablanca necesitaban progresar sustancialmente en el número de hogares con conexión al sistema de alcantarillas. Con las excepciones de Casablanca y Río de Janeiro, el índice de conexión a la red de alcantarillado es bajo. Denpasar, una ciudad de más de 390.000 habitantes, no dispone de un sistema de recogida y tratamiento de las aguas residuales.

La situación no ha mejorado mucho desde el estudio de Metropolis de 1996 y los vertidos incontrolados en las fosas sépticas, los pozos negros y el medio ambiente son uno de los principales causantes de la contaminación. En el estudio de Metropolis de 1996 se menciona la contaminación del río Pasig en Manila por culpa de las aguas residuales. Este punto lo subrayó otro estudio, que señala que en Manila

"la principal causa de la contaminación del agua es el vertido de aguas residuales en los ríos, lo cual representa dos tercios de la carga contaminante. La segunda causa de la contaminación puede atribuirse a las aguas residuales procedentes de la actividad industrial."^v

2.5.3 Producción y evacuación del lodo residual

El tratamiento biológico por proceso de lodos residuales activados predomina en la amplia mayoría de las plantas depuradoras. Algunas ciudades, como Denver, París y Sydney (en algunas plantas), utilizan un tratamiento terciario parcial complementario del efluente por desnitrificación y eliminación del fósforo antes de verterlo al medio ambiente. En Denver, esto incluye una cloración y una descloración para eliminar las algas y los patógenos residua-

les. Harare, Melbourne y París-Île-de-France utilizan plantas de tratamiento en lagunas en las zonas rurales; Melbourne también trata de este modo aproximadamente la mitad de sus vertidos. Montreal es la única ciudad que parece limitarse a un tratamiento fisicoquímico de sus aguas residuales.

En algunas ciudades se producen grandes cantidades de lodos residuales. Un vertido poco controlado puede ser origen de contaminación medioambiental. Tal como se ha indicado anteriormente, para que estos residuos se puedan utilizar en agricultura, es preciso controlar algunas cuestiones de calidad, especialmente el contenido en metales pesados, con el fin de evitar riesgos para la salud de las personas y de los animales.

En la mayoría de los casos, una normativa nacional fija los límites del contenido en metales pesados del lodo residual. Los controles reguladores varían de un país a otro. Estos residuos se dispersan y se convierten en abono en Barcelona, Berlín, Denver, Dublín y París. Los lodos residuales liberan menos contaminantes a la atmósfera y al agua si se incineran o se entierran, procesos que se incluyen en el método de tratamiento seguido en Berlín, Montreal, París y Port Elizabeth. Fijar unos estándares mínimos de tiempos de almacenamiento también contribu-

Figura 3: Contenido medio de metales pesados en el lodo residual (mg/kg)

RM	MONTREAL	TORONTO	DENVER	GINEBRA	SYDNEY	BERLÍN	PARÍS RAR	PARÍS RAB	LISBOA	LOS ÁNGELES	PORT ELIZABETH	MELB O	MELB E
Cd	10		6	2.1	5	1.3	4	8.8	3	-	4	18	19
Cr	108	145	66	12.8	250	35	57.5	123	23	102	2200	763	193
Cu	472	1100	519	288	375	600	487.7	846	66	906	261	744	660
Hg	1	2	2.2		4	2	3.3	6.6	0.7	3.12	0.027	2.4	2
Ni	32	30	31	18.6	125	325	36.6	48.5	15	79.2	85	126	105
Pb	125	75	78	21.5	150	60	473.4	418.1	53	76.1	266	604	228
Se	4	3	3.1		8			3.88		7.51	0.035	0.02	-
Zn	596	2	684	490	700	850	906.8	2218.3	460	1100	1356	1885	1110

RM = restos de metal

París rar = lodo residual de la estación río arriba

París rab = lodo residual de la estación río abajo

Melb (O) = lodo residual de la planta de tratamiento del Oeste de Melbourne

Melb (E) = lodo residual de la planta de tratamiento del Este de Melbourne

V. Urban planning and development in Metro Manila – Metropolitan Manila Authority and Japan International Cooperation Agency, 1996.

ye a reducir los riesgos de contaminación. En Melbourne los lodos residuales digeridos de la planta de tratamiento del Este se mezclan con otros materiales a fin de reducir su nivel contaminante antes de utilizarlos como fertilizante.

2.5.4 Mejora general del alcantarillado

La prioridad de las ciudades con amplios planes de tratamiento de las aguas residuales es el mantenimiento

del equipo y la limpieza y mejora de las redes de alcantarillas y las plantas de tratamiento que se van deteriorando con el paso del tiempo. Asimismo, se pueden investigar tratamientos alternativos más económicos, como las lagunas, si las condiciones climáticas y espaciales lo permiten. Barcelona, Dublín y París están considerando la ampliación de su capacidad de tratamiento. Se está investigando también el desarrollo agrícola sistemático de los lodos residuales depurados.

Figura 4: Sistemas de tratamiento de las aguas residuales.

CIUDAD	POBLACIÓN	TIPO DE SISTEMA	% - DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS
BARCELONA	3.100.000	Tratamientos fisicoquímicos y lodos residuales activados.	100
BELO HORIZONTE	2.200.000	Tratamiento básico.	30
BERLÍN	3.400.000	Plantas de tratamiento de aguas residuales. Fosas sépticas (2%).	98
BUSAN	3.763.000	Sedimentación por gravedad, tratamiento de lodos residuales activados y filtración de arena (53,4%).El resto se vierte directamente al medio ambiente sin tratar.	53.4
CASABLANCA	3.500.000	Plantas de tratamiento de aguas residuales. (Las aguas residuales no tratadas se vierten directamente en el mar). Fosas sépticas (40%).	50
DENPASAR	385.478	Fosas sépticas (100%).	
DENVER	1.066.000	Tratamiento de lodos residuales activados de retorno (100%) y tratamiento terciario del 50% de los residuos.	100
DOHA (QATAR)	600.000	Sin especificar.	100
DOUALA	484.870	Fosas sépticas y pozos negros (99%). Plantas depuradoras (1%).	1
DUBLÍN	1.200.000	Proceso de lodos residuales activados. Fosas sépticas (10%).	90
GINEBRA	408.000	Planta de tratamiento de aguas residuales.	100
HANOI	700.000	Campos abiertos de lodos residuales. Fosas sépticas (10%).	70
HARARE	2.200.000	Tratamiento de laguna básico y secundario.	100
LISBOA	517.650	Lodos residuales activados tratamiento terciario.	78
LOS ÁNGELES	3.800.000	Planta de tratamiento de lodos residuales activados.	100
MANILA	6.400.000	Planta de tratamiento de lodos residuales activados, laguna ventilada. (Las aguas residuales sin tratar se vierten directamente al medio ambiente 94%).	6
MELBOURNE	3.300.000	Sistemas de tratamiento de lagunas y suelos (60%). Plantas de tratamiento de lodos residuales de retorno (40%)	100
MEXICO D.F.	8.300.000	Lagunas, lodos residuales activados (17%). (Las aguas residuales sin tratar se vierten directamente al medio ambiente 83%).	17
MONTREAL	1.500.000	Eliminación de sólidos y fosfatos.	100
PARÍS	10.926.000	Plantas depuradoras (urbanas 100%; rurales 80%). Fosas sépticas (rurales 20%).	80
PORT ELIZABETH	1.250.000	Plantas de tratamiento de aguas residuales (86%). Fosas sépticas (0,5%), tanques de conservación (0,5%) y cubos (13%).	86
RIAD	3.855.758	Lodos residuales activados y tratamiento terciario. Fosas sépticas (65%).	35
RÍO DE JANEIRO	1.486.768	Las aguas residuales sin tratar se vierten directamente al medio ambiente (100%).	0
SYDNEY	3.995.000	Sistema de tratamiento de las aguas residuales. Fosas sépticas y sistemas de bombeo (2,5%) (Las aguas residuales sin tratar se vierten directamente al medio ambiente 0,5%).	97
TORONTO	3.000.000	Plantas de tratamiento secundario y desinfección.	98
WELLINGTON	347.000	Sistema de tratamiento de las aguas residuales. Fosas sépticas (1%).	99

3. GESTIÓN DE RECURSOS Y SOSTENIBILIDAD

3.1 FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA Y EXPLOTACION DEL SUELO EN LAS CAPTACIONES

El agua potable procede de aguas superficiales, subterráneas y desalinizadas. El agua superficial de ríos, embalses, lagos, etc. es la fuente más común para obtener recursos hídricos. La mayoría de las ciudades tienen varias fuentes de suministro.

El agua potable de siete ciudades (incluidas Denpasar, Douala, Ginebra, Guangzhou, Los Ángeles y Wellington) procede tanto de aguas superficiales como subterráneas, algunas de acuíferos profundos y seguros. El lago Lemán, un lago alpino natural, suministra el 80% del agua de Ginebra, mientras que el resto procede de aguas subterráneas que se reabastecen parcialmente de forma artificial con aguas fluviales tratadas. El 100% de los recursos hídricos de Berlín y Hanoi proceden de aguas subterráneas. En Berlín, el 14% de las aguas se devuelven artificialmente al sistema. Toronto extrae todo el agua del lago Ontario y Belo Horizonte depende exclusivamente de aguas fluviales, mientras que en Los Ángeles se recurre básicamente a las aguas subterráneas locales, con el complemento de aguas superficiales importadas de las montañas orientales de Sierra Nevada (California).

Las tres plantas desalinizadoras de Doha producen más del 90% del agua potable de la ciudad. Se trata de una región de precipitaciones escasas, sin lagos ni ríos. El agua destinada a usos agrícolas y una pequeña cantidad de agua potable se obtiene de acuíferos subterráneos.

Dos ciudades, Melbourne y Wellington, tienen captaciones de agua pobladas de árboles y protegidas. El impacto del hombre es prácticamente inexistente en estas captaciones, que suministran el 97% del agua potable de las respectivas ciudades. En París-Île-de-France, una normativa nacional controla la explotación del suelo y las actividades humanas en las proximidades de las fuentes de agua.

Diez de las ciudades explicaron que las zonas de sus captaciones incluían bosques y prados, junto con explotaciones industriales, agrícolas y residenciales en diversas proporciones. En algunas, como Barcelona, Harare, Montreal y Río de Janeiro, estas actividades tienen una presencia significativa.

En lo que respecta al origen del suministro, los cambios previstos para los próximos cinco años se centran en localizar recursos adicionales y en mejorar la capacidad de tratamiento del agua. Algunas ciudades no prevén ningún cambio para ese período.

3.2 SOSTENIBILIDAD

Casi la mitad de las respuestas a las preguntas relacionadas con la sostenibilidad no resultaron claras. Los cuestionarios contestados con claridad correspondían a ciudades con suministros de agua bruta seguros y de calidad, por lo que éste no era un motivo de preocupación. Dos ciudades reconocieron que el suministro de agua tratada podría verse limitado por defectos operativos, como falta de electricidad.

3.2.1 Sostenibilidad y seguridad del suministro

Uno de los principales objetivos de las ciudades es disponer de recursos seguros de agua bruta para la población actual y futura. Algunas ciudades proporcionaron datos relativos al volumen de consumo de agua actual, así como la producción sostenible de la infraestructura de suministro de agua actual. Las ciudades que respondieron a las preguntas al respecto utilizan, por término medio, el 72% de su producción sostenible. Sin embargo, las diferencias entre algunas de las ciudades resulta significativa. Por ejemplo, Berlín y Lisboa usan menos del 25% de su suministro sostenible, mientras que otras, como Los Ángeles o Riad, consumen más del 90% de sus recursos sostenibles.

Figura 5: Porcentaje de los recursos disponibles consumidos en 1998/1999

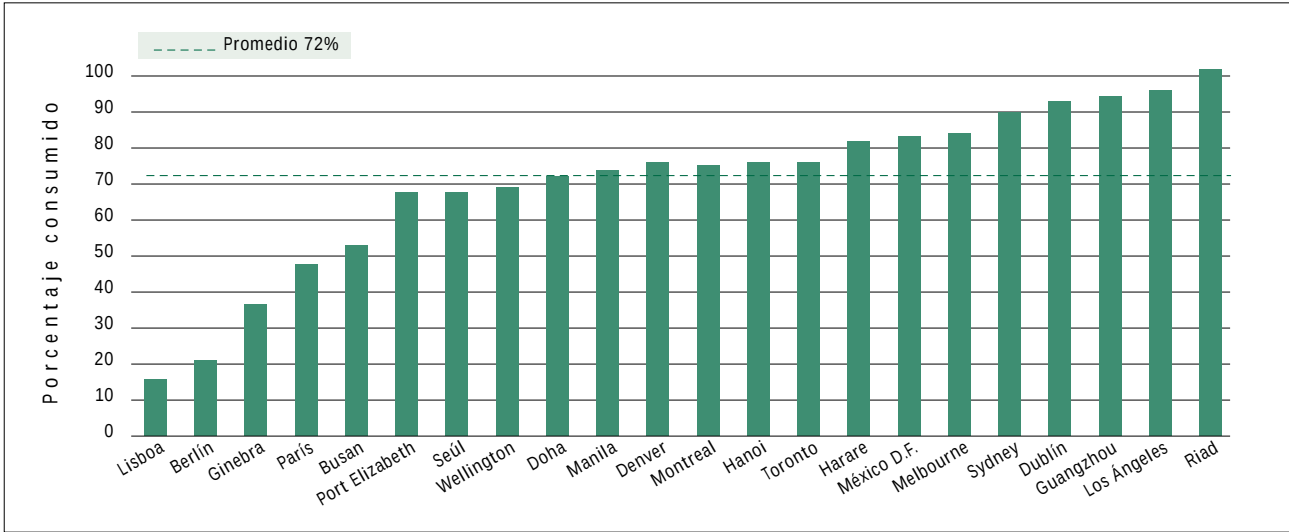
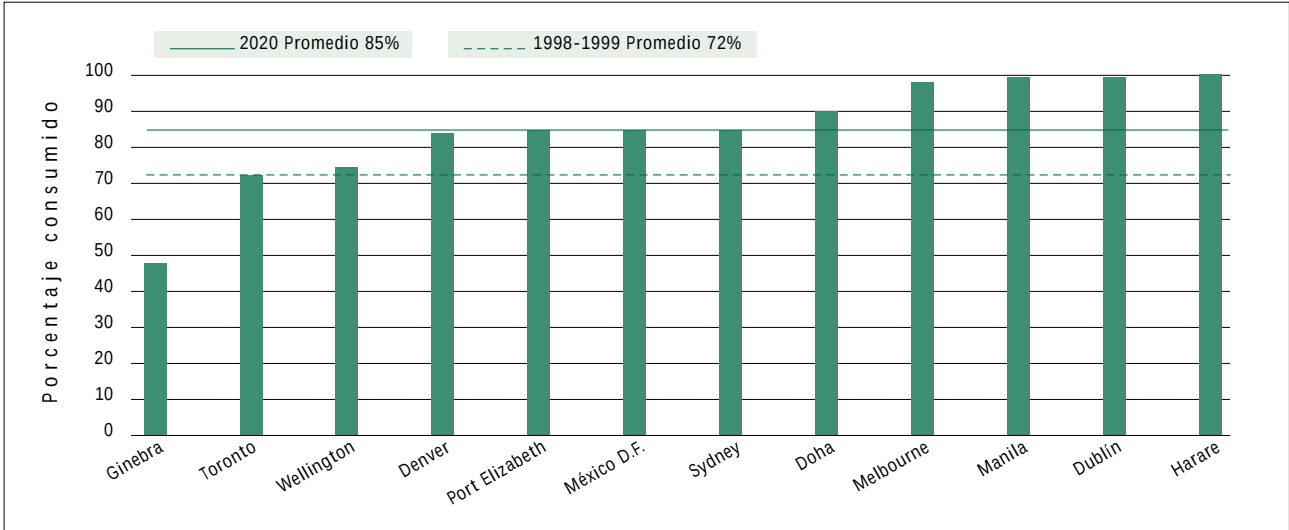


Figura 6: Porcentaje de consumo previsto para el año 2020



También se proporcionaron las previsiones de consumo de agua y producción sostenible para el año 2020. Basándose en las infraestructuras proyectadas a día de hoy, el consumo medio de agua como porcentaje de la producción sostenible

aumentaría del 72% actual al 85% en 2020. No obstante, este incremento no será uniforme. Por ejemplo, Sydney avanzó que en su caso disminuiría como resultado de la implementación de programas de gestión de la demanda ya proyectados.

Figura 7: Cambios demográficos 1999-2020

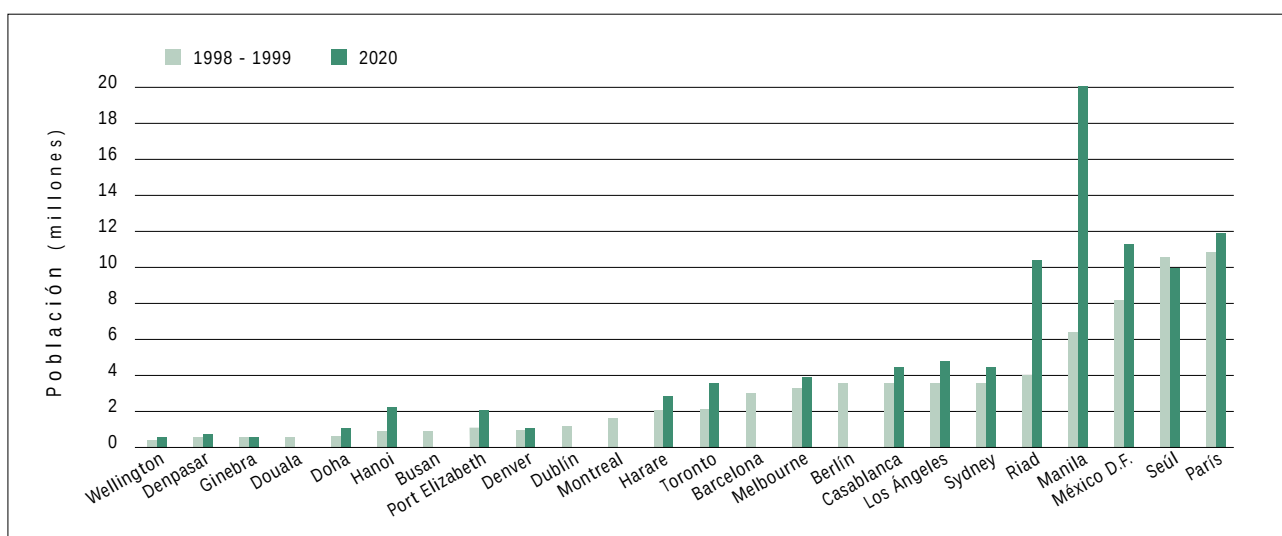
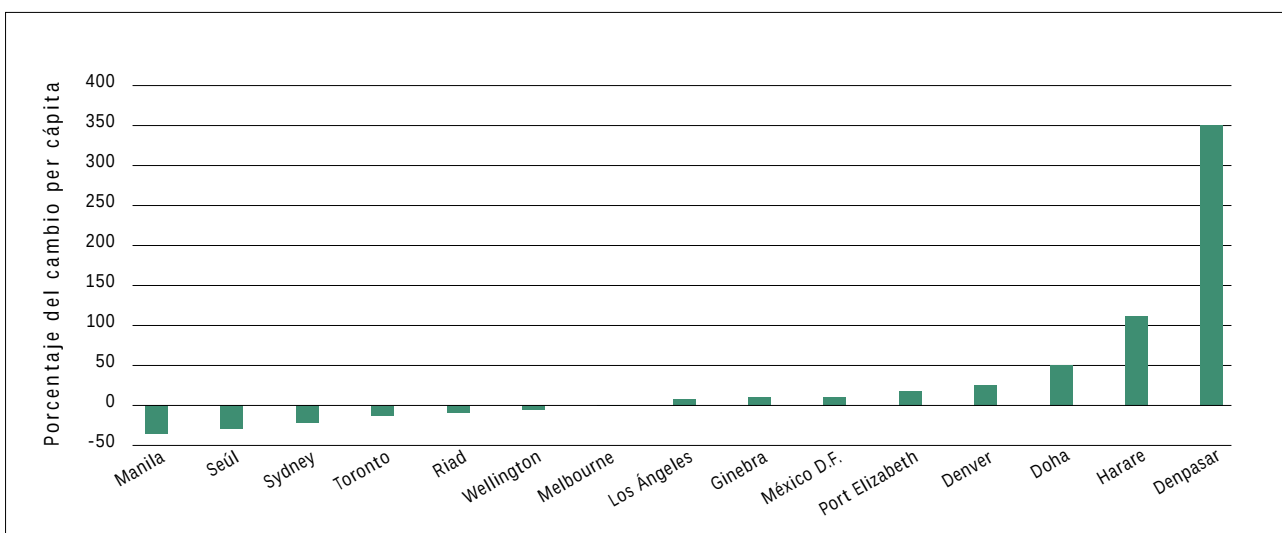


Figura 8: Cambios previstos en el consumo de agua per cápita para el año 2020



Además de factores medioambientales como el cambio climático y la sequía, el crecimiento demográfico y un mayor consumo de agua per cápita suponen un reto para la sostenibilidad de los recursos hídricos de algunas ciudades en el futuro.

El descenso del 38% en el consumo de agua per cápita previsto en Manila sería el resultado del enorme crecimiento demográfico previsto para los próximos veinte años y de la incapacidad del sistema de suministro



de agua para adaptarse al mismo con la necesaria rapidez.

Algunas ciudades identificaron algunas cuestiones que deberían resolverse para poder mantener la sostenibilidad de sus recursos hídricos, aunque hubo pocas coincidencias entre las ciudades participantes. Algunas de estas cuestiones individuales son:

- Restricciones en el uso de las aguas subterráneas a raíz de la competencia entre la demanda de la industria y del comercio en Denpasar.
- Sustitución del agua potable por efluente tratado en los sistemas de riego de Doha.
- Importante crecimiento del suministro a zonas urbanas y áreas rurales adyacentes en Hanoi.
- Elevadas pérdidas en la red de distribución de agua en Harare.
- Rehabilitación de tuberías y cubrimiento de embalses en Dublín.
- Cubrir los picos de demanda de suministro en Ginebra.

3.2.2 Cambio climático y sequía

Desde el punto de vista científico, ya casi no quedan dudas de que el cambio climático global se está produciendo, de que la Tierra se está calentando, lo cual podría tener graves consecuencias sobre la disponibilidad y la calidad del agua. No obstante, los efectos y la distribución del cambio climático en sí aún son inciertos, lo cual supone un gran obstáculo de cara a la planificación.

La disminución de las precipitaciones y la mayor frecuencia de las sequías exacerbará las presiones provocadas por la contaminación y por la demanda de poblaciones y economías en continuo crecimiento. La mayor intensidad de las lluvias aumentará la erosión y los riesgos de inundaciones, así como los problemas de calidad

del agua. En muchas regiones, es probable que cambien los modelos agrícolas y que se intensifique el regadío. A largo plazo, el cambio climático puede afectar el reabastecimiento de las fuentes de aguas subterráneas. Los acuíferos costeros también podrían resultar afectados, al verse invadidos por las aguas salobres del mar. Mediante sus efectos en la vegetación, la agricultura, la salud y el medio ambiente, el cambio climático generará con toda seguridad nuevas tensiones económicas y políticas, especialmente en regiones cuyos recursos hídricos son ya escasos.

Algunas ciudades que en el pasado no han experimentado sequías ni han sufrido escasez de agua puede que necesiten empezar a planificar actuaciones para esas situaciones. Muchas medidas de respuesta al cambio climático siguen la misma línea de las estrategias de desarrollo ecológicamente sostenible y, por tanto, son fundamentales independientemente de los cambios que en efecto se produzcan en el clima.

En el momento en que se redactó este informe, una grave y larga sequía afectaba a los recursos hídricos de Melbourne, cuyas reservas quedaron por debajo del 50% durante un tiempo en 2001. La ciudad cuenta con un sistema de restricciones voluntarias y, gracias al plan de respuesta a la sequía, logrará gestionar la calidad y la cantidad del suministro en caso de que continúe la sequía. No obstante, la ciudad necesitará tiempo y que se restablezcan las precipitaciones normales para que sus reservas de agua se recuperen por completo. El gobierno estatal está desarrollando una estrategia con el fin de garantizar que Melbourne siga teniendo un suministro de agua bruta seguro, fiable, rentable y medioambientalmente sostenible a largo plazo.

La sequía prolongada también está afectando a las reservas de agua de Barcelona, que actualmente se encuentran al 30% de su capacidad. Aunque esto es

motivo de preocupación, ya existen precedentes, pues las precipitaciones en esta región son sumamente irregulares y se concentran sobre todo a principios de verano y en otoño. Incluso sin condiciones de sequía, la ciudad se ha visto en situaciones en que sus recursos hídricos resultaban precarios. Dado el "previsible crecimiento de la demanda, es absolutamente imprescindible transferir recursos de otros sistemas hidrológicos para garantizar el suministro a la población". Es posible que se realice un transvase de agua de la cuenca del Ebro, aunque esta opción genera una encendida polémica.

Los recursos de agua de Los Ángeles son suficientes, pero la seguridad del suministro depende de las precipitaciones en el norte de California. Grandes embalses de almacenamiento distribuidos por todo el estado garantizan el suministro en años de sequía. La gran sequía que tuvo lugar entre 1987 y 1992 llevó a Los Ángeles a adoptar una nueva ordenanza que prohibía malgastar agua y que introducía estrictas medidas de conservación.

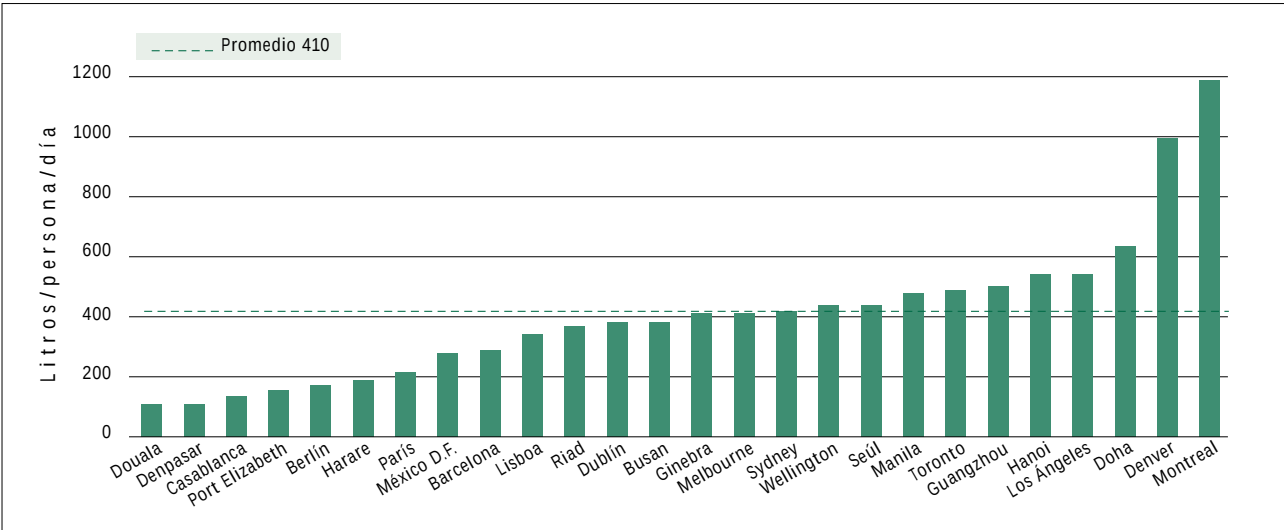
Busan indicó que la sequía estaba afectando a la calidad del agua de origen debido al menor caudal y a la contaminación de las captaciones. Se necesitan nuevas presas que proporcionen reservas adicionales.

3.2.3 Consumo de agua

El promedio del consumo de agua diario per cápita en las ciudades del estudio es de 410 litros al día. La cifra más elevada corresponde a Montreal, con un consumo per cápita de 1.190 litros diarios, mientras que la más baja corresponde a Hanoi, cuya población tiene una asignación diaria de 100 litros. (En algunos casos, existen enormes discrepancias en las respuestas del cuestionario entre el consumo de agua per cápita declarado y los índices calculados a partir de los datos volumétricos y demográficos.)

El consumo de agua varía notablemente entre usos interiores y exteriores. En el promedio global, un 72% corresponde a usos interiores y un 38%, a usos exteriores. En Melbourne, Barcelona, Denver y Harare existe un

Figura 9: Consumo de agua diario per cápita



equilibrio bastante uniforme entre los usos interiores y exteriores. En otras ciudades, predomina el consumo interior, con la excepción de Doha, donde el 80% del agua se destina a fines exteriores.

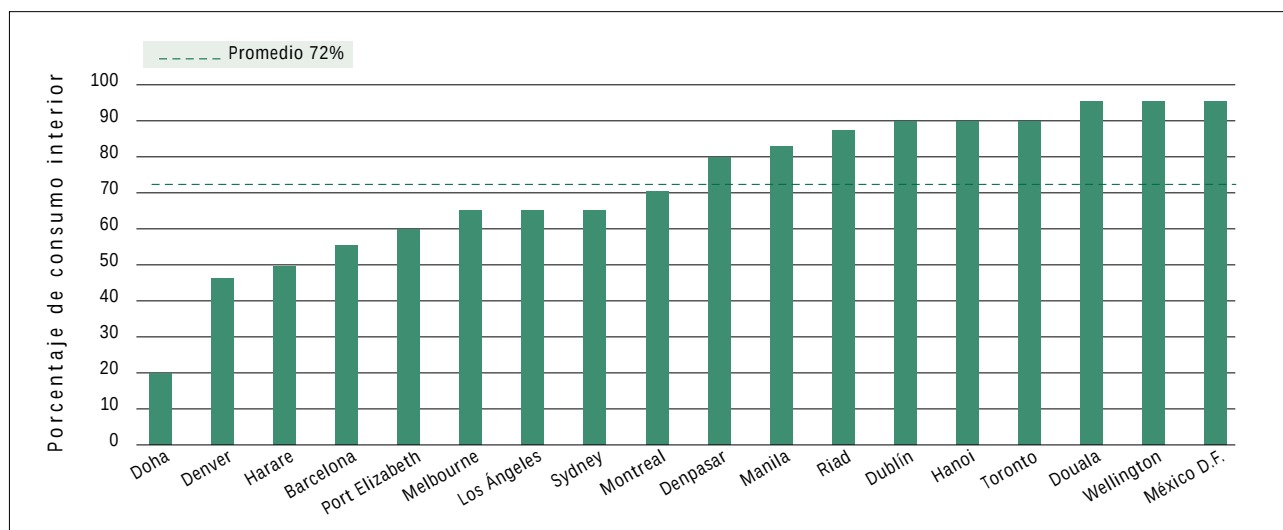
La forma de desarrollo urbano afecta a las oportunidades de reducción del consumo y de mayor reutilización del agua. En Sydney, una ciudad poco densa de crecimiento desordenado, aproximadamente el 66% del consumo de agua controlado mediante contadores corresponde a los hogares y casi una cuarta parte de este porcentaje se destina al jardín, lo que iguala a la cantidad utilizada en las duchas.

En las ciudades donde las precipitaciones son abundantes, el consumo de agua podría reducirse si se recogiese el agua de la lluvia en los tejados y se introdujesen sistemas para reciclar el agua en lavanderías, baños y duchas. Desde siempre, uno de los grandes usos individuales ha sido el de las cisternas de los inodoros, algunas de las cuales utilizan 25 o más litros en cada descarga de agua. El uso de modelos de inodoros de bajo

consumo (ULFT o *ultra-low flush*) con depósitos de 5 o 6 litros supondría un gran ahorro. Como alternativa, o además, las aguas residuales podrían someterse a un tratamiento más intenso que permitiese su reutilización como agua no potable, dando por sentado la necesidad de construir un sistema de distribución doble. Esta última opción ya se ha aplicado en Israel, país que cuenta con un sistema de distribución nacional doble. En algunas ciudades estadounidenses, como Denver, se ha impulsado enérgicamente la instalación de inodoros de bajo consumo como una opción clave para gestionar la demanda.

A pesar de que la recogida de agua a pequeña escala y el reciclaje de "aguas grises" como fuentes alternativas de suministro son puntos que se encuentran en la agenda política del agua del sector industrial, Busan es la única ciudad del estudio que indicó que estos puntos estaban incluidos en sus planes de búsqueda de nuevos recursos hídricos. Por otro lado, recientemente se ha anunciado que un nuevo barrio de Melbourne tiene previsto incluir sistemas de reutilización del agua.

Figura 10: Porcentaje de agua destinado al consumo doméstico interior





Se ha proyectado un nuevo barrio en Epping North, en la periferia de la ciudad de Melbourne. Este barrio se construirá durante un período de quince años e incluirá aproximadamente 8.000 nuevos hogares que alojarán a unas 25.000 personas.

Dadas las limitaciones de la capacidad existente para dar cabida a las aguas residuales procedentes de este nuevo barrio periférico, se construirá una gran planta local de tratamiento de aguas residuales para tratar los residuos de esta urbanización. La capacidad limitada del sistema de alcantarillado existente se utilizará para la evacuación de lodos residuales.

El agua recogida durante el proceso de tratamiento se reciclará y se distribuirá por el nuevo barrio a través de una red secundaria que pro

porcionará agua para las cisternas de los inodoros y para el riego de los jardines, con lo cual se prevé reducir en un 40% la demanda de la zona.

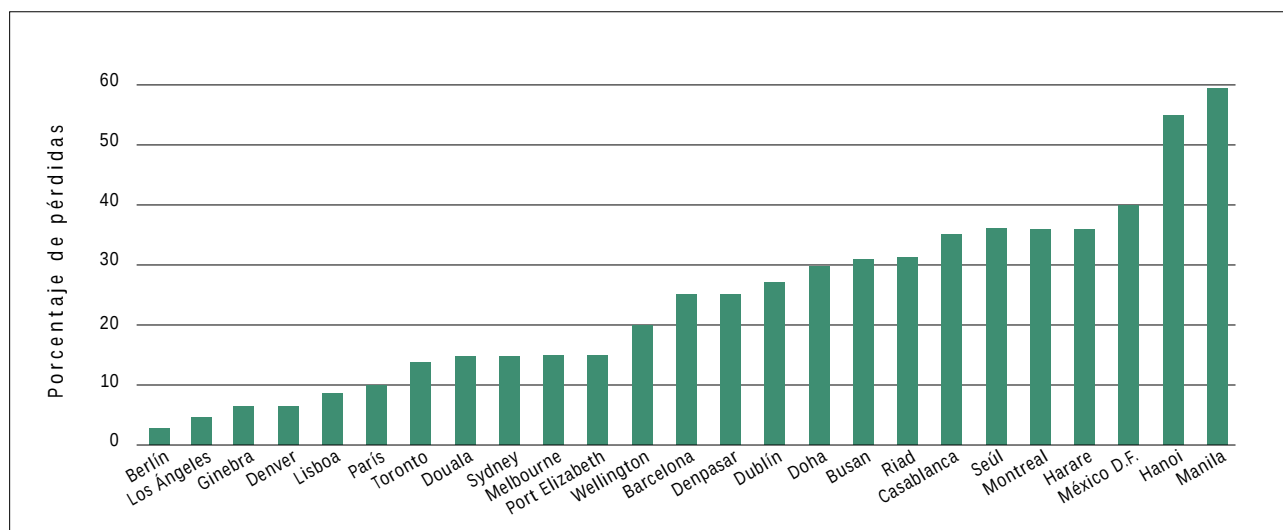
Los costes de esta iniciativa no son más elevados que los habituales en un enfoque tradicional de financiación de la infraestructura del ciclo completo del agua.

Fuente: Urban and Regional Land Corporation, Victoria, Australia

3.2.4 Pérdidas de agua

El agua que entra en la red de distribución pero no queda registrada en un contador como utilizada se define como pérdida. Todas las ciudades pierden una cierta proporción de agua de su sistema, aunque el volumen varía conside-

Figura 11: Pérdidas de agua





rablemente. Las razones que provocan estas pérdidas de agua incluyen fugas en las tuberías, registros inferiores en los contadores, derramamientos en las bocas de riego, conexiones ilegales y la extinción de incendios.

En la mayoría de las ciudades se pierde entre el 15% y el 30% del agua, e incluso hay algunas que no son capaces de dar cuenta de más de la mitad de su agua: Manila pierde el 59% del agua tratada, Hanoi el 55% y Harare el 37%. Estas ciudades han desarrollado estrategias para reducir esas pérdidas. Por ejemplo, en Manila y en Harare se intenta detectar las conexiones ilegales al sistema, delitos castigados con duras penas. En Hanoi y Manila se está introduciendo un sistema de contadores zonificado por distritos que ayudará a detectar la localización de las pérdidas de agua. En algunas ciudades, la causa más probable de las pérdidas son las fugas ilocalizadas en las tuberías, mientras que en los sistemas altamente controlados mediante contadores es más probable que se trate de robos.

Dublín ha trabajado activamente para reducir sus pérdidas de agua. Cuando se introdujo una estrategia de conservación del agua para abordar este problema, con un presupuesto de 37 millones de libras, la ciudad perdía el 42% de su suministro. Este porcentaje ha descendido hasta el 28% y sigue disminuyendo.

Berlín, en cuya red de distribución tan sólo se pierde un 3% del agua, es la ciudad con mejores resultados y considera que las pérdidas son demasiado pequeñas como para justificar estrategias destinadas a combatirlas. En cambio, Denver, con unas pérdidas medias de tan sólo el 6% entre 1993 y 1999, sí que cuenta con una serie de estrategias para reducirlas, como un programa de incentivos para sus representantes sobre el terreno con el fin de descubrir conexiones ilegales. Ginebra también presenta unas pérdidas del 6% de su suministro. Por la noche se reduce la presión del agua y periódicamente se lanzan campañas de detección y reparación de fugas.

3.2.5 Competencia por el suministro

Pocas ciudades del estudio deben hacer frente a una competencia entre la demanda de agua interna y externa. Más del 80% de las ciudades disponen de sus recursos hídricos a su exclusiva discreción. Sin embargo, tres ciudades indicaron la existencia de competencia externa por el agua.

- Harare espera más competencia por el suministro ante un mayor crecimiento y desarrollo.
- Manila sólo consigue aproximadamente un tercio del agua que querría debido a la necesidad de compartir los recursos con la generación de energía, el sistema de riego y el abastecimiento de agua de otros municipios. Una medida que intenta solucionar este problema es la construcción de una nueva presa.
- Busan comparte su agua con otras ciudades y necesitará nuevos recursos hídricos.

En Harare y Manila, la industria y la agricultura compiten por el agua. El gobierno se ha implicado en la gestión de estas demandas y en ambas ciudades el suministro de agua a la ciudad es prioritario.

La necesidad de mantener caudales medioambientales en los ríos para su salubridad y ecología no parece ser un aspecto importante, en especial para las ciudades de países en vías de desarrollo. El estudio demuestra que este tema presenta grandes desigualdades y se limita básicamente a los países democráticos relativamente ricos. Al parecer, muchas de las metrópolis del planeta no consideran prioritaria la necesidad de mantener caudales medioambientales en los ríos y canales.

Denver, Los Ángeles, Melbourne y Wellington fueron las únicas ciudades que indicaron que tenían en cuenta la necesidad de caudales medioambientales.

"Litigios para equiparar los usos medioambientales del agua con los usos urbanos han puesto de relieve la necesidad de incorporar consideraciones medioambientales en la gestión de los recursos hídricos."
(Respuesta de Los Ángeles).

En la última década, Los Ángeles ha librado y perdido una importante batalla contra los ecologistas que pretendían detener la desviación legal de agua de los afluentes de la cuenca del lago Mono al acueducto que suministraba agua del valle del río Owens. Los ecologistas lograron que el Tribunal Supremo de California, en aplicación de la llamada "*public trust doctrine*", restableciera el caudal al lago. Este lago salado, de gran valor ecológico, es un hábitat vital para las aves acuáticas que migran hacia y desde América del Sur, así como una masa de agua de especial belleza natural. Como consecuencia, la ciudad de Los Ángeles tuvo que realizar una ingente inversión en conservación del agua y buscar fuentes de suministro alternativas para satisfacer sus necesidades a largo plazo.

Wellington fue la única ciudad que señaló tener una restricción en cuanto a la cantidad máxima de agua que puede extraer para suministro público. Estos límites están regulados por el Plan de agua dulce del Consejo Regional.

3.2.6 Medidas de conservación del agua y restricciones

Más del 75% de las ciudades llevan a cabo regularmente campañas de educación sobre la conservación del agua. Estas campañas incluyen kits educativos para las escuelas, publicidad en la prensa escrita, radio y televisión, así como la inclusión de información con las facturas.

Según los datos proporcionados, el programa de conservación del agua de Denver parece especialmente amplio. Incluye un programa escolar, la detección acústica de

fugas, la potenciación de especies vegetales resistentes a la sequía, un programa de descuentos en los inodoros de bajo consumo, publicidad en los medios, auditorías y programas de incentivos en el comercio y la industria, un sistema de riego de parques controlado por ordenador, una línea telefónica de consultas sobre la conservación, programas de intervención y mejora en familias y hogares de rentas bajas, así como un programa de riego eficiente. La necesidad de una conservación activa se derivó, en buena parte, de la negativa del gobierno federal a la construcción de la polémica presa de Twin Forks, que habría inundado uno de los ríos trucheros más prístinos de Colorado. Los ecologistas lograron convencer a las autoridades de que la ciudad no requería nuevos recursos, sino que con una buena gestión de la demanda podría satisfacer las necesidades futuras.

La grave sequía que afectó a Los Ángeles entre 1987 y 1992 obligó a las autoridades municipales y a los ciudadanos a reconocer la necesidad de conservar los recursos hídricos. Tras la sequía, se llevó a cabo un plan de mejora de la fontanería que exigía la instalación de dispositivos de ahorro del agua en todas las fincas y en los jardines de las nuevas construcciones. Para poder vender un piso, es preciso instalar primero duchas e inodoros de bajo consumo. La ciudad también cuenta con programas para ayudar a organizaciones como los campos de golf y a algunos usuarios industriales a utilizar agua reciclada siempre que sea posible. Otros planes incluyen programas educativos destinados a las escuelas y al público general, así como la prohibición de regar los jardines durante el día.

Son cuatro las ciudades que no organizan regularmente campañas para fomentar la conservación del agua, pero por razones muy diferentes. Berlín señaló que no las necesitaba porque dispone de abundantes recursos y, en los diez últimos años, ya ha logrado una reducción del consumo del 40% gracias a un menor uso industrial y a las lavadoras modernas, que necesitan menos agua. Doha y Busan



simplemente imponen restricciones en el suministro como medida de conservación del agua. Por último, en Douala se cobra el agua de las bocas de riego públicas.

La sequía es un riesgo potencial constatado por doce ciudades. La respuesta general ante esta situación consiste en introducir restricciones iniciales voluntarias, seguidas de restricciones obligatorias, en la mayoría de las ocasiones sólo en usos exteriores. Resulta interesante el hecho de que ninguna ciudad parece utilizar directamente el sistema de precios para controlar el consumo de agua. De las ciudades que pueden verse afectadas por la sequía, ocho indicaron que lo que determina la introducción de restricciones obligatorias es el volumen de las reservas acumuladas, ya sea en términos de días

de suministro o de porcentaje de capacidad. Por ejemplo, el límite de Dublín es 120 días de suministro, el de Barcelona es tres meses de suministro y el de Melbourne, un 50% aproximadamente de la capacidad de almacenamiento, dependiendo del mes del año. En México D.F., donde se han llevado a cabo campañas para la conservación del agua de manera irregular, no se imponen restricciones bajo condiciones normales, pero en algunos distritos los ciudadanos sólo tienen garantía de suministro determinados días de la semana.

3.3 RECICLAJE DE LAS AGUAS RESIDUALES²

La mayoría de las ciudades participantes en el estudio no tienen planes para incrementar el uso de las aguas

Figura 12: Reutilización de las aguas residuales tratadas

CIUDADES	REUTILIZACIÓN POTABLE		REUTILIZACIÓN NO POTABLE			
	REUTILIZACIÓN POTABLE INDIRECTA PLANIFICADA	REUTILIZACIÓN POTABLE INDIRECTA NO PLANIFICADA	AGRÍCOLA	RECREATIVA	INDUSTRIAL	URBANA
HARARE	(1)			(2)		
LOS ÁNGELES				(3)		
BUSAN						(4)
ISRAEL						
RIAD					(7)	
DOHA						
BARCELONA			(6)			
MELBOURNE		(5)				
SYDNEY						
MEXICO D.F.						
PORT ELIZABETH						
LISBOA					(9)	
TORONTO						
MONTREAL						
PARÍS			(8)			

(1) y (2): en torno al 40% de las aguas residuales tratadas.

(3): 18% de las aguas residuales tratadas, especialmente para usos agrícolas y recreativos.

(4): circuitos de reciclaje en algunos edificios para las cisternas y la limpieza.

(5): menos del 0,25%.

(6): el volumen oscila entre el 2% y el 80%.

(7): para usos en sistemas de refrigeración.

(8): casi el 4% del efluente sin tratar de París se destina al abono de campos.

(9): principalmente circuitos de reciclaje en las plantas de tratamiento de aguas residuales para limpieza y riego.

² En este informe, los términos "reciclaje" y "reutilización" se emplean como sinónimos.

residuales tratadas en los próximos cinco a diez años; no obstante, el reciclaje del agua, especialmente como no potable, es uno de los puntos de la agenda de muchas ciudades. Tiene tanta importancia como el control de las fugas o la gestión de la demanda, y es una parte esencial de las estrategias de conservación y de desarrollo de nuevos recursos como medio de equilibrar la oferta y la demanda de agua.

3.3.1 Reutilización actual de las aguas residuales como agua potable

Ninguna de las ciudades del estudio explota directamente las aguas residuales tratadas como agua potable. Al parecer, Windhoek, en Namibia, es la única ciudad del mundo que lo hace y no existen informes de que sea perjudicial para la salud. En algunos países, como los Estados Unidos, el Reino Unido y Sudáfrica, se ha incluido indirectamente cierta cantidad de aguas residuales tratadas en los sistemas de suministro. Las ciudades muestran reticencias a utilizar más las aguas residuales tratadas como fuentes directas o indirectas de suministro debido a motivos sanitarios y a la percepción negativa de los consumidores.

De entre las quince ciudades que afirman utilizar aguas residuales tratadas, Los Ángeles y Melbourne indican que sólo se introducen indirectamente cantidades mínimas de aguas residuales en las fuentes de agua bruta. El efluente tratado se vierte en aguas superficiales en el caso de Melbourne y en un acuífero superficial en el caso de Los Ángeles. Se trata de cantidades insignificantes: en Melbourne se calcula que es inferior al 0,25% y en Los Ángeles no supera el 2,5%.

El suministro de agua de Harare incluye una reutilización potable indirecta planificada. Las aguas residuales

se vierten en el río que alimenta las reservas de agua que posteriormente se someterán a tratamiento. Según los cálculos de la ciudad, esto constituye menos del 5% de su suministro.

Ginebra, cuyas aguas residuales tratadas van a parar al río Ródano, ha subrayado un punto importante: el río es la fuente de agua bruta para las ciudades que se encuentran río abajo y, a lo largo de todo el curso del Ródano hasta desembocar en el Mediterráneo, sus aguas se utilizan muchas veces. Muchísimas ciudades de todo el mundo utilizan indirectamente aguas residuales que han sido vertidas a los ríos que después abastecen de agua bruta a municipios situados río abajo.

Barcelona, Harare, Los Ángeles, Melbourne, Montreal, Sydney y Tel Aviv utilizan el efluente tratado para usos agrícolas e industriales. En la mayoría de los casos, se trata de un reciclaje a pequeña escala, excepto en Tel Aviv, donde el 66% de las aguas residuales tratadas se utiliza en agricultura, y en Harare, con un índice del 40%. En Los Ángeles se utilizan 50 millones de megalitros anuales para actividades agrícolas, industriales y recreativas, lo cual equivale al 18% de sus aguas residuales. Port Elizabeth reutiliza el 5% de sus aguas residuales. En los Estados Unidos existen varios miles de proyectos de reciclaje de agua. El reciclaje es una práctica empleada en Australia, Bélgica, Canadá, Francia, Hong Kong, Israel, Japón, Jordania, Latinoamérica, Países Bajos, Arabia Saudí, Sudáfrica y España.^{VI}

VI. www.environment-agency.gov.uk/modules

El proyecto de reutilización de aguas residuales para el reabastecimiento del río Chelmer

Una combinación de circunstancias condujeron a una eficaz reutilización de las aguas residuales para el consumo humano en el condado de Essex, en el sudeste de Inglaterra: 1) recursos hídricos limitados, 2) las sequías de 1990 y 1996 en una de las regiones más secas de Inglaterra, y 3) un crecimiento demográfico debido principalmente a la proximidad del área metropolitana de Londres. Para satisfacer una demanda diaria de 410.000 m³ y abastecer a los 1,7 millones de habitantes se recurre a las fuentes locales (los ríos Chelmer, Blackwater y Stour) y a importaciones de otros condados. Se ha calculado que la demanda habrá ascendido a 480.000 m³ en el año 2025.

Para cubrir la demanda a corto plazo, Essex and Suffolk Water (ESW), con el visto bueno de la Autoridad Nacional de Ríos y la Agencia de Medio Ambiente, desvía 30.000 m³ diarios de aguas residuales depuradas de la planta de tratamiento de Chelmsford al río Chelmer, que abastece al embalse de Hanningfield, de donde se extrae agua potable. El proceso de reciclaje se realizó en dos fases.

Fase 1, transitoria (julio 1997 - diciembre 1998). Las aguas residuales desviadas se sometieron a un tratamiento UV antes de ser vertidas en el río Chelmer. Al finalizar este período, no se había detectado ningún deterioro mensurable en la calidad del agua destinada al consumo ni en los ecosistemas.

Fase 2, aprobada en junio de 2000 para un período de diez años. La solución técnica adoptada presenta diferencias con respecto a la primera fase, pues las aguas residuales extraídas de la planta de tratamiento se someten a un proceso terciario (reducción de nitratos y fosfatos) antes de verterse río arriba en el Chelmer, antes de su desembocadura en el embalse de Hanningfield. En condiciones climáticas normales, las aguas residuales se reciclarán entre abril y octubre, aunque podría ampliarse a todo el año en épocas de sequía.

El éxito del proyecto se debe en buena parte a costosos estudios, realizados durante los cuatro años anteriores a la introducción de la fase 1, sobre la calidad de las aguas residuales y sobre los posibles efectos a medio y largo plazo en la salud de las personas. El proyecto fue también muy instructivo para comprender la percepción de la población y para saber cómo actuar ante la oposición pública en otros proyectos similares.

Fuente: Coloquio Catchwater de Noirmoutier, Francia. Actas del seminario, septiembre 2001

3.3.2 Reciclaje del agua en el futuro para usos potables y no potables

Es difícil predecir el futuro del reciclaje de las aguas residuales tratadas como suministros de agua potable. A día de hoy se desconocen los avances tecnológicos en el campo del reciclaje de las aguas residuales u otras preocupaciones que pudieran impulsar una consideración más urgente de las aguas residuales como fuente de suministro. No obstante, existen indicios de que los



costes de reciclaje y de desalinización empiezan a ser inferiores a los del transporte de agua pura a través de largas distancias.^{vii} Asimismo, cabe destacar que los gastos de producir agua potable de calidad a partir de aguas residuales tratadas mediante la tecnología de ósmosis inversa son generalmente menores que los de desalinizar agua del mar mediante el mismo sistema, aunque es evidente que la percepción y aceptación del producto final por parte de la comunidad puede variar notablemente.

Actualmente, Port Elizabeth reutiliza el 5% de sus aguas residuales para usos no potables y prevé que este porcentaje aumentará hasta el 40% en el año 2010. Se espera que en 2020, aproximadamente un 30% del suministro de agua potable de la ciudad sea agua reciclada.

El reciclaje de agua para usos no potables está en la agenda de varias ciudades. Denver, que aparentemente reutiliza una parte mínima de las aguas residuales tratadas, está en la fase final de diseño de un sistema para usar del 2% al 5% de las aguas residuales tratadas como suministro no potable. México D.F. desarrollará un sistema para tratar sus aguas residuales a un nivel adecuado para usos industriales y para reabastecer acuíferos agotados.

Busan tiene previsto introducir una normativa para que más edificios se construyan con sistemas de recogida y reciclaje de las "aguas grises" del edificio.

La ciudad de Los Ángeles prevé reutilizar más de un tercio de sus aguas residuales para usos que no sean el consumo humano en el año 2020, mientras que Melbourne se ha fijado el objetivo de reutilizar el 20% de sus aguas residuales en esa misma fecha.

"El desarrollo de nuevos recursos hídricos en los próximos cinco años incluirá un mayor uso de agua saneada y más esfuerzos de conservación. El Departamento de Agua y Energía proyecta utilizar agua reciclada para reabastecer la cuenca subterránea y también está examinando las posibilidades de aumentar el uso de las aguas pluviales para el mismo fin. Todas las aguas subterráneas extraídas para su distribución deben cumplir los requisitos estatales para el agua potable antes de entrar en el sistema de distribución." (Los Ángeles)

Otras ciudades participantes en el estudio también afirmaron estar considerando el uso del efluente tratado para reabastecer los acuíferos subterráneos.

El proyecto de Dan: un ejemplo de éxito en la gestión integrada del agua

Dan es la planta depuradora de aguas residuales más grande de Israel. Allí se tratan y se reciclan diariamente 330.000 m³ de aguas residuales, generados por ocho aglomeraciones, incluida la región de Tel Aviv-Jaffa, con una población total de unos 2 millones de personas. El proyecto, operativo desde 1989, requirió una inversión de 227 millones de euros en concepto de unos costes de tratamiento y de distribución de 0,12 y 0,4 €/m³ respectivamente.

Tras someterla a técnicas tradicionales de lodos residuales activados, nitrificación, desnitrificación y transferencia a cuencas depuradoras, el agua se envía a cuatro zonas de filtración, desde

VII. Les enjeux internationaux de l'eau, volumen 3, junio 1999. Ministerio de Relaciones Internacionales, Quebec, Canadá.

donde se devuelve a la capa freática de la costa (sistema SAT, Tratamiento Suelo-Acuífero). La ventaja de este sistema es que el agua se filtra lentamente en la arena, favoreciendo así la adsorción, la degradación biológica de nutrientes y los intercambios de iones. Por término medio, el agua permanece allí dos meses y luego se bombea y se transporta a través de tuberías al desierto de Negev, 87 km al sur de Tel Aviv, donde se almacena en seis depósitos con una capacidad total de 510.000 m³ antes de utilizarla para regar (15.000 ha).

La combinación del tratamiento en planta y del sistema SAT elimina más del 99% de la materia en suspensión, la demanda biológica de oxígeno y la demanda química de oxígeno, y logra unos índices de reducción del nitrógeno y el fósforo del 83% y el 99,7% respectivamente. Las concentraciones de estreptococos y coliformes fecales en las aguas residuales recicladas cumplen los estándares normativos impuestos por Israel de menos de 10 coliformes fecales por 100 ml para un uso ilimitado en irrigación. Cabe destacar que se ha demostrado que los niveles de cloro en el agua utilizada para regar no tienen ningún efecto negativo en la vegetación.

Dan es sólo uno (el de mayores dimensiones) de varios proyectos de reutilización de las aguas residuales para el riego.

Fuente: Coloquio Catchwater de Noirmoutier, Francia. Actas del seminario, septiembre de 2001

3.3.3 Factores a favor y en contra del reciclaje de las aguas residuales

El reciclaje se ha hecho un hueco en los países con recursos hídricos escasos. En algunos países de África, Oriente Medio y Asia se emplean procesos de reciclaje y algunas ciudades de Australia, Sudáfrica y los Estados Unidos tienen previsto desarrollar, o incrementar, la reutilización del agua a largo plazo. Algunos proveedores estadounidenses disponen de amplios sistemas de reutilización de las aguas residuales, como la ciudad de Irving y Orange County Water District, ambos muy cercanos a Los Ángeles. Israel tiene un sistema nacional de reutilización de las aguas residuales y un sistema de distribución secundario para hacer llegar el suministro a los usuarios. En México D.F., la escasez de agua bruta ha llevado a proponer la utilización de agua reciclada.

El reducido volumen de aguas residuales reutilizadas y el número de ciudades que reciclan activamente sus aguas puede, en parte, explicarse por la ausencia de incentivos financieros para estos proyectos. Los Ángeles y Port Elizabeth son excepciones.

En Los Ángeles se ofrece un 20% de descuento en los contratos a largo plazo para el suministro de agua saneada para regar. No existe sólo el incentivo financiero de las facturas más baratas, sino que, además, los clientes que aprovechen estos descuentos tienen garantizado el suministro en situación de sequía. Port Elizabeth también ofrece precios más económicos por el agua reciclada a los usuarios industriales y agrícolas, aunque no se comunicó el nivel de descuento.

Berlín, Douala, Manila, Sydney, Toronto y Wellington señalaron que disponen de abundantes recursos de agua bruta y que no necesitan considerar el reciclaje como fuente adicional de suministro.

El tratamiento de las aguas residuales para cumplir los niveles de calidad necesarios para utilizarla como sumi-



nistro potable es problemático y no sólo debido a los costes de las infraestructuras adicionales necesarias. Un gran obstáculo es el riesgo para la salud que la comunidad ve en el uso de aguas residuales tratadas.

Desarrollar la tecnología de depuración haría aumentar las posibilidades del reciclaje. No obstante, se avanzaría más con un cambio en la concienciación de la sociedad y educando a la comunidad sobre la reutilización de las aguas residuales.

3.4 LA INFRAESTRUCTURA DE SUMINISTRO Y DISTRIBUCION DEL AGUA

Como cabría esperar, la gran mayoría de las ciudades utilizan tuberías (algunas usan acueductos abiertos y tuberías) para distribuir el agua. Las tuberías de hierro colado y de hierro dúctil son las más comunes, empleadas en más del 50% de las ciudades. Las tuberías de fibrocemento se utilizan de manera generalizada en México D.F., donde el 98% de la red de canalización es de este tipo, y en Port Elizabeth, con un 70%. Harare, Doha y Denpasar también han utilizado fibrocemento en los últimos cinco años. Las tuberías de cloruro polivinílico y de plástico polietileno se usan relativamente poco, con las excepciones de Douala y Hanoi.

Es bastante habitual tener que transportar el agua a través de largas distancias, en algunos casos de hasta 150 km. México D.F., que ya se abastece de recursos situados a 120 km de la ciudad, tiene proyectos de nuevos suministros situados a unos 150 km del núcleo urbano, aunque se es consciente de la problemática de transportar el agua tal distancia.

El mantenimiento de la red de distribución de algunas ciudades, especialmente en países en vías de desarrollo, se basa en sustituir las tuberías sólo después de su dete-

rioro y apenas se emprenden actuaciones preventivas. En otras ciudades se realizan estudios para detectar los problemas. Una preocupación común es la falta de financiación para el mantenimiento preventivo, como han declarado Port Elizabeth, Denpasar y Harare.

Actualmente, México D.F. no cuenta con ningún programa de mantenimiento de la red o de los activos, aunque reconoce su necesidad. Manila tiene dificultades para desarrollar un programa de mantenimiento completo debido a la inexactitud de los mapas, activos obsoletos, daños provocados por terceros, materiales de baja calidad y movimientos del terreno.

Algunas de las ciudades de los países más industrializados disponen de sofisticados programas de mantenimiento que combinan medidas preventivas con planes de sustitución a fin de garantizar un buen servicio a los clientes. Estos sistemas de mantenimiento de los activos se basan en un buen conocimiento de los activos y en sistemas de gestión de la información en tiempo real. Otras ciudades, como Doha y Manila, señalaron que tenían previsto introducir sistemas de este tipo en los próximos diez años.

La tecnología utilizada por Denver permite prever las necesidades de sustitución a largo plazo; para ello se toman como referencia las cantidades y las fechas en que se instalaron los activos, su expectativa de vida estimada y patrones de deterioro, así como el coste actual por unidad sustituida. En los últimos diez años, el programa de mantenimiento de Melbourne ha pasado de centrarse en la gestión de activos a considerar el rendimiento del sistema con requisitos de servicios al cliente para dar prioridad a un sistema de sustitución de las cañerías principales.

Son muchas las ventajas de un programa de mantenimiento rutinario sistemático e informado. Quizá las más

importantes sean la posibilidad de determinar y asignar un presupuesto, la minimización de las interrupciones del suministro y la posibilidad de definir un proyecto de obras con mayor precisión. Muchas ciudades de todo el mundo están desarrollando bases de datos GIS informatizadas de las tuberías y modelos que pueden ayudar a determinar las zonas críticas en términos de sustituciones y mejoras, basándose en el historial de deterioro, características temporales y físicas, así como otros factores críticos similares.

La presión del agua varía considerablemente de una ciudad a otra, desde los 3 m de Hanoi hasta los 50 m de Ginebra. Por lo general, la presión del agua se mantiene entre 15 m y 25 m. Controlar los reventones de las cañerías principales y los fallos energéticos es un factor vital en el mantenimiento de la presión y el caudal del agua. La mayoría de los avances técnicos incluyen una mayor utilización de tecnología GIS y SCADA (adquisición de datos y control de supervisión) para aislar y solucionar las averías.

Casi todas las ciudades consideran que tener dos o más fuentes de suministro en el sistema de distribución del agua es vital para reducir al mínimo las interrupciones y mantener el suministro. En la mayoría de los casos, los tiempos de respuesta para restablecer el suministro oscilaban entre una y ocho horas.

La mayoría de las ciudades indicaron que, en los últimos diez años, la población ha mostrado un mayor nivel de concienciación y deseo de información cuando se interrumpe el suministro. El problema citado con más frecuencia en lo que respecta a garantizar el suministro es la falta de fondos para sustituir los sistemas y actualizar las instalaciones.

3.5 GESTION DE RIESGOS

La mayoría de las ciudades percibían los riesgos que afectaban a sus recursos hídricos como localizados. Se ven como riesgos los terremotos, la contaminación de los suministros, los fallos energéticos y una reducción de las zonas de captación, entre otras incidencias. Casi todas las ciudades notificaron que disponen de planes de respuesta para casos de emergencia o que ya está previsto en un plan de emergencia estatal.

París percibe como una gran amenaza el riesgo de unas inundaciones catastróficas como las que afectaron a la ciudad en 1910. Se está realizando un estudio para desarrollar un plan a fin de aprovechar las perforaciones de la capa freática albiense para garantizar el suministro.

Doha y Riad, ciudades que dependen en buena parte de agua desalinizada, tienen capacidad para desviar el suministro de una zona a otra en caso de que se produjese una avería en una de las plantas desalinizadoras. Sistemas de suministro interconectados similares se utilizan en Ginebra y en Toronto.

Una de las principales preocupaciones de Manila es evitar el desbordamiento de los embalses tras las lluvias torrenciales, con las consiguientes inundaciones de los municipios situados río abajo. Antes de liberar el exceso de agua, las autoridades del agua lanzan un plan de acción de emergencia en coordinación con los gobiernos locales.

4. CUESTIONES EMERGENTES

Gestión de los servicios hidrológicos y precios del agua

De los datos del estudio se puede deducir que muchas ciudades sólo tienen vagas estimaciones de la cantidad de agua que producen, del uso al que se destina y de los gastos de producción, tratamiento y distribución. Las limitaciones de gestión y planificación que esto impone a las empresas de servicios públicos del agua frena por fuerza su capacidad de planificación y desarrollo eficiente, de implementación de obligaciones de servicio a la comunidad y tarifas equitativas y proporcionales a los costes, o de cálculo de su impacto medioambiental.

Gestión de la demanda

Los resultados del estudio también indicaron que la labor de gestión de la demanda todavía es relativamente escasa. El sistema de precios del agua, a pesar de ser una herramienta de gestión de la demanda no selectiva, raramente se asocia con la escasez en ninguna de las ciudades miembro y muy pocas ciudades informaron de esfuerzos por lograr un uso más eficiente del agua o por reducir las fugas y pérdidas del sistema. La estrategia preferida sigue siendo el aumento.

Reutilización

El volumen de agua que se puede obtener mediante usos más eficaces tiene un límite y es probable que el suministro de agua potable de calidad se convierta en una cuestión de especial importancia para muchas ciudades en los próximos diez o veinte años. No obstante, muy pocas ciudades parecen estar considerando en serio la reutilización de aguas residuales tratadas como una opción viable para obtener una fuente de suministro adicional. Es preciso tener en cuenta factores como la rentabilidad, ahora y en el futuro, de utilizar aguas residuales tratadas, la percepción y la aceptación por parte de la comunidad del reciclaje para obtener suministros de agua potable, así como cuestiones de salud pública.

Sostenibilidad ecológica

Es necesario asegurar caudales medioambientales adecuados tanto por motivos ecológicos como por el bien de los usuarios situados río abajo. La mayoría de las ciudades no mencionaron este aspecto. Los datos del estudio revelan que la mayor parte de las ciudades miembro están llevando a cabo reformas institucionales y económicas en el sector del agua, aunque parecen determinadas en gran parte por la tradición política o por cuestiones políticas/económicas. Al parecer, las consideraciones relacionadas con la gestión de los recursos naturales y objetivos de sostenibilidad ecológica todavía no son motores significativos de cambio, especialmente en los países en vías de desarrollo.

Tratamiento y evacuación de las aguas residuales

En muchas ciudades, las aguas residuales sin tratar se siguen vertiendo al medio ambiente, con la consiguiente contaminación de las aguas de los ríos y los mares receptores y los consiguientes riesgos para la salud de la población. Allí donde esto ocurre, se impone la necesidad de tratar y evacuar las aguas residuales de manera sostenible. Numerosos países no pueden hacer frente a los costes que ello implica. Sin embargo, organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial deberían abordar las cuestiones fundamentales de salud e higiene que se plantean.

Privatización

Como ocurre en muchos otros sectores (por ejemplo, el transporte, la asistencia sanitaria, las compañías aéreas o la electricidad), hay una tendencia mundial a privatizar el sector del suministro de agua y tratamiento de las aguas residuales. Hasta el momento, parece que se ha ganado un mayor rendimiento económico. No obstante, se necesitará una estrecha vigilancia por parte del gobierno y una legislación apropiada para seguir manteniendo los niveles de servicio, la infraestructura, la confianza del público, un tratamiento adecuado de las aguas residuales, y la calidad y la cantidad del agua distribuida.

5. RETRATOS DE LAS CIUDADES



BARCELONA

Antecedentes

La población de Barcelona supera los 3 millones de habitantes. Los ríos Ter y Llobregat suministran en torno al 90% del agua de la ciudad, mientras que el resto se obtiene de acuíferos subterráneos. Aproximadamente 1.300.000 propiedades están conectadas al sistema de suministro de agua, que distribuye 320 millones de litros al año. El consumo medio es de 300 litros diarios por persona.

La zona de captación del río Ter está poblada de árboles y escasamente urbanizada; sus aguas sólo requieren un tratamiento fisicoquímico convencional. En cambio, el río Llobregat atraviesa áreas muy industrializadas y densamente pobladas, por lo que sus aguas necesitan un tratamiento intensivo. Tres plantas tratan el agua de la ciudad.

Gestión de los recursos y control regulador

En Barcelona, la gestión de los recursos hídricos es competencia de un organismo del gobierno regional. Los recursos son propiedad del gobierno y los gestionan empresas públicas, mientras que la red de distribución depende del gobierno local a través de una empresa privada. Es preciso obtener una licencia para poder extraer agua.

Leyes regionales velan por la protección y el control del suministro de agua, mientras que una orden metropolitana regula el precio del agua de uso doméstico.

El Ministerio de Sanidad es el organismo competente en cuanto a regulación y establecimiento de los estándares de calidad del agua. De su control se encargan empresas concesionarias contratadas por las autoridades locales

de la EMSHTR (Entidad Metropolitana de Servicios Hidráulicos y Tratamiento de Residuos). La EMSHTR es también responsable de la gestión de los sistemas de recogida y tratamiento de las aguas residuales en nombre de la Agencia Catalana del Agua.

Cuestiones políticas y económicas

Tras las reformas llevadas a cabo entre 1988 y 1990, el gobierno regional asume la competencia del sistema de suministro de agua, lo cual incluye la producción, el tratamiento y la distribución a las redes municipales. La distribución del agua corre a cargo de empresas privadas concesionarias. Actualmente no hay nuevas reformas a la vista.

Las inversiones en infraestructuras de alto nivel se reparten al 50% entre el gobierno regional y una empresa distribuidora de titularidad pública. Ambas entidades financian las inversiones a través de tasas e impuestos aplicados directamente a los usuarios. Las inversiones y el funcionamiento de las infraestructuras de bajo nivel (red hasta los usuarios finales) se financian mediante las cuotas de cada empresa concesionaria, aprobadas por la EMSHTR. Los usuarios no reciben ningún tipo de informe anual sobre la situación financiera de la empresa de suministros.

Cuestiones de sostenibilidad

Una prolongada sequía ha reducido las reservas de la ciudad al 30% de su capacidad. Esto y el aumento previsto de la demanda ha obligado a las autoridades a buscar urgentemente recursos adicionales. Se está estudiando un polémico plan para realizar un trasvase de agua de la cuenca del Ebro al río Llobregat.

Cuando las reservas no alcanzan para satisfacer la demanda de tres meses, se imponen medidas de atenuación de la sequía. Éstas incluyen reducir la presión del agua, limitar



BELO HORIZONTE

Antecedentes

Belo Horizonte es la capital de Minas Gerais, Brasil, y cuenta con una población de 2,2 millones. Más del 99% de los habitantes disponen de conexión al sistema municipal de suministro de agua y consumen 116.600 megalitros anuales. Los ríos Velhas, Serra, Azul y Manso son los principales recursos que abastecen a la ciudad.

En estos momentos, la ciudad está implementando un Plan guía de desagüe urbano, que se basa en un estudio exhaustivo de la infraestructura de la ciudad, las actividades de explotación del suelo en la periferia urbana, las inundaciones y la erosión del suelo en los alrededores de los cauces y la contaminación del agua con el fin de favorecer el desarrollo de un sistema de alcantarillado integrado. El plan se aplicará en un período de cuatro años. Introducirá técnicas mejoradas de gestión del agua y de las aguas residuales y contará con la asistencia de tecnología GIS y un modelo hidráulico, en una apuesta por controlar el caudal de agua y mejorar el control de la calidad del agua.

Titularidad y control regulador

Los recursos hídricos son propiedad del estado. La Compañía de Saneamiento de Minas Gerais, mediante una concesión municipal, es la empresa responsable de la construcción y el mantenimiento de la red de distribución de agua potable y del sistema de alcantarillado. El ayuntamiento de Belo Horizonte controla el desagüe. La introducción del Plan guía de desagüe urbano integrará los sistemas de desagüe y de saneamiento de la ciudad.

La financiación de los proyectos de recursos hídricos, saneamiento y desagüe es competencia del ayuntamiento. Tradicionalmente, el gobierno federal financiaba las grandes obras de interés nacional, pero con la disminución de

el uso de las fuentes y el riego de jardines, algunas restricciones en los usos industriales y comerciales, así como restricciones en los hogares. Para fomentar un uso eficiente e inteligente del agua, los precios se basan en una escala variable que penaliza el consumo elevado.

El reciclaje de las aguas residuales no se considera una alternativa viable, debido a los costes del tratamiento y la infraestructura necesaria, así como a la percepción que tiene la población de la calidad de las aguas residuales tratadas.

Infraestructura

El agua llega a las redes de distribución desde su origen a través de tuberías de hierro colado. El sistema de distribución está dividido en compartimientos presurizados que garantizan una presión adecuada en todos los hogares, independientemente de su ubicación.

Tratamiento de las aguas residuales

Todos los hospitales del área metropolitana y casi el 100% de los hogares y las industrias están conectados al sistema de alcantarillado. Un número insignificante de hogares utilizan fosas sépticas. Actualmente se trata el 70% de las aguas residuales antes de verterlas al medio ambiente. Está previsto que, en los dos próximos años, se trate la totalidad del efluente del área metropolitana.

El tratamiento de las aguas residuales sigue un proceso biológico convencional (lodo residual activado) y un tratamiento fisicoquímico. Se prevé incluir un tratamiento terciario en el futuro. Una corporación pública, bajo los auspicios de los ayuntamientos, posee la titularidad de las plantas de tratamiento. Las 75.000 toneladas de lodos residuales que se producen anualmente se emplean en agricultura, para abonos y para la regeneración de bosques y canteras.



la financiación federal la ciudad debe asumir la carga financiera necesaria para desarrollar y mantener un sistema de prevención de inundaciones. Los elevados costes de nuevos proyectos constituyen un obstáculo importante.

La empresa concesionaria, gestionada por el estado, determina la estructura tarifaria. Los precios del agua se basan en el consumo volumétrico.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

La cuenca del río Velhas abarca una superficie de 29.173 km² e incluye una población cercana a los 4 millones de habitantes. La captación, rica en recursos minerales e importante centro de actividad económica de la región, está afectada por actividades mineras, industriales y urbanas extensivas. La calidad del agua del río se degrada aún más con el cieno resultante de la tala de árboles y los vertidos del área metropolitana de Belo Horizonte.

Todo el agua se somete a un tratamiento completo antes de su distribución. La empresa concesionaria, gestionada por el estado, y las autoridades municipales son las responsables de controlar la calidad del agua. Regularmente se analizan muestras de agua para comprobar si cumplen los estándares fijados por el gobierno federal.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

De acuerdo con la práctica de Brasil, las autoridades municipales tienen la competencia de la recogida y el tratamiento de las aguas residuales. Aproximadamente el 85% de las propiedades están conectadas a la red de alcantarillado, pero sólo el 35% de las aguas residuales recogidas se someten a un tratamiento básico antes de su vertido final. En el año 2002 se introducirá un tratamiento secundario.

El agua no se recicla ni hay ningún proyecto de reutilización de las aguas residuales.

BERLÍN

Antecedentes

Berlín tiene 3,4 millones de habitantes. La ciudad dispone de abundantes recursos de aguas subterráneas para satisfacer la demanda existente. Las cifras relativas al consumo correspondientes a un período de diez años indican una tendencia a la baja de un 40% aproximadamente, en gran parte atribuido a un descenso del uso industrial y al menor consumo de las lavadoras modernas.

Como consecuencia de los abundantes recursos hídricos y del consumo reducido, no existen programas ni campañas educativas para gestionar la demanda. De hecho, las tarifas del agua no diferencian entre usos residenciales, industriales o comerciales, sino que se aplica un precio fijo de 3,5 DM/m³.

Titularidad y control regulador

De acuerdo con la Ley del Agua de Berlín, los recursos hídricos pertenecen a la comunidad y el gobierno de Berlín administra los derechos sobre el agua. Hasta 1999, el gobierno berlinés era propietario de Berliner Wasser Betriebe (BWB), una empresa pública que produce, trata y distribuye agua. Actualmente, BWB es propiedad conjunta del sector público y privado, con un 50,1% en manos del gobierno. Cabe prever que continuará la privatización del sistema de suministro de agua, con una reducción del número de plantas de tratamiento. El establecimiento del marco legislativo y regulador es competencia del gobierno.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

La zona de captación del agua incluye tanto bosques, prados y áreas destinadas a usos rurales, como áreas dedicadas a actividades industriales y residenciales

urbanas. El agua de la ciudad se obtiene de cuatro acuíferos situados en el subsuelo de Berlín, que, a través de pozos, abastecen a once plantas de tratamiento. Existen cuatro zonas protegidas con restricciones definidas sobre el tipo de desarrollo posible en torno a los pozos. El agua no requiere cloración, pero se somete a un tratamiento básico, aeración y filtración rápida.

La normativa del Departamento de Estado de 1990 define los criterios sanitarios para la calidad del agua potable. El gobierno de Berlín y BWB realizan análisis del agua a través de su laboratorio independiente acreditado u otro laboratorio independiente. En 1999, el laboratorio de BWB analizó 7.109 muestras de agua. El Estado es el encargado de evaluar y hacer públicos los resultados de los análisis. No obstante, ni el gobierno berlinés ni BWB tienen constancia de quejas de los clientes sobre la calidad del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

En Berlín, el sistema de transporte es prácticamente inexistente, puesto que la red de distribución parte directamente de las plantas de tratamiento. Más del 74% de las tuberías del sistema de distribución son de algún tipo de hierro colado, un 9,7% son de acero y un 12% de fibrocemento. El uso de hormigón y PVC es mínimo. La red mide 7.760 km de largo.

La limpieza rutinaria de la red de distribución ha sido sustituida por un programa de rehabilitación a largo plazo que utiliza bases de datos analizadas estadísticamente para identificar las zonas problemáticas. Esto puede explicar que sólo haya un 3% de pérdidas, el mejor resultado obtenido en esta categoría entre todas las ciudades participantes en este estudio. La mayoría de las fugas se deben a la edad de las tuberías, a movimientos del terreno, a cambios drásticos de la temperatura, como puede ser una helada, y a obras de construcción de

terceros. El tiempo medio de respuesta para restablecer el suministro es inferior a ocho horas.

Seis estaciones de bombeo garantizan la continuidad del suministro y la presión. La presión del agua estándar oscila entre 4,5 y 5,5 bares. El gobierno financia todos los programas de suministro de agua y de mantenimiento.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales
Más del 98% de las propiedades abastecidas por el sistema municipal están conectadas a la red de alcantarillas; el resto disponen de fosas sépticas. Siete plantas de tratamiento tratan la totalidad de las aguas residuales antes de verterlas en el sistema de aguas superficiales. El gobierno posee la titularidad de las plantas y las explota, excepto dos, que son propiedad de empresas privadas. La gestión general depende de la autoridad de BWB.

Anualmente se producen 298.000 toneladas métricas de lodos residuales, de los cuales el 43% se transforma en abono y se utiliza en jardinería, el 46% se incinera, el 10% se emplea en la producción de energía experimental y el 1% se vierte controladamente. El abono procedente de lodos residuales debe cumplir la normativa gubernamental.

Las aguas residuales no se reciclan porque el agua es abundante. No existen incentivos económicos para favorecer el reciclaje y no hay ningún plan a corto ni a largo plazo para introducir el reciclaje.



BUSAN

Antecedentes

Busan tiene aproximadamente 3,9 millones de habitantes, que por término medio consumen 381 litros de agua al día. El 98% de los residentes tiene conexión al sistema municipal de suministro de agua. La ciudad obtiene el 93% de su agua del río Nakdong, mientras que el resto procede de captaciones pobladas de árboles. En 1999, la población consumía unos 524.040 megalitros de agua, destinados básicamente a usos interiores.

A pesar de que la población y el consumo de agua de Busan han permanecido estacionados durante un período de cinco años, la competencia creciente de los municipios vecinos ha obligado a la ciudad a buscar nuevas fuentes de agua y a proyectar la construcción de nuevas presas. Aunque los recursos hídricos satisfacen la demanda actual, su calidad se ve afectada por un largo período de grave sequía. Durante épocas de inundaciones o sequía, el suministro de agua puede interrumpirse durante horas en algunas áreas y se prohíbe regar los jardines y lavar los coches.

Titularidad y control regulador

El gobierno nacional es el titular de los recursos hídricos, con la excepción de las captaciones pobladas de árboles, que son propiedad de la ciudad de Busan. La ciudad es la propietaria de los sistemas de tratamiento y de distribución y es la responsable de producir, tratar y distribuir el agua. No se requieren permisos ni licencias para extraer agua. Busan está considerando la futura privatización parcial del sistema.

Una serie de leyes nacionales regulan la calidad del agua y las cuestiones de salud pública. El Ministerio de Medio

Ambiente es el encargado de desarrollar los estándares de calidad del agua. Una autoridad hidrológica controla la calidad del agua, analizándola a diario y valorando los resultados, que luego hace públicos.

Las estructuras tarifarias se basan en el consumo volumétrico e incluyen una cuota de alcantarillado. Se aplican diferentes tasas para el suministro doméstico y para el empresarial, pero la estructura de precios no fomenta un uso eficiente del agua.

Gestión de los recursos y calidad del agua

La explotación del suelo en la cuenca del río Nakdong incluye actividades residenciales y agrícolas. Las captaciones pobladas de árboles, en cambio, son zonas protegidas. Las aguas fluviales se someten a un tratamiento completo. Entre las medidas destinadas a reducir la contaminación del río, se han ampliado las instalaciones de tratamiento, se han separado las instalaciones de alcantarillado y desagüe, se controlan los vertidos del efluente en el río, se han construido instalaciones de tratamiento comunitarias para las granjas ganaderas y el gobierno central ha introducido una legislación sobre la gestión de la calidad del agua.

Las actividades residenciales e industriales generan floraciones de algas en la cuenca superior del río, que influyen en la calidad del agua. La autoridad del agua recomienda regularmente a los consumidores que hiervan el líquido cuando se producen epidemias de diarrea relacionadas con una calidad inferior del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de suministro de agua incluye cuatro plantas de tratamiento. El agua se transporta desde su origen hasta los consumidores principalmente a través de tuberías de hierro dúctil y acero revestido.



CASABLANCA

Antecedentes

Casablanca es la ciudad más grande de Marruecos, con una población de 3,5 millones de habitantes que consumen unos 119 millones de metros cúbicos de agua al año. Fuentes superficiales suministran el 98% de agua de la ciudad y el resto procede de manantiales. El agua superficial se almacena en embalses, situados a más de 80 km de la ciudad, desde donde se transportan a plantas en las que se somete a un tratamiento completo. El agua de manantial únicamente se clora. Las previsiones para el año 2010 indican que la población de Casablanca crecerá hasta los 4,5 millones, lo que supondría un incremento del consumo de agua que alcanzaría los 150 millones de metros cúbicos anuales. Se confía en que los recursos actuales podrán satisfacer las necesidades presentes y futuras.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

El Ministerio de Obras Públicas tiene la competencia de la gestión de los recursos hídricos y las captaciones. Esto incluye el desarrollo y la aplicación de políticas gubernamentales sobre planificación y construcción de presas, la creación de agencias de gestión de las captaciones, la concesión de licencias y permisos para extraer y tratar agua, así como los estándares de calidad del agua.

La ONEP (Oficina Nacional de Agua Potable) y la SOER (Agencia del Agua de Oum Er Bia) explotan las plantas de tratamiento, donde también se toman muestras de agua que luego se analizan. La ONEP se encarga también de la asignación del agua.

Los criterios de calidad del agua están definidos en unos estándares nacionales que determinan unos mínimos, así como la frecuencia y el número de muestras de agua que las agencias distribuidoras deben tomar al año. En 1999, la ONEP recogió 42.700 muestras, muchas más de las 24.150 exigidas. Los estudios de calidad del agua revelan un nivel de cumpli-

El deterioro por el paso del tiempo de las plantas de tratamiento y la red de distribución es la causa principal de la baja calidad del agua. Las pérdidas rondan el 31% y se atribuyen a fugas, entre otras razones. Busan tiene previsto sustituir las viejas redes de distribución y canalización y completar importantes instalaciones de tratamiento más avanzadas en el año 2002.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Una agencia pública, la Compañía de Gestión del Medio Ambiente, gestiona las plantas de tratamiento en nombre de la ciudad. Tan sólo el 53% de las propiedades están conectadas al sistema de alcantarillado municipal. Algunos ciudadanos tienen fosas sépticas, pero las aguas residuales de en torno al 30% de la población se vierten directamente en los desagües y canales. Las aguas residuales recogidas reciben un tratamiento de sedimentación por gravedad, lodos residuales activados y filtración de arena antes de ir a parar al mar a través de los ríos urbanos. En 1999 cuatro plantas de tratamiento produjeron un total de 115.411 toneladas de biosólidos, de los que 10.693 toneladas se incineraron y el resto se vertió en el mar tras un período de tres a seis días de almacenamiento.

Aunque algunos edificios están equipados con sistemas de reciclaje de aguas residuales y el agua tratada se utiliza para limpiar y en las cisternas de los inodoros, Busan no ofrece incentivos para fomentar el uso del agua reciclada.

mento de los estándares del 99,7%, así como una reducción en el número de zonas de "aguas rojas". Las agencias distribuidoras tienen la obligación de evaluar los análisis del agua, pero los resultados no están a disposición del público.

Titularidad y control regulador

Todos los recursos hídricos son propiedad del gobierno nacional, mientras que las autoridades municipales ostentan la titularidad de la infraestructura de distribución. En 1997, el ayuntamiento encargó a Lyonnaise des Eaux de Casablanca la gestión de la distribución del agua y estableció una pequeña unidad que supervisara la actuación del contratista.

En 1995 se aprobaron unas leyes que facultaban al Ministerio de Obras Públicas para administrar la distribución del agua entre los diferentes usos (doméstico, industrial y agrícola). La legislación introducida en 1997 autoriza la privatización de los sistemas de distribución. De acuerdo con esta legislación, las inversiones, el mantenimiento y la actualización de los sistemas corresponde a los contratistas privados.

El Ministerio de Sanidad es el responsable de las políticas y los controles reguladores –implementados por las autoridades municipales locales– en lo que respecta a las cuestiones del suministro de agua relacionadas con la salud pública.

Casablanca utiliza una estructura de tarifa fija para diferentes niveles de consumo:

- Nivel 1: para un consumo por debajo de 24 m³, el precio de venta es inferior al precio de compra. Este nivel se conoce también como "nivel social", pensado para cumplir las obligaciones de servicio a la comunidad.
- Nivel 2: para un consumo entre 24 y 60 m³, el precio de venta es equivalente al precio de compra.
- Nivel 3: para un consumo por encima de 60 m³, el precio de venta es superior al precio de compra y está pensado para fomentar un uso eficiente del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de almacenamiento de agua consta de 36 depósitos de hormigón reforzado y torres con una capacidad de almacenamiento de un día de consumo. El agua llega desde los embalses de almacenamiento a través, principalmente, de tuberías de PVC y de hierro colado. La red tiene una longitud de 3.294 km. El mantenimiento rutinario para garantizar la calidad del agua incluye filtros en los puntos de entrada y de salida de los depósitos, sensores instalados para detectar los niveles de cloro y una limpieza anual de los depósitos.

Por término medio, se producen unas cuatro o cinco averías mensuales por cada 180 km. Reciben atención de forma inmediata.

Las plantas de producción y tratamiento suministran 181 millones de metros cúbicos de agua al año, pero se pierde el 34%. Este porcentaje podría reducirse con una mejor detección de las fugas, reparaciones inmediatas, sustitución de los contadores de agua y un inventario de clientes. En los últimos diez años se han realizado numerosas renovaciones y reparaciones del sistema de distribución para evitar las fugas y mejorar la red. Asimismo, está en vigor un programa de restauración anual, basado en estudios que siguen múltiples criterios, como la edad de la infraestructura y la frecuencia de las fugas.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Sólo el 60% de los usuarios están conectados al sistema público de alcantarillado. El resto disponen de fosas sépticas o pozos de filtración. En torno al 50% de las aguas residuales recogidas reciben un tratamiento previo antes de ser vertidas en el océano, a 4 km de la costa. Las aguas residuales sin tratar se vierten directamente en el océano, también a 4 km de la costa. Actualmente, la ciudad no recicla sus aguas residuales, aunque está estudiando las posibilidades de utilizar agua reciclada para el riego o para reabastecer la capa freática.



DENPASAR

Antecedentes

Denpasar es la capital de la provincia indonesia de Bali. Aproximadamente el 70% del suministro de agua de la ciudad procede de ríos y el resto se obtiene de pozos subterráneos. Denpasar tiene unos 400.000 habitantes. El número total de propiedades asciende a 64.246, aunque en 1999 sólo el 73% de ellas estaban conectadas a la red municipal. Aquel año, la compañía de suministro de agua de Denpasar suministró unos 17.500 megalitros de agua a sus clientes.

Para hacer frente al futuro aumento de la demanda, hay prevista una nueva planta de tratamiento para el año 2010, por un coste de 30.000 millones de rupias, y en el año 2020 se construirá otra, con un presupuesto de 50.000 millones de rupias.

Titularidad y control regulador

La provincia de Bali es la propietaria de los recursos hídricos de Denpasar. Las captaciones de agua son de propiedad gubernamental y privada. La producción, el tratamiento y la distribución del agua corren a cargo de Denpasar Water Supply (DWS), organismo creado por los gobiernos central y municipal, que depende de la ciudad de Denpasar. De acuerdo con la legislación del gobierno central, la ciudad define el marco regulador del suministro de agua y es la responsable de supervisar la actuación de la compañía del agua. El Ministerio de Minas indonesio (provincia de Bali) emite las licencias que permiten extraer agua.

Hoy en día, DWS confía a contratistas la revisión de las conexiones, las reparaciones y la ampliación de la red de distribución. Se han propuesto reformas en el modo de gestión de cara a los próximos diez años, entre las que cabe destacar la privatización de DWS. La privatización depen-

de en buena medida de la capacidad de DWS de aumentar los beneficios, incrementar la calidad del agua y los niveles de servicio, y reducir el volumen de pérdidas de agua.

Las cuatro tarifas existentes, para usos doméstico, institucional, comercial e industrial, se basan en una combinación de consumo volumétrico, cuota de utilización y cuota de servicio. Los ingresos generados cubren tan sólo el 75% de los gastos de suministro. Los precios del agua se revisan cada dos años.

Gestión de los recursos y calidad del agua

La explotación del suelo en las zonas de captación de agua incluye usos forestales, urbanos y agrícolas intensivos (arrozales). La actividad humana es una de las causas de la contaminación del agua. Aunque existen normativas del gobierno local que controlan la actividad en las captaciones, su aplicación es irregular.

Las aguas fluviales reciben un tratamiento completo. El tratamiento al que se somete a las aguas procedentes de pozos varía en función del pozo, aunque suelen consistir en una corrección del pH, cloración y, a veces, aeración. A pesar de todo, regularmente se recomienda a los consumidores que hiervan el agua.

El Estándar de calidad de agua limpia y potable, preparado en 1990 por el Ministerio de Sanidad de Indonesia, ofrece un marco para identificar los criterios de calidad aceptable del agua. Tanto el laboratorio de DWS como un laboratorio independiente realizan análisis de las 360 muestras rutinarias que se toman anualmente. El Ministerio de Sanidad evalúa los resultados de los análisis.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

DWS tiene una planta de tratamiento y once pozos con sistemas de bombeo. Las aguas fluviales tratadas se



DENVER

Antecedentes

El área metropolitana de Denver tiene una población de unos 2,3 millones de habitantes. Denver Water³ suministra el agua a aproximadamente la mitad de la población metropolitana. Denver Water obtiene el agua de tres ríos. Los recursos actuales son adecuados para satisfacer la demanda prevista de los próximos veinte años. En 1999, Denver Water distribuyó un total de 323.492 megalitros. Aunque el número de clientes se ha incrementado en un 20% en los últimos veinte años, el consumo de agua sólo ha crecido en un 5%. El consumo doméstico de agua se destina en un 46% a usos interiores y en un 54% a usos exteriores.

Titularidad y control regulador

El gobierno federal es el propietario de la mayoría de las captaciones de agua, aunque hay algunas de propiedad privada. Denver Water posee los derechos sobre el agua; además, es titular y explota todos los sistemas de suministro y distribución de su zona en el área metropolitana de Denver. Denver Water sólo emplea a contratistas para el diseño y la construcción de instalaciones.

Todas las operaciones, el mantenimiento y las grandes obras se financian a través de las tasas del agua o mediante contribuciones especiales de ayuda a la construcción (por ejemplo, suplementos para el desarrollo del sistema o cuotas de participación) y la mayoría de las grandes construcciones se financian a través de la deuda. Denver Water no recibe ninguna contribución financiera de la ciudad ni del condado.

almacenan en un depósito de hormigón cercado de 10.000 m³ de capacidad para su posterior distribución. De la planta de tratamiento a la red de distribución hay una distancia de 8 km. La red de transporte y la de distribución suman una longitud de 1.100 km, donde predominan las tuberías de fibrocemento y de PVC. Entre los indicadores clave para la gestión de activos se encuentran el número y la frecuencia de averías en las tuberías, la edad de los activos, la presión del agua, la calidad del agua y las quejas de los clientes.

La planta de tratamiento se limpia todas las semanas, pero el depósito de almacenamiento y las cañerías de transporte y de distribución sólo se limpian según las necesidades. Resulta difícil mantener la presión del agua en los niveles deseados de 8 m para usos domésticos y 10 m para usos industriales y comerciales, debido a las fugas (20% de agua perdida) y a las averías de la planta de tratamiento. Actualmente, el control y la restauración del sistema de distribución se llevan a cabo "según las necesidades", sin una planificación. Los procedimientos operativos de la planta de tratamiento no resultan adecuados para mantener la presión del agua y los niveles de servicio. Para mejorar, sería necesario desarrollar políticas y normativas específicas, reciclar al personal, realizar un control rutinario de la red, además de restaurar y ampliar el sistema de distribución existente.

3. Los datos de este informe se refieren sólo a la zona abastecida por Denver Water.

Diversas leyes y normativas federales regulan los derechos sobre el agua, la calidad del agua y los vertidos de aguas residuales y otras sustancias en las captaciones. El Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado regula todos los aspectos del suministro de agua relacionados con la salud pública y define los estándares de calidad del agua y los criterios de evaluación.

Gestión de los recursos y calidad del agua

Los espacios que rodean a las captaciones incluyen bosques nacionales, explotaciones forestales, pastos y explotaciones mineras, así como actividades urbanas y recreativas. Para garantizar la calidad del agua, la normativa tendrá que ser más rigurosa a fin de proteger las cuencas de la contaminación y de fomentar un uso eficiente de los recursos hídricos. Ya hay estrategias que promueven la conservación del agua, como campañas educativas, instalación de contadores, descuentos por la instalación de inodoros de bajo consumo y programas de irrigación eficiente de parques. Denver Water también ha implantado un "calendario estival de riego de césped", un sistema voluntario que utiliza los dos últimos dígitos de la dirección de la propiedad para distribuir el riego exterior de manera rotativa. Una escala variable de tarifas penaliza el consumo elevado. Cuando las reservas de agua están por debajo del 60% de su capacidad, se activan medidas de respuesta a la sequía.

Denver Water toma 7.000 muestras al año para controlar la calidad del agua. Éstas se analizan y los resultados se publican.

El mantenimiento de los sistemas de transporte y distribución incluye la limpieza bienal de los depósitos y el lavado rutinario del sistema de distribución. En este momento se están llevando a cabo importantes renovaciones del sistema de tratamiento del agua que mejorarán la calidad del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

Toda el agua se almacena en depósitos de hormigón reforzado cercados. La distancia media entre el origen del agua y el sistema de distribución es de unos 21 km. Las tuberías principales son de hierro colado (49%), hierro dúctil (17%) y otros materiales en menor proporción, aunque para ampliar el sistema y sustituir las tuberías antiguas se prefieren materiales como el hierro dúctil, el PVC y el acero. La longitud total de la red es de casi 4.000 km. La presión del agua en el punto de suministro es de 28 m.

Las principales razones de las interrupciones en el suministro del agua son las fugas en el sistema y los fuegos griegos que se producen cuando los residuos atascan los filtros. El índice de reventones de las cañerías es de 17,9 reventones por 100 km de tuberías al año, lo cual supera el objetivo de menos de una avería por 10 millas (16 km). El tiempo de respuesta ante una interrupción del suministro es de unas seis horas.

La gestión de activos general incluye la reparación de las fugas en cuanto se detectan, la sustitución de segmentos de tubería si se han producido dos fugas en un año o si tiene un historial previo de averías, así como el control y el análisis de las quejas relativas a la presión del agua para determinar las prioridades futuras de sustitución. Al año se revisan unos 1.300 km de tuberías como parte de un programa de detección de fugas y restauración del sistema.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Casi todas las propiedades están conectadas al sistema de alcantarillado y los usuarios industriales deben cumplir unas estrictas normas de tratamiento previo que prohíbe el vertido de toxinas y contaminantes a la red de alcantarillas. Se tratan todas las aguas residuales.



DOHA

Antecedentes

Doha es la capital de Qatar, un árido Estado con escasas precipitaciones y sin agua superficial natural. Casi la totalidad de la población del país, unos 600.000 habitantes, vive en Doha. El caso de esta ciudad es poco habitual, pues el 90% de su agua potable procede de agua del mar desalinizada, mientras que el resto se obtiene de pozos. La industria sólo utiliza el 10% del agua. Aproximadamente el 80% del consumo residencial corresponde a usos exteriores; el resto corresponde a usos interiores. Aunque se estima que la población de Doha habrá crecido un 56% en el año 2010, es probable que el consumo de agua aumente en un 115%, lo que plantea retos en términos de uso sostenible del agua.

Titularidad y control regulador

La Qatar General Electricity and Water Corporation (QGEWC), un organismo propiedad del gobierno, posee y explota el sistema de distribución y dos plantas desalinizadoras. La QGEWC se ha creado como un primer paso hacia la privatización de todas las instalaciones de producción de agua, de modo que el Estado sólo conservaría la competencia de los embalses y las redes de distribución. Prácticamente no existe legislación alguna que controle las actividades de la QGEWC, aunque es probable que esto cambie en breve, pues Qatar tiene especial interés en adoptar las mejores prácticas internacionales. La QGEWC no tiene obligación de presentar informes financieros anuales. El gobierno financia obligaciones de servicio a la comunidad.

Se utiliza una tarifa simple basada en el consumo, pero no todas las propiedades disponen de contadores. De hecho, no se guardan registros del consumo ni de los ingresos por propiedad, ni tampoco de los ingresos frente a los costes de

Aunque el sistema de recogida de aguas pluviales no está conectado al alcantarillado, el distrito metropolitano ha acordado aceptar cantidades limitadas de aguas pluviales contaminadas de puntos específicos, como el aeropuerto internacional de Denver.

Se emplea tratamiento secundario. Aproximadamente la mitad de los 605 millones de litros de aguas residuales tratadas reciben un tratamiento terciario avanzado. Todo el efluente tratado se clora antes de verterse en el río.

Una agencia de tratamiento regional posee la titularidad del sistema de tratamiento de aguas residuales y se encarga de su gestión. El distrito metropolitano produce 26.461 toneladas métricas de lodos residuales secos, el 98% de los cuales se destina a usos agrícolas; el resto se transforma en abono y se vende al público, conforme a la normativa sanitaria federal y estatal.

A finales de 2003 se concluirá la primera fase de desarrollo de las instalaciones de tratamiento para reciclar aguas residuales destinadas a usos industriales y exteriores. El sistema retrasará la necesidad de explotar nuevas fuentes de recursos hídricos. Está previsto que sea totalmente operativo en 2012, costará 140 millones de dólares y suministrará agua a los clientes a través de una red independiente. Las tarifas del agua reciclada serán inferiores a las del agua potable.

explotación por megalitro suministrado. Actualmente se está considerando introducir cambios en el sistema.

Gestión de los recursos y calidad del agua

Tres plantas de producción de agua y energía generan unos 130.000 megalitros de agua diarios, lo cual satisface el 95% de la demanda. Se complementa con agua de pozos tratada en plantas de ósmosis inversa. El agua potable se obtiene remineralizando el destilado de evaporadores "flash" en varias fases y desinfectándolo con cloro. Las reservas de agua sólo tienen capacidad para tres días de suministro, por lo que a veces se detiene el bombeo de agua al sistema de distribución unas horas al día como medida de gestión de la demanda.

Las redes se lavan regularmente para garantizar la calidad del agua, pero todavía hay que desarrollar programas de limpieza de los embalses y los depósitos. Siguiendo los estándares de la Organización Mundial de la Salud, la QGEWC toma de 100.000 a 120.000 muestras para valorar la calidad del agua. Los resultados no se hacen públicos y no se realiza ningún seguimiento para medir la satisfacción de los clientes.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El agua desalinizada y remineralizada se almacena en depósitos de hormigón reforzado. El criterio que define el tamaño de los depósitos es garantizar tres días de suministro, el tiempo máximo necesario para reparar las averías más graves en las cañerías principales de transporte. La distancia entre los depósitos y el sistema de distribución es de 20 km; el agua se transporta a través de tuberías cercadas. El hierro dúctil es el material predominante en las redes de transporte y de distribución. Se mantiene una presión mínima de 1 bar (10 m). En las zonas donde las quejas por baja presión son frecuentes se realizan mediciones rutinarias de la presión del agua.

Los indicadores de gestión de activos incluyen el número de reventones en las tuberías, el tamaño y la edad de las tuberías, y el estado físico de las mismas. La mayoría de las interrupciones del suministro son resultado del fallo de activos antiguos o de una capacidad hidráulica insuficiente. El índice del 30% de pérdidas está directamente relacionado con la edad de los activos.

Planes de futuro

Los retos futuros de Doha están relacionados con un uso eficiente del agua. Algunas de las prioridades son reducir las pérdidas de agua, utilizar aguas residuales tratadas para regar, instalar contadores en todas las propiedades e introducir tarifas basadas en la recuperación de costes. La ampliación de las plantas de producción existentes y la construcción de una nueva planta de producción de agua y energía añadirán de 60 a 70 MIGD más a la capacidad actual.



DOUALA

Antecedentes

Aunque no es la capital, Douala es la ciudad más importante del Camerún. Su población alcanza casi el millón de habitantes, de los cuales aproximadamente el 50% tienen acceso a la red de distribución de agua para usos domésticos. El resto de la población obtiene el agua de las cañerías públicas.

La ciudad se abastece de manantiales subterráneos en un 15%; el 85% restante procede de dos ríos. El recurso principal es el río Dibamba, pero su agua es salobre. El agua dulce del río Chenal y de los manantiales se utiliza para compensar los problemas de salinidad. En torno a las cuencas de los manantiales sólo se desarrollan actividades artesanales tradicionales y agricultura de subsistencia sin fertilizantes; sin embargo, el desarrollo urbano afecta al río Chenal, que fluye junto al área metropolitana. Todas las aguas superficiales reciben un tratamiento completo.

Como el resto del África Occidental, Douala cuenta con abundantes recursos hídricos, suficientes para satisfacer la demanda, incluso con la triplicación de la población que se prevé en los próximos veinte años.

Titularidad y control regulador

El Estado posee la titularidad de las cuencas de los manantiales y de todo el sistema de suministro de agua, incluidas las captaciones, las plantas de tratamiento y las instalaciones de almacenamiento. La gestión del sistema de suministro se administra mediante condiciones contractuales en la concesión para distribuir agua potable a Douala y un estatuto que abarca varias cuestiones, como los derechos sobre el agua y las licencias de desarrollo y explotación.

El Ministerio de Minas, Agua y Energía (MINMEE) es el organismo encargado del control regulador y del establecimiento de precios. La Agencia Nacional del Agua del Camerún (SNEC) implementa esas medidas como parte de sus competencias de gestión de las captaciones, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua potable. El MINMEE concede las licencias de explotación para la extracción, tratamiento, distribución y toma de muestras de agua. El MINMEE, junto con el Instituto Pasteur, tiene la responsabilidad de definir los criterios de calidad del agua. Regularmente se realizan análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua y el MINMEE vela por el cumplimiento de los estándares. Los resultados de los análisis sólo se publican a petición de las autoridades municipales. El laboratorio central de la SNEC realiza periódicamente estudios sobre la calidad del agua para ayudar a mejorar el proceso de tratamiento del agua.

Tarifas, educación y obligaciones sociales

Para fomentar un uso inteligente del agua, la estructura tarifaria se basa en el consumo y en una escala variable que penaliza el consumo por encima de 10 m³.

Hasta recientemente, las personas que no tenían conexión a la red de distribución podían obtener agua gratis de las cañerías públicas. Ahora se han introducido unas tarifas para el agua de estas fuentes con el fin de favorecer la conservación del agua. Durante los períodos de sequía, inspectores municipales gestionan la venta de agua de las cañerías públicas.

La SNEC (con fondos de organizaciones financieras externas) ofrece ayudas económicas limitadas en forma de concesiones. La SNEC informa a las personas que cumplen los requisitos para obtener concesiones mediante campañas orientadas.

Mantenimiento de la infraestructura

La planta de tratamiento del manantial subterráneo no se utiliza a pleno rendimiento, pues ocho de las doce perforaciones no se han usado por diversas razones. El manantial es un recurso renovable, pero el abandono de las instalaciones y del equipo de las perforaciones puede conducir a su cierre. La falta de financiación para reparar y modernizar las instalaciones de producción es un importante obstáculo para la protección y la mejora de la calidad del agua.

El material que se utiliza predominantemente en la red de distribución es el PVC (90%). Las tuberías se reparan según las necesidades. En los últimos cinco años, se ha utilizado una combinación de PVC y hormigón reforzado para sustituir las tuberías deterioradas. La sustitución de tuberías se incluye en las tareas de mantenimiento de la red viaria. Las principales causas de los fallos del sistema son las roturas intencionadas, los movimientos del terreno y las sobretensiones.

Existe un servicio de reparaciones de emergencia disponible las 24 horas para restablecer el servicio de forma inmediata. No obstante, cuando la causa de la interrupción del servicio es una sobretensión, la reparación puede requerir más tiempo. La red de distribución se purga y se esteriliza todos los años. Cuando las quejas de los clientes sobre la calidad del agua se han verificado mediante análisis de muestras, se purga la zona afectada.

La diferencia del 15% entre el suministro total y la facturación real se atribuye a la venta ilegal, o robo, del agua de las perforaciones.

Reforma del agua y planes de futuro

El Estado está considerando una reforma institucional para permitir que un operador privado extraiga y distri-

buya el agua. Esto requeriría una nueva legislación. Existen también proyectos para explotar una nueva fuente que podrá satisfacer la demanda total de agua. No obstante, hacer realidad la planta propuesta depende de los fondos disponibles.

Otras de las prioridades fundamentales de Douala son establecer sistemas electrónicos para gestionar los registros de consumidores y mejorar el rendimiento global del sistema. Esto ayudaría a avanzar en la lucha contra el fraude en la red de distribución. Además, la SNEC pretende proteger los recursos hídricos naturales con mayor rigor para controlar la contaminación y minimizar los costes de tratamiento del agua.

Tratamiento de las aguas residuales

Sólo tres barrios de Douala, con un total aproximado de 4.500 hogares y 18.000 habitantes, tienen conexiones al sistema de alcantarillado municipal. Por lo tanto, menos del 1% de las aguas residuales pasan por plantas depuradoras; la mayor parte se vierte en fosas sépticas y pozos negros.



DUBLÍN

Antecedentes

Dublín, con 1,2 millones de habitantes, acoge a un tercio de la población de Irlanda. La ciudad ocupa las riberas del río Liffey. Los ríos Liffey, Varty y Dodder satisfacen la demanda de agua de Dublín: unos 140 litros diarios por persona. A pesar de que las captaciones de agua no están protegidas y de que en ellas se desarrollan actividades agrícolas, urbanas e industriales, la mayor parte del agua procede de fuentes de alta calidad de las tierras altas. Los recursos existentes son adecuados para satisfacer la demanda actual de 450 millones de litros diarios. Un total de 545.000 propiedades —439.000 residenciales y 106.000 comerciales— están conectadas a la red de suministro municipal. Aproximadamente el 90% del agua de consumo residencial se destina a usos interiores.

Titularidad y control regulador

Las autoridades locales poseen la titularidad de los sistemas de suministro y se encargan de su explotación; además, son las responsables de la extracción, el tratamiento, la distribución y el control, siempre bajo la legislación y la normativa del gobierno central. Asimismo, las autoridades locales tienen las competencias en todas las cuestiones sanitarias del suministro de agua, por delegación de los Ministerios de Sanidad y Medio Ambiente del gobierno central. Esto incluye definir los estándares de calidad del agua, desarrollar directrices y supervisar su cumplimiento. Las autoridades locales encargan unos 2 millones de análisis microbiológicos al año, que son evaluados y supervisados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente. Los resultados se hacen públicos. En la actualidad, el gobierno central financia el mantenimiento de los sistemas, pero Dublin Corporation está estudiando nuevas iniciativas que utilizarían modelos de colaboración entre los sectores público y privado para el desarrollo futuro de recursos y sistemas de distribución.

Por razones históricas y políticas, en las seis zonas del condado se aplicaban diferentes tarifas a los distintos grupos de clientes para recuperar el coste del agua, basándose principalmente en el valor de la propiedad. Un estudio estratégico sobre el suministro de agua en el área de Dublín (GDWSS son sus siglas en inglés), realizado en 1996, recomendaba, por motivos económicos y financieros, la introducción de una política de tarifa única para gestionar la demanda y recuperar los costes. Se recomendaba una tarifa fija para los usuarios domésticos basada en el promedio de consumo doméstico anual multiplicado por el volumen medido.

Gestión de los recursos y calidad del agua

En Dublín, seis autoridades locales suministran agua, pero sólo dos disponen de permisos de producción. El agua se suministra a las autoridades locales mediante un acuerdo regional colectivo.

Existen planes de gestión del río con requisitos detallados de protección y control de las captaciones con el fin de velar por la calidad del agua. El tratamiento del agua incluye floculación, sedimentación, filtración, corrección del pH y cloración. Sin embargo, el agua tratada se almacena en embalses descubiertos habitados por grandes poblaciones de gaviotas, lo cual supone un inaceptable riesgo para la salud. Los análisis bacteriológicos del sistema de distribución de Dublín revelan un elevado nivel de coliformes y *E. coli*. El estudio GDWSS recomendaba el cubrimiento de las reservas o un tratamiento adicional antes de que el agua entre a la red de distribución.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de distribución del agua se compone fundamentalmente de tuberías de hierro colado y de plomo, buena parte de las cuales datan de finales del siglo XIX. Una política pasiva de reparación de las tuberías sólo si se detectaban fugas tuvo como consecuencia un elevado índice de pérdi-



GINEBRA

Antecedentes

El cantón de Ginebra está poblado por 408.000 habitantes que consumen 60.200 megalitros de agua al año. El lago Lemán, un lago alpino natural, satisface el 80% de la demanda; el 20% restante se obtiene de fuentes subterráneas que se reabastecen artificialmente con aguas fluviales tratadas. Aunque en Ginebra el agua es abundante, la capacidad de las plantas de tratamiento para satisfacer la demanda durante el verano y el invierno puede ser limitada.

Entre los años 1990 y 2000, el consumo de agua disminuyó en un 15% a pesar de un crecimiento demográfico del 6,7%. Esto puede atribuirse a campañas de concienciación pública en favor de la conservación del agua y a la disposición de la población a colaborar.

Titularidad y control regulador

De acuerdo con la legislación federal, el gobierno estatal posee la titularidad de los recursos hídricos y es el responsable de su protección. El SIG⁴ extrae, trata y suministra el agua en el cantón de Ginebra. Se trata de una empresa independiente de titularidad pública con un presupuesto de explotación de 100 millones de francos suizos: el 55% lo aporta el cantón de Ginebra, el 30% lo aporta la ciudad de Ginebra y el 15% otros municipios del cantón. Al SIG se le exige un servicio de calidad y responsabilidad financiera, y tiene la obligación de publicar informes anuales financieros y de rendimiento.

El cantón aplica la legislación federal relativa a los estándares de calidad del agua y los requisitos de control para regular las cuestiones de salud pública del suministro de agua.

das de agua. Un proyecto de conservación del agua, dotado de un presupuesto de 37 millones de libras e implementado a raíz del estudio GDWSS, ha logrado reducir las pérdidas de agua del 42% al 28%. La detección de fugas y el control son ahora componentes esenciales de la gestión del suministro.

Además de valorar los niveles actuales del servicio, el estudio GDWSS define el marco para el desarrollo y la mejora de la red en la región en los próximos veinte años. Durante este período, se renovarán todos los elementos de los sistemas de producción y de suministro. Se calcula que las obras en infraestructuras previstas para los próximos cinco años costarán 450 millones de libras.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

No todas las propiedades de la región de Dublín están conectadas al sistema de alcantarillado. En la periferia urbana y en las zonas rurales se sigue recurriendo a las fosas sépticas. Se espera que en 2002 el 90% de las propiedades tendrán una conexión a los sistemas públicos de recogida de aguas residuales. Se han instalado nuevas plantas de tratamiento municipales, en las que se utilizan procesos de lodos residuales activados. Las previsiones indican que en 2002 todo el efluente se tratará antes de ser vertido al medio ambiente. Los lodos residuales se secan mediante un proceso térmico y se utilizan como biosólidos.

Las autoridades locales son las propietarias y las encargadas de la explotación de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con una sola excepción: la planta de tratamiento más grande se ha cedido a un consorcio para un período de veinte años.

En Dublín no se reciclan las aguas residuales ni es una de las prioridades de la ciudad en los próximos veinte años.

4. SIG: Services industriels de Genève (servicios industriales de Ginebra).

Gestión de las captaciones y calidad del agua

La explotación del suelo en la captación del lago Lemán incluye actividades forestales, agrícolas, terrenos sin cultivar, usos urbanos y usos recreativos. La comisión CIPEL⁵, cuyo objetivo es el restablecimiento de la calidad del agua en el lago, desarrolla estrategias desde 1952 para favorecer la coordinación de las políticas hidrológicas francesa y suiza.

La calidad del agua potable está garantizada gracias a un completo tratamiento del agua del lago y de las aguas fluviales destinadas a reabastecer los acuíferos. El laboratorio del SIG realiza unos 7.000 análisis microbiológicos al año. Éstos se evalúan y los resultados se comunican bajo petición. A pesar de los elevados niveles de fósforo del lago Lemán y de las "aguas rojas", consecuencia de la oxidación de tuberías, el nivel de calidad del agua es alto. El SIG registra las quejas de los clientes sobre la calidad del agua (unas setenta al año).

Mantenimiento y mejora de la infraestructura

Tres plantas de tratamiento del agua del lago y diez estaciones de bombeo de aguas subterráneas están interconectadas mediante tuberías de gran diámetro para garantizar la continuidad del suministro en caso de que falle una de las plantas o las estaciones. En el año 2004 se pondrá en marcha una nueva planta de tratamiento, que sustituirá a dos de las existentes, con un presupuesto de 60 millones de francos suizos. En función de las tendencias de consumo de agua, es posible que en 2002 se necesite una planta adicional para garantizar suministros adecuados cuando las plantas de tratamiento están paradas por labores de mantenimiento.

El agua tratada se almacena en depósitos de hormigón. Las labores de mantenimiento incluyen una limpieza anual de los depósitos y el lavado de las tuberías cuando parece necesario. La red de distribución tiene una longitud de 1.213 km y, principalmente, está formada por tuberías de hierro colado y hierro dúctil y, en menor grado, de PVC, fibrocemento, hormigón y fibra de vidrio.

Una presión del agua de 5 bares en las áreas urbanas y de 3,5 bares en las áreas rurales, así como depósitos elevados con una capacidad de agua para dos horas equipados con bombas de emergencia diesel garantizan la continuidad del suministro.

El SIG utiliza un eficaz mecanismo de gestión de los activos que consiste en sustituir al menos el 1,5% de las tuberías cada año, coincidiendo con las obras de la vía pública. Asimismo, un programa de detección de fugas con campañas regulares de control asegura un bajo índice de pérdidas de agua.

Tratamiento de las aguas residuales

Casi todas las aguas residuales generadas en Ginebra se tratan antes de verterlas en los ríos. Las plantas de tratamiento de aguas residuales son titularidad del Estado, que también se encarga de su gestión. Producen unas 7.200 toneladas de lodos residuales al año, que se incineran.

5. CIPEL: Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (comisión internacional para la protección de las aguas del lago Lemán).



GUANGZHOU

Antecedentes

El área metropolitana de Guangzhou abarca diez distritos urbanos y dos rurales, con una superficie total de 7.434 km². A finales de 1999, la población total permanente y transitoria de Guangzhou era cercana a los 8,7 millones. Para satisfacer la demanda de agua de la ciudad se recurre principalmente a fuentes superficiales, que se complementan con pequeñas cantidades de aguas subterráneas. En 1999, ocho plantas de tratamiento/distribución suministraron 1.236.000 megalitros de agua, a través de una red de distribución de 4.991 km. Las cifras de consumo indican que el 15,5% del agua se destina a actividades domésticas, el 62% a actividades industriales y el 22,5% a usos rurales.

Gestión de los recursos

El suministro de agua se divide en cuatro sectores. El primero lo forman el río Liuxi norte, el río Baini y el canal oriental del río Pearl, que representa el 58% del suministro metropolitano. El segundo lo constituye el canal transversal del río Pearl, que suministra el 11% del agua. El tercero es el tramo norte del río Dong, el río Zeng y el río Xifu, que representan el 14%. El cuarto sector se sitúa en el sur e incluye los canales Shawan y Jiaomen, que cubren el 17% del suministro total.

Tratamiento de las aguas residuales y protección del medio ambiente

Desde la década de 1970, el gobierno municipal de Guangzhou se ha esforzado por reducir la contaminación en el sistema hidrológico y ha tomado medidas para controlar los vertidos industriales. A finales de 1999 se trataba más del 92% de las aguas residuales industriales, con lo cual descendió notablemente la contaminación provocada por residuos procedentes de la industria.

No obstante, las aguas residuales domésticas son la principal preocupación. Se han puesto en funcionamiento dos plantas de tratamiento a gran escala con una capacidad conjunta de 520.000 toneladas diarias (28%). A finales de 2002 nuevas plantas de tratamiento incrementarán la capacidad de tratamiento total hasta 1,6 millones de toneladas, lo que supondrá aproximadamente el 70% de las aguas residuales domésticas.

Explotación de los recursos en el futuro y calidad del agua

Los cambios económicos y sociales plantean a Guangzhou importantes retos en lo que se refiere a satisfacer la demanda de agua. El río Liuxi sigue siendo la fuente más importante de agua potable. No obstante, el tramo norte del río Dong y los canales Shawan y Jiaomen del sur tendrán un papel cada vez más importante en la utilización de los recursos hídricos. Para hacer frente a los nuevos retos, es preciso proteger estos recursos mediante las siguientes medidas de la estrategia de desarrollo de Guangzhou:

1. Construir la planta de Nanzhou e instalar obras de desviación del río.
2. Reducir el consumo de agua en la industria y aumentar el reciclaje de las aguas residuales industriales del 76% al 80% en 2005.
3. Reforzar las medidas para el tratamiento de las aguas residuales industriales y ampliar el sistema de alcantarillado para incrementar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas.
4. Proteger las captaciones fluviales creando reservas naturales y zonas de conservación.
5. Hacer cumplir los estándares estatales sobre concentraciones de contaminantes de origen industrial y reforzar el control de la contaminación agrícola, especialmente en lo que respecta al uso de pesticidas y fertilizantes.



HANOI

Antecedentes

Hanoi, la capital de Vietnam, se encuentra a orillas del río Rojo y sus límites se extienden hasta zonas rurales. Aproximadamente 800.000 habitantes, o el 65% de la población metropolitana, tienen acceso a agua tratada. El consumo medio es de 395.000 m³ diarios. Casi el 100% del agua suministrada a las zonas urbanas y rurales se obtiene de fuentes subterráneas a través de una serie de pozos. Algunos de los pozos de las zonas rurales están todavía equipados con bombas manuales.

Existen proyectos de explotación de fuentes superficiales, del río Rojo y del río Negro, lo cual supondría 500.000 m³ de agua adicionales de cara al año 2005, ya que la producción actual no es suficiente para satisfacer la demanda existente en verano. En la época estival se adoptan medidas para racionar el consumo de agua, como interrumpir el suministro en función de un sistema rotativo o distribuir agua mediante depósitos móviles a las zonas donde no llega el suministro.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

Existe una normativa que protege las captaciones. Está prohibido explotar el suelo con fines residenciales e industriales en un radio de 50 m en torno a los pozos, aunque, dado que muchas de las captaciones se encuentran en zonas urbanas, no es posible aplicar esta medida. Sin embargo, la calidad del agua bruta no muestra indicios de contaminación. El agua extraída de los pozos se somete a filtración y a desinfección con cloro antes de pasar a la red de distribución.

El Ministerio de Sanidad y las autoridades municipales han introducido diversos criterios para controlar la calidad del agua. La calidad del agua se comprueba periódicamente

en los laboratorios de las compañías suministradoras. El Instituto de Higiene y Epidemiología de Hanoi controla la calidad del agua mediante muestras que se toman todos los meses de los pozos, del agua después del tratamiento y de la red de distribución. Este instituto y las autoridades sanitarias de Hanoi valoran los resultados. Los informes sobre la calidad del agua se hacen públicos.

Dado que en verano tan sólo se dispone del 50% del volumen deseado, las autoridades municipales imponen restricciones que prohíben el uso de agua limpia para lavar motocicletas y se cobran tarifas más altas por el agua destinada a usos empresariales y para el riego de parques. Asimismo, se llevan a cabo campañas de educación para fomentar la conservación del agua.

Titularidad y administración política

Todos los recursos hídricos son titularidad del Estado, que también se encarga de su gestión. El Ministerio nacional de Agricultura y Desarrollo Rural controla la concesión de derechos de explotación y licencias. Las autoridades municipales de Hanoi controlan la producción, la gestión y el suministro de aguas subterráneas en la ciudad, así como la construcción, explotación y mantenimiento del sistema de suministro.

Decisiones recientes han ratificado planes futuros de desarrollo de los sistemas de suministro tanto en el ámbito municipal como nacional. Su objetivo es mejorar la calidad del agua, mejorar la gestión y la explotación de los recursos hídricos y las redes de suministro, y ampliar el sistema para abastecer a todos los residentes de las zonas urbanas.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

La ciudad dispone de trece plantas de producción y tratamiento de agua, con una producción sostenible máxima de



HARARE

Antecedentes

Los 2,2 millones de habitantes de Harare tienen conexión al sistema de suministro de agua. En 1999 consumían unos 152.200 megalitros de agua: el 49% para usos interiores y el 51% para usos exteriores. Si comparamos los índices de consumo en un período de diez años, podemos ver que, a pesar de que la población ha crecido un 83%, el consumo de agua sólo se ha incrementado en un 49%. Aun así, las previsiones a largo plazo indican que, dado el crecimiento demográfico y la competencia de la demanda agrícola, los recursos actuales sólo podrán satisfacer el 76% de la demanda.

Titularidad y control regulador

El gobierno es el titular de los recursos hídricos y el responsable del marco regulador. Se conceden licencias para la extracción de agua a las autoridades locales a través de la Autoridad Nacional del Agua de Zimbabwe (ZINWA). La ciudad de Harare es la titular y explota las plantas de tratamiento y el sistema de distribución, pero algunas de las tareas de mantenimiento y de construcción se confían a contratistas privados. La legislación vela por la gestión de los recursos y los sistemas de concesión de permisos, la calidad del agua y el correcto vertido del efluente en los ríos.

El Departamento de Sanidad de la ciudad de Harare es el responsable de regular y supervisar los aspectos de salud pública, aunque la falta de personal y de medios técnicos impide la aplicación de cualquier medida.

El precio del agua se basa en la recuperación de los costes. Los proyectos de suministro de agua se financian a través de fondos de desarrollo de capital generados por los ingresos del agua y de fuentes externas como el Banco Mundial y el Banco Africano para el Desarrollo. Se elaboran informes financieros anuales, que están a disposición del público.

420.000 m³ diarios, cantidad suficiente para satisfacer la demanda actual, excepto en los meses de verano. Sin embargo, dadas las previsiones de 1,67 millones de habitantes en el año 2005 y 1,76 millones en 2010, las autoridades están mejorando la infraestructura con el fin de que todos los consumidores urbanos tengan conexión a la red, con una asignación de 160 litros por persona al día. El coste de estas mejoras se calcula en 435.900 millones de dólares.

El sistema de distribución del agua consta de 137 km de tuberías de transporte y 490 km de tuberías de canalización, fabricadas con hierro colado y plástico. El mantenimiento de la red incluye inspecciones cada tres a seis meses, la reparación de las fugas y la purga de las tuberías. Pero el sistema es antiguo y está deteriorado, lo que genera unas pérdidas del 55% del agua, un índice inaceptablemente elevado. Se han introducido una serie de estrategias para ayudar a identificar las pérdidas de agua, como un mayor control mediante contadores y la zonificación de la red para medir mejor las pérdidas en cada zona.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Aproximadamente el 70% de los usuarios de agua de la ciudad tienen conexión a la red de alcantarillado. De los que carecen de conexión, sólo el 10% utilizan fosas sépticas. En la actualidad, todo el efluente se evacua, sin tratar, en campos de lodos residuales. Tres de los 36 hospitales de Harare cuentan con sus propias instalaciones de tratamiento a escala reducida. El Estado está construyendo en estos momentos dos plantas de tratamiento de efluente en Harare; las gestionará el gobierno municipal y las explotará una empresa de desagüe y alcantarillado subcontratada.

El reciclaje de las aguas residuales no es una prioridad, por lo que el gobierno no ofrece incentivos económicos para fomentarlo. En 1988 se lanzó sin éxito un proyecto piloto para reciclar el agua utilizada para lavar los filtros de las plantas de tratamiento.

Las reformas más importantes que se han llevado a cabo en los últimos diez años en este sector han sido el establecimiento de la Autoridad Nacional del Agua de Zimbabwe en 1999, lo cual ha consolidado la gestión de recursos al nivel de las captaciones, y la introducción del principio de "quien contamina paga". Las reformas previstas para el futuro se centran en la privatización de los sistemas de distribución de agua y de alcantarillado.

Gestión de los recursos y calidad del agua

Cuatro fuentes de agua superficial abastecen a la ciudad. Menos del 0,1% procede de perforaciones privadas. Los recursos existentes bastan para satisfacer la demanda, pero cuando los niveles de las reservas son inferiores a 21 meses de suministro se imponen restricciones obligatorias que prohíben regar los jardines, llenar las piscinas y lavar los coches. Campañas de concienciación advierten a los consumidores de las penalizaciones por abusar del agua.

Las áreas de las captaciones están totalmente explotadas con fines urbanos, recreativos, agrícolas y rurales. Las aguas residuales tratadas se vierten en los ríos y los lagos de las captaciones, por lo que todo el agua se somete a un tratamiento extensivo. El 99% de los análisis microbiológicos dan un resultado de <1 coliformes fecales por 100 ml.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de almacenamiento consta de 87 depósitos con una capacidad total de 792,7 megalitros. La red de distribución del agua, formada principalmente por tuberías de fibrocemento, está cercada por completo. La longitud total de la red es de unos 4.225 km. Los depósitos y las cañerías principales se limpian una vez al año. La presión del agua general en el punto de suministro es de 15 m.

Los indicadores clave de rendimiento para la gestión de activos son el número y la frecuencia de los reventones de las

tuberías, la presión y la calidad del agua. El elevado número y la alta frecuencia de los reventones (80 averías/100 km, 35 averías/1.000 propiedades) es la principal causa de las interrupciones del suministro. Las bombas de reserva, el control de la infraestructura las 24 horas del día y la disponibilidad de equipos de reparación han reducido a cuatro horas el tiempo de respuesta para el restablecimiento del suministro.

Se calcula que las pérdidas de agua equivalen a un 37% y se deben principalmente al deterioro de una red de distribución antigua, en parte a los robos de agua y, en menor grado, a fallos en la presión del agua. Las estrategias emprendidas para solventar esta situación consisten en controlar la presión del agua, sancionar las conexiones ilegales y sustituir tuberías. Los retos de futuro incluyen actualizar las instalaciones de almacenamiento, las cañerías de transporte y las estaciones de bombeo para aumentar la presión, introducir nuevas tecnologías de gestión del suministro de agua y formar al personal que no tenga la preparación adecuada.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

La ciudad es la titular de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y, además, se encarga de su gestión. En tres plantas de tratamiento de aguas residuales y cinco sistemas tipo laguna se trata todo el efluente generado por la metrópoli. La totalidad de las aguas residuales procedentes de las lagunas se utilizan para regar. Cada día se destinan 100 megalitros del agua tratada en las plantas de tratamiento para regar pastos y se vierten 90 megalitros en los ríos para su reciclaje. Los lodos residuales se destinan a usos agrícolas. Las aguas residuales que se vierten en el río para su reutilización llegan a los embalses antes de la extracción para someterlas al tratamiento. Menos del 5% del suministro de la ciudad es agua reciclada. No obstante, el reciclaje es una de las prioridades de Harare, ciudad que está retirando progresivamente los filtros biológicos convencionales y los está sustituyendo por un tratamiento de eliminación de nutrientes biológicos.



LISBOA

Antecedentes

Lisboa, la capital de Portugal, tiene una población de aproximadamente 520.000 habitantes y un consumo anual de agua de unos 544.600 megalitros. Las aguas fluviales satisfacen el 90% de la demanda; el resto procede de aguas subterráneas. Estos recursos proporcionan un abastecimiento adecuado para la demanda actual, pero será preciso buscar fuentes superficiales y subterráneas alternativas para poder garantizar el suministro.

Titularidad y control regulador

Todos los recursos hídricos son propiedad del gobierno nacional. El Instituto Nacional del Agua es el responsable de proteger los recursos hídricos. Una agencia propiedad del gobierno supervisa a las compañías de agua regionales, ya sean públicas o privadas. Una compañía regional abastece a Lisboa y a otros municipios; esta compañía extrae y trata el agua antes de suministrarla al por mayor a las compañías de distribución. Para poder extraer agua se necesita un permiso del gobierno.

La estructura tarifaria del agua la establece el gobierno. Existen tarifas distintas para los usuarios domésticos, industriales y municipales.

Gestión de los recursos y calidad del agua

El Ministerio de Sanidad y las directivas de la Unión Europea definen los estándares de salud pública en relación con la calidad del agua, que incluyen parámetros microbiológicos, controles y la frecuencia de la toma de muestras. Se recogen unas 5.000 muestras al año y los resultados de los análisis se hacen públicos.

Sólo una captación está protegida por leyes que restringen el acceso y limitan las actividades recreativas, además de incluir directrices y estándares de calidad del agua. Las aguas superficiales se someten a un tratamiento completo, mientras que las aguas subterráneas únicamente se cloran.

La competencia externa por los recursos hídricos la protagonizan principalmente los municipios vecinos y los generadores de energía, lo que en ocasiones provoca conflictos, sobre todo en relación con la calidad del agua.

En épocas de sequía, la ciudad impone restricciones durante algún período del día. Campañas educativas a través de la prensa, los medios de comunicación, las escuelas y exposiciones culturales fomentan el uso eficiente del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

Dos plantas de producción y tratamiento suman una capacidad de 740.000 m³ diarios. Las tuberías que transportan el agua del origen a los consumidores son de hormigón reforzado. El acueducto de agua subterránea tiene más de un siglo de antigüedad y mide 114 km de largo. El sistema de producción y tratamiento está equipado con dispositivos de toma de muestras y de medición en línea. Además, existen setenta puntos fijos de toma de muestras para controlar la calidad del agua a lo largo de todo el sistema de distribución. La red de distribución tiene una longitud de 1.372 km.

Los trabajos de mantenimiento para asegurar la calidad del agua incluyen la limpieza anual de los depósitos y la limpieza y desinfección de las tuberías de transporte y de las cañerías de la red de distribución. Entre los indicadores clave que se utilizan para gestionar el suministro de agua en Lisboa se encuentran el número y la frecuencia de las averías en las tuberías, la edad de los



activos, la calidad del agua y el número de interrupciones reiteradas e imprevistas del suministro. Los reventones en las tuberías son la principal causa de interrupción del servicio.

Las pérdidas de agua se sitúan entre el 5% y el 10% y se deben, en gran parte, a las irregularidades de los contadores y a las fugas de la red de distribución.

En los próximos diez años se llevará a cabo un programa de inversiones que permitirá construir nuevos embalses y renovar las plantas de tratamiento, la red de distribución y el sistema de contadores.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Una compañía propiedad de la ciudad gestiona y explota el sistema de alcantarillas. Prácticamente todas las propiedades están conectadas al alcantarillado; tan sólo un 2% de los residuos se vierten directamente en cursos de agua. En torno al 80% de las aguas residuales se tratan con el método de lodos residuales activados, un tratamiento terciario para eliminar el nitrógeno contaminante, así como filtración de arena y desinfección ultravioleta en el 40% de los residuos. La producción anual de lodos residuales es de unas 27.000 toneladas, que se destinan a usos agrícolas tras un período de almacenamiento de cuatro meses.

No se recicla de manera significativa, principalmente debido a la falta de infraestructuras.

LOS ÁNGELES

Antecedentes

La ciudad de Los Ángeles tiene 3,8 millones de habitantes que consumen unos 798.074 megalitros anuales de agua. Aguas subterráneas locales y aguas superficiales y subterráneas importadas abastecen a la ciudad. El agua traída desde el río Colorado y las montañas orientales de Sierra Nevada (California) se transporta a través de acueductos. Ésta es la principal fuente de suministro, por la elevada calidad del agua y los bajos costes del flujo gravitatorio, que tiene, además, capacidad generadora de fuerza hidroeléctrica.

Aunque la población de Los Ángeles ha aumentado en más del 10% en un período de diez años, el consumo de agua ha disminuido en un 3,7%. Esto puede atribuirse a las reformas en la gestión del agua y a una mayor concienciación pública de la necesidad de conservar los recursos hídricos. Las previsiones para el año 2020 indican un crecimiento demográfico del 26% (hasta alcanzar los 4,8 millones de habitantes) y un aumento del consumo de agua del 24%.

Titularidad y control regulador

La ciudad posee la titularidad de los recursos hídricos. De acuerdo con la legislación del gobierno federal sobre salud pública y gestión del agua, el estado supervisa los proyectos de suministro de agua, incluyendo las directrices y los controles reguladores para vigilar la calidad del agua. El Departamento de Agua y Energía (DWP) es el responsable de la producción, el tratamiento y la distribución del agua a los consumidores. Se necesitan licencias de derechos sobre el agua y permisos para extraer agua.

La tendencia a la privatización ha obligado a la ciudad a ser más competitiva y a subcontratar servicios. Al mismo

tiempo, están claras las obligaciones ante los clientes y se es consciente de que el suministro del agua y la calidad del agua son aspectos que no se pueden separar.

El agua se cobra por volumen y las tarifas se basan en una estructura de dos niveles que penaliza el consumo elevado. Los ingresos son superiores a los costes de explotación, lo que permite a la ciudad cumplir con sus obligaciones de servicio a la comunidad y ofrecer descuentos a los clientes que instalen inodoros de bajo consumo.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

Las aguas subterráneas locales se bombean desde profundos pozos situados bajo zonas altamente urbanizadas. El agua del río Colorado está afectada por actividades agrícolas, recreativas y, en menor grado, urbanas. Los embalses descubiertos de la ciudad no están abiertos al público. Otros que se encuentran en las áreas de captación están abiertos a usos recreativos, aunque están sujetos a estrictos controles para velar por la calidad del agua. Todo el caudal se trata por filtración directa. Las aguas subterráneas locales se cloran y se ventilan en las bocas de los pozos.

Aunque los recursos hídricos son suficientes para satisfacer la demanda, la seguridad del suministro depende de la cantidad de precipitación caída en el norte de California. Grandes depósitos de almacenamiento repartidos por todo el estado garantizan el suministro en épocas de sequía. Tras la sequía de 1987-92, se introdujeron rigurosas medidas que prohibían malgastar agua y se adoptó una nueva ordenanza que requería la instalación de dispositivos de ahorro de agua en las instalaciones domésticas y empresariales. Estas medidas son apoyadas por intensas campañas de educación. Su incumplimiento en época de sequía se sanciona económicamente.

El DWP toma más de 21.000 muestras de agua al año, que deben cumplir los estándares definidos por el Departamento de Sanidad estatal. Los resultados de los análisis están a disposición del público. Investigaciones y estudios patrocinados por el DWP tienen como objetivo mejorar aún más la calidad del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de almacenamiento de agua incluye 105 depósitos y embalses. En su mayoría son presas formadas por terraplenes, aunque también hay algunas presas de hormigón. La longitud total del sistema de distribución y canalización es de 11.448 km. Las labores de mantenimiento incluyen la limpieza de los depósitos cada cuatro años y la desinfección de las cañerías de distribución tras cualquier reparación.

Estaciones reguladoras garantizan el mantenimiento de la presión en 18 m. Las fugas que tienen lugar en el sistema de suministro se registran y se controlan. La ciudad dispone de planes para supervisar de manera remota todas las estaciones reguladoras y las estaciones de cloración. Este control mediante el sistema de adquisición de datos y control de supervisión (SCADA) y equipos de mantenimiento disponibles las 24 horas garantizan el pronto restablecimiento del suministro. El tiempo medio de respuesta oscila entre una y cuatro horas.

Las pérdidas de agua representan del 4% al 6%. A pesar de lo bajo de este porcentaje en comparación con la mayoría de las ciudades participantes en el estudio, hay en marcha un plan estratégico para sustituir contadores y cementar los embalses.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Casi el 100% de las propiedades de la ciudad de Los Ángeles tienen conexión a la red municipal de



MANILA

Antecedentes

En 1999, la población de Manila rondaba los 9 millones. Sólo 6,4 millones de habitantes estaban conectados a la red de suministro de agua, y consumían un total de 1.101.205 megalitros. En torno al 97% del suministro de la ciudad procede de fuentes superficiales; el resto se obtiene de pozos. Se calcula que la población de Manila llegará a los 16 millones en 2010, año en el que se espera que todos los ciudadanos dispongan de conexión a los servicios hidrológicos municipales y que se consuman, según las previsiones, 1.664.035 megalitros de agua al año. El proyecto de la presa de Laiban, que incluye la construcción de una presa, una planta de tratamiento y un sistema de transporte, con un presupuesto de 646,3 millones de dólares, se finalizará en 2010 y aportará al sistema 693.500 megalitros de agua adicionales al año.

La gestión de las inundaciones en los municipios situados río abajo y la prevención de los desbordamientos de los embalses tras fuertes lluvias son factores que preocupan en Manila. Antes de liberar el exceso de agua, las autoridades del agua advierten a los gobiernos locales y se pone en marcha un plan de acción de emergencia.

Titularidad y control regulador

Los recursos hídricos y los sistemas de suministro son propiedad del gobierno. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Sanidad de Filipinas definen las normas que controlan el rendimiento y las obligaciones de servicio. La Comisión Nacional de Recursos Hídricos (NWRB) las administra a través de una *joint-venture*. El Sistema de Obras Hidráulicas y Alcantarillado de Manila (MWSS) asigna el agua bruta. Dos empresas concesionarias privadas se encargan del

alcantarillas. No obstante, en la periferia aún se utilizan algunas fosas sépticas. La ciudad posee y explota las cuatro plantas de tratamiento que procesan las aguas residuales recogidas. El lodo residual que se produce se destina a usos agrícolas tras un breve período de almacenamiento.

Un 18% de las aguas residuales tratadas se utilizan en la industria, para riego y en actividades recreativas. Se espera que este porcentaje, ya elevado, ascienda al 25% en el año 2010 y al 31% en 2020. Una cantidad insignificante de aguas residuales tratadas se utiliza para reabastecer los acuíferos. Los incentivos económicos para fomentar la reutilización incluyen contratos a largo plazo con descuentos, exenciones de los ajustes de las tarifas del agua y subvenciones. Sin embargo, el coste de la infraestructura y la percepción social son factores clave a resolver para lograr una mayor utilización del efluente tratado.

tratamiento y la distribución, cumpliendo siempre los estándares nacionales de agua potable de Filipinas. Los términos de los acuerdos obligan a los concesionarios a invertir en el sistema para conectar todo el área metropolitana, a asegurar un suministro continuo y a cumplir los estándares de calidad. La Oficina Reguladora supervisa el cumplimiento de estos puntos.

La NWRB concede derechos sobre el agua (permisos). Estos derechos se pueden arrendar o transferir a otras agencias o personas con el visto bueno de la NWRB. La NWRB puede modificar, suspender o revocar los permisos.

La estructura tarifaria se basa en el consumo e incluye diferentes cuotas para usos domésticos y comerciales, una cuota de penalización por consumo excesivo, una cuota de mantenimiento, una cuota medioambiental y una cuota de alcantarillado para los clientes que disponen de conexión a la red de alcantarillas. Los proyectos de futuro prevén una política de precios basada en la recuperación de costes.

Gestión de los recursos y calidad del agua

La explotación de las zonas de captación está estrictamente prohibida. Aunque las captaciones están protegidas de las actividades urbanas, agrícolas e industriales, el tratamiento del agua incluye cribado, mezcla, floculación, sedimentación, filtración y cloración. El 3% de agua subterránea que procede de captaciones no protegidas sólo se clora. A pesar de la protección de las captaciones y del completo tratamiento que recibe el agua, se recomienda a los consumidores hervir el líquido cuando hay inundaciones y cuando se realizan trabajos de mantenimiento. La calidad del agua es una prioridad para Manila, pues su deficiente calidad obliga a los ciudadanos a comprar agua embotellada, lo cual supone un gran esfuerzo económico para sectores ya pobres de la población.

En 1999 se analizaron 18.181 muestras de agua. El resultado suele ser de <2,2 NMP/100 ml en >98% de las muestras. El Ministerio de Sanidad evalúa los resultados, que se publican mensualmente. Los asentamientos ilegales en las cuencas son un elemento de preocupación en lo que respecta a la protección de las captaciones y a la calidad del agua.

Una competencia creciente por parte de los municipios vecinos, especialmente para la generación de energía, el riego y la creciente industrialización, requiere la búsqueda de posibles nuevos recursos hídricos y la construcción de un nuevo sistema de suministro. Asimismo, existe competencia interna entre los clientes rurales y los urbanos. Las campañas de concienciación intentan fomentar la conservación del agua. Las restricciones obligatorias que se imponen en épocas de sequía favorecen a los consumidores domésticos.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El agua llega de su origen a las plantas de tratamiento a través de acueductos y canales descubiertos. Se almacena en once embalses descubiertos que suman una capacidad de 644 megalitros. La distancia entre el origen del agua y los consumidores es de unos 46 km. En el sistema de distribución predominan las tuberías de PVC y de fibrocemento, aunque también hay tuberías de acero y de hierro colado revestido de cemento. Los embalses de almacenamiento y los depósitos de filtración se limpian y se desinfectan al menos dos veces al año.

El objetivo de 11 m de presión de agua es difícil de mantener debido a la frecuencia de las averías en el sistema de suministro, principalmente provocadas por movimientos del terreno, el deterioro de los activos por el paso del tiempo, daños ocasionados por terceras partes y válvulas de mala calidad. Todo ello resulta en un 59% de pérdidas de agua, un índice inaceptablemente alto. El



MELBOURNE

Antecedentes

Melbourne tiene más de 3,3 millones de habitantes. El consumo anual de agua es de unos 482.000 megalitros, con un consumo medio de 410 litros diarios por persona; el 49% se destina a usos interiores y el 51% a usos exteriores. Melbourne depende del nivel de las precipitaciones. El 90% de la demanda se satisface gracias las reservas de captaciones totalmente protegidas, mientras que el 10% restante se obtiene de captaciones no protegidas. Los embalses de Melbourne se construyeron para disponer de capacidad de almacenamiento a largo plazo, dada la variabilidad climática de la región. Como consecuencia de un período de cinco años con tiempo seco, los niveles de las reservas están ahora al 58% de su capacidad y, si no aumentan las precipitaciones, es probable que haya que introducir restricciones. No obstante, la metrópoli ha demostrado su capacidad para gestionar esta variabilidad climática durante el período de sequía y las restricciones sólo serán necesarias si la cantidad de precipitación continúa por debajo de la media.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

La mayoría de las reservas de agua se encuentran fuera del área metropolitana; la de mayor capacidad está a 125 km de Melbourne. Con el fin de preservar la calidad del agua, está prohibido el acceso del público a las captaciones, así como las actividades agrícolas, industriales y urbanas en las captaciones protegidas. El agua extraída de captaciones sin proteger se trata exhaustivamente antes de que entre en el sistema de suministro.

Con la excepción del agua extraída de captaciones sin proteger, que recibe un tratamiento exhaustivo, el grueso del agua sólo requiere una desinfección con cloro, fluoración y corrección del pH alcalino tras un prolongado período

tiempo medio de respuesta para restablecer el servicio es de 72 horas. La gestión de los activos incluye controlar la frecuencia de los reventones en las tuberías y realizar estudios dos veces al año para detectar fugas.

Entre los retos a los que debe enfrentarse Manila se encuentran mejorar la calidad del agua, reducir las pérdidas, actualizar las redes de distribución, potenciar los modelos hidráulicos y mejorar la capacidad de la tecnología GIS y los sistemas de telemetría/SCADA.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

El MWSS es el propietario del sistema de tratamiento de aguas residuales. Empresas privadas explotan las plantas de tratamiento mediante concesiones de 25 años. De las 840.453 propiedades conectadas a la red de suministro, sólo el 9,5% tienen conexión al alcantarillado. El resto recurren a fosas sépticas o vierten directamente el efluente en los desagües de la calle y en los canales. Los hospitales tienen sus propias plantas de tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales se tratan mediante el proceso de lodos residuales activados y lagunas ventiladas. Los lodos residuales se secan y se almacenan durante veinte días en digestores; después se transforman en abono o se utilizan directamente en la agricultura. El efluente tratado se vierte en masas de agua. Sólo el 10% de las aguas pluviales se trata antes de su vertido al medio ambiente.

En Manila no se reciclan las aguas residuales ni es un objetivo prioritario a corto plazo.

odo de retención en grandes depósitos de almacenamiento. Los estándares de calidad y el control del agua se aplican mediante la normativa del gobierno de Victoria y las licencias que se conceden a las compañías del agua.

Gracias a la protección de las captaciones y al rigor de los estándares, la calidad del agua de Melbourne se sitúa entre las más altas de todo el mundo. Estudios regulares sobre estas captaciones y el informe anual de la Oficina Reguladora confirman las tendencias de rendimiento elevado y la continua mejora.

Titularidad y control regulador

Todos los recursos hídricos, embalses y plantas de tratamiento son propiedad del estado. El gobierno estatal es el responsable del control regulador a través de diversas leyes y normativas que regulan la gestión del suministro de agua, las cuestiones de salud pública y el tratamiento del agua. En 1995, la corporación del agua de Melbourne existente se dividió en una compañía mayorista y tres minoristas. Melbourne Water Corporation, la compañía mayorista, es la encargada de la producción y el tratamiento del agua, y entre sus competencias se encuentran la planificación y la construcción de presas y plantas de tratamiento del agua. Las compañías minoristas son las responsables del servicio al cliente y de la gestión de la red de distribución.

Las compañías minoristas actúan de acuerdo con licencias que estipulan los estándares de explotación, que incluyen la calidad del agua, la política de precios y las obligaciones de servicio a la comunidad, como concesiones a los pensionistas, descuentos a las organizaciones sin ánimo de lucro y programas de ayudas. El precio del agua se basa en el consumo volumétrico (aproximadamente 70 centavos por kilolitro) y se fundamenta en un principio de recuperación de costes que refleja el gasto total de producción, tratamiento y distribución del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de transporte desde el origen hasta el distribuidor está formado principalmente por tuberías cerradas, de las cuales el 50% son de hierro colado, el 30% de hierro colado revestido de cemento y el 15% de PVC. En vistas de la experiencia pasada, se calcula que la vida de la infraestructura es de unos setenta años.

La longitud total de la red de distribución y canalización es de 19.500 km. Actualmente, la presión del agua en el punto de suministro es de 15 m para los clientes residenciales y de 20 m para los usuarios comerciales e industriales. Los indicadores clave de rendimiento para la gestión de los activos son la edad de los activos, el número y la frecuencia de las averías en las tuberías, las interrupciones reiteradas en el suministro y la calidad del agua. Ante interrupciones imprevistas, el servicio se restablece en un plazo de cinco horas en el 99% de los casos. Las principales razones de las averías del sistema son la edad de los activos y los movimientos del terreno provocados por los cambios en el nivel de humedad del suelo.

Entre los retos a los que debe hacer frente la ciudad en los próximos diez años se encuentran maximizar la vida de los activos, identificar mejor las expectativas de los clientes y desarrollar un modelo hidráulico preciso con sistemas al por mayor y al por menor integrados.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Prácticamente todas las propiedades de Melbourne están conectadas al sistema de alcantarillado. Los sistemas de canalización del agua, de desagüe de las aguas pluviales y de alcantarillado son componentes obligatorios de la subdivisión urbana. El sistema de alcantarillas y las plantas de tratamiento son titularidad del gobierno estatal, que también se encarga de su gestión. La mayor



parte del efluente de Melbourne se trata en dos grandes plantas de tratamiento, ya sea en lagunas (54%) o mediante el tratamiento de lodos residuales activados (40%). El resto se trata en pequeñas plantas de tratamiento locales. La mayoría de las aguas residuales tratadas se vierten al medio marino.

El reciclaje actual de las aguas residuales es mínimo (aproximadamente un 1%), en buena parte debido a los bajos costes del agua y a la falta de infraestructuras para la distribución de las aguas residuales recicladas. No obstante, uno de los objetivos que se ha fijado la ciudad es aumentar la cantidad de aguas residuales recicladas al 20% en el año 2010.

MÉXICO D.F.

Antecedentes

México D.F. tiene cerca de 20 millones de habitantes. Tres fuentes subterráneas suministran el 81% del agua que consume la ciudad. Dos de los pozos se encuentran en zonas rurales, mientras que el tercero está dentro del área urbana. El 19% restante se obtiene de fuentes superficiales que deben recorrer hasta 120 km para llegar a los usuarios. Los acuíferos están sobreexplotados, lo cual podría acentuarse en los próximos veinte años, dadas las previsiones de crecimiento demográfico. Por lo tanto, será preciso depender de fuentes alternativas más distantes, lo que comportará altos costes de producción y transporte.

La mayoría de los acuíferos no tienen captaciones protegidas. Sin embargo, en un esfuerzo por mejorar la calidad del agua, la Comisión Nacional del Agua (CNA) ha declarado una serie de zonas verdes en torno a algunos acuíferos.

Gestión de los recursos, titularidad y control regulador

El gobierno federal es el titular de los recursos hídricos y posee los derechos de explotación en todo el territorio. La CNA produce y trata el agua antes de transferirla al por mayor a los diferentes estados, que luego la suministran a las autoridades municipales locales, que se encargan de su distribución a los consumidores, del control del consumo a través de contadores, de la facturación y de los servicios hidráulicos. Existen algunos pozos de propiedad privada que satisfacen necesidades individuales, principalmente en el sector industrial y agrícola.

Hay diversas medidas nacionales en vigor para regular la calidad del agua y de las aguas residuales, los derechos

sobre el agua y los estándares de los servicios urbanos. Estas medidas forman parte de leyes que definen la gestión del agua, los vertidos a los sistemas de desagüe, los estándares que regulan los vertidos de aguas residuales y la necesidad de tratar todas las aguas residuales urbanas antes de verterlas en las masas de agua. El Instituto Nacional de Salud Pública de México controla la calidad del agua de la ciudad. Por término medio, se toman 1.500 muestras de agua al año.

A pesar de todo, la única obligación que realmente tienen las compañías del agua es asegurar el mantenimiento de los estándares mínimos. En 1999, la CNA lanzó el Programa Agua Limpia y el Estado de México creó un comité interinstitucional para luchar contra el problema endémico del cólera.

Cuestiones políticas y económicas

En los últimos diez años se han introducido una serie de medidas para evitar la sobreexplotación de los recursos hídricos, controlar los vertidos al medio ambiente y supervisar la calidad del agua. El Estado también cuenta con estrategias dirigidas a mejorar el mantenimiento de la red de distribución, a reducir las fugas y a reutilizar las aguas residuales tratadas con fines que no sean domésticos, además de campañas de concienciación acerca de estas estrategias.

Un código financiero define la política de precios del agua. La CNA fija las tarifas, que incluyen los acuerdos de explotación. La Comisión Nacional del Agua aplica las tarifas públicas que reflejan el coste al por mayor del agua, los acuerdos y los costes de explotación. Los ayuntamientos y las agencias de explotación aplican la tarifa oficial, según lo establecido en el código financiero. En algunos casos, las agencias de explotación aplican sus propias tarifas públicas. Se aplican diferentes tarifas en función del volumen y del tipo de consumo.

Asimismo, existen descuentos y concesiones por pronto pago, y para los pensionistas, personas viudas y personas de edad avanzada.

La competencia entre la demanda urbana y la rural ha provocado conflictos sociales que constituyen una barrera al desarrollo económico. El impulso de la reutilización de las aguas residuales tratadas en agricultura debería resolver estos problemas.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El gobierno federal es responsable de proporcionar y mantener la infraestructura de extracción y tratamiento, mientras que los estados y los municipios son responsables de la explotación y el mantenimiento de la red de distribución. Los depósitos de almacenamiento se limpian y se desinfectan de acuerdo con los estándares del Ministerio de Sanidad.

El 95% de las redes de transporte y distribución lo forman tuberías de hormigón y de fibrocemento. Actualmente no existe ningún programa de mantenimiento de la red y de los activos. Los sistemas no están diseñados para servir en la extinción de incendios.

Una presión de 10 mca se considera adecuada para cualquier uso. Sin embargo, la presión no es uniforme en toda la ciudad y en muchos edificios es necesaria la instalación de depósitos de agua. Está previsto instalar bombas en ubicaciones estratégicas para solventar este problema.

En torno al 40% del agua se pierde en la red de distribución y en los hogares, principalmente debido a las deficiencias de los sistemas de distribución y canalización. La actividad sísmica y los movimientos de terrenos arcillosos contribuyen a las pérdidas de agua, así como a la interrupción del servicio. Tras los temblores de tierra



MONTREAL

Antecedentes

Los 1,5 millones de habitantes de Montreal consumen cerca de 647.036 megalitros de agua al año o unos 1.772.700 m³ al día. El río San Lorenzo es el que abastece de agua a la ciudad. Los recursos actuales son suficientes para satisfacer las necesidades de la metrópoli en condiciones normales. Aunque la escasez de agua por razones de sequía no parece ser un problema, no se permite regar jardines ni parques públicos de 8:00 a 18:00.

Titularidad y control público

Los recursos hídricos de la ciudad son propiedad de los gobiernos federal y provincial. La ciudad de Montreal posee las instalaciones de extracción, las plantas de tratamiento y parte del sistema de distribución; el resto de la red es propiedad de los diferentes municipios clientes. Se necesitan permisos para extraer agua del río. El control regulador del agua potable es competencia de las autoridades municipales, por delegación federal y de acuerdo con la legislación provincial que define los estándares de calidad del agua y los requisitos de control y de análisis.

Las tarifas se basan en los valores de la propiedad. Las propiedades domésticas no tienen contadores, mientras que sí los tienen unos 1.100 grandes consumidores y usuarios industriales, a los que se cobra un suplemento si el volumen consumido supera la asignación basada en el valor de su propiedad.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

La captación del río no está protegida y el punto de suministro del agua está a 610 m de la orilla. El agua extraída del río se somete a un completo tratamiento en dos plantas antes de bombearse directamente a la red de distribución.

se llevan a cabo inspecciones para detectar fugas. A pesar de todo, el mantenimiento es más correctivo que preventivo.

Se necesita apremiantemente equipo más moderno y nuevas tecnologías para reducir las pérdidas de agua, mejorar los sistemas de contadores, la facturación y la recuperación de costes, así como para reparar los daños causados a la red por la actividad sísmica.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

En torno al 94% de los usuarios domésticos e industriales tienen conexión a los sistemas de alcantarillado de la ciudad. En el área metropolitana operan 42 sistemas con una capacidad potencial de 3,7 m³/s, aunque de hecho absorben 3 m³/s. Las aguas residuales se tratan en lagunas (13%), sistemas de lodos residuales activados (80%) y sistemas anaeróbicos y de biofiltración (7%). En realidad, el sistema existente sólo puede tratar un 17% de las aguas residuales producidas en el área metropolitana, por lo que el 83% del efluente se vierte al medio ambiente sin tratar. Al año se generan unas 200 toneladas de lodos residuales, que se destinan a usos agrícolas o se incineran.

La titularidad y la explotación de los sistemas de alcantarillado se reparten entre la federación, los estados, los gobiernos locales y unos cuantos operadores privados.

Se ha desarrollado un plan de reciclaje del efluente para usos industriales y de riego, aunque todavía no se ha puesto en marcha. Aparte de las dificultades financieras, la capacidad de los recursos hídricos existentes para satisfacer la demanda será el factor que decidirá si se empieza a reciclar.



PARÍS-ÎLE-DE-FRANCE

Antecedentes

París-Île-de-France, con una población de casi 11 millones de habitantes (el 17% de la población de Francia), es la principal región económica del país. En la ciudad de París y los barrios periféricos viven 10 millones de personas, mientras que el resto puebla centros rurales de los alrededores.

El agua es abundante en la región; París y su periferia consumen anualmente casi el 90% de los 850.000 megalitros que se utilizan en toda la zona. Esta cifra es inferior a la mitad de la capacidad total de producción. Dos tercios del agua de la región procede de ríos, mientras que un tercio se obtiene de acuíferos subterráneos. El consumo medio diario es de unos 215 litros por persona, de los cuales 150 litros se destinan a usos interiores. Desde 1990 el consumo ha disminuido de manera constante.

Gestión de las captaciones, calidad del agua y seguridad del suministro

El agua de la red de suministro es de buena calidad. La región de París-Île-de-France ha desarrollado un sistema de plantas de tratamiento de agua potable capaz de tratar agua de calidad mediocre. En la docena aproximada de plantas que abastecen a parte del área metropolitana de París se pueden realizar tratamientos físicos, bioquímicos, fisicoquímicos y por cloración. Algunas plantas emplean nuevas técnicas, como la ultrafiltración, la electrocloración y la nanofiltración. El tratamiento tradicional que se aplica al agua de los acuíferos subterráneos incluye sedimentación y desinfección con cloro. Este proceso se complementa de manera cada vez más habitual con tratamientos que incluyen nitratos y productos fitosanitarios.

Para reducir los riesgos de la contaminación, el agua que se encuentra río arriba de las plantas de tratamiento está protegida. Con tal fin, en algunas zonas se pro-

En el laboratorio de la ciudad de Montreal analizan unas 60.000 muestras de agua al año. El Ministerio de Medio Ambiente de Quebec evalúa los resultados de los análisis y los hace públicos. En los dos últimos años, casi todas las muestras de agua tratada presentaban menos de 10 coliformes totales (no fecales). Está a punto de concluirse un estudio de cinco años sobre las cuestiones sanitarias de la calidad del agua y los procesos de tratamiento.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

La red de distribución tiene 2.760 km de tuberías, incluidos 400 km de cañerías principales, y siete grandes embalses de servicio, con una capacidad total de 625.600 m³. Las cañerías principales son, en su mayoría, de hierro colado, acero u hormigón reforzado.

Las pérdidas de agua representan entre el 35% y el 40%. El control de las redes de distribución y canalización garantiza una presión mínima del agua de 40 psi en todo momento.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Prácticamente el 100% de las 260.000 propiedades de la ciudad están conectadas a la red de alcantarillas y sólo un número insignificante recurre a fosas sépticas. Todas las aguas residuales recogidas se someten a un tratamiento fisicoquímico. Las plantas de tratamiento de aguas residuales son propiedad del gobierno metropolitano de Montreal, están gestionadas por las autoridades municipales locales y producen 275.000 toneladas de biosólidos al año. Los lodos residuales se almacenan durante cuatro días para después incinerarlos.

Menos del 1% de las aguas residuales tratadas en las plantas de tratamiento se utiliza como agua bruta para usos industriales. No existe ningún plan de reciclaje del agua a largo plazo.

híben o se limitan determinadas actividades humanas. También se llevan a cabo otras acciones, como los acuerdos con los agricultores para reducir la contaminación provocada por nitratos y pesticidas, la diversificación del suministro, una red de estaciones de control a lo largo del río y una red de medición que controla las aguas superficiales y subterráneas.

Aunque el riesgo de sequía en la zona es escaso, la región parisina está totalmente preparada para afrontar tal eventualidad: centros de producción de agua potable adicional, interconexión de las redes, reservas de agua tratada y sin tratar, embalses de almacenamiento, reservas de reactivos en caso de contaminación grave y un plan de suministro de agua potable. Paradójicamente, las inundaciones constituyen el principal peligro, ya que la mayoría de las plantas de tratamiento quedarían físicamente inmovilizadas en caso de una inundación catastrófica. Actualmente no se pueden garantizar las necesidades de diez a veinte litros de agua diarios por persona en caso de emergencia. En tal situación, se consideraría recurrir a aguas subterráneas más profundas.

Titularidad y control regulador

Los recursos hídricos pertenecen a la nación. La responsabilidad de su gestión para las necesidades humanas recae en los gobiernos locales, que pueden delegar en el sector privado. En París, la competencia del suministro de agua se comparte con empresas privadas: productores y distribuidores privados gestionan el 99% del agua de la ciudad. Las plantas, embalses y redes pertenecen a las autoridades municipales locales, aunque algunas plantas son propiedad de operadores privados.

El gobierno nacional legisla, regula y controla la gestión del agua. El Ministerio de Sanidad define el marco regulador, vela por la calidad del suministro de agua y aprueba los proyectos viables de producción de agua potable.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

Una red interconectada de tuberías de suministro de agua abastecen a casi toda la zona de París y periferia. Los proveedores de agua controlan constantemente los 2.400 km de la red de agua potable, sobre todo en el área metropolitana de París. En torno al 95% de la red es de hierro colado y la mitad tiene más de un siglo de antigüedad. El hierro colado se está sustituyendo progresivamente por hormigón reforzado, acero y polietileno de alta densidad. El agua se distribuye a través de más de 8.000 km de tuberías, construidas a principios de la década de 1950, principalmente con hormigón reforzado y polietileno de alta densidad. Se calcula que las fugas en la red rondan el 10-15%.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

La mayoría de los residentes en París y los barrios periféricos disponen de conexión al alcantarillado, así como el 80% de las 2.700 industrias de la ciudad. En las zonas rurales la mayoría de los usuarios están conectados a la red de alcantarillas, pero se calcula que unas 500.000 personas vierten sus aguas residuales en fosas sépticas individuales o colectivas.

Más de 500 plantas de tratamiento tratan las aguas residuales. Una pequeña cantidad se utiliza como abono o se recoge en lagunas. La capacidad total de tratamiento permite depurar en torno al 80% del efluente. Principalmente se utiliza el tratamiento biológico de lodos residuales activados. Se han propuesto programas de inversión con el fin de incrementar la capacidad y mejorar el tratamiento de nitrógeno y fósforo.

De las 150.000 toneladas de lodo residual depurado que se producen al año, el 90% se destina a usos agrícolas, mientras que el resto se incinera o se entierra. En este sentido se cumple una directiva europea que dicta las condiciones y los estándares de dispersión de los lodos residuales y describe su contenido en sustancias tóxicas.



PORT ELIZABETH

Antecedentes

La ciudad de Port Elizabeth y otros seis municipios conforman la aglomeración urbana de Port Elizabeth, que suma 1,25 millones de habitantes. En 1999 utilizaban 68.360 megalitros de agua, procedentes de fuentes superficiales. Un sistema integrado de ríos y embalses garantiza una asignación diaria máxima de 70 megalitros. Las previsiones demográficas y de consumo para 2010 indican incrementos del 68% y el 63% respectivamente. Aunque los recursos actuales son suficientes para satisfacer la demanda adicional, cabe prever la necesidad de identificar nuevos recursos hídricos en un plazo de cinco años.

Titularidad y control regulador

El gobierno y la autoridad local comparten la titularidad de los recursos hídricos. La aglomeración de Port Elizabeth es la autoridad regional de suministro de agua. La Ley Nacional del Agua define el marco de gestión de las captaciones y del suministro de agua a la ciudad. El gobierno local es el responsable de la explotación del sistema de suministro de agua y del establecimiento de las tarifas. La competencia interna y externa se gestiona mediante acuerdos entre el gobierno y la autoridad local.

Las estructuras tarifarias se basan en cuotas por el consumo registrado en los contadores y en tasas fijas si las propiedades no disponen todavía de contador. El gobierno financia un plan de descuentos para las familias de rentas bajas. Los ingresos son sólo marginalmente superiores a los costes de explotación del agua.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

Las actividades que tienen lugar en las áreas de captación son principalmente agrícolas y forestales, con esca-

sa intervención del hombre. Sin embargo, algunas de las captaciones están siendo sometidas a las presiones de asentamientos humanos informales. Una cuestión importante de la gestión es la necesidad de eliminar plantas foráneas introducidas en las captaciones, que chupan un agua muy valiosa, y restablecer la vegetación natural. Una nueva legislación creará autoridades para la gestión de las captaciones que supervisarán las actividades, controlarán el desarrollo en las captaciones y prohibirán la construcción de nuevas presas.

Todo el volumen de agua se somete a un tratamiento completo de acuerdo con los criterios establecidos por el Instituto de Normalización de Sudáfrica y el Ministerio de Aguas y Bosques. La autoridad local controla la calidad del agua y analiza unas 2.000 muestras rutinarias al año, cuyos resultados se publican en el informe anual de su División de Servicios Científicos. Aunque las autoridades locales no tienen la obligación de presentar informes a los organismos superiores, la alta calidad del agua potable se mantiene gracias a un enfoque previsor, y los problemas relacionados con la calidad del agua se investigan y se resuelven de inmediato.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El sistema de suministro de agua incluye nueve embalses, con una capacidad total de almacenamiento de 275.383 megalitros, situados a una distancia que oscila entre los 40 km y los 120 km del centro de la ciudad. Las redes de distribución y canalización están completamente cercadas y formadas, principalmente, por tuberías de fibrocemento (70%) y hierro colado (15%). La red de suministro, de 2.700 km de longitud, abastece de agua a 109.000 propiedades con contador. Está previsto que a finales de 2002 haya contadores instalados en otras 40.000 propiedades.

El índice de 150 reventones por 100 km y 25 reventones por 1.000 propiedades es elevado y pone de manifiesto



el deterioro de un sistema de suministro antiguo. No obstante, equipos de reparación activos las 24 horas del día garantizan el restablecimiento del servicio en un plazo de dos horas. La presión mínima del agua es de 24 m. Las incrustaciones de las tuberías de hierro colado, que limitan la circulación del agua, suelen provocar quejas referentes a la presión del agua.

Las pérdidas de agua rondan el 15% y probablemente están relacionadas con la edad de la infraestructura. Estudios periódicos identifican los puntos de fuga de la red. Además, la introducción de tecnologías GIS y SCADA permitirá la detección temprana de problemas. Las autoridades locales están implementando un sistema integrado de información de gestión del agua que incluye un registro de activos y un módulo de gestión.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Aproximadamente el 86% de las propiedades están conectadas al sistema de alcantarillado, propiedad de las autoridades metropolitanas de Port Elizabeth, que son también las encargadas de gestionarlo. Las propiedades que no cuentan con una conexión vierten sus aguas residuales en fosas sépticas o en tanques de conservación (1%), o bien utilizan cubos (13%), aunque no está claro adónde va a parar el contenido de éstos. Todas las aguas residuales recogidas se tratan mediante el proceso de lodos residuales activados y el 97% de los biosólidos producidos (unas 15.000 toneladas al año) se utilizan para fabricar ladrillos. El resto se vierte controladamente.

En torno al 5% de las aguas residuales de la aglomeración urbana se reutilizan con fines industriales y para riego. Se espera que en el año 2020 este porcentaje aumente hasta el 40%. Aunque el agua reciclada no se destina al consumo, se calcula que en 2020 el 30% del agua potable de la ciudad se obtendrá a partir de aguas residuales tratadas.

RIAD

Antecedentes

Riad, una ciudad de 3,8 millones de habitantes, se encuentra en el centro de Arabia Saudí, una región sumamente árida. Dadas las escasas precipitaciones, los principales recursos hídricos se obtienen de la desalinización del agua de Jubail (65%) y de aguas subterráneas (35%). Todas las propiedades están conectadas a la red de suministro pública. En 1999 el consumo de agua era de 506.483 megalitros, en su mayoría destinados a usos domésticos. Los recursos actuales sólo pueden satisfacer el 80% de la demanda de agua potable. Con una tasa de crecimiento anual del 8%, las previsiones indican que la población de Riad alcanzará 7,7 millones de habitantes en 2010 y 10,5 millones en 2020, con el consiguiente incremento de la demanda de agua.

Titularidad y control regulador

Todos los servicios públicos y recursos hidrológicos son propiedad del gobierno, que también los explota y los mantiene a través de la Autoridad de Suministro de Agua de Riad (RWSA). Para extraer agua se necesita una licencia del Departamento de Gestión de Recursos Hídricos (WRMD), un organismo que depende del Ministerio de Agricultura.

La estructura tarifaria se basa en el consumo volumétrico y sigue una escala variable que penaliza el consumo elevado. No obstante, los ingresos no cubren los costes de producción y de distribución del agua. No existe ningún plan para cambiar la política de precios.

Gestión de los recursos y calidad del agua

Los recursos hídricos existentes son limitados, por lo que resulta imprescindible aplicar un plan agresivo de ges-

ción de la demanda. Las medidas introducidas por la RWSA para restringir el consumo de agua incluyen prohibir el uso de agua potable para regar, limitar el caudal de agua que llega a las propiedades e interrumpir intermitentemente el suministro, así como una campaña destinada a detectar las fugas en la red y en las propiedades domésticas. Riad emplea campañas de educación pública y el sistema de precios como medidas para limitar el consumo.

La RWSA tiene previsto mejorar el sistema. Para ello, añadirá seis plantas desalinizadoras en Jubail, ampliará los campos de pozos y construirá canales alimentadores en la ciudad y embalses terminales. Mientras tanto, en las zonas con escasez de agua, la RWSA recurre a contratistas que suministran agua con camiones cisterna.

Las aguas subterráneas se tratan mediante enfriamiento, filtración y ósmosis inversa. Tanto el agua desalinizada como la de origen subterráneo son aptas para el consumo. Una limpieza regular de los sistemas de producción, almacenamiento y distribución junto con un control permanente garantizan la calidad del agua. De acuerdo con los criterios de calidad del agua del WRMD, la RWSA realiza unos 4.950 análisis bacteriológicos al año y aproximadamente el 95% de las muestras cumplen los niveles exigidos. Los resultados de los análisis están a disposición del público bajo petición.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El agua se almacena en depósitos de hormigón reforzado cercados que tienen una capacidad de 3.000 megalitros. El sistema de transporte del agua desalinizada desde Jubail debe recorrer 400 km y el del agua subterránea, de 60 km a 90 km. Los materiales más utilizados en las tuberías son el hierro dúctil y el acero. La longitud total de las redes de distribución y canalización es de 9.406 km.

Una presión mínima de 1 bar se mantiene gracias a la división de Riad en varias zonas, cada una de las cuales dispone de su propio sistema de distribución.

Las pérdidas representan el 32% del agua de la red; la mitad se debe a fugas en el sistema y el resto, a conexiones ilegales. Las redes de distribución y canalización se revisan periódicamente para detectar y reparar las fugas. Las tuberías con averías reiteradas se sustituyen.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son titularidad de las autoridades locales, que también las explotan. Aproximadamente el 35% de la población tiene conexión a la red de alcantarillas. La mayoría usa fosas sépticas o utiliza camiones cisterna especiales que transportan los residuos a las plantas de tratamiento. Todo el efluente recogido recibe un tratamiento terciario.

En la actualidad, las aguas tratadas no se reutilizan en el suministro público, pero la estrategia metropolitana de desarrollo de Riad propone reciclar hasta el 50% de las aguas residuales tratadas como agua potable en el año 2021. En torno al 32% de las aguas residuales tratadas se utilizan actualmente para riego y el 3% en sistemas de refrigeración.



RÍO DE JANEIRO

Antecedentes

Río de Janeiro tiene una población de unos 10 millones de habitantes y extrae todo el agua del río Guandu. Las captaciones de agua de Brasil representan el 12% del agua dulce del planeta; sin embargo, su calidad se está viendo afectada negativamente por la deforestación, la falta de tratamiento de las aguas residuales, una creciente contaminación industrial y la explotación incontrolada del suelo en algunas zonas.

Gestión de los recursos y control regulador

Recientemente se ha creado la Agencia Nacional del Agua con el fin de desarrollar una política nacional sobre los recursos hídricos y formar comisiones de cuencas que gestionen las captaciones. Asimismo se ha anunciado la creación de agencias del agua que actuarán como el brazo ejecutivo de estas comisiones.

Una agencia estatal concesionaria es la responsable de la extracción, el tratamiento y la distribución del agua, así como de la red de alcantarillas de Río de Janeiro. El Administrador Estatal de Ríos y Canales es el encargado de velar por la integridad de los ríos y los canales de la ciudad, mientras que de la Agencia Estatal de Protección del Medio Ambiente depende la calidad del agua, incluida la de las playas de la ciudad.

La disposición de las agencias gubernamentales a cumplir con sus obligaciones se está viendo afectada por la incapacidad del gobierno estatal de crear una organización independiente que implemente objetivos estrictos en el ámbito del suministro del agua y el tratamiento de las aguas residuales. Todos los estados de la República Federal de Brasil acordaron la creación de dicha organización bajo un Plan nacional de saneamiento.

Tratamiento de las aguas residuales

Aproximadamente el 33% de las aguas residuales de Río de Janeiro se recogen para someterlas a tratamiento. Empresas privadas tratan parte de los residuos industriales, mientras que el resto se vierte directamente en masas de agua o pozos negros.

La situación de la red de alcantarillas de la ciudad es muy deficiente y requiere una importante inversión para su mejora y ampliación. No obstante, el país y el estado de Río de Janeiro están experimentando serias dificultades económicas y financieras.

En el vacío creado por la ineficaz gestión del Estado, la ciudad de Río de Janeiro ha asumido responsabilidades sobre las que no tiene jurisdicción legal. Dentro del ámbito municipal, la Secretaría Municipal de Obras Públicas ha creado recientemente la Fundación Río-Águas, encargada del desagüe y de parte del sistema de alcantarillado.

Planes de futuro

El estado y la ciudad de Río de Janeiro han acordado realizar una propuesta internacional para una concesión de servicio en el área occidental de la ciudad, que sigue creciendo. Esta concesión desarrollará y explotará el sistema de suministro de agua, además de recoger, tratar y verter las aguas residuales.



SEÚL

Antecedentes

En Seúl viven 10 millones de personas, aproximadamente un cuarto de la población de Corea del Sur, que consumen más de 1,6 millones de megalitros al año. En los últimos diez años, la población y el consumo de agua no han variado mucho y se espera que esta tendencia perdure a lo largo de los próximos diez años. Todo el agua del grifo de Seúl procede de fuentes superficiales: la presa Paldan y el embalse Jamshil, alimentado por el río Han.

El río Han es muy importante para Seúl y los municipios colindantes. Para proteger el entorno del río, el gobierno central ha restringido el desarrollo residencial y la construcción de industrias contaminantes.

Titularidad y control regulador

Los recursos hídricos son propiedad del Estado. La gestión del agua y las medidas relativas a la cantidad y la calidad del agua son competencias del Ministerio Nacional de Construcción y Transporte y del Ministerio de Medio Ambiente. La Korean Water Resources Corporation desarrolla y gestiona los recursos hídricos. Para extraer agua se necesitan licencias especiales de la Oficina de Construcción Regional de Seúl o de la Korea Electric Power Corporation. Seoul Waterworks, propiedad de la ciudad de Seúl, produce agua y la suministra a sus ciudadanos. Once empresas privadas se encargan de cobrar las tarifas, los impuestos y las sanciones; también se las contrata para la construcción de nuevas infraestructuras.

Gestión de los recursos y calidad del agua

En la captación de Paldang se llevan a cabo actividades agrícolas y existen algunas áreas urbanas, mientras que

la captación de Jamshil es una zona protegida. Los recursos hídricos de la ciudad pueden satisfacer el 100% de la demanda actual y futura. Sin embargo, los servicios públicos hidrológicos recomiendan siempre a los clientes que conserven el agua. A pesar de ello, la existencia de un precio estándar fijo por el agua y la evacuación de las aguas residuales no fomenta un uso eficiente.

Las cuestiones de salud pública están recogidas en una legislación que garantiza la calidad del agua potable y la gestión de las aguas residuales. El Ministerio de Medio Ambiente es el responsable de desarrollar los controles reguladores necesarios, que luego implementan la ciudad y Seoul Waterworks.

Las aguas de Paldang y del río Han se tratan químicamente y se someten a coagulación, sedimentación, filtración y cloración. Seoul Waterworks toma cerca de 11.000 muestras de agua al año para analizarlas de acuerdo con las directrices de calidad del agua potable aprobadas en 1995. Los resultados se publican. A pesar de que no se han dado casos de enfermedades debidas a la mala calidad del agua, entre enero y diciembre de 1999 se registraron 1.350 quejas en este sentido. La ciudad ha llevado a cabo diversos estudios para examinar el funcionamiento de las plantas de tratamiento del agua y las tendencias de la calidad de las aguas del río Hangan, de otras fuentes superficiales y del sistema de suministro. Asimismo, se ha creado un instituto de investigaciones, con un coste de 3,2 millones de dólares, donde se estudiará la calidad del agua y se desarrollarán nuevas tecnologías.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

Dos plantas de tratamiento de agua satisfacen la demanda total de Seúl. La presión del agua se mantiene en un mínimo de 15 m en las propiedades de los clien-



SYDNEY

Antecedentes

La Sydney Catchment Authority (SCA) es la autoridad que suministra agua a cerca de 4 millones de clientes. Todo el agua de Sydney procede de fuentes superficiales y se almacena en 16 embalses medianos y grandes. Actualmente, la producción sostenible máxima es de 657.000 megalitros anuales, suficiente para satisfacer la demanda total en condiciones normales. En 1999, la SCA suministró 599.692 megalitros de agua.

En un período de diez años, el consumo de agua disminuyó en un 8%, a pesar de que la población de Sydney creció en un 9%. Según las previsiones, esta tendencia continuaría, con un descenso del 13% en el consumo frente a un crecimiento demográfico del 9% en el año 2010. Para ello se han fijado unos objetivos de gestión de la demanda.

Titularidad y control regulador

El agua es propiedad del Estado y su gestión depende del Ministerio de Conservación del Suelo y el Agua. La SCA, propiedad del gobierno, extrae y suministra el agua a plantas de filtración privadas, gestionadas por la Sydney Water Corporation (SWC), un distribuidor de agua y minorista también propiedad del gobierno. Se recurre a contratistas para las actividades de filtración del agua, de ingeniería y de construcción. Diversas leyes y normativas estatales regulan la gestión del suministro de agua, las cuestiones de salud pública y la calidad del agua.

La estructura tarifaria se basa en un sistema de "el usuario paga", que combina consumo volumétrico y una cuota de acceso al sistema. Un tribunal regulador estatal independiente fija los precios. Los ingresos son superiores a los costes de explotación.

tes, o de 25 m en el caso del suministro directo allí donde no hay depósito. La presión del agua se mide periódicamente y existen servicios de emergencia disponibles las 24 horas que responden en una hora en caso de avería.

Las pérdidas de agua representan más del 36% del suministro bruto. Algunas de las estrategias destinadas a reducir las pérdidas consisten en detectar las fugas, medir el caudal nocturno, mantener la presión del agua y sustituir los contadores.

Retos de futuro

Seúl ha pasado de una política del agua centrada en la cantidad a una política basada en la calidad, por lo que ahora la ciudad se concentra en mejorar la calidad del agua y la seguridad del suministro, así como la gestión y el funcionamiento del sistema de suministro. Está previsto introducir nuevas tecnologías y estilos de gestión innovadores que resultarán en una mayor productividad, mejor calidad, menores costes de producción y un agua más barata. Actualmente, los ingresos sólo cubren el 75% del coste de producción del agua. Seúl tiene un proyecto de revisión de la política de precios para eliminar la necesidad de subvencionar el agua.

Otros retos son mejorar el sistema de tratamiento del agua y la red de distribución para reducir el nivel de pérdidas.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

La captación de Warragamba, que suministra el 80% del agua de la ciudad, soporta actividades agrícolas intensivas, industriales, mineras y urbanas. Algunas captaciones están pobladas de árboles, pero son muy pocas las que gozan de una protección total. Todo el agua de Sydney se trata por filtración, mientras que un 80% recibe tratamiento completo.

La SWC y la SCA colaboran en la aplicación de un programa de gestión de la demanda que implica la educación de la comunidad para lograr un uso eficiente del agua, el control de las fugas, el reciclaje del agua y auditorías de las propiedades industriales, hospitalarias y residenciales. En función de la intensidad de las sequías, se imponen restricciones cuando los niveles de las reservas están por debajo del 55-60% de su capacidad.

Tanto la SCA como la SWA controlan la calidad del agua de acuerdo con los estándares nacionales, cuyo cumplimiento está garantizado por el organismo regulador estatal. Periódicamente se realizan análisis de muestras de agua, controlando la presencia de *cryptosporidium* y *giardia*; en algunos casos se toman muestras de agua a diario. Los resultados de los análisis se publican.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El agua se distribuye principalmente a través de tuberías, y sólo en un 20% por canales, acueductos y túneles, a lo largo de distancias que oscilan entre los 27 km y los 64 km. En períodos de sequía, el agua de la captación de Shoalhaven recorre unos 150 km a través de tuberías, estaciones de bombeo y canales descubiertos. Los canales descubiertos se inspeccionan a diario, mientras que las tuberías y otros componentes de la red se revisan cada cuatro años. La presión del agua se mantiene en 15 m.

A pesar de las inspecciones preventivas y de las labores de mantenimiento que se llevan a cabo regularmente, las pérdidas de agua representan el 15% del suministro total.

Según la SCA, los principales aspectos en los que hay que mejorar en los próximos diez años son el desarrollo técnico en la protección de las captaciones, la disminución de la contaminación y la reducción del consumo de agua.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Aproximadamente el 97% del millón y medio de propiedades de Sydney tienen conexión al sistema de alcantarillado. El resto utiliza fosas sépticas o sistemas de bombeo. En épocas de tiempo seco se trata el 99,5% del efluente recogido. Las aguas residuales se tratan en plantas a tal fin. El 85% de las aguas residuales recogidas reciben un tratamiento básico antes de ser vertidas en el mar, mientras que las aguas residuales que se someten a un tratamiento secundario y/o terciario se vierten en masas de agua superficiales del interior.

El Estado es el titular y quien gestiona las plantas de tratamiento, con una excepción, que está gestionada por las autoridades locales. Se producen unas 40.000 toneladas de lodos residuales secos, que se destinan principalmente a usos agrícolas, forestales y de reparación de minas, de acuerdo con las directrices de la Autoridad de Protección del Medio Ambiente estatal.

Aunque en Sydney se fomenta el reciclaje, no se ofrecen incentivos económicos a la reutilización de las aguas residuales. En los próximos veinte años Sydney tiene previsto incrementar el reciclaje de las aguas residuales tratadas para usos no potables, que actualmente es del 2,4%. No obstante, se ha aplazado una investigación sobre la reutilización como agua potable.



TORONTO

Antecedentes

El agua que abastece a Toronto procede del lago Ontario, uno de los cinco Grandes Lagos de Norteamérica. La Water and Wastewater Services Division (WWSD) de la ciudad suministra agua potable a los residentes en Toronto y en la región de York, al norte de la ciudad. Una población total de 3 millones de habitantes consumen una media de 525.000 megalitros de agua al año, lo cual es menos del 0,1% del volumen total del lago.

Cuatro plantas de filtración, estratégicamente situadas, garantizan un suministro ininterrumpido, incluso en el supuesto del cierre de una de las plantas de tratamiento como consecuencia de fugas o vertidos químicos accidentales en el lago.

Titularidad y control regulador

Canadá y los Estados Unidos son los titulares de los recursos hídricos. La ciudad de Toronto posee y explota el sistema de suministro de agua. El gobierno federal define las directrices relativas a la calidad del agua potable y el gobierno regional (del estado) establece controles legislativos y reguladores. Se necesitan permisos para extraer agua.

Tras la reestructuración del gobierno local en 1998, se creó la WWSD como organismo que integrara las funciones de varios municipios en una empresa de servicios públicos, responsable de todos los servicios de la ciudad relacionados con el agua y las aguas residuales. La WWSD se autofinancia y tiene un presupuesto independiente. Las estructuras tarifarias se basan en el consumo y en una cuota de alcantarillado. Los ingresos cubren los costes de explotación anuales y generan reservas para inversión de capital.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

Situado entre los Estados Unidos y Canadá, por el lago Ontario navegan grandes embarcaciones y sus costas norte y sur están altamente urbanizadas. Dado que no se trata de una captación protegida, todo el agua se somete a un completísimo tratamiento, que incluye un tratamiento especial para minimizar el gusto y el olor de componentes naturales presentes a finales de verano.

La ciudad de Toronto es la responsable de garantizar que la calidad del agua se adecue a los estándares de calidad del agua potable de Ontario. Estos estándares definen los parámetros que se deben seguir en el tratamiento del agua, en el control de calidad y en los informes sobre el rendimiento. Al año se realizan 55.000 análisis bacteriológicos en 18.000 muestras, tomadas aleatoriamente de las cuatro plantas de filtración y del sistema de distribución. Se publican informes trimestrales.

Las campañas de educación, la detección de fugas, la instalación de contadores, las auditorías de propiedades residenciales e industriales/comerciales y un programa de sustitución de inodoros logran un uso eficiente del agua.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El agua tratada se almacena en catorce depósitos de hormigón cercados que suman una capacidad total de 1.750 megalitros. El agua se transporta principalmente a través de tuberías de acero. La distancia desde el origen del agua oscila entre los 25 km y los 40 km. Inspecciones periódicas y programas de lavado garantizan la calidad del agua. Los depósitos de agua se limpian con una periodicidad de dos a cinco años, mientras que las cañerías de transporte no se limpian.

La presión del agua en las cañerías se mantiene en 27 m como mínimo durante los momentos de máxima deman-



WELLINGTON

Antecedentes

Wellington, la capital de Nueva Zelanda, tiene 347.000 habitantes. Los ríos proporcionan el 61% del suministro de agua del área metropolitana y el resto de obtiene de un seguro acuífero artesiano. El suministro llega a 128.000 propiedades. Con un consumo anual de 54.000 megalitros de agua y una producción sostenible anual máxima de 77.000 megalitros, Wellington dispone de abundantes recursos de buena calidad para su población, que, según las previsiones, no crecerá mucho en los próximos diez a veinte años.

Titularidad y control regulador

El gobierno nacional tiene las competencias del control legislativo y regulador. Las captaciones de agua y el sistema de suministro son propiedad y están gestionados por el Consejo Regional de Wellington, un mayorista que vende agua a las cuatro ciudades de la zona. Cada ciudad distribuye al por menor el agua entre sus clientes y es responsable de sus propios servicios de canalización. Las ciudades ostentan un monopolio natural como minoristas dentro de los límites urbanos y establecen sus propios precios.

Las tarifas de los servicios de suministro de agua y alcantarillado se basan en una cuota anual uniforme como parte de los impuestos municipales sobre la propiedad. Menos del 2% de las propiedades domésticas tienen contadores, mientras que sí tienen contadores la mayoría de las propiedades comerciales e industriales.

Gestión de las captaciones y calidad del agua

Las captaciones superficiales cuentan con una protección total y consisten en tres zonas pobladas de árboles.

da. El rendimiento del sistema se controla mediante tecnología SCADA.

Se calcula que las pérdidas de agua rondan el 14%. Existen estrategias para reducir este porcentaje, como detectar las fugas, calibrar y realizar un mantenimiento de los contadores existentes, o instalar contadores en las partes más antiguas de la ciudad.

Las principales razones de los reventones de las tuberías son la congelación y la corrosión. El índice es de 40 averías por 100 km en el sistema de canalización. Todas las interrupciones del servicio se reparan de inmediato. El objetivo fijado es restablecer el suministro en un plazo de cuatro horas en el 90% de las interrupciones imprevistas.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

La ciudad de Toronto es la titular y la autoridad que gestiona las plantas de tratamiento de aguas residuales. Casi todas las propiedades están conectadas al sistema de alcantarillado. En tiempo seco siempre (y aproximadamente el 98% del tiempo en condiciones de humedad) el efluente se trata en plantas de tratamiento secundario y recibe una desinfección final antes de verterse. Los criterios del vertido del efluente de las plantas de tratamiento son más estrictos que los límites previstos por el Estado. La producción anual de lodos residuales es de unas 63.000 toneladas métricas. El lodo residual se almacena en digestores durante trece días, período tras el cual el 43% se destina a usos agrícolas y el resto se incinera. Las zonas en las que se dispersan lodos residuales se registran para controlar la presencia de patógenos y metales pesados.

La disponibilidad ilimitada de agua bruta frena la introducción del reciclaje del agua.

El agua recibe un tratamiento completo para alcanzar una calidad superior. El agua se suministra al por mayor de acuerdo con lo previsto en los estándares del agua potable de Nueva Zelanda de 1995.

El mayorista analiza el agua en el sistema de suministro y los cuatro minoristas lo hacen en la red de canalización. En 1999, el mayorista tomó 2.700 muestras rutinarias y se calcula que los minoristas tomaron un número similar. Los análisis los realizan tanto laboratorios públicos como privados, y sus resultados son evaluados por los servicios de salud pública y después publicados.

Existen presiones para retener en los ríos tanta agua como sea posible por razones medioambientales y recreativas. El Plan de agua dulce del Consejo Regional regula la cantidad máxima de agua que se puede extraer para suministro público. Se necesita la aprobación del gobierno para extraer agua y las solicitudes deben ir acompañadas de un estudio medioambiental de los posibles efectos.

Uno de los peligros que acecha al sistema de suministro de agua de Wellington es la posibilidad de que un gran terremoto causara importantes daños. Se han identificado las partes más susceptibles y se ha adoptado un plan detallado de respuesta en caso de terremoto.

Mantenimiento y renovación de la infraestructura

El agua se recoge en una serie de presas de hormigón, de hasta 5 m de alto, con diversos tipos de estructuras de infiltración, construidas en los ríos, así como en ocho pozos, de 30 m de profundidad, que aprovechan los recursos del acuífero. Además, se almacena agua bruta superficial en dos lagos como reserva, para utilizarla cuando el agua de uno de los ríos no es adecuada para garantizar caudales medioambientales o cuando resulta demasiado costoso tratar las aguas fluviales debido a sus condiciones.

El agua se trata en tres plantas antes de pasar a los distribuidores a través de tuberías de acero recubiertas de hormigón o de hierro dúctil. La distancia desde el origen del agua es de unos 40 km. Gracias a la alta calidad del agua tratada, apenas es necesario limpiar las tuberías y los depósitos. Los depósitos pueden limpiarse una vez cada diez o veinte años.

La naturaleza integrada del sistema implica que cualquiera de las tres plantas de tratamiento puede suministrar agua a cualquier punto, lo que permite aislar secciones de la red de tuberías sin interrumpir, o interrumpiendo sólo mínimamente, el servicio a los usuarios. Las tuberías y los dispositivos de la red se inspeccionan regularmente. La expectativa de vida de las tuberías oscila entre 75 y 100 años.

Las pérdidas de agua representan un 20% y las cuatro ciudades hacen frente a este problema con un programa anual de detección de fugas.

Tratamiento y reciclaje de las aguas residuales

Prácticamente todas las propiedades están conectadas al alcantarillado, excepto en algunas zonas rurales, donde se utilizan fosas sépticas. Las aguas residuales se tratan en plantas antes de verter el efluente en el mar. Las plantas de tratamiento son propiedad y están explotadas por las cuatro autoridades locales, que recurren a contratistas para algunos servicios.

La abundancia de recursos hídricos frena la reutilización de las aguas residuales tratadas.

Referencias

- I. UNDP, 1999, human development report 1999. Oxford University Press, Oxford.
- II. Serageldin I., 1995. Toward sustainable management of water resources. World Bank Directions in Development Series. Washington D.C.
- III. P.H. Gleick, Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Meeting basic water needs as a human right, ponencia de conferencia, X Congreso Mundial del Agua. Melbourne, marzo 2000.
- IV. Metropolis for the People: Seeking solidarity among world citizens – Congreso Metropolis 1996, abril 1996.
- V. Urban planning and development in Metro Manila – Metropolitan Manila Authority and Japan International Cooperation Agency, 1996.
- VI. www.environment-agency.gov.uk/modules.
- VII. Les enjeux internationaux de l'eau volume 3, junio 1999. Ministerio de Relaciones Internacionales, Quebec, Canadá.

Bibliografía

- EPA y USAID, 1992. Guidelines for water reuse. Documento de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) de EE.UU., EPA/625/r-92/004, 247p.
- Faby J-A., Brissaud F, 1997. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office international de l'Eau. Limoge, Francia. Mayo 1997, 114 p.
- Pearson R, 1999. Gérer la pénurie d'eau à la manière du Sud Ouest. U.S.I.A., dossiers mondiaux, marzo 1999, vol. 4, n°1. Washington, D.C., EE.UU.
- UN Centre for Human Settlements – Habitat Debate, vol. 6, n° 3
- Catchwater Program (2001). Integrated Resource Management with Water Reuse. Actas del seminario, Noirmoutier, Francia
- Ben Dziegielewski, Southern Illinois University at Carbondale, Efficient and inefficient uses of water in North American households, ponencia de conferencia, X Congreso Mundial del Agua, Melbourne, marzo 2000

Fuentes adicionales

- Australian National Health and Medical Research Council
- DERU (Division de l'Eau et des Réseaux Urbains), París, Francia
- SAGEP (Société Anonyme de Gestion des Eaux de Paris), París, Francia
- SEDIF (Syndicat des Eaux d'Ile de France), París, Francia
- UNDP, 1999. Human development report 1999. Oxford University Press, Oxford.
- Urban and Regional Land Corporation, Victoria, Australia
- www.thewaterpage - The Water Page – Private Sector Engagement & Climate Change Information Sheet 13
- www.walkerton.com/engine/article.html?article_id=1084
- Peter Dillon y J.M. Anderson, CSIRO, Australia, New Approaches to Water Recycling and Trading