



SWITCH

Kit de capacitación SWITCH

GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA URBANA
PARA LA CIUDAD DEL FUTURO



Módulo 3

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Explorando las opciones





Editorial

Producido por:	ICLEI – Local Governments for Sustainability, European Secretariat Gino Van Begin (responsable)
Autor principal:	Ralph Philip (ICLEI European Secretariat)
Basado en la labor de los siguientes socios del consorcio SWITCH:	Sam Kayaga, Ian Smout (WEDC Loughborough University); Sung Kyu Maeng, Diederik Rousseau, Saroj K. Sharma (UNESCO-IHE Institute for Water Education)
Editores:	Ralph Philip, Barbara Anton, Anne-Claire Loftus (ICLEI European Secretariat)
Diseño:	Rebekka Dold Grafik Design & Visuelle Kommunikation www.rebekkadold.de Imagen de portada por Loet van Moll–Illustraties www.loetvanmoll.nl
Layout versión en español:	Coordinador y responsable: M. en I. Edgar Villaseñor Franco (ICLEI Oficina México); Traducido y adaptado al español por Imanol Chávez Góngora (University of Texas-Pan American); M. en I. Paulina Soto, Arq. Ramón Delgado Aguirre, M. en I. Itzel Alcérreca Corte (ICLEI Oficina México); Layout: LDG Ma. del Pilar Martínez Meléndez y LDG Ozcielle A. Castellanos Maldonado.
Copyright:	 © ICLEI European Secretariat GmbH, Freiburg, Germany 2011 El contenido de este kit de capacitación está bajo una licencia de Creative Commons especificada como atribución. No comercial-Compartir bajo la misma licencia 3.0. Esta licencia permite a otros combinar, modificar, y construir sobre los materiales del Kit de capacitación SWITCH con fines no comerciales, siempre y cuando se atribuyan los créditos a ICLEI European Secretariat y la licencia de sus nuevas creaciones bajo los mismos términos legales. http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/ El texto legal completo sobre las condiciones de uso de esta licencia se puede encontrar en: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES
Agradecimientos:	Este kit de capacitación ha sido producido como parte del proyecto SWITCH - Gestión del Agua para la Ciudad del Futuro (Enero 2006 a abril 2011). El proyecto fue cofinanciado por la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea dentro del Sexto Programa Marco. www.switchurbanwater.eu Asimismo agradecemos a las instituciones y funcionarios de México quienes apoyaron en la revisión de este módulo: Ing. María Eugenia de la Peña Ramos, Subgerente de Proyectos Estratégicos de la Gerencia de Cuencas Transfronterizas de la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, CONAGUA; Ing. Sergio Loustaunau. Vocal Ejecutivo de la Comisión Estatal del Agua de Querétaro (CEAQro); Lic. Efraín García Mora. Coordinador General del Sistema de Agua y Saneamiento (SAS) del Ayuntamiento de Centro, Tab.
Descarga de responsabilidad:	Esta publicación refleja únicamente la opinión de los autores. La Comisión Europea no se hace responsable del uso que pueda hacerse con la información contenida en esta publicación.

Kit de capacitación SWITCH

GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA URBANA

PARA LA CIUDAD DEL FUTURO

Módulo 3

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Explorando las opciones

Kit de capacitación SWITCH

Gestión Integral del Agua Urbana para la Ciudad del Futuro

El Kit de capacitación SWITCH es una serie de módulos acerca de la Gestión Integral del Agua Urbana (GIAU) desarrollados en el marco del proyecto "SWITCH – Gestión del Agua para la Ciudad del Futuro". El Kit está diseñado principalmente para realizar actividades de capacitación enfocándose principalmente en los siguientes grupos:

- Autoridades que tomen decisiones en gobiernos locales.
- El personal superior de las áreas gubernamentales locales que:
 - esté directamente relacionados con la gestión del agua,
 - sea gran consumidor de agua, como parques y centros de recreación,
 - tenga un gran impacto sobre los recursos hídricos, tales como la planificación del uso de la tierra,
 - tenga el interés en el uso del agua en general, como los departamentos de medio ambiente.
- Los administradores y profesionales de los organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Todos los módulos están estrechamente vinculados entre sí, además de que estos vínculos están claramente indicados a través de los módulos. La información contenida en los módulos está respaldada por una biblioteca de recursos en línea, casos de estudio y enlaces de internet a material externo, el cual está marcado en los casos que aplica. Los siguientes símbolos se utilizan para indicar cuándo hay información adicional disponible:



Se refiere a otro módulo del Kit de capacitación SWITCH, donde se puede encontrar más información



Se refiere a material adicional SWITCH almacenado en el portal de entrenamiento en línea SWITCH.
(www.switchtraining.eu/switch-resources)



Se refiere a un estudio caso disponible en el portal de entrenamiento en línea SWITCH.



Se refiere a un enlace de internet con información externa.

Kit de capacitación SWITCH: Todos los módulos



Módulo 3: Contenido

1	Introducción	7
2	Objetivos de Aprendizaje	8
3	Abastecimiento sustentable del agua – ¿Por qué es necesario?	9
	3.1 El enfoque convencional del abastecimiento de agua	11
	3.2 Los problemas que enfrenta el abastecimiento de agua bajo un enfoque convencional.	13
	3.3 Un enfoque integrado	15
4	El abastecimiento de agua en la ciudad	18
	4.1 Vínculos con el ciclo urbano del agua	18
	4.2 Vínculos entre el abastecimiento de agua y otros sectores de la gestión urbana	19
	4.3 El abastecimiento del agua y el medio ambiente	20
5	Dirección general: el abastecimiento de agua y la sustentabilidad	23
	5.1 Abastecimiento sustentable del agua	23
	5.2 Objetivos e indicadores de la sustentabilidad para el abastecimiento de agua	25
6	Poniendo en práctica el abastecimiento sustentable del agua	27
	6.1 Obstáculos para el abastecimiento sustentable del agua	30
7	Opciones para el abastecimiento sustentable del agua	32
	7.1 Opciones	34
	7.2 Selección de opciones	47
8	Recapitulando	49
9	Referencias	50

1 Introducción



Imagen: Ralph Philip

De la misma manera que una ciudad crece y se desarrolla económicamente, sus necesidades de agua aumentan paralelamente. Para satisfacer esta demanda, las ciudades han hecho grandes esfuerzos para asegurar un suministro adecuado a través de la perforación de pozos, la construcción de represas en los ríos, así como también a través de la desalinización de agua de mar. Junto con la red de distribución se construyen plantas potabilizadoras para asegurar el suministro confiable de agua de buena calidad para los hogares, las empresas y la industria. A pesar de los altos costos económicos y ambientales de estas inversiones, el desarrollo de los recursos hídricos y la infraestructura para el abastecimiento de agua sigue siendo el método más común para hacer frente a la creciente demanda de agua urbana.

Sin embargo, el aumento en el suministro no es el único aspecto con el que una ciudad puede asegurar que las necesidades de agua se cumplan. El módulo 3 promueve un enfoque diferente, que da mayor prioridad a la reducción de la demanda de agua en vez de dárselo al desarrollo de nuevos recursos. Al reducir el desperdicio del agua instalando dispositivos ahorradores, aprovechando las fuentes de abastecimiento alternas, tales como el agua de lluvia y las aguas residuales recicladas, una ciudad puede desarrollarse sin la necesidad de aumentar continuamente el volumen de extracción de los limitados recursos de agua locales.

Los beneficios de este enfoque van más allá del aumento del abastecimiento de agua seguro. El módulo 3 tiene como objetivo mostrar cómo un enfoque diferente sobre la gestión de la demanda puede conducir a grandes beneficios económicos, un menor uso de energía, la mejora del medio ambiente y una mayor resistencia al cambio climático. Además, el módulo presenta una serie de opciones de suministro de agua no convencionales que permiten la aplicación práctica de una gestión del ciclo del agua urbana más integral.

El módulo 3 está estrechamente relacionado con los módulos 4 y 5, que cubren un enfoque práctico similar para la gestión del ciclo del agua, desde la perspectiva del drenaje urbano y el manejo de las aguas residuales.

3 Abastecimiento sustentable de agua – ¿Por qué es necesario?

A pesar de ser el factor más importante que afecta la calidad de vida en una ciudad, al funcionar sin problemas, a los servicios de abastecimiento de agua no se les da mucha importancia. Esta situación cambia con rapidez cuando se presentan problemas y los habitantes se dan cuenta de las graves consecuencias que el abastecimiento limitado de agua de buena calidad puede tener en su nivel de vida. En algunas ciudades esto es parte de la vida cotidiana, con consecuencias sociales y económicas muy significativas, mientras que para otras esto es un acontecimiento poco frecuente y por lo general da lugar a protestas públicas.

Los ciudadanos pueden asociar directamente la calidad de los servicios de suministro de agua con la cantidad de lluvia que cae sobre una ciudad. La escasez es comprensible si se ha producido un período de sequía prolongado. Esto es por supuesto válido hasta cierto punto, pero lo que muchas personas no consideran son los retos y costos derivados de la recolección, tratamiento y distribución de agua en toda la ciudad. Independientemente de la cantidad de lluvia, la gestión de estos aspectos sigue siendo crucial si la ciudad proporciona un nivel aceptable en los servicios de abastecimiento de agua a sus ciudadanos.

El objetivo general de abastecimiento de agua en una ciudad puede ser descrito de la siguiente manera:

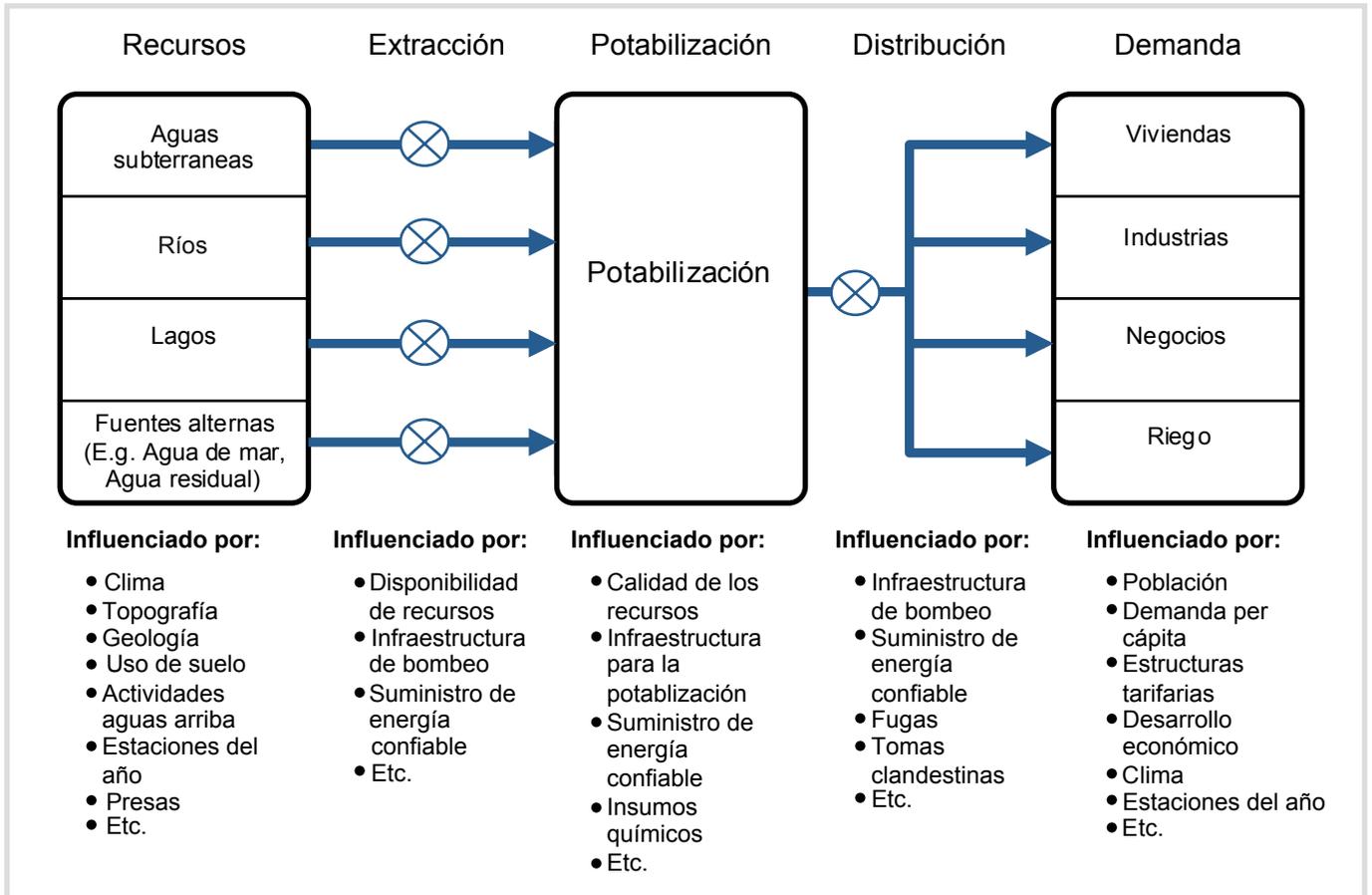
La prestación de un suministro seguro, confiable y económicamente accesible, que suministre cantidades suficientes de agua para todos los ciudadanos

El proceso de gestión para lograr este objetivo se puede dividir en cinco componentes, cada uno de los cuales está influenciado por una amplia gama de factores, además de la cantidad de lluvia que una ciudad recibe. Estos son:

- **Recursos** – La fuente de abastecimiento de agua de una ciudad, por ejemplo, ríos, acuíferos y lagos.
- **Extracción** – La extracción de agua de la fuente a través de canales, bombas y pozos.
- **Potabilización** – La aplicación de procesos de potabilización para producir agua potable de calidad .
- **Distribución** – El bombeo del agua potabilizada a los respectivos puntos de uso.
- **Demanda** – El uso de agua por la gente, la industria, servicios, naturaleza, etc.

Las principales influencias sobre estos componentes se muestran en la Figura 2.

Figura 2: Componentes de la gestión de los servicios de abastecimiento de agua



3.1 El enfoque convencional del abastecimiento de agua

El enfoque tradicional para el abastecimiento de agua urbana se basa en el concepto de los recursos hídricos y el desarrollo de la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda del usuario.

Construyendo presas sobre los ríos, perforando pozos, construyendo plantas potabilizadoras y tendiendo redes de distribución, la mayoría de las ciudades son capaces de proporcionar agua limpia entubada a los hogares las 24 horas del día. Este enfoque de abastecimiento de agua ha estado en funcionamiento en algunas ciudades por más de 100 años y hoy en día permanece como la solución más solicitada en donde aún dependen de la obtención del agua a través de vendedores de ésta y extracciones no reguladas.

La gestión de los diferentes componentes del abastecimiento de agua bajo un enfoque tradicional son los siguientes:

Recursos: Los recursos son explotados para asegurar la disponibilidad de agua de manera constante y segura. Esto incluye la construcción de presas en los ríos, así como la construcción de instalaciones de almacenamiento para capturar las corrientes de ríos que bajan de zonas altas, para poder hacer uso de esta agua en períodos de sequía. **Extracción:** Los volúmenes de agua requeridos son extraídos de los recursos disponibles más económicos y eficientes. Los regímenes de extracción se elaboran con base en la demanda prevista y las limitaciones hidrológicas, de infraestructura y de concesiones de las diferentes fuentes.

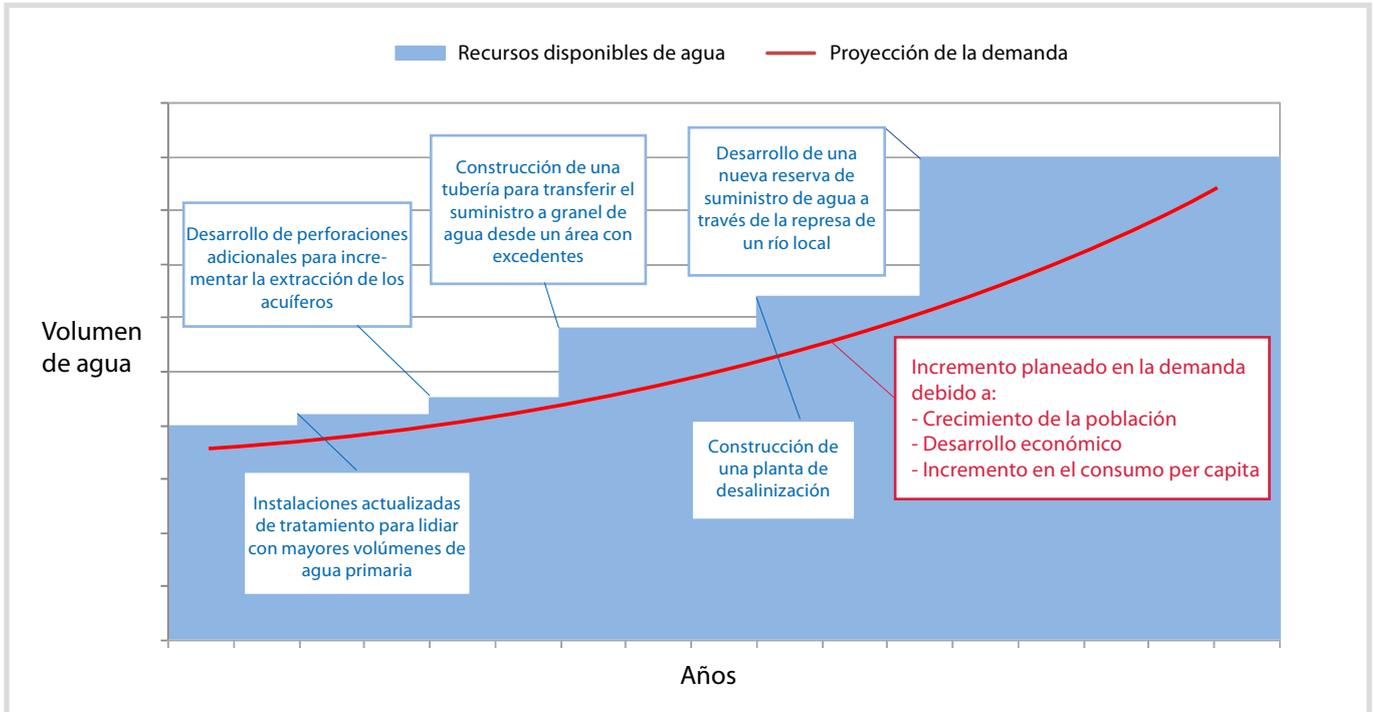
Potabilización: Las técnicas de potabilización se emplean de acuerdo a la calidad del agua pura extraída de la fuente. Una fuente de agua subterránea limpia puede requerir un tratamiento tan reducido como una dosis de cloro para hacerla potable, mientras que el agua de un lago contaminado puede requerir una serie de medidas de energía y productos químicos de tratamiento intensivo para alcanzar el mismo resultado.

Distribución: El agua es suministrada a través de una red de distribución por tuberías. Dependiendo de la topografía, ésta puede ser bombeada o trasladada por gravedad. Las fugas en el sistema son localizadas y reparadas si es económico hacerlo.

Demanda: El suministro tiene el fin de satisfacer la demanda. El uso del agua se cobra ya sea por un costo fijo o en relación al volumen consumido. Los diferentes cargos normalmente se aplican por diversos usos, por ejemplo, las tomas domésticas tienen una tarifa diferente a las industriales o agrícolas. La demanda futura se prevé a partir de datos actuales y tendencias históricas.

De los cinco componentes del abastecimiento de agua descritos anteriormente, es el último de ellos, la demanda, la que impulsa la gestión y la inversión en los otros cuatro componentes. En otras palabras, la respuesta común al aumento de la demanda es aumentar el abastecimiento a través de inversiones en el recurso, la extracción, la potabilización y la infraestructura de distribución. La figura 3 muestra las diferentes maneras en que esto se hace tradicionalmente.

Figura 3: Ejemplo de una gráfica de oferta y demanda de un enfoque convencional sobre los servicios de abastecimiento de agua



3.2 Los problemas que enfrenta el abastecimiento de agua bajo un enfoque convencional

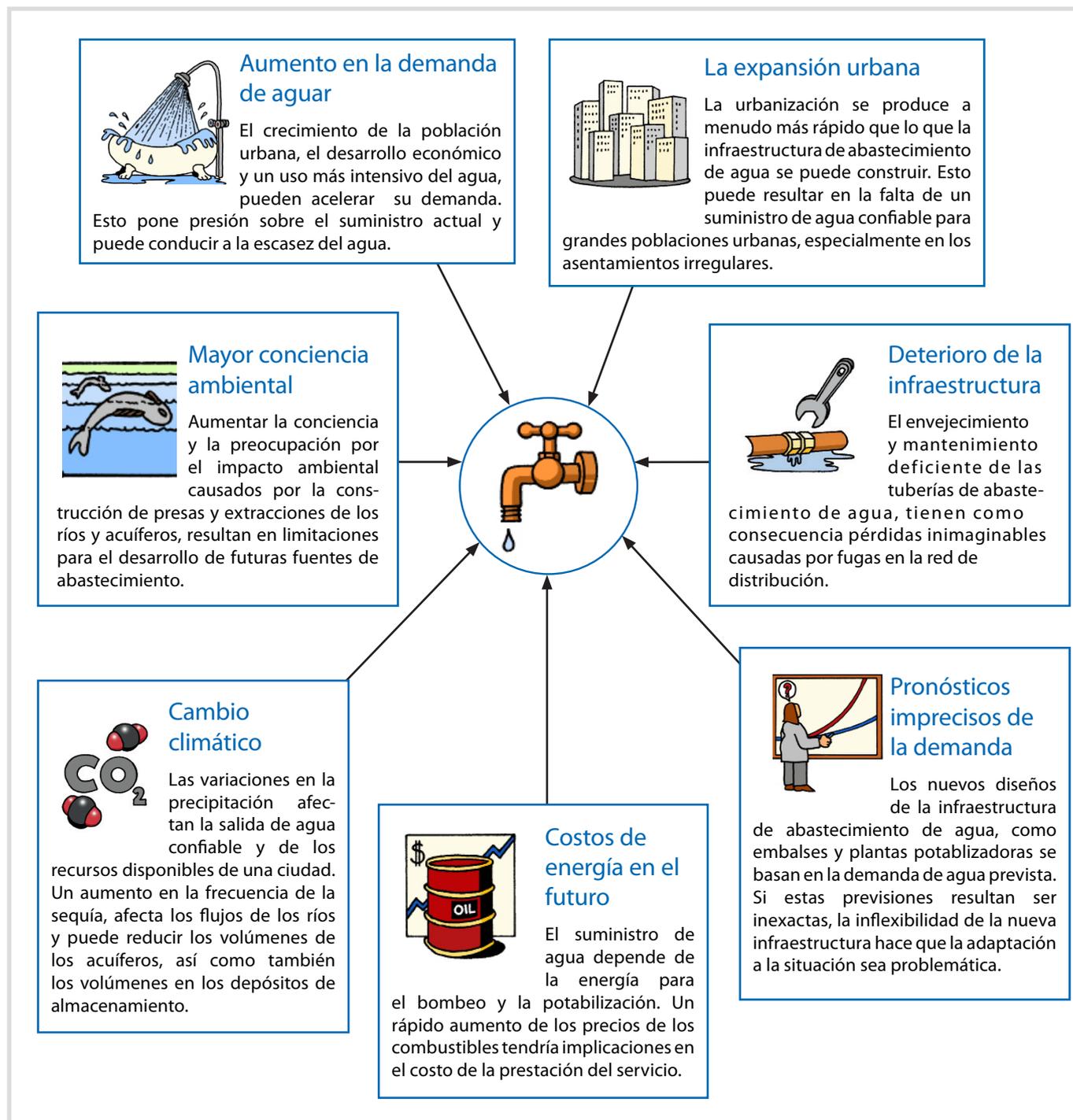
El concepto en el que se basa el enfoque tradicional para el abastecimiento de agua urbana tiene éxito en el objetivo general de proporcionar un suministro seguro y confiable de agua directamente al usuario. Sin embargo, la sustentabilidad de los objetivos de la gestión y las tecnologías utilizadas, en muchos casos llegan a ser cuestionables. Comúnmente, un gran número de problemas se asocian con el enfoque que puede resultar en una operación ineficiente, un mal servicio y un gran daño ambiental en las ciudades de los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo.

Las siguientes son algunas de las cuestiones que se asocian comúnmente a los sistemas urbanos de abastecimiento de agua:

- **Uso no sustentable de los recursos locales:** La necesidad de satisfacer la creciente demanda puede provocar la sobreexplotación de los acuíferos locales. Esto conduce a que los niveles de aguas subterráneas y las corrientes de los ríos poco caudalosos se agoten, lo que tiene consecuencias para el suministro futuro y los usuarios intermedios, así como también puede dañar a los ecosistemas acuáticos
- **Uso de energía:** El suministro de agua depende de la energía para la potabilización, distribución y, en algunos casos, para importar los suministros de las regiones vecinas. Esto deja el servicio vulnerable a cortes de electricidad y variaciones en los costos de combustible y por lo general aumentan las emisiones de carbono en las ciudades.
- **Contaminación:** La contaminación aguas arriba incrementa los costos de potabilización y puede causar la reducción en el uso y el abandono de las fuentes de abastecimiento de agua.
- **Agua no contabilizada:** En algunas ciudades hasta la mitad del agua tratada que entra en la red de distribución, se pierde por fugas y tomas clandestinas.
- **Desperdicio de los recursos:** El agua potabilizada se utiliza para fines no potables, como en inodoros, riego de jardines y en la industria; esto, junto con las fugas en la red de distribución, tiene como resultado gastos de tratamiento innecesarios.
- **Costos:** El costo de construir, operar y mantener el sistema de bombeo para el abastecimiento de agua, así como la potabilización y la infraestructura de distribución, genera costos muy altos y no siempre pueden ser trasladados a los clientes.
- **Inflexibilidad:** Las plantas potabilizadoras y la infraestructura de distribución tienen una capacidad de diseño basado en la demanda de agua prevista. Estos sistemas no se adaptan fácilmente si las previsiones han demostrado ser demasiado altas o demasiado bajas.
- **Uso ineficiente:** Donde el agua está muy subsidiada o se cobra sobre una cuota fija, los usuarios tienen pocos incentivos financieros para moderar el uso del agua. Esto conduce al desperdicio y altas tasas de consumo.

Los problemas de suministro de agua que enfrentan actualmente las ciudades, las incertidumbres, tales como el crecimiento de la población urbana y el cambio climático pueden causar problemas adicionales en un futuro. Algunas de estas presiones se muestran en la Figura 4.

Figura 4: Ejemplos de las presiones futuras sobre los servicios de abastecimiento de agua.



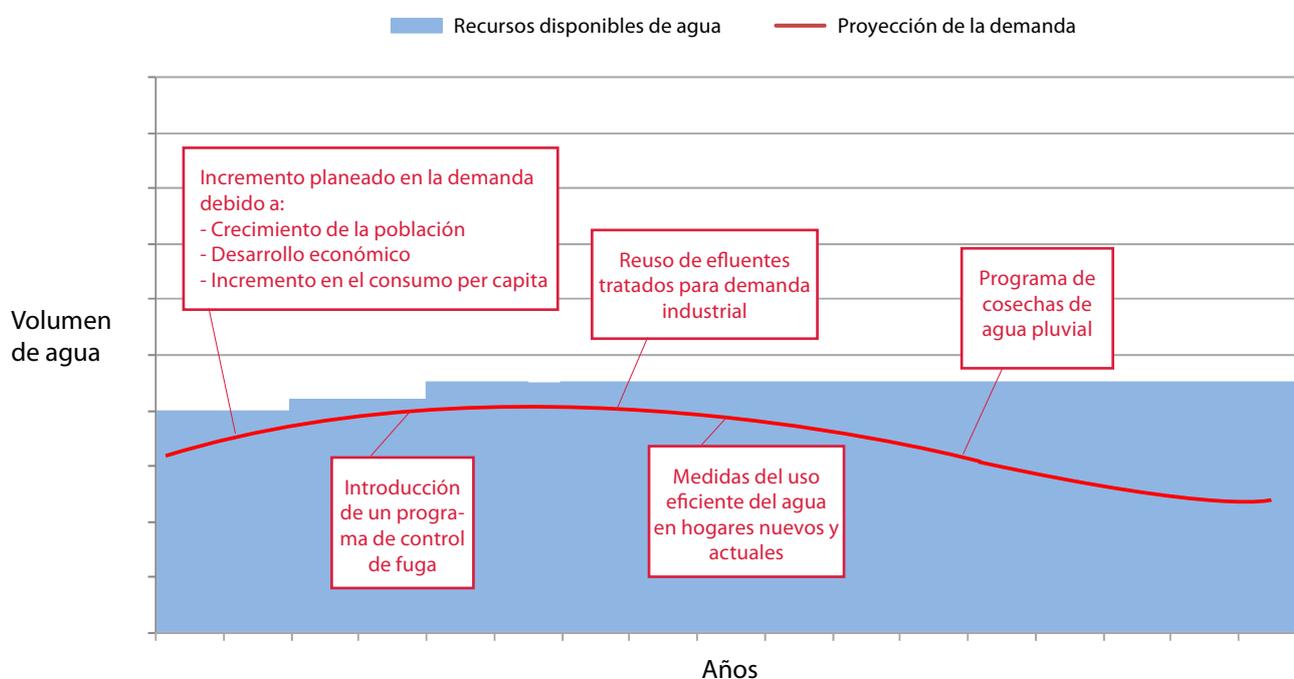
La combinación de los problemas actuales y las futuras presiones de una ciudad significan que su suministro será cada vez más vulnerable para presentar problemas. La sequía es la causa más común de fallas en el sistema, pero debido a la naturaleza inflexible de un enfoque convencional, otros incidentes como los vertidos contaminados, cortes de electricidad y la creciente demanda de los usuarios, también puede interrumpir los servicios de abastecimiento de agua, causando graves consecuencias sociales y económicas.

3.3 Un enfoque integrado

En lugar de aumentar el suministro para satisfacer la demanda, un enfoque integrado -y por lo tanto sustentable- busca reducir la demanda del agua suministrada a través de la captación de agua de lluvia y la reutilización de aguas residuales y de esta forma poder mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda. Además, las medidas alternativas y tecnologías innovadoras, buscan mejorar la eficiencia del tratamiento y reducir las pérdidas en la red de distribución.

En contraste con el enfoque tradicional que busca equilibrar el abastecimiento y la demanda, como se muestra en la Figura 3, la Figura 5 muestra cómo la misma situación se vería bajo un enfoque integrado basándose en la reducción de la demanda en lugar de aumentar la oferta.

Figura 5: Ejemplo de una gráfica de oferta y demanda donde las opciones de gestión de la demanda y la reutilización del agua son la mayor prioridad



Las principales diferencias entre el enfoque convencional y uno integrado son:

- Aumento en la oferta contra reducción en la demanda
- Sólo fuentes de agua potable contra una combinación de fuentes de agua potable y otras fuentes alternas
- Mejor tecnología para el tratamiento contra el control de contaminantes directamente en la fuente

Estas diferencias se describen con más detalle en la Tabla 1.

Tabla 1: Diferencias entre un enfoque convencional y uno integrado respecto a los servicios de abastecimiento de agua.

Aspecto del abastecimiento del agua	Enfoque convencional (Determinado por la oferta)	Enfoque integrado (Determinado por la demanda)
Balance entre la oferta y la demanda	La mayor demanda se satisface mediante la inversión en recursos e infraestructura para aumentar la oferta	Las opciones para reducir la demanda, el agua de lluvia recolectada y la reutilización de aguas residuales tienen prioridad sobre la explotación de nuevos recursos
Tratamiento	Las tecnologías de tratamiento mejoran de acuerdo con el tipo de contaminante que debe ser removido	El control de la contaminación en la fuente y las técnicas naturales de pre-tratamiento antes de hacer fuertes inversiones en nuevas tecnologías
Reducción de fugas	La detección de fugas y las reparaciones dependen de factores económicos	La detección de fugas y las reparaciones dependen de factores económicos, sociales y ambientales
Tarifas	Los usuarios pagan por el agua con base en una tarifa fija o, en su caso, por el volumen utilizado	A los usuarios se les cobra con base en una estructura tarifaria que toma en cuenta los volúmenes de uso, el objetivo de uso, la estación del año, etc.
Planeación de Recursos	La disponibilidad prevista de los recursos se basa en los registros hidrológicos anteriores	La disponibilidad prevista de los recursos es capaz de ajustarse para los distintos escenarios del cambio climático
Proyección de la demanda	La demanda de agua para el futuro es considerada con base en las tendencias históricas, las estimaciones demográficas y el crecimiento económico proyectado	La demanda de agua en el futuro se basa en proyecciones calculadas, mediante el análisis de los futuros usos finales en diferentes sectores y considerando un futuro incierto
Requerimientos para el uso final	El agua de calidad potable es suministrada para todos los usos	El agua de calidad potable se suministra únicamente para los usos que lo requieran. Las fuentes alternas se utilizan para la demanda del agua no potable

Un enfoque sustentable hace uso de medidas proactivas para mantener la eficiencia operativa y para influenciar las demandas de los usuarios. En lugar de aceptar que la calidad del agua se deteriore en la fuente y aumentar el consumo de agua, el enfoque busca en primer lugar evitar que estas situaciones se produzcan.

Uno de los principales beneficios de gestionar la demanda, haciendo uso de fuentes alternas y controlando la contaminación de los recursos, es la certeza de tener la capacidad de sobreponerse a cualquier situación posible en la incertidumbre del futuro. La mayoría de la infraestructura de suministro es inflexible y no pueden ser adaptada fácilmente si las condiciones previstas para las que fueron diseñadas no se materializan. Avanzar hacia un enfoque basado en la demanda como la expuesta en la Tabla 1, aumenta la flexibilidad y reduce la dependencia a la precisión de las proyecciones futuras. De hecho, un programa para instalar dispositivos de ahorro de agua en los hogares domésticos se puede ampliar fácilmente en respuesta al crecimiento real de la población. Por el contrario, se deberá diseñar un nuevo depósito, el cual podría causar gastos económicos innecesarios si el crecimiento real de la demanda es la mitad de lo que se preveía.

Una mayor flexibilidad es sólo uno de muchos beneficios económicos, sociales y ambientales que el cambio de un enfoque convencional a uno más sustentable puede ofrecer.

Las ventajas adicionales incluyen:

- **Un tratamiento más eficiente:** Control directo sobre las fuentes que contaminan los recursos y el uso de los sistemas naturales, tales como las riberas de los ríos para el pre-tratamiento de las extracciones, lo cual reduce el nivel de tratamiento requerido para producir agua con calidad para beber.
- **Ahorros económicos:** La reducción en la demanda de agua, consecuentemente reduce la necesidad de extracción, potabilización y distribución. Esto ahorra costos en la industria química y energética.
- **Protección y mejora del medio ambiente:** La reducción en la demanda de agua consecuentemente reduce la necesidad de extracción de agua del medio ambiente. Esto ayuda a mantener y restaurar los ecosistemas que dependen de un medio acuático sano.
- **Mejoras en el servicio:** La reducción en la demanda y el uso de fuentes alternas, también reduce la presión sobre los recursos, tales como reservas y/o acuíferos que pueden ser escasos durante los períodos de sequía. Esto disminuye el riesgo de restricción en el uso del agua, así como también las interrupciones en el suministro de los hogares, las empresas y la industria.
- **Reducción de emisiones de carbono:** Gestionando la demanda y las fuentes de contaminación se puede consumir menos energía para la extracción, tratamiento y distribución. Esto reduce las emisiones de carbono en las ciudades donde la energía no renovable se utiliza para este propósito.
- **Control de inundaciones:** La recolección de aguas pluviales de las superficies de los techos para el suministro de agua no potable reduce el volumen de escurrimiento que tiene que ser administrado por el sistema de drenaje de la ciudad. Esto disminuye el riesgo de inundaciones aguas abajo y la erosión.
- **Volúmenes reducidos de aguas residuales:** Los inodoros de bajo consumo y la reutilización de aguas grises para fines no potables reducen el volumen de aguas residuales que son recolectadas y tratadas. Esto mejora el rendimiento y la eficiencia económica del proceso de tratamiento de aguas residuales.
- **Mayor capacidad de recuperación:** La incertidumbre en torno a la futura demanda y la disponibilidad de suministros, complica la toma de decisiones para las inversiones de abastecimiento de agua. Las soluciones que buscan la reducción de la demanda y el uso de fuentes alternas en lugar del desarrollo de los recursos y la expansión de la infraestructura son menos vulnerables a las previsiones y predicciones inexactas.

Los beneficios antes mencionados demuestran que el suministro de agua tiene muchos enlaces a otras áreas del ciclo del agua (agua pluviales y residuales) y el desarrollo urbano en su conjunto (energía, medio ambiente, y desarrollo económico, etc.) Un enfoque más sustentable del abastecimiento de agua, no sólo se preocupa por la eficiencia y un mejor rendimiento dentro de los límites sectoriales, sino también en cómo cada decisión en la gestión tiene un impacto sobre las decisiones en los otros sectores del medio urbano. El módulo 4 examina esta relación con más detalle.



La relación entre la oferta de agua, gestión de aguas pluviales y el control de inundaciones se examina con más detalle en el Módulo 4



Véase el Módulo 5 para obtener más información acerca de un enfoque integrado para la gestión de las aguas residuales

4 El abastecimiento de agua en la ciudad

4.1 Vínculos con el ciclo del agua urbana

La fragmentación del ciclo del agua urbana en los sectores no es un enfoque común para la gestión del agua en muchas ciudades. Las aguas residuales, pluviales y el abastecimiento de agua son administrados por separado, sin hacer conciencia y tomar ventaja de los numerosos vínculos que existen entre ellos. En el caso del abastecimiento de agua, esta falta de integración puede llevar a lo siguiente:

- Las pérdidas de oportunidades – tales como la falta de explotación de las aguas pluviales y aguas residuales recicladas como fuente de abastecimiento de agua para usos no potables.
- Impactos inesperados – tales como la extracción excesiva de agua de ríos, lo que reduce su capacidad para diluir los vertidos aguas abajo del efluente de las aguas residuales.

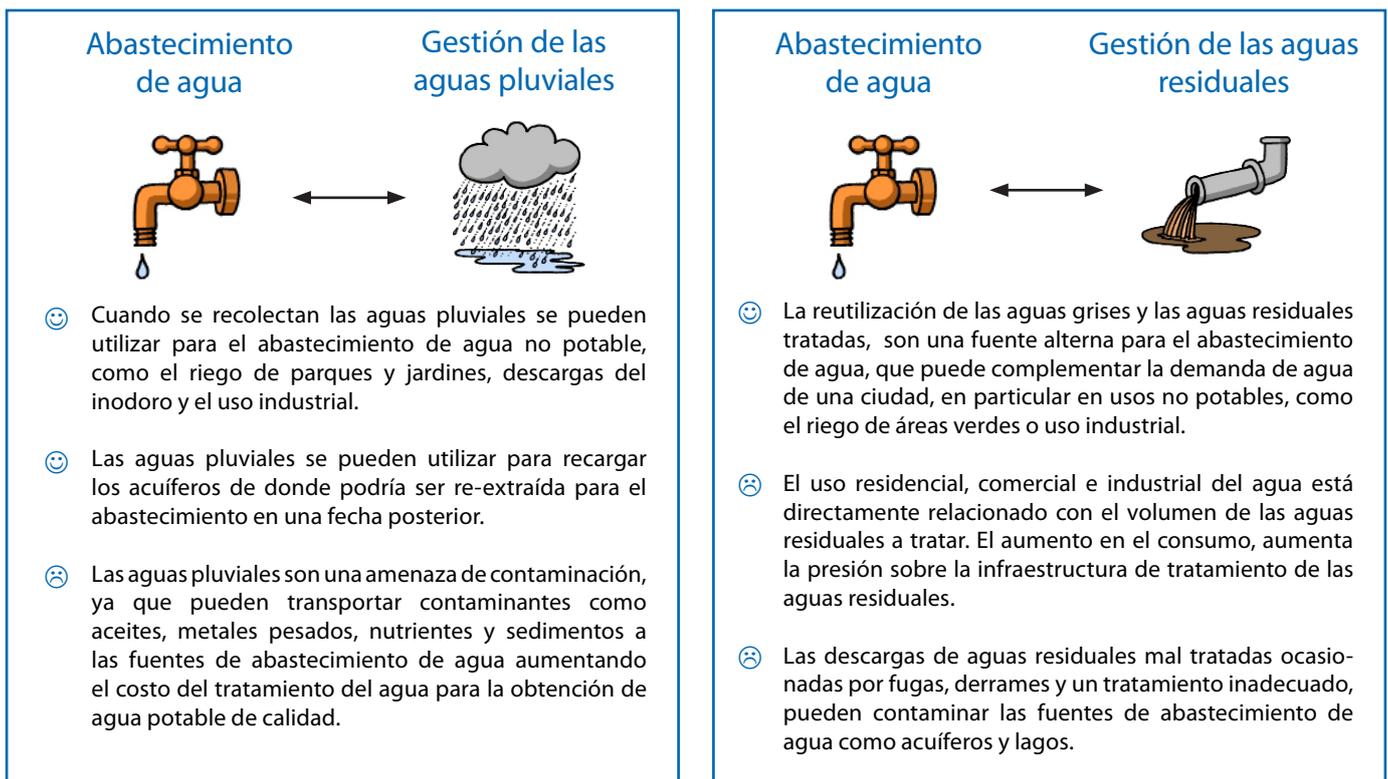
Mediante la integración de los diferentes sectores de la gestión del agua, los vínculos entre la oferta del agua y otras partes del ciclo urbano del agua pueden ser identificados. Sin un adecuado reconocimiento de estos vínculos, se pueden tomar decisiones que proporcionan beneficios percibidos de un área de la gestión del agua urbana, pero causan daños en otras partes de la gestión. Una mayor integración entre la oferta de agua y el resto del ciclo del agua urbana puede conducir a una mayor toma de decisiones sustentables para la gestión del agua urbana en su conjunto.

Algunos de los vínculos que deben ser reconocidos entre la oferta del agua y otras áreas del ciclo del agua urbana se muestran en la Figura 6.



Más detalles acerca del por qué la gestión integral de los resultados del ciclo agua urbana en un desarrollo más sustentable, son proporcionados en el Módulo 1

Figura 6: Ejemplos de los vínculos entre la oferta del agua y las aguas pluviales y residuales



4.2 Vínculos entre el abastecimiento de agua y otros sectores de la gestión urbana

La gestión del abastecimiento de agua también está estrechamente relacionada con el desarrollo urbano en su conjunto. Desde una perspectiva más amplia de este vínculo, es obvio que la mayoría de las actividades económicas en una ciudad dependen de un suministro de agua confiable. Pero también, hay otros aspectos del sector urbano, tales como la energía, los residuos y la transportación, que están influenciados, y tienen una gran influencia en el éxito de la gestión del abastecimiento de agua, aunque de una manera menos obvia.

La comprensión de esta relación ayuda a prevenir la implementación de acciones que pueden traer consecuencias inesperadas en otros lugares y que también pueden revelar oportunidades donde la toma coordinada de decisiones llevará a beneficios mutuos.

Algunos de los vínculos más importantes entre la oferta del agua, la planeación urbana y el desarrollo, incluyendo los impactos positivos y negativos que estos pueden causar, se muestran en la Figura 7.



Véase el Módulo 1 para más detalles sobre cómo la planeación integral conduce a un desarrollo urbano más sustentable

Figura 7: Ejemplos de cómo el abastecimiento de agua está relacionado con otros sectores de la gestión urbana





Véase el Módulo 4 para obtener más información sobre el uso de PMG de las aguas pluviales para mejorar la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos



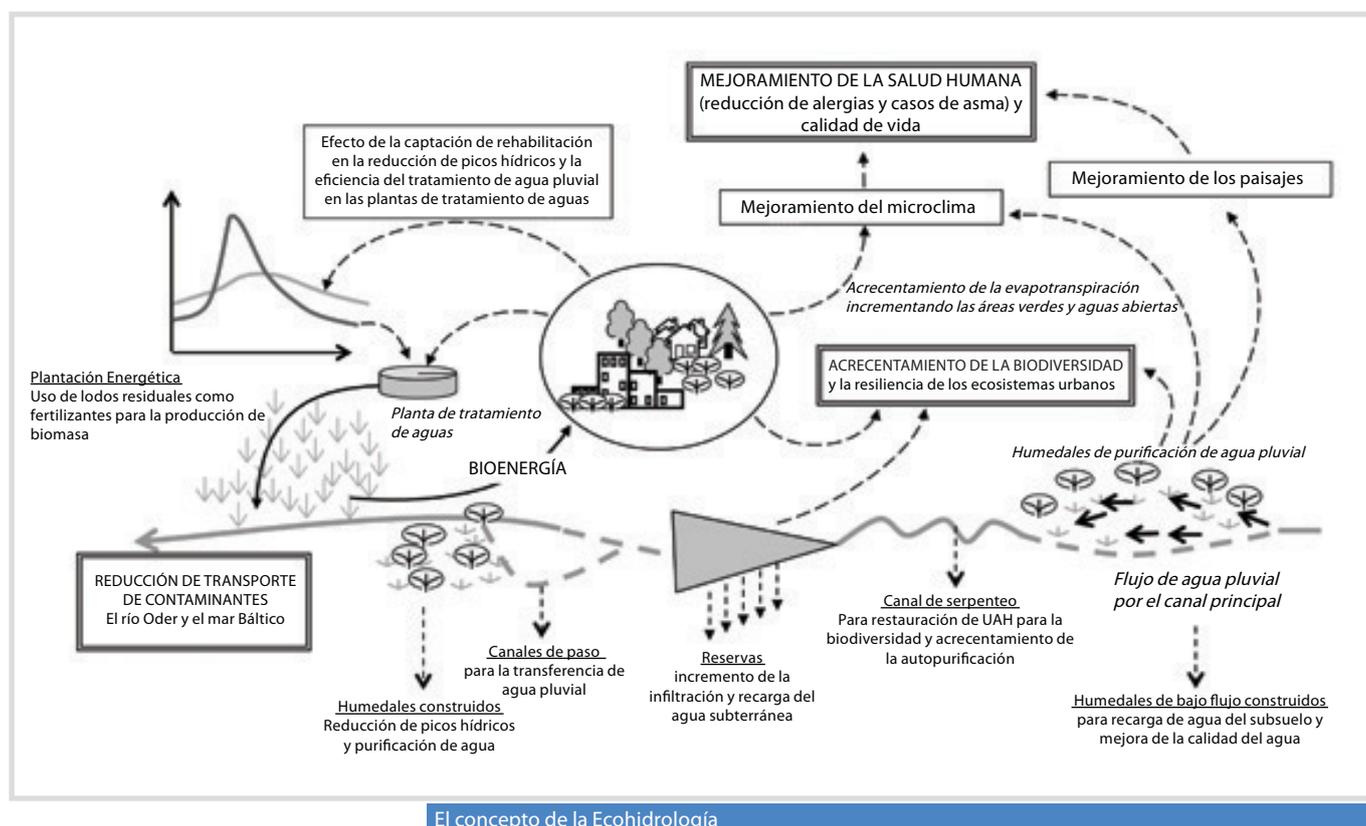
La ecohidrología y la restauración de ríos urbanos se discute a detalle en el artículo de SWITCH "Restauración ecohidrológica de los hábitats acuáticos en las zonas urbanas: las limitaciones de los objetivos" (Krauze et al 2008)

4.3 El abastecimiento de agua y el medio ambiente natural

El suministro de agua tiene una doble relación con la naturaleza. Por un lado la infraestructura de suministro de agua manipula el entorno natural a través de la modificación de los ríos, la construcción de presas y la extracción de agua del medio ambiente. Por otra parte, los recursos hídricos dependen totalmente de la naturaleza y son vulnerables a su imprevisibilidad. Un suministro de agua sustentable busca minimizar los impactos y las consecuencias de acciones anteriores, mientras se aumenta la capacidad de recuperación para poder gestionar problemas futuros. Lo ideal sería que la relación entre el abastecimiento de agua y la naturaleza se gestione de una manera que el medio ambiente vaya mejorando, al mismo tiempo que se aumenta la eficiencia del suministro de agua.

El concepto de ecohidrología analiza cómo el ciclo del agua (no sólo el abastecimiento de agua) y los ecosistemas interactúan en su conjunto y los beneficios multi-dimensionales que una ciudad puede obtener de esta interacción. En relación con el abastecimiento de agua, esto es particularmente relevante para las fuentes de abastecimiento de una ciudad como acuíferos urbanos y depósitos de almacenamiento en las riberas de los ríos. El flujo de agua en estas fuentes puede ser severamente afectado por contaminantes derivados del medio ambiente urbano, tales como productos químicos, aceites, metales pesados y sedimentos. La ecohidrología promueve el uso de los sistemas naturales para eliminar estos contaminantes en los ríos urbanos y los escurrimientos de las aguas pluviales en lugar de hacerlo a través de procesos de tratamiento tradicionales para el abastecimiento de agua.

Los sistemas naturales que pueden proporcionar este servicio incluyen una gama de aguas pluviales Prácticas para una Mejor Gestión (PMG) de las aguas pluviales, en donde las aguas pluviales son tratadas antes de que entren a los cuerpos de agua locales, ríos y bancos lacustres, que eliminan los contaminantes mediante el filtrado de agua antes de la extracción. Estos sistemas son de bajo costo de instalación y mantenimiento y pueden proporcionar una gama de nuevos beneficios ambientales y sociales.



Cuando se combina la planificación urbana, con la ecohidrología, se puede sacar el máximo provecho a los beneficios que proporcionan los sistemas naturales para la salud humana y la calidad de vida. El concepto se enfoca en cómo el ciclo del agua y los ecosistemas interactúan en su conjunto, así como también en los beneficios multidimensionales que una ciudad pueden obtener de esta interacción. Algunas de las soluciones comunes y los beneficios intersectoriales que estos proporcionan son:

Humedales Artificiales – La creación de humedales artificiales para atenuar y tratar el escurrimiento de las aguas pluviales urbanas y efluentes.

Beneficios:

- Calidad del agua mejorada
- Protección de inundaciones y reducción de la erosión
- Creación de espacios verdes urbanos y biodiversidad
- Mejora del microclima



Estanques de atenuación – La construcción de estanques para almacenar e infiltrar el caudal de los ríos y el escurrimiento de las aguas pluviales.

Beneficios:

- Protección de inundaciones y reducción de la erosión
- Fuente de abastecimiento de agua y/o recarga del agua subterránea
- Creación de espacios verdes urbanos y biodiversidad
- Mejora del microclima



Restauración de los ríos – Restauración de los ríos intentando regresar a su estado natural mediante la adición de recodos y fomentando el crecimiento de vegetación sobre las orillas y el cauce.

Beneficios:

- Protección de inundaciones
- Aumento de los servicios y valor de los terrenos
- Aumento de la biodiversidad urbana
- Mejora del microclima



Restauración de río en Lodz – La red Azul-Verde

La ciudad de Lodz, en Polonia se encuentra en una compleja red de arroyos y ríos. Durante el pasado industrial de la ciudad, la mayoría de estos cursos de agua se modificaron en gran medida para servir para la conducción de las aguas pluviales y alcantarillado, provocando la baja calidad del agua, la destrucción de ecosistemas y mayor riesgo de inundación. Reconociendo el papel que la restauración de estos ríos puede desempeñar en la regeneración de la ciudad, la ciudad de Lodz implementó la Red Azul-Verde, un programa de desarrollo urbano basado en la rehabilitación de los ríos de la ciudad.



El río Sokolowka restaurado en Lodz

Centrado en la restauración del río junto la construcción de espacios verdes y pequeños reservorios, la Red Azul-Verde tiene por objeto mejorar la salud y calidad de vida de los habitantes de la ciudad, reducir el riesgo de inundaciones, fomentar la biodiversidad, recuperación de espacios abandonados y mejorar la eficiencia de las aguas residuales mediante el tratamiento, la separación de las aguas pluviales en la red de alcantarillado. Para alcanzar estos objetivos, la Red hace uso de técnicas de ecohidrología como el restablecimiento de un canal de recodos y la construcción de reservorios y humedales artificiales para mejorar la calidad del agua, atenuar las aguas pluviales y fomentar la biodiversidad.

Debido a los beneficios intersectoriales previstos, la Red Azul-Verde se utiliza ahora en la ciudad como base para la ordenación del territorio y el desarrollo económico en general, aprovechando al máximo las oportunidades que presenta la gestión integral del agua para el desarrollo urbano sustentable.



Más información sobre humedales y lagunas de infiltración pueden encontrarse en el módulo 5



Más información sobre la Red Blue-Green y las actividades de SWITCH en Lodz se puede encontrar en el estudio de caso de Lodz y en el documento SWITCH “La ecohidrología como base para la planificación estratégica, ciudad sustentable: Enfoque en Lodz, Polonia” (Wagner et al 2009).



Información más específica sobre la experiencia de Lodz SWITCH Alianza de Aprendizaje está disponible en el libro “SWITCH en la Ciudad” (Butterworth et al 2011)

www.switchtraining.eu/switch-resources

5 Dirección general: El abastecimiento de agua y la sustentabilidad

5.1 Abastecimiento sustentable del agua

La Gestión Integral del Agua Urbana (GIAU) reconoce y aprovecha los vínculos tanto en el ciclo del agua urbana y dentro de la gestión agua y el desarrollo urbano en su conjunto. Por lo tanto, alienta a las decisiones que deben tomarse en base a la evaluación de una visión más amplia y no una parte artificialmente aislada de la misma, dando lugar a una mayor sustentabilidad.

El módulo 4 ha demostrado la amplia gama de vínculos entre el abastecimiento de agua, el ciclo del agua urbana y el desarrollo urbano en su conjunto. Al considerar estos vínculos durante la toma de decisiones, las intervenciones y acciones no sustentables, se hacen más evidentes y de esta manera dan lugar a la búsqueda de soluciones más sustentables. Sin embargo, para ello se requiere un entendimiento común de lo que significa el desarrollo urbano sustentable y la forma en que está específicamente relacionado con la gestión del abastecimiento de agua.

En resumen, la gestión sustentable del agua se puede definir como el encuentro de las necesidades sociales, económicas y ambientales, mientras que se crean condiciones que permitan que estas necesidades también se encuentren en el futuro. La figura 8 muestra cómo estos criterios pueden ser aplicados al abastecimiento de agua.



Más información sobre la sustentabilidad y el ciclo del agua urbana se pueden encontrar en el Módulo 1



Images: Getty Images

Figura 8: Abastecimiento sustentable de agua



Para aumentar al máximo la sustentabilidad, las decisiones de abastecimiento de agua deben ser tomadas con la debida consideración en cada uno de estos aspectos. El aumento de extracciones de los acuíferos para acceder a una fuente barata de agua para satisfacer las demandas sociales no será sustentable si la tasa de extracción es mayor que la tasa de reposición natural. Igualmente un programa para instalar sistemas de aprovechamiento de agua de lluvia en todas las casas nuevas, ahorrará gastos y reducirá las extracciones en el medio ambiente sólo de forma temporal, si los nuevos habitantes no están dispuestos a dar el mantenimiento necesario. En resumen, si uno de los criterios de sustentabilidad no se cumple, las posibilidades de una solución para mejorar el abastecimiento de agua que contribuyen al desarrollo sustentable en el largo plazo se reducen considerablemente.



Más información sobre los grupos de interés se puede encontrar en el Módulo 2

Finalmente, cualquier evaluación de la sustentabilidad tiene que estar respaldada por una consulta de los múltiples involucrados. Esto asegura que las acciones, opiniones y necesidades de todos los que tienen una influencia y son influenciados por el abastecimiento de agua se tomen en cuenta. La consulta sobre las preferencias de los organismos operadores, el público en general, las empresas, la industria, las autoridades competentes, las ONG, etc., es esencial si los impactos directos e indirectos de las decisiones adoptadas deben ser comprendidos en su totalidad.

5.2 Objetivos e indicadores de la sustentabilidad para el abastecimiento de agua

De acuerdo con un enfoque integrado para la gestión del agua urbana, la selección de objetivos e indicadores asociados con el abastecimiento de agua, idealmente no debería hacerse por separado, sino como parte de un proceso de planeación estratégica de la GIAU en la que se ha acordado una visión global de toda la ciudad (véase el Módulo 1 para más detalles).

Los objetivos deben ser seleccionados mediante un conjunto acordado de criterios de sustentabilidad de acuerdo con los descritos en el la sección 6.1. Esto asegura que el objetivo sea realmente sustentable. El logro de un objetivo elegido sobre la base de un conjunto limitado de criterios, tales como el desempeño económico, puede generar costos adicionales en el resto del entorno urbano, superando con creces los beneficios financieros iniciales.

Por ejemplo, un objetivo como “suministrar agua para todos” se basa sobre la necesidad social de garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso al agua. Este es un requisito esencial de cualquier ciudad, pero el objetivo podría dar lugar a un sistema no sustentable si los criterios económicos y ambientales no son considerados en las medidas adoptadas para lograrlo. La reducción de facturación por el concepto de agua puede causar más daño, si la pérdida de los ingresos es consecuencia de la mala calidad de agua potable y un servicio poco fiable. Las tarifas bajas del servicio de abastecimiento también pueden eliminar el incentivo del usuario para evitar el despilfarro.

Además de seleccionar los objetivos basados en criterios definidos de la sustentabilidad, un enfoque integrado también identifica los objetivos de usos múltiples. Un enfoque convencional para el abastecimiento de agua se centra en gran medida en los objetivos de calidad y cantidad. Además de éstos, un enfoque más integrado también establece un rango más amplio de objetivos que no sólo pueden garantizar el suministro seguro y confiable, sino también mejorar el medio ambiente, reducir el consumo de energía, reciclar las aguas residuales y proteger contra las inundaciones, etc.

Las metas e indicadores necesitan ser agregados a cada objetivo con el fin de medir el progreso hacia la meta. Estos objetivos e indicadores deben ser realistas y fácilmente medibles. Tienen que ser directamente relevantes con el objetivo de forma que se apliquen y permitan darles un seguimiento periódico para demostrar el progreso o falta de éste. Véase el módulo 1 para obtener más información sobre la selección de objetivos e indicadores como parte de un proceso más amplio de planeación estratégica.

La Tabla 2 muestra algunos ejemplos genéricos de objetivos y las metas e indicadores asociados con el abastecimiento de agua basados en un enfoque integrado. Cabe señalar que el grado de sustentabilidad asociado a estos objetivos depende de las condiciones locales. Un objetivo que cumple todos los criterios de la sustentabilidad en un área puede ser altamente no sustentable en otra, ya que es posible que se apliquen diferentes criterios.

Tabla 2: Ejemplos de objetivos, indicadores y metas para el abastecimiento urbano de agua

Ejemplos de los objetivos del abastecimiento integral del agua	Ejemplos de indicadores asociados	Ejemplos de metas asociadas
Suministro de agua potable que sea apta para el consumo humano	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de muestras Número de casos de enfermedades relacionadas con agua potable contaminada 	<ul style="list-style-type: none"> Niveles máximos de contaminantes de X mg por litro La aplicación de cloro a toda el agua antes de su distribución
Minimización del desperdicio en el uso del agua potable	<ul style="list-style-type: none"> Medida del consumo per cápita de agua potable Pérdidas sin contabilizar en el sistema de distribución 	<ul style="list-style-type: none"> El consumo per cápita se reduce a X litros por persona diarios para el año X Las fugas en la red de distribución se reducen a un X% con relación a los insumos, para el año X
Reutilización de las aguas pluviales y residuales, tratadas para uso no potable	<ul style="list-style-type: none"> El volumen de agua potable utilizada para fines no potable El número de sistemas de captación de aguas pluviales y sistemas de reciclaje de aguas grises, instalados y/o funcionando eficazmente 	<ul style="list-style-type: none"> X% de reducción en el consumo de agua potable para el año X X% de superficies de techo utilizadas para la recolección de agua de lluvia para el año X
Maximización de la eficiencia del proceso de potabilización	<ul style="list-style-type: none"> Número de días al año en el que los trabajos de tratamiento no están en funcionamiento Medición del consumo de energía para el tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> No más de X número de interrupciones de los trabajos de tratamiento por las obras por año X% de reducción del consumo de energía para el año X
Minimización del daño ambiental causado por las extracciones de agua cruda	<ul style="list-style-type: none"> Mediciones del flujo de los ríos El tamaño de las poblaciones de especies que podrían verse afectadas por los bajos flujos 	<ul style="list-style-type: none"> Las extracciones no deben bajar el flujo de los ríos a menos de X m³/s La población de una especie X se mantenga estable o aumente
Dar prioridad a las opciones de gestión de la demanda de agua sobre el desarrollo de nuevos recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> Proporcionar una predicción para el déficit del balance hídrico conseguido a través de las medidas previstas de gestión de la demanda Las inversiones financieras realizadas en relación de la gestión de la demanda agua 	<ul style="list-style-type: none"> X% de reducción en el consumo per cápita para el año X X% de la inversión financiera total en la gestión del abastecimiento y la demanda hecha en relación a la gestión de la demanda



Véase el módulo 1 para obtener más información sobre el uso de objetivos, indicadores y metas en el contexto de un proceso de planeación estratégica.

⑥ Poniendo en práctica el abastecimiento sustentable del agua

La principal diferencia entre un enfoque convencional para la gestión del abastecimiento del agua y un enfoque más integrado, es la forma en que la brecha en el equilibrio de la oferta y la demanda se reduce. En el primer caso, la prioridad es aumentar la capacidad de suministrar y tratar mientras que el segundo busca reducir la demanda, promover el uso de fuentes alternas y hacer uso de medidas blandas para mejorar el tratamiento.

En la práctica, este cambio de enfoque no requiere necesariamente grandes inversiones financieras y/o cambios significativos en la cuestión operacional. Muchas de las soluciones pueden ser presentadas de forma incremental y son en su mayoría compatibles con la infraestructura existente. Hay un gran número de oportunidades en una ciudad para comenzar a desarrollar un sistema de abastecimiento de agua más sustentable, independientemente de los recursos y el alcance de la infraestructura actualmente en vigor. Algunos de estos puntos incluyen:

- **Reevaluación de las proyecciones de la demanda:** Predecir la demanda futura basada en el análisis completo del uso final y la distribución por sectores permite obtener previsiones más precisas. Esto también ayuda a identificar las áreas que ofrecen el mayor margen para reducir la demanda urbana (véase el ejemplo en el siguiente recuadro).
- **Hacer uso de fuentes alternas:** El agua pluvial y residual tratada puede ser explotada para usos de agua no potable. Las tecnologías pueden consistir en simples cubetas de agua para recoger agua de lluvia para regar el jardín, hasta sistemas más complejos que recolectan, tratan y reciclan las aguas pluviales, aguas grises y aguas residuales para el riego a gran escala, descargas de inodoro y uso industrial.
- **Protección de las fuentes:** La mala calidad del agua en la fuente aumenta los requisitos de tratamiento y los costos. Esto se puede prevenir mediante la protección de la fuente de contaminación por derrames y escurrimientos contaminados. Una mayor coordinación con las áreas locales y aguas arriba y la gestión del agua, puede asegurar que la fuente se mantenga libre de residuos tóxicos, crecimiento de algas y turbulencia.
- **Control de fugas:** La evaluación de las fugas del sistema de distribución basado en los costos ambientales y sociales, así como los costos financieros pueden destacar el costo real de dichas pérdidas. Esto justifica una mayor inversión para la detección de fugas y reparación, así como el fomento en las medidas de mitigación alternas como la gestión de la presión y la mejora en el sistema de medición de la red.
- **Nuevos desarrollos:** Los requisitos de planificación pueden asegurar que los bloques de viviendas nuevas y transformadas, locales comerciales, edificios municipales y propiedades industriales estén equipados con una gama de accesorios y aparatos de bajo uso de agua, así como la recolección de aguas pluviales y sistemas de reutilización de aguas residuales. En la mayoría de los casos esto se suma a los costos adicionales para la construcción y puede ser utilizado como un punto de venta para los futuros compradores.



Más información sobre la recolección de aguas pluviales y reutilización de aguas grises se proporciona en los módulos 4 y 5

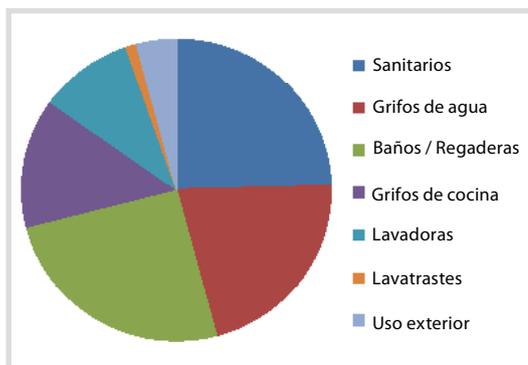
- **Programas de reemplazo:** En los hogares y las empresas se puede fomentar a través de rebajas y materiales promocionales el reemplazo los dispositivos de alto uso de agua, como en baños, regaderas y lavadoras por dispositivos con tecnología de bajo consumo. Es posible llevar a cabo grandes programas de reemplazo a gran escala, a través de los gobiernos locales, comenzando con los edificios municipales y la vivienda pública.
- **Incentivos financieros:** Con la excepción de los asentamientos que carecen de acceso al suministro público, el agua normalmente representa una pequeña proporción de los gastos de un hogar. Esto proporciona pocos incentivos para ahorrar aún si el precio se cobra sobre la base de la cantidad utilizada. Existen otros mecanismos de fijación de precios como el aumento de tarifas por bloques que establece un incentivo económico para no desperdiciar el agua.
- **Educación:** Muchas personas toman poca atención al uso del agua debido a la percepción de que en algunos lugares constantemente cae desde el cielo y se da por hecho que se puede utilizar en consecuencia. Convencerlos de que el agua es un recurso escaso puede reducir el comportamiento derrochador. Algo tan sencillo como cerrar el grifo al lavarse los dientes puede ahorrar grandes cantidades de agua, si se pone en práctica por millones de personas.

Aprovechando la combinación de las oportunidades anotadas anteriormente, se contribuye a crear un sistema de abastecimiento de agua urbana que esté mejor preparado para manejar los cambios en la dinámica de la ciudad y el medio ambiente urbano. Esta menor dependencia de los recursos naturales limitados y la infraestructura costosa, aumentan la flexibilidad de una ciudad para dar cabida al futuro crecimiento, contribuyendo a la gestión de un sistema de suministro de agua eficiente en costos y respetuosa del medio ambiente.



Previsión de la demanda mediante el análisis de uso final

La predicción de la demanda de agua es un aspecto esencial del abastecimiento y es el principal impulsor de la inversión a largo plazo en el sector. Los planificadores de los recursos hídricos utilizan la previsión de la demanda para estimar la brecha entre la oferta y la demanda en un futuro. Las soluciones para evitar el déficit se implementan sobre la base de esta estimación.



Desglose aproximado del consumo doméstico en Inglaterra y Gales (Tomado de Defra 2008)

El enfoque tradicional de previsión de la demanda normalmente se basa en una cantidad limitada de datos actuales, históricos y proyecciones. Por ejemplo el consumo interno puede ser pronosticado con el actual consumo per cápita multiplicado por el crecimiento demográfico estimado y ajustado en base a la extrapolación de las tendencias de consumo.

Sin embargo, si los datos actuales se ven influenciados por un clima inusualmente caliente, la predicción del crecimiento poblacional podría resultar demasiado alta y las tecnologías más eficientes alterarían las tendencias históricas y consecuentemente aumentar la variabilidad de la proyección prevista.

Un método alternativo de previsión de la demanda es el análisis del uso final. En lugar de ver a la demanda de agua como un volumen total, el análisis del uso final desglosa por primera vez los sectores (doméstico, industrial, etc.) y luego por el uso final en el sector. Esto permite una evaluación detallada del uso real del agua (y el usuario) y cómo es probable que cambie con el tiempo. Si el volumen promedio de descarga de un inodoro nuevo es de 6 litros en comparación con el promedio de hace veinte años de 13 litros, a continuación se esperaría que el consumo de agua para inodoros caería a como los inodoros viejos se sustituirán por otros nuevos. Asimismo, un análisis detallado de los datos demográficos no podría mostrar algún aumento previsto en la población, pero podría mostrar que las tasas de ocupación de los hogares están disminuyendo, lo que si es probable es que aumente el uso doméstico del agua.

El análisis puede llevarse a cabo en base a múltiples usos, tales como duchas, lavadoras, regaderas de jardín, las pérdidas en la distribución, lavado de autos, operaciones de procesamiento de alimentos, usos hospitalarios, enfriamiento industrial, jardinería, etc., para establecer una comprensión detallada de cómo se utiliza el agua y lo que va a influir en este uso en el futuro.

El análisis del uso final requiere una gran cantidad de datos y tiempo para procesar estos datos. Sin embargo, el método no sólo proporciona una previsión más precisa, también puede identificar áreas donde las futuras iniciativas de gestión de la demanda puedan alcanzar resultados más eficaces.



Más información sobre la previsión de la demanda mediante el análisis de uso final puede encontrarse en el documento, "Guía para la Gestión de la Demanda" de la Asociación de Servicios del Agua de Australia (Turner et al 2008). Esto se puede descargar en:

<http://www.isf.uts.edu.au/publications/wsaa2008dmguide.pdf>

6.1 Obstáculos en el abastecimiento sustentable del agua

Los puntos de entrada prácticos que figuran en este capítulo en su mayoría contienen un elemento de coordinación entre la oferta y otras áreas de la gestión del agua, así como la planeación urbana. Esta integración es una parte necesaria para lograr una mayor sustentabilidad. La falta de esta coordinación es un posible obstáculo que puede impedir o restringir la aplicación de un enfoque más sustentable en la gestión del abastecimiento del agua.

Estas restricciones son muy variadas y dependen mucho de las circunstancias locales. Sin embargo, una serie de obstáculos comúnmente encontrados pueden ser identificados de modo que sería relevante en la mayoría de las ciudades que buscan implementar soluciones de agua no convencionales para el abastecimiento. Algunos de éstos y sus consecuencias se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Ejemplos de barreras para opciones alternas para el abastecimiento de agua

Obstáculo	Descripción	Lo que implica
Resistencia pública	La resistencia pública para las intervenciones tales como la instalación de medidores de agua, la introducción de tarifas y la aplicación de restricciones en el uso del agua	Presión pública y en consecuencia presión política, para impedir la introducción de un sistema más avanzado de facturación del agua y medidas para el ahorro
Riesgo percibido	La renuencia para confiar en el ahorro previsto, basándose en la aceptación del usuario de tecnología no comprobada para el ahorro del agua, para superar un pronóstico de déficit en el abastecimiento de agua.	Las medidas de la oferta, tales como una nueva reserva se prefieren como una solución garantizada para la posible escasez en el futuro, incluso si su costo es alto
Restricciones institucionales	La falta de integración entre los sectores de la gestión urbana influyen en las medidas, tales como el control de fugas, la eficiencia del agua en los nuevos desarrollos y captación de aguas pluviales para el riego de parques	La falta de cooperación necesaria para aplicar con éxito las medidas de abastecimiento de agua se basan en la gestión del agua o en otros sectores de la planeación urbana.
Restricciones legales	La legislación vigente como por ejemplo, la prohibición de la reutilización de aguas grises para inodoros y el uso de las aguas residuales tratadas para el riego	Limitaciones legales sobre el uso de aguas residuales como un recurso alternativo para fines no potables
Privatización del servicio de abastecimiento del agua	La necesidad de satisfacer a los interesados mediante el aumento de beneficios y la expansión de la compañía es contradictoria con el objetivo de reducir el consumo	Las inversiones en activos físicos, tales como las nuevas infraestructuras son preferibles a las medidas de uso eficiente del agua y la reducción de fugas
Interrupción	Cierres de carreteras y la interrupción del tráfico en las ciudades ya congestionadas con el fin de acceder a tuberías de distribución deterioradas y hacer las reparaciones pertinentes	Los costos sociales de los programas de rehabilitación de tuberías de distribución se consideran demasiado altos, mientras que se prefiere hacer inversiones en medidas que aumenten el abastecimiento de agua

Es evidente que bajo un enfoque integral, también existen ciertas barreras con respecto a la gestión del abastecimiento de agua, pero también es evidente que un enfoque integrado posee las medidas necesarias con la capacidad de superar estos obstáculos. Sin embargo, hay ejemplos de acciones que posiblemente siempre serán necesarias, al planear implementar una gestión de abastecimiento de agua más sustentable en una ciudad, independientemente de las circunstancias locales. Estas incluyen lo siguiente:

Sensibilización de la opinión pública: La población local puede ser renuente a utilizar menos y pagar más por el agua de lo que ya lo hacen debido a la incapacidad para apreciar su verdadero valor. La sensibilización a través de campañas de publicidad y los medios de comunicación pueden ayudar para convencer a la gente que el agua limpia es un recurso escaso que es costosa de producir y por lo tanto tiene que ser valorado de acuerdo a esta importancia.

Regulaciones: Una fuerte regulación o una regulación forzada, que dé prioridad a la gestión de la demanda por encima del desarrollo de recursos, fomentan la inversión en las medidas de ahorro de agua mediante el establecimiento de normas mínimas para el uso del agua en los edificios y restringe el uso de agua potable para fines no potables. Cuando los proveedores de servicios son privados o semiprivados, las regulaciones del agua son también esenciales ya que la necesidad de satisfacer únicamente a los involucrados podría anteponerse al bien común.

Proyectos piloto: Los proyectos de desarrollo urbano individuales y/o colectivos, pueden ser usados para demostrar ciertas medidas de ahorro de agua como la instalación de dispositivos de bajo uso de agua, medición innovadora y esquemas de reutilización de agua. Los resultados proporcionan evidencia de la cantidad de agua que se puede ahorrar si se extiende hacia fuera a una mayor escala y las encuestas de los participantes pueden eliminar los temores de insatisfacción de los usuarios.

Participación de los involucrados: El abastecimiento de agua sustentable depende de la aceptación y apoyo por parte de todos los involucrados. Los servicios públicos, los planificadores, desarrolladores, consultores, empresas y, lo más importante, los usuarios, se encuentran entre los actores que tendrán mayor influencia en el éxito o en el fracaso de una gestión de abastecimiento de agua más sustentable. Los involucrados deben estar comprometidos si se quiere que estas intervenciones sean un éxito en este proyecto.

Coordinación institucional: Una mayor coordinación entre las instituciones y las autoridades relacionadas con el abastecimiento de agua, garantiza la búsqueda de prioridades de beneficio común, en vez de prioridades que entren en conflicto. Esto evita que surjan conflictos de intereses entre la empresa de abastecimiento de agua y, por ejemplo, la planificación, salud, parques o departamentos de vivienda. La coordinación es también necesaria en un nivel práctico, para asegurar que, en caso de hacer excavaciones en los caminos, se tengan que realizar una sola vez y se aproveche para diversos fines como la reparación de infraestructura de agua, alcantarillado, gas y energía eléctrica.

Apoyo político: Un cambio de un enfoque tradicional, el cual se basa en la oferta del agua, a un enfoque más sustentable, el cual se basa en la demanda de agua, requiere un compromiso concreto por parte del ayuntamiento u algún organismo político con el poder equivalente. La creación radical de políticas y leyes que promuevan y permitan a los enfoques alternativos para el abastecimiento de agua, animará a los responsables de la toma de decisiones, desarrolladores, consultores y usuarios, a centrarse en invertir en soluciones más sustentables.

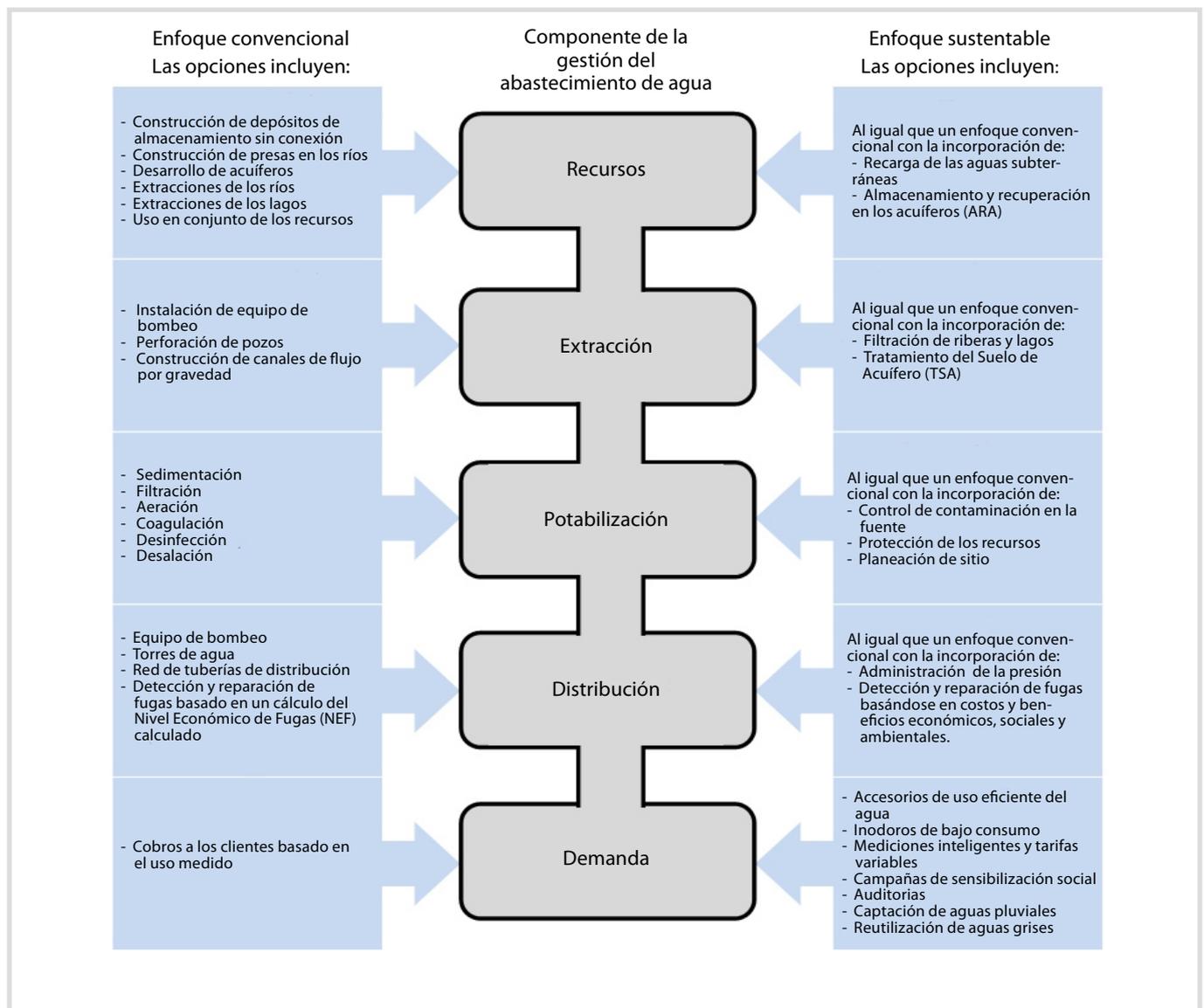


Véase el módulo 2 para obtener más información sobre los grupos de interés, la coordinación institucional y el apoyo político.

7 Opciones para el abastecimiento sustentable del agua

A pesar de las diferencias fundamentales en el enfoque, un sistema de abastecimiento de agua más sustentable sigue estando formado por los mismos componentes estructurales, que un sistema convencional (recursos, captación, potabilización, distribución y demanda). La diferencia está en las opciones seleccionadas para operar el sistema de manera eficiente y mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda. La Figura 9 ilustra estas diferencias.

Figura 9: Ejemplos de opciones para el abastecimiento de agua asociadas con un enfoque más sustentable, en comparación con un enfoque convencional.



Bajo un enfoque integrado para la gestión del agua urbana, muchas de las opciones para reducir la demanda y proveer alternativas para evitar el aumento de las extracciones de agua de fuentes naturales, deben ser implementadas en conjunto con la variedad de soluciones que persigan objetivos comunes. Este es uno de los beneficios de conocer las opciones que se enfocan en reducir el consumo de agua por parte de los usuarios. Estas soluciones generalmente son compatibles y se pueden implementar fácilmente con el fin de maximizar el ahorro. Un enfoque combinado podría ser también el más práctico. Si existe la oportunidad para modernizar los inodoros comunes por inodoros de bajo consumo, es probable que las regaderas y lavabos de flujo bajo tengan aceptación para ser instalados con un costo extra por encima del precio de los accesorios comunes. Mediante la implementación de un conjunto de medidas combinadas, el costo unitario del agua ahorrada se vuelve más barato y de esta manera es posible ofrecer opciones más atractivas para los inversionistas.

Este enfoque no sólo aplica a las opciones de la gestión de la demanda de agua, sino también a soluciones que son relevantes para otros sectores. La recolección de agua de lluvia está vinculada con los escurrimientos urbanos y pueden formar parte de un enfoque más sustentable en la gestión de las aguas pluviales. La reutilización de aguas grises y la recarga de acuíferos con aguas residuales tratadas, también está estrechamente relacionado con la gestión sustentable de las aguas residuales. Las opciones deben siempre ser comparadas con los beneficios y los costos de otros lugares, así como también buscar combinaciones de soluciones que maximicen los beneficios mientras se minimizan los costos.

En la sección 7.1 se describen brevemente algunas de las muchas opciones que pueden aumentar la sustentabilidad del suministro de agua y el desarrollo urbano en su conjunto. Cabe señalar, que el grado de sustentabilidad asociado con cualquier opción es altamente dependiente de las condiciones locales en las que se llevará a cabo. Una opción que cumpla con todos los aspectos de la sustentabilidad en una ciudad podría hacer lo contrario en otra. Para más información sobre la selección de opciones sustentables, véase la sección 7.2.

7.1 Opciones

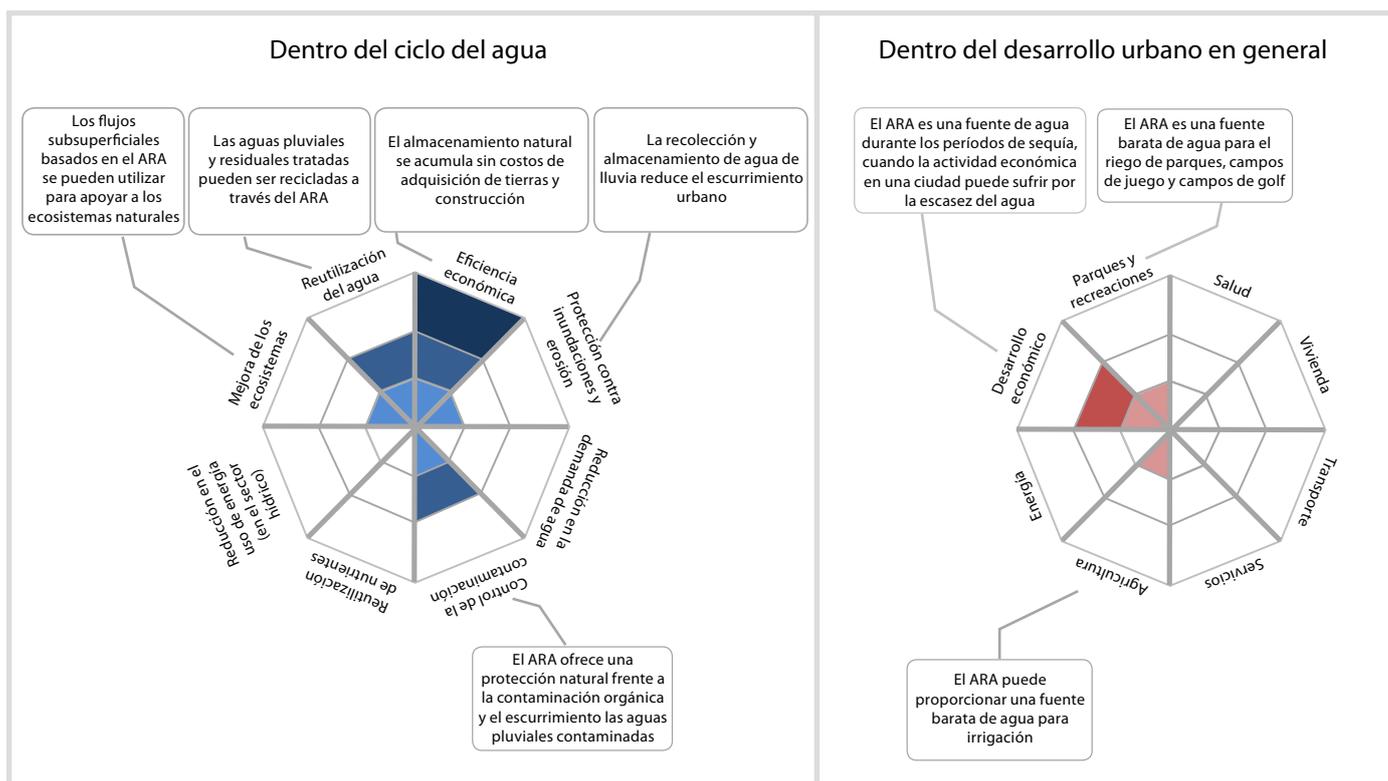
Almacenamiento y Recuperación de los Acuíferos (ARA)

Un problema para muchas ciudades que enfrentan la escasez de agua, no es tanto la falta de precipitación pluvial, sino más bien la falta de lluvias en el momento adecuado. Aunado a la incapacidad de capturar las corrientes de agua resultantes de la lluvia en áreas de abastecimiento para su uso durante la estación seca, cuando los recursos son bajos y la demanda alta. La construcción de embalses de almacenamiento es una solución para esto, aunque estos pueden llegar a ser costosos, requieren espacio y pueden tener pérdidas por evaporación, lo cual puede tener consecuencias ambientales. Una alternativa es el Almacenamiento y Recuperación de los Acuíferos (ARA), en donde se almacenan las altas corrientes subterráneas para la re-extracción, cuando las fuentes tradicionales no están disponibles.

El ARA funciona mediante la inyección de los excedentes existentes en los acuíferos durante los períodos de altos flujos de agua. Esta agua desplaza al agua nativa del acuífero para formar una "burbuja" de modo que puede ser re-extraída cuando se requiera el suministro, utilizando la misma inyección. El acuífero utilizado para este propósito no tiene que ser de buena calidad por lo que es posible utilizar acuíferos salinos o contaminados, lo que por lo general no sería considerado para el suministro de agua.

La fuente de agua utilizada para el ARA puede variar. Las fuentes incluyen extracciones de los ríos durante los períodos de flujo alto, el escurrimiento de aguas pluviales y la captura de las aguas residuales tratadas. El agua debe ser tratada antes de ser inyectada, aunque esto depende de la calidad de la fuente y el propósito del uso de las re-extracciones posteriores. Dependiendo de las propiedades del acuífero y el tiempo de retención de agua, algunos contaminantes también se eliminan a través de los procesos de tratamiento naturales de modo que se producen dentro del propio acuífero.

Figura 10: Las influencias positivas del ARA en el ciclo urbano del agua y el desarrollo urbano. El número de segmentos rellenos indica la medida en que el sector está influenciado por cada opción (Nota: por causa de simplicidad de los gráficos considere únicamente las influencias directas)



Consideraciones locales

- En casos en donde los acuíferos se utilizan y no son aptos para proporcionar agua para el suministro, hay el riesgo de que los contaminantes existentes tengan impacto en la calidad del agua inyectada. Este es especialmente el caso si las propiedades del acuífero son poco conocidas, en cuyo caso los datos recolectados deben ser suficientes para permitir una evaluación del posible riesgo.
- La composición química y microbiológica del agua inyectada debe ser compatible con la del agua nativa del acuífero. Cuando esto sucede, pueden ocurrir reacciones inesperadas que pueden conducir a problemas de calidad en el agua, formación de biomasa y obstrucción de las perforaciones.
- La legislación puede impedir que cualquier otra cosa que no sea agua potable sea inyectada en los acuíferos debido al riesgo de contaminación. Esto limita el uso multipropósito del ARA, ya que no es legalmente viable utilizar el sistema para fines distintos al agua potable.



Ve al documento "Investigando la viabilidad de un acuífero de almacenaje a micro escala y un sistema de recuperación" para un ejemplo de combinación ARA con techos cafés en la ciudad de Birmingham, GB www.switchtraining.eu/switch-resources

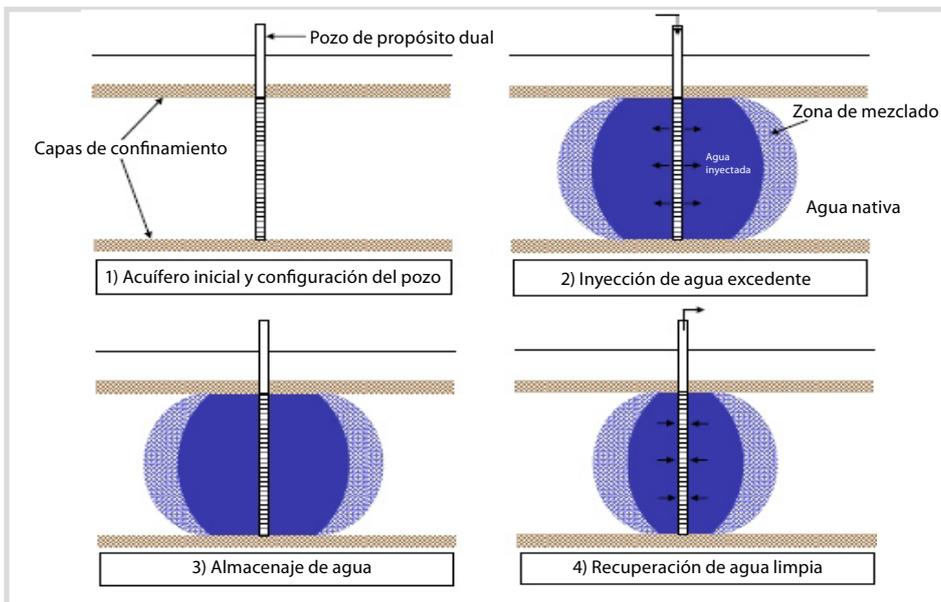


Imagen: J. Wardale

El concepto de ARA

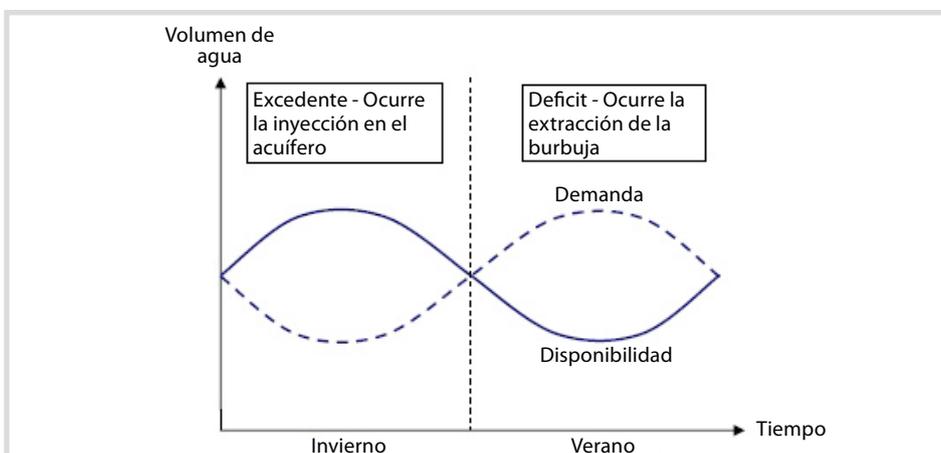


Imagen: J. Wardale

Patrón de oferta y demanda para un esquema estacional ARA

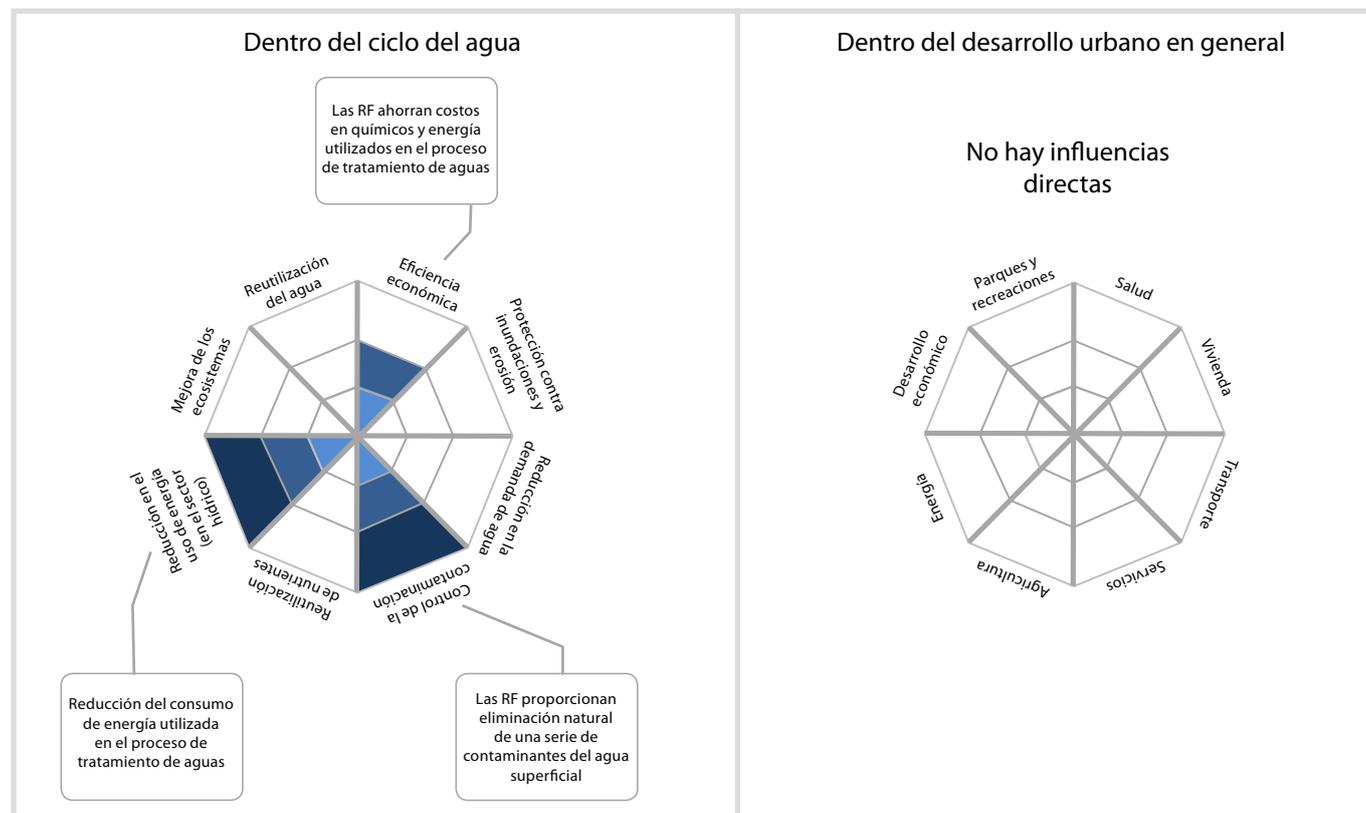
Ribera de Filtración (RF)

Las fuentes de agua superficiales son vulnerables a una serie de contaminantes que deben ser removidos a través de procesos costosos de tratamiento. Dependiendo de la calidad de la fuente, las riberas de filtración (RF) puede ser una manera efectiva y natural de eliminar ciertos contaminantes comunes reduciendo así el consumo de energía y el costo de tratamiento del agua potable.

Las RF funcionan extrayendo agua superficial a través de pozos excavados en la orilla de los ríos. Los contaminantes se eliminan cuando el agua se arrastra a través de los sedimentos a la orilla de los ríos. El proceso hace uso de la física natural, así como también de mecanismos geoquímicos y biológicos, para eliminar la materia orgánica, la turbidez y diferentes metales pesados, reduciendo en gran medida el tratamiento artificial que se requiere para producir agua de calidad potable. También ofrece una protección contra los brotes repentinos de contaminación del agua en la superficie, los cuales podrían impedir que la fuente se utilice.

La eficacia de las RF depende de factores tales como la calidad de la fuente, la tecnología, la ubicación y el tiempo de retención de los sedimentos en el río. Aunque es poco probable que reemplace la necesidad del tratamiento artificial, las RF son un gran apoyo para reducir los costos en el proceso de tratamiento posterior y en algunos casos en la aireación, filtración y desinfección, los cuales son tratamientos adicionales necesarios para producir agua potable dentro de las normas de calidad.

Figura 11: Las influencias positivas de las RF en el ciclo urbano del agua y el desarrollo urbano (Nota: por causa de simplicidad de los gráficos considere únicamente las influencias directas)



Consideraciones locales

- Las RF son menos efectivas para hacer frente a cargas pesadas de contaminantes que provengan de aguas superficiales. Los caudales con alta variabilidad de los ríos pueden limitar su rendimiento. Por lo tanto, es más adecuado para las fuentes donde la calidad del agua y las corrientes son bastante consistentes.
- La interacción entre las aguas subterráneas y las aguas superficiales que se crean por las RF puede llevar a la superficie los contaminantes del agua que entran a los acuíferos y, viceversa, los contaminantes de las aguas subterráneas se pueden extraer en el agua que es extraída. La información hidrogeográfica local debe ser bien comprendida antes de que se opte por esta alternativa.



Para más información sobre los bancos de filtración véase la tesis doctoral "Aspectos del tratamiento multi-objetivo para los bancos de filtración" (Maeng 2010) www.switchtraining.eu/switch-resources



Imagen: UNESCO-IHE

Ribera de Filtración en Seúl, Corea del Sur

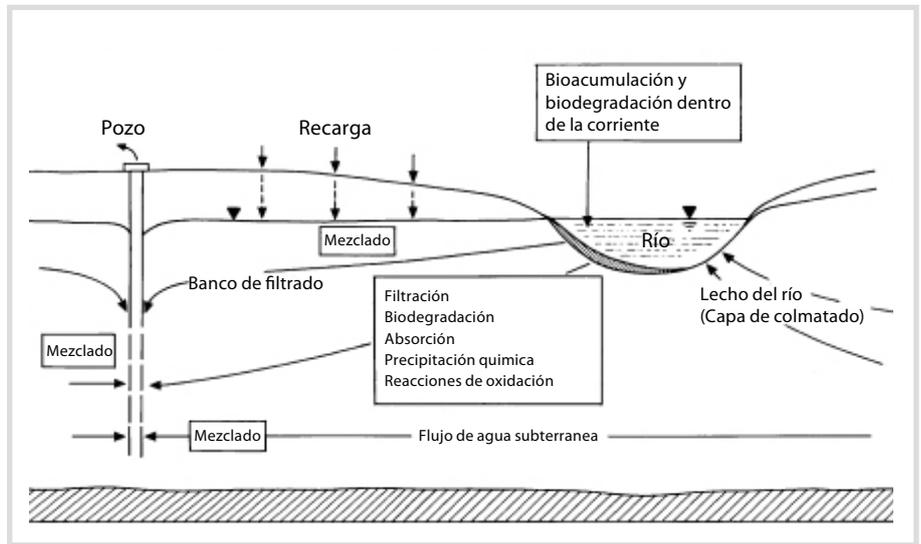


Imagen: Hiscock and Grischek (2002)

Diagrama esquemático de un sistema de banco de filtración

Gestión activa de fugas

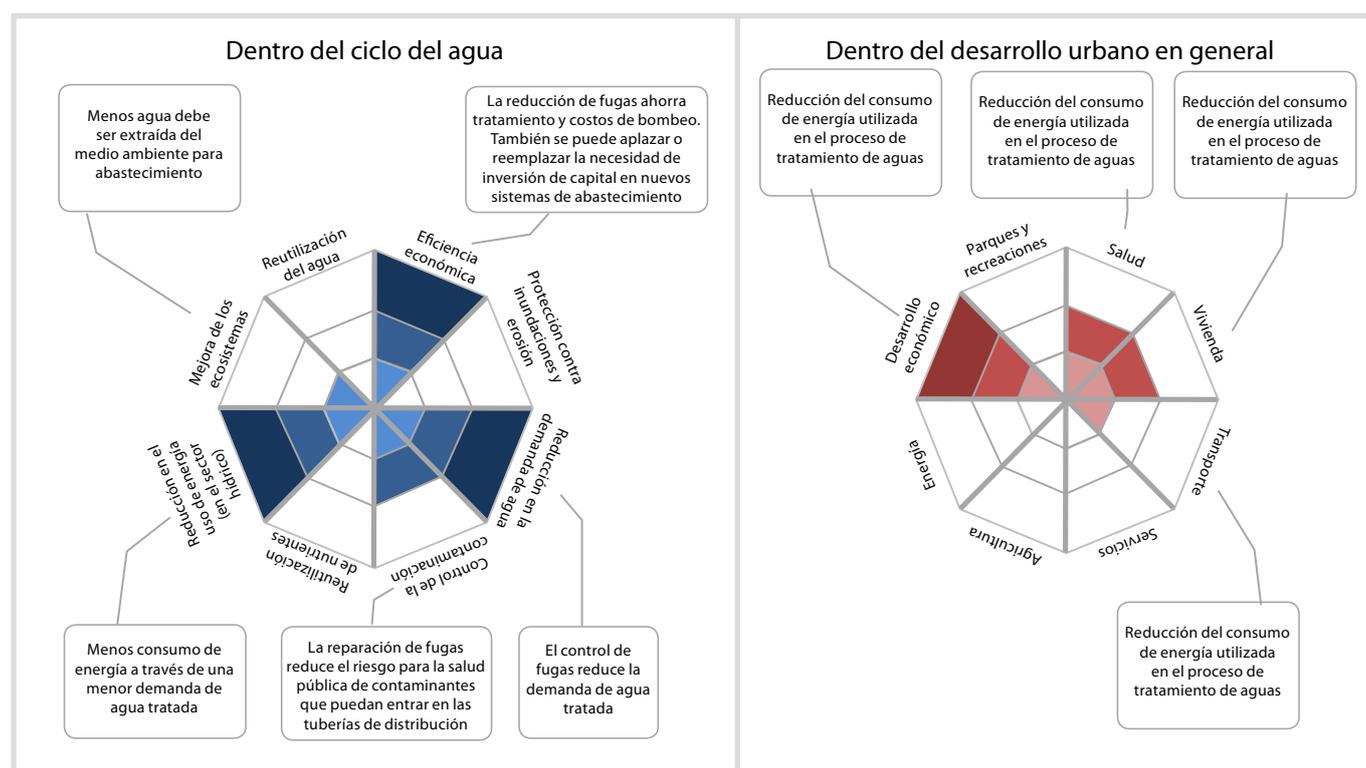
Las fugas pueden explicar el desperdicio de una gran cantidad de agua potabilizada que se bombea a la red de distribución de una ciudad. Una gestión activa, en lugar de una reactiva, la cual se encarga de la detección y reparación de fugas, sustitución de la red de agua y la disminución de la presión en la red, puede reducir la cantidad de agua potabilizada que se pierde del sistema, ahorrando gastos y recursos, así como también mejorando los niveles de servicio.

La reducción de las fugas es un proceso costoso y engorroso. La mayoría de las tuberías de distribución están situadas bajo carreteras y/o aceras o banquetas y la ubicación de una fuga puede ser difícil de detectar. Un sistema con cero pérdidas es prácticamente imposible y los responsables del servicio deben juzgar en base a lo que es un nivel aceptable de fugas, como una meta. Tradicionalmente esto se hace calculando el Nivel Económico de Fugas (NEF) -una estimación del punto en el que se vuelve más barato producir y distribuir la mayor cantidad de agua, en relación a los costos por búsqueda y reparación de las fugas.

Sin embargo, el NEF normalmente considera costos económicos directos solamente (el costo de encontrar y reparar las fugas en comparación con el costo de la extracción, el tratamiento y bombeo de las aguas) e ignora costos externos, tales como el impacto ambiental de las extracciones de aguas, el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y la perturbación social debido a la excavación de las carreteras. Estos costos externos no siempre son fáciles de cuantificar. Estos factores adicionales se deben considerar si se deben calcular los verdaderos costos y beneficios para la reducción de las fugas.

El NEF, con o sin factores externos, no es fijo sino que se mueve con los cambios en el costo de producción de agua y el costo de la reparación de fugas. La medición eficiente es una poderosa manera de reducir los costos de detección de fugas y por lo tanto, reducir el NEF. Midiendo la cantidad de agua bombeada en el sistema y la cantidad que sale por el otro extremo da una buena idea de la magnitud y los costos del problema. Si esta medición se puede desglosar por zonas de cobertura del distrito, será posible identificar los puntos de fuga y consecuentemente ser reparados.

Figura 12: Las influencias positivas de la gestión activa de fugas en el ciclo urbano del agua y el desarrollo urbano (Nota: por causa de simplicidad de los gráficos considere únicamente las influencias directas)



Consideraciones locales

- La gestión activa de fugas requiere datos correctos sobre el volumen y la localización de las pérdidas del sistema. Las pérdidas reales deben distinguirse de las pérdidas aparentes, como el consumo no autorizado, la medición de errores y subestimaciones de las cuotas fijas en el cobro.
- La colocación de tuberías de distribución nuevas y la rehabilitación de las antiguas necesita considerar una serie de factores para garantizar que en el futuro se reduzcan al mínimo las fugas. Esto incluye la topografía local, el clima, tipos de suelos que cubren la superficie de las calles y/o carreteras, el volumen y la carga de tráfico, material de la tubería y los requisitos de presión de la red.



Véase el documento SWITCH “Adaptando el concepto de Nivel Económico de Fugas para incluir las emisiones de carbono y la aplicación con datos limitados” (Smout et al 2010) Para más información sobre la inclusión de externalidades en el cálculo del Nivel Económico de Fugas www.switchtraining.eu/switch-resources



El estudio “Fijación de metas para las fugas en Londres (Greater London Authority, 2009) es un ejemplo de incluir el impacto ambiental y social en los cálculos para las metas de las fugas. Véase: <http://legacy.london.gov.uk/mayor/environment/water/docs/leakage-target-setting.pdf>



El módulo 6 de la gestión del libro SWITCH “La demanda de agua en la Ciudad del Futuro - Selección de herramientas e instrumentos para los profesionales (Kayaga et al 2011) discute el criterio de zonificación para la gestión de fugas

Reducción de fugas en Berlin, Alemania

Tras la caída del muro de Berlín en 1989, la ciudad se embarcó en un nuevo enfoque para la gestión integral del agua en toda la zona metropolitana de la reunificación. El objetivo general era proteger al medio ambiente y reducir el despilfarro de agua, sobre todo en la parte oriental de la ciudad donde se había llevado una política de subsidios de los servicios de agua que llevó a una cultura de derroche y la falta de mantenimiento a la infraestructura.



Como parte de la campaña, se desarrolló una estrategia para reducir el alto nivel de fugas en la red de tuberías de distribución. La estrategia abarcó una serie de técnicas proactivas de detección de fugas y los programas de renovación de tuberías, coordinados a través de una base de datos. Esta base de datos que recolecta información estadística sobre las tasas de explosión, la edad de las tuberías, propiedades hidráulicas, etc., es un aspecto esencial para gestionar grandes cantidades de datos, necesarios para crear un proceso de toma de decisiones integrado, que permita identificar las soluciones más rentables para reducir las fugas en la ciudad.

La estrategia ha demostrado ser muy eficaz y en los diez años siguientes a la reunificación de Berlín, la ciudad logró reducir las pérdidas de agua de la red de distribución de aproximadamente 25% a menos del 5%, aumentando la seguridad de los suministros y reduciendo las extracciones del medio ambiente local.



Más información sobre los logros en eficiencia del agua de Berlín se pueden encontrar en el documento “Medidas para minimizar el consumo y las pérdidas de agua- estudio de caso en Berlín” (Heinzmann 2004) el cual se puede descargar en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/measures.pdf>



Para una investigación más general sobre cómo Berlín ha conseguido que su gestión del agua urbana sea más sustentable está disponible en el estudio de caso SWITCH Berlín

Las medidas de eficiencia del agua para uso doméstico

Los usos residenciales del agua como en los inodoros, baños, limpieza, preparación de alimentos y el riego de jardines, representan la mayor proporción en la demanda de agua potable de una ciudad. Hay una serie de medidas que se pueden emplear para reducir esta demanda, en particular relativas al volumen del agua utilizada por la tubería principal mediante dispositivos propios (véase más adelante otras medidas para reducir el consumo interno).

Los inodoros normalmente representan hasta un tercio del consumo del agua de un hogar. Lo ideal sería que el agua no potable, como el agua de lluvia colectada o aguas grises, se puedan utilizar para este propósito. Pero cuando esto no sea factible, una buena alternativa es la instalación de un inodoro de bajo flujo (diseñado para limpiar el inodoro con menos de una cuarta parte del agua de un inodoro estándar) o el inodoro de doble descarga (con la opción de seleccionar un total o la mitad de descarga en función de si se elimina la orina o las heces). Teniendo en cuenta que en promedio cada habitante del hogar descarga el inodoro alrededor de cinco veces al día, el ahorro del agua de la instalación de un inodoro de baja o de doble descarga, probablemente tendrá resultados muy significativos.

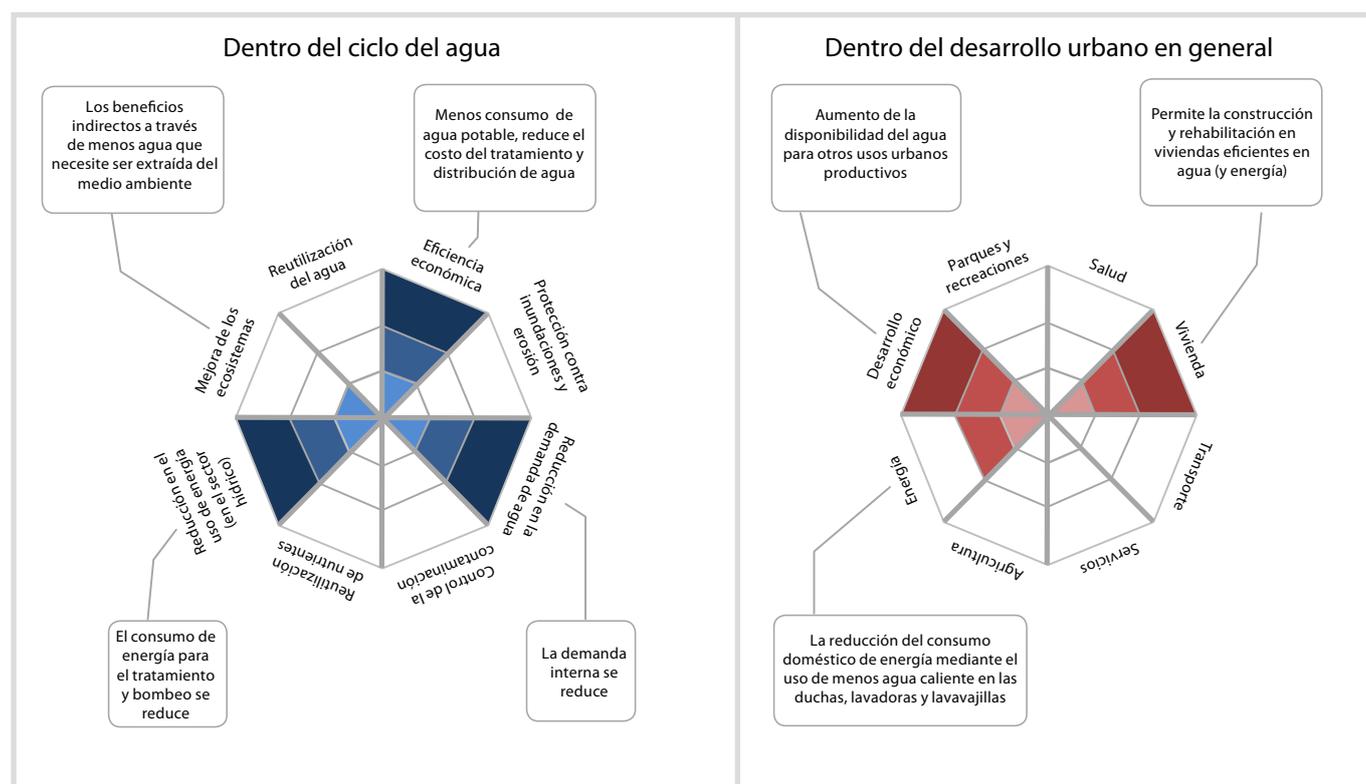
La instalación de inodoros eficientes en agua es más fácil en los nuevos desarrollos, donde su uso puede ser parte de las normas de construcción. Pero la adaptación en las viviendas existentes también puede ser fomentada a través de descuentos y subsidios, así como la promoción del ahorro en las facturas de agua que los clientes esperan hacer. Una vez instalados los inodoros, es poco probable que haya insatisfacción de los usuarios, con lo que reducen el riesgo de que se sustituyan en una fecha posterior.

Aunque existan pocas probabilidades de alcanzar los mismos volúmenes de ahorro como en los inodoros de bajo consumo, los productos de uso eficiente del agua están también disponibles para el agua doméstica con otros dispositivos. Los cabezales de regaderas y grifos de bajo flujo pueden ser fácilmente instalado en las tuberías existentes y, junto con la eficiencia energética, el uso eficiente del agua ahora es ampliamente promovida en los últimos modelos de lavadoras y lavavajillas. Al igual que los baños, las medidas reglamentarias, los incentivos financieros y materiales de promoción pueden alentar la adopción de éstos, tanto en los hogares nuevos como en los existentes.



Para información
acerca de SAT vea
el estudio caso
de Tel Aviv: [www.
switchtraining.eu](http://www.switchtraining.eu)

Figura 13: Las influencias positivas de las medidas de uso eficiente del agua, el ciclo del agua urbana y el desarrollo urbano (Nota: por causa de simplicidad de los gráficos considere únicamente las influencias directas)



Consideraciones locales

- El volumen total y el desglose del consumo doméstico varía considerablemente de una ciudad a otra, debido a la riqueza, el clima, las tasas de ocupación, los sistemas de saneamiento, hábitos, tamaño de las propiedades, etc. Una buena comprensión de los usos finales entre los diferentes grupos demográficos permite a los programas de eficiencia de agua identificar las áreas que presenten un elevado ahorro y costos de inversión bajos.
- El éxito de las medidas, tales como los inodoros de doble descarga y las duchas de bajo flujo o lavabos, dependerá de la aceptación del usuario. El supuesto ahorro no se materializará si un usuario se niega a usar una función de doble descarga correctamente o sustituye a una regadera de bajo flujo con una de hidromasaje. Las campañas de sensibilización pueden ayudar a superar el escepticismo y destacar los beneficios financieros que pueden resultar para el hogar.



El Estudio “el rendimiento de agua de los edificios” (Comisión Europea 2009) examina las tecnologías de uso eficiente del agua o las medidas en políticas que podrían reducir el consumo de agua en diferentes tipos de edificios. El estudio se puede descargar en: http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/Water%20Performance%20of%20Buildings_Study2009.pdf

Imagen: ACDaigua



Grifo aerador ahorrador de agua

Imagen: www.toiletology.com



Sanitario de flujo dual

Imagen: www.waterrating.gov.au



Esquema de Etiquetado de Uso eficiente del Agua y Normas (EUAN), Australia

Promoviendo el cambio en el comportamiento

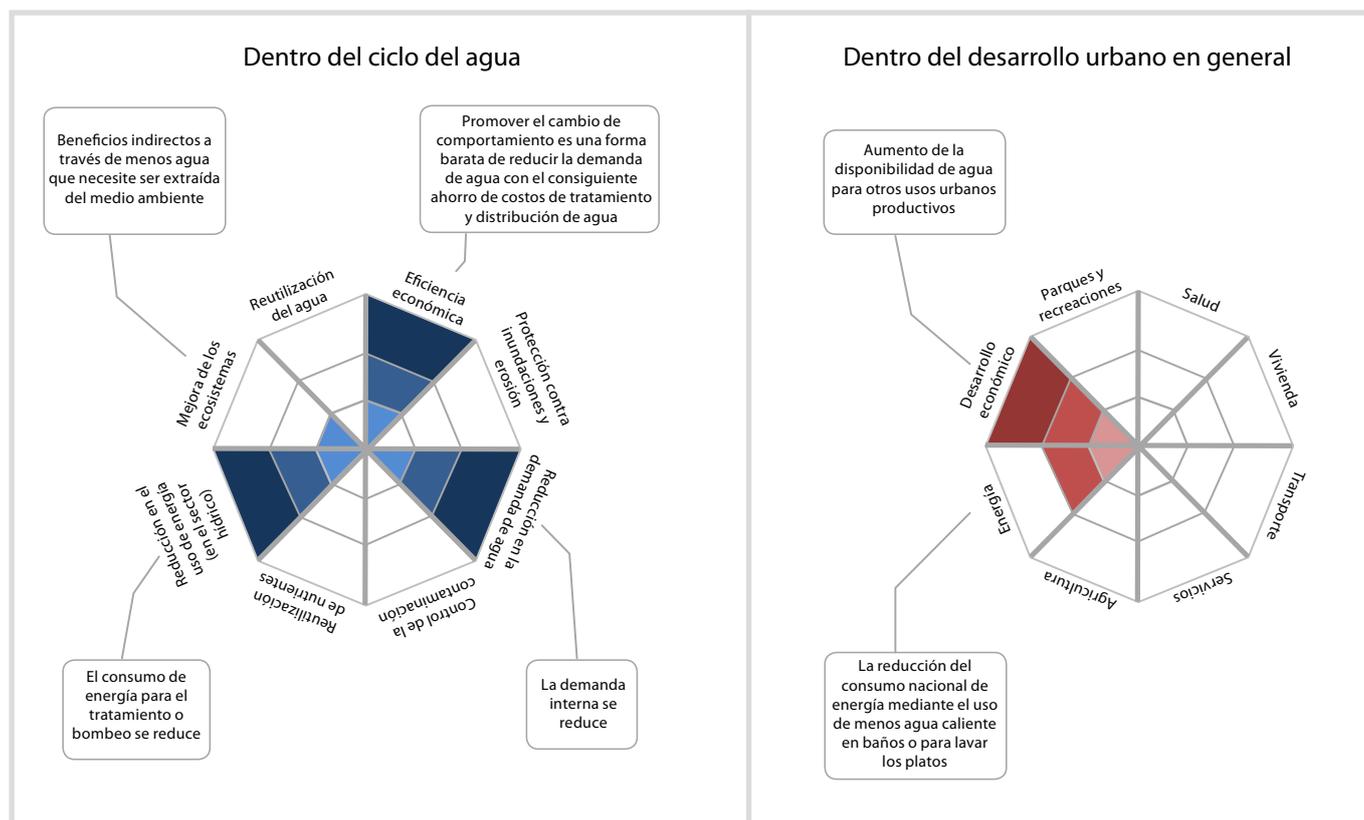
A diferencia de las medidas de uso eficiente del agua, como los inodoros de bajo consumo o las lavadoras de uso eficiente del agua, el cambio de uso de patrones de comportamiento de consumo agua puede lograr un ahorro sustancial de ésta sin la necesidad de intervenciones técnicas.

La educación o campañas de sensibilización reducen el consumo de agua mediante el fomento de los consumidores a cambiar su conducta de consumo de agua. Tras destacar los beneficios económicos y ambientales del uso eficiente del agua, se puede persuadir a la gente a pensar en el agua como una mercancía, como la electricidad o el gas, que no debe ser utilizada derrochadoramente.

Las campañas pueden hacer uso de una serie de medios de difusión. Éstas incluyen la distribución de folletos informativos con las facturas de agua, anuncios de radio o televisión, los mensajes de la cartelera, los programas de las escuelas, etc. Las campañas pueden ser dirigidas específicamente a grupos de usuarios o áreas de alto consumo y destacar los beneficios financieros que se pueden obtener (donde los consumidores pagan por volumen) o la necesidad de conservar los valiosos recursos (donde los consumidores pagan una tarifa fija).

El comportamiento en el uso del agua donde el ahorro es posible, incluye recomendaciones como: tomar una ducha en lugar de usar bañera, llenar el fregadero en lugar de dejar el grifo abierto cuando lave los platos o prepare la comida y regar el jardín con cubeta en lugar de una manguera o un aspersor. En algunas ciudades, la jardinería puede consumir una alta proporción de agua de uso doméstico. En las campañas también es probable que el esfuerzo para recoger el agua de lluvia como una alternativa para regar las plantas sea una medida ambientalmente amigable para utilizar el agua tratada con calidad potable.

Figura 14: Las influencias positivas de cambio de comportamiento en el ciclo del agua urbana y el desarrollo urbano (Nota: por causa de simplicidad de los gráficos considere únicamente las influencias directas)



Consideraciones locales

- El comportamiento del consumo del agua varía dependiendo de la cultura, el patrimonio, los hábitos personales, el tamaño de jardín o actividades, la religión, etc. La comprensión de este comportamiento a nivel local es esencial para dirigir las campañas de cambio de comportamiento hacia los usos y grupos de usuarios de los que más ahorro se puede esperar.
- El calendario de campañas de sensibilización es importante. Los períodos de clima caliente y seco o prolongado, especialmente si se recoge en los medios de comunicación, es un momento ideal para destacar la necesidad de ahorrar agua. A diferencia de una campaña exhortando a los consumidores a utilizar agua con prudencia en las semanas siguientes a las fuertes lluvias e inundaciones locales es probable que sea menos eficaz.



Imagen: South East Water

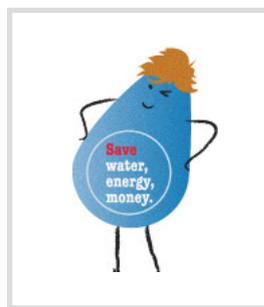


Imagen: Save Water Swindon



Imagen: Melbourne Water



Para ver un ejemplo de los ahorros de agua en las grandes economías de escala a través de campañas de sensibilización pública véase la capítulo 7 del libro SWITCH "La demanda de agua en la Ciudad del Futuro - Selección de herramientas e instrumentos para los profesionales (Kayaga et al 2011), así como el estudio de caso de Zaragoza



La campaña de ahorro de agua Swindon lanzada en Swindon, Reino Unido, es un ejemplo de una campaña publicitaria para alentar a la población local para reducir el consumo excesivo de agua. Véase: <http://www.savewaterswindon.org.uk/>

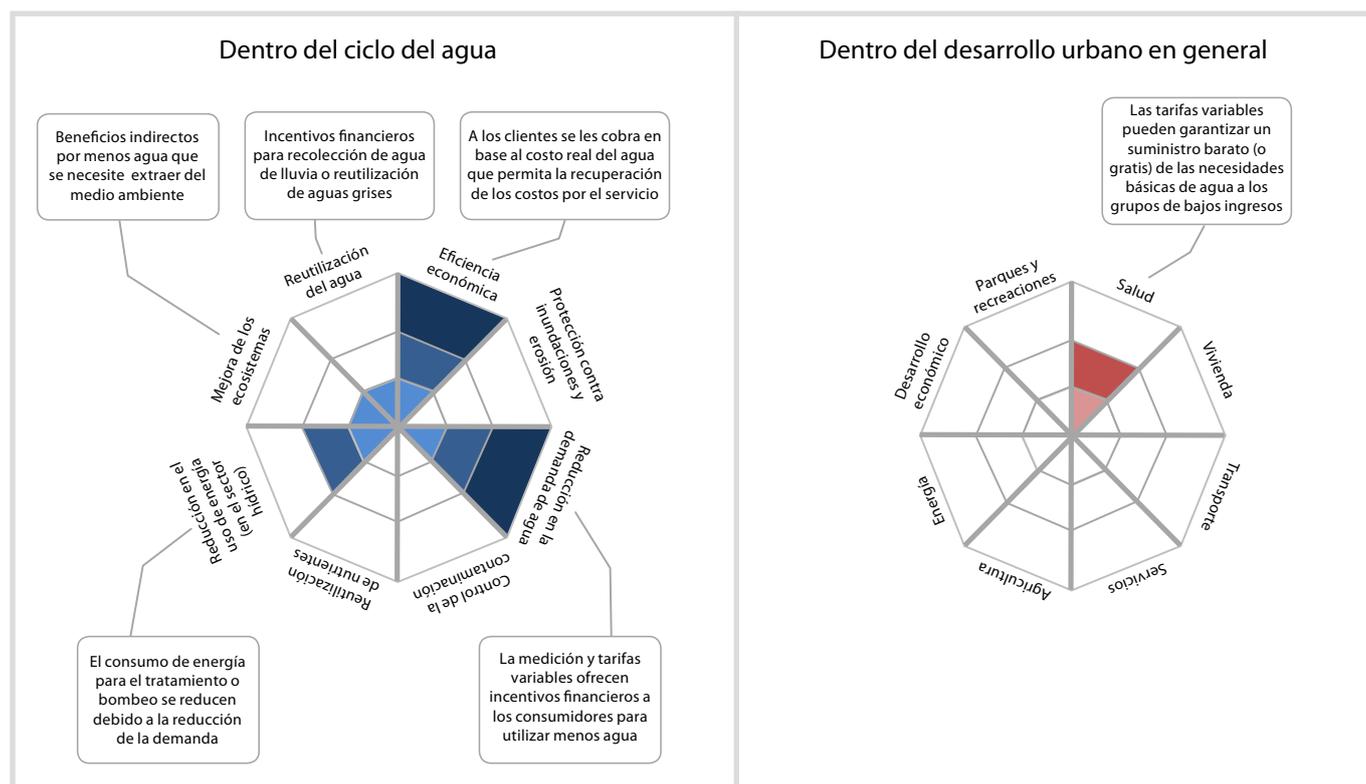
Medición y tarifas

El propósito de la medición y las tarifas es principalmente económico. Sin embargo, este elemento financiero también proporciona un incentivo para que los usuarios ahorren agua. Los clientes que reciben su agua con una cuota fija sin medición no se les cobra por la cantidad que consumen. Por lo tanto, no tienen incentivos financieros para ahorrar agua, ya que no tiene ningún impacto en sus facturas. La medición universal permite que se les cobre a los clientes por lo que utilizan y proporciona un incentivo financiero para ahorrar agua. Las tarifas variables pueden ampliar estos incentivos financieros y por lo tanto pueden ser una medida de ahorro de agua de gran alcance.

La medición universal es ampliamente considerada como la forma más justa de pagar por el agua con costos que se basan en el consumo real, en lugar de suponer el consumo. Existen varios tipos de medidores en el mercado, desde aquellos que tienen una simple medida volumétrica que se lee de forma manual, a los más sofisticados e "inteligentes" que se leen teleméricamente.

Con la excepción de empresas lucrativas de abastecimiento de agua y servicios públicos subsidiados, las tarifas de agua, sea medido o no, se establece para recuperar el costo de operación del servicio. Un suministro medido permite que esto se haga sobre la base de una tarifa fija por unidad de agua utilizada (una tarifa lineal). Sin embargo, la medición también permite variables en la estructura de la tarifa de agua que se aplica con mayor flexibilidad, de acuerdo al uso. Estos incluyen el aumento de tarifas por bloques en los que el costo del agua se incrementa exponencialmente de acuerdo a la cantidad usada, cobrando más a los usuarios que más consumen por unidad que los que utilizan el agua con moderación. Esto ofrece la posibilidad de garantizar que una cantidad suficiente de agua esté disponible para los grupos de bajos ingresos, mientras que la carga de tasas más altas se aplicarán para aquellos que optan por el uso agua más extravagantemente. Otros tipos de tarifas modifican los cargos de acuerdo a la temporada, el usuario o el tipo de uso (por ejemplo, la industria, la agricultura, etc.)

Figura 15: Las influencias positivas de la medición y las tarifas en el ciclo del agua urbana y el desarrollo urbano (Nota: por causa de simplicidad de los gráficos considere únicamente las influencias directas)



Consideraciones locales

- La puesta en marcha de un programa integrado de medición es costosa y necesita ser sostenido a través de un sistema eficaz para leer los medidores y gestionar el proceso de facturación. Estos costos se pueden recuperar, pero para hacerlo tienen que ser protegidos contra el robo, leerlos con regularidad y la información que proporcionan debe ser la correcta para la aplicación de la factura del cliente.
- El ajuste de las tarifas se debe hacer después de una cuidadosa consideración de qué usuarios deben pagar qué por el agua y cuando. Las tarifas irreflexivas pueden dar lugar a la desigualdad social y los riesgos de salud si los grupos de bajos ingresos pagan más por el agua de lo que están dispuestos a pagar. Del mismo modo, la fijación de precios con el objetivo de ahorro de agua sólo se logrará si los usuarios de alto consumo tienen un incentivo financiero tangible para utilizar menos líquido.
- La relación entre la tarifa y la mayoría de los usos de agua doméstica es considerada a menudo como "inflexible", es decir, que los cambios en los precios no tienden a tener un gran impacto en el consumo (Kayaga 2009). Esta relación necesita ser bien entendida, sobre todo si el objetivo principal de la estructura tarifaria es influir en la demanda de agua en lugar de incrementar la recuperación de costos.

Reformas tarifarias en Zaragoza, España

Como parte de un programa a gran escala para reducir el consumo de agua y aliviar la amenaza de escasez, la ciudad española de Zaragoza implementó una reforma integral de la estructura tarifaria a través de la cual se les cobraba el agua a los ciudadanos. El objetivo era crear un sistema de "bloques crecientes" que era a la vez equitativa y la respuesta a la demanda a través del cual sería el costo real de los servicios de agua estarían cubiertos.



Imagen: SWITCH Project

Más concretamente, la estructura tarifaria de Zaragoza fue reformada con el objetivo de lograr:

- La recuperación de costo total a través de los ingresos, incluyendo los costos directos de la prestación de los servicios, así como los costos indirectos en el ciclo del agua en general
- la carga equitativa, asegura que el costo del agua está relacionado con los beneficios que ofrece al usuario
- una entrada accesible a los servicios básicos de agua para todos, incluyendo la disponibilidad de subsidios para los hogares vulnerables
- un incentivo para que los consumidores utilicen el agua eficientemente

Desde su introducción, la reforma de la estructura tarifaria ha alcanzado en gran medida sus objetivos, particularmente con respecto a la recuperación de costos. Mientras que en 1997 los ingresos por los consumidores de agua cubrieron alrededor del 70% del costo del suministro y disposición de aguas residuales, la cifra equivalente en 2006 fue de cerca del 90% que permite mucha de inversión necesaria a realizar en la infraestructura de los servicios de agua (Kayaga 2011).



Para obtener más información sobre las tarifas de agua en Zaragoza véase el capítulo 8 del libro SWITCH "La demanda de agua en la Ciudad del Futuro - Selección de herramientas e instrumentos para los profesionales (Kayaga et al 2011) www.switchtraining.eu/switch-resources



Detalles adicionales sobre los programas del ahorro total de agua aplicado por Zaragoza se pueden encontrar en el estudio de caso de Zaragoza.

El agua de fuentes alternas

Con pocas excepciones, los sistemas urbanos de suministro de agua centralizados, ofrecen sólo agua de calidad potable (o lo más cerca posible del mismo). Sin embargo, el uso potable constituye sólo una parte de uso urbano total. La demanda de agua para el inodoros, limpieza, uso del jardín y la mayoría con fines productivos, no requieren los mismos niveles de calidad a los del agua para beber, pero esa es la que se suele utilizar.

Un enfoque alternativo es suministrar agua de una calidad apta para su propósito a través de la utilización del agua recolectada de lluvia, aguas grises y aguas residuales tratadas de efluentes de la demanda de agua no potable. Esto reduce las captaciones de agua de alimentación del medio ambiente y ahorra sobrecostos de tratamiento.

Existe una variedad de sistemas que pueden aprovechar esas fuentes alternas de agua. Estos pueden ser a nivel individual o familiar, tales como la recolección de aguas pluviales y sistemas de reciclaje de aguas grises para riego de jardines e inodoros de bajo consumo, o usados a gran escala como en la reutilización de aguas residuales tratadas para el riego de parques, jardines y campos de golf.

Las fuentes alternas son fiables, sobre todo en el caso de la reutilización de aguas residuales y suministro de opciones baratas. También proporcionan otros beneficios asociados directamente con el suministro de agua. Por ejemplo, la recolección y reutilización del agua de lluvia de los techos, reduce durante las fuertes lluvias el riesgo de inundación local y aguas abajo, mientras que el reciclaje de las aguas grises para inodoros reduce significativamente el volumen de las aguas residuales domésticas que necesitan ser tratadas.

Los nuevos desarrollos de vivienda, proyectos de regeneración urbana y edificios grandes como estadios y aeropuertos a menudo ofrecen las mejores oportunidades para hacer uso de las fuentes alternas de suministro. La infraestructura necesaria, tales como tubería independiente, tanques de almacenamiento y redes de distribución se incorporan fácilmente durante la fase de planeación e incluso pueden ser utilizados como un elemento estético favorable del diseño urbano.



Véase el Módulo 4 para obtener más información acerca de la recolección de agua de lluvia y el uso de las aguas pluviales para mejorar los paisajes urbanos.



El reciclaje de aguas grises y la reutilización de aguas residuales en general se trata con más detalle en el módulo 5.



Reuso de aguas grises en un autolavado de Beijing



Agua de lluvia recolectada del techo del Domo del Milenio en Londres, GB y usada para la descarga de sanitarios

7.2 Selección de opciones

Existen un gran número de soluciones no convencionales para la protección de fuentes, potabilización de agua y gestión de la demanda de agua. Considerando que muchas de estas soluciones pueden presentarse para alcanzar los objetivos de suministro de agua más sustentable - como la reducción de la demanda - su viabilidad depende mucho de las circunstancias locales. El proceso de selección de opciones debe incluir una evaluación detallada de cada opción posible, en particular con respecto a los diferentes aspectos de la sustentabilidad como se describe en Módulo 5. Sólo entonces puede la aplicación llevarse a cabo con la confianza de que la solución logrará el objetivo deseado sin causar costos sociales, económicos o ambientales que en última instancia, son mayores que los beneficios percibidos.

Las opciones descritas en el Módulo 7 dicen que cada uno puede potencialmente hacer una contribución significativa a la gestión del agua más sustentable. Sin embargo, en general, estos deben combinarse en cierta medida con las tecnologías convencionales y las soluciones estándar de suministro de agua. Por ejemplo, la ribera de filtración por sí sola es poco probable que beneficie a la producción de agua potable de calidad, pero cuando se combina con tecnologías estándar puede contribuir a un proceso de tratamiento de alta eficacia. Del mismo modo, el reciclaje de aguas grises tendrá que ser complementada por las fuentes de los ríos, acuíferos y embalses, pero cuando se implementa en una gran escala de uso de aguas grises puede reducir la amenaza de la sobreexplotación de estas fuentes. En el proceso de selección para las soluciones de abastecimiento de agua, es probable considerar una combinación de las opciones convencionales y alternativas de la cual se elige la combinación óptima.

El aspecto más importante del proceso de selección es la identificación de los verdaderos costos y beneficios de las posibles opciones en relación con el desarrollo urbano sustentable en su conjunto. Este aspecto es, sin embargo, a menudo llevado a cabo sólo hasta cierto punto - normalmente se basan en la cantidad de agua producida (o guardada) y el costo de producirla. A través de las opciones de clasificación se identifican correctamente las alternativas más económicas para cubrir las carencias de la oferta y la demanda, pero no toman en cuenta los costos externos y los beneficios indirectos que se pueden unir a las opciones seleccionadas y descartadas.

Adicionalmente, por ejemplo, los costos ambientales y sociales y los beneficios pueden cambiar drásticamente en el proceso de selección de la evaluación de ciertas opciones. En términos estrictamente financieros, la instalación de un nuevo punto de extracción de agua del río puede ser más barata que la instalación de inodoros de bajo consumo a gran escala. Pero si se tienen en cuenta también los impactos ambientales y sociales la evaluación puede tener un aspecto muy diferente. A diferencia de la extracción nueva del río, la campaña de aseo no reducirá la cantidad de agua disponible para los ecosistemas acuáticos, se agotarán las reservas de pesca recreativa o aumentarán las emisiones de carbono de la ciudad. Teniendo en cuenta estos aspectos, además de los costos financieros, se pueden alterar los resultados de la evaluación de las dos alternativas.

La integración de los gastos indirectos y los beneficios no son lineales. A diferencia de las inversiones financieras y los costos de operación, estos pueden ser difíciles de cuantificar de una manera que permita una evaluación sólida y transparente que tenga lugar. El proceso de evaluación se complica aún más por la necesidad de incluir los niveles de riesgo e incertidumbre asociados en relación con los resultados previstos y los impactos indirectos. El uso de software integrado para modelado y herramientas de soporte de decisiones, disponible para ayudar con el manejo de tales cantidades de datos se puede utilizar para analizar una serie de escenarios y los posibles impactos de las diferentes combinaciones de soluciones de abastecimiento de agua en relación con la infraestructura existente.



Véase el módulo 6 para detalles de las herramientas de soporte de decisiones que están disponibles para ayudar en la selección de opciones de manejo de aguas residuales urbanas



Otros ejemplos de herramientas disponibles para ayudar en la gestión de la demanda de agua se describen en la gestión del libro SWITCH "La demanda de agua en la Ciudad del Futuro - Selección de herramientas e instrumentos para los profesionales (Kayaga et al 2011) www.switchtraining.eu/switch-resources



Para más información sobre la evaluación y selección de opciones de gestión de la demanda de agua ver la "Guía para la Gestión de la Demanda" (Turner et al 2008), producido por la Asociación de Servicios de Agua de Australia. Esto puede ser descargado en: <http://www.isf.uts.edu.au/publications/wsaa2008dmguide.pdf>

Uso del Costo Promedio Social Incremental (CPSI) para la comparación de opciones

El costo promedio incremental es un método para estimar el costo del ciclo de vida completo de una opción potencial. El enfoque se utiliza habitualmente para comparar diferentes opciones de suministro de agua, tales como el desarrollo de una nueva fuente de agua subterránea o la construcción de una planta de desalinización, aunque el enfoque también se puede utilizar para conocer las opciones que ahorren agua.

El Costo Promedio Incremental (CPI) se calcula dividiendo el Valor Presente Neto (VPN) del capital y los gastos operativos de la opción con el VPN del agua consumida o ahorrada en un período de 25 años. La cifra resultante del CPI es el costo promedio del producir el agua durante toda la vida de una opción y por lo tanto un medio útil de la clasificación de las diferentes opciones de suministro de agua. El cálculo del CPI no se limita a opciones que aumentan el suministro, también puede ser utilizado para el ahorro de agua, permitiendo comparar económicamente las opciones del lado de la demanda y de la oferta.

El enfoque del CPI también puede ser ampliado para incluir los costos sociales y ambientales y los beneficios (externalidades), tales como las emisiones de gases de efecto invernadero y los beneficios recreativos. Esto se conoce como el Costo Promedio Social Incremental (CPSI). La dificultad de utilizar el CPSI es la cuantificación de las externalidades en términos económicos. Algunos pueden ser incluidos con relativa facilidad (por ejemplo las emisiones de gases de efecto invernadero pueden ser incluidos como un costo fijo por cada tonelada equivalente de dióxido de carbono), pero otros, como los servicios prestados por los ecosistemas naturales son más difíciles de valorar. Sin embargo, una vez que las externalidades se han cuantificado con éxito, el enfoque CPSI proporciona un método eficaz para comparar los costos directos e indirectos del ciclo de vida de diferentes opciones del lado de la oferta y la demanda.

La totalidad del cálculo CPSI es el siguiente (adaptado de Waterwise 2008):

$$AISC = \frac{C + O + E - OS}{W}$$

Donde,

- C es el VPN del costo de capital (capgas);
- O es el VPN de los costos operativos (opgas);
- E es el VPN de los costos sociales y ambientales y los beneficios de la opción;
- OS es el VPN del ahorro de los gastos operativos, es decir, el dinero ahorrado al no producir el agua ahorrada por la opción, y
- W es el VPN del total de agua consumida o ahorrada

El VPN de cada elemento se define como la suma de los costos/ahorros anuales de más de 25 años (independientemente de la vida de la opción), con los costos futuros o los ahorros descontados a una tasa de entrada por el usuario.

8 Recapitulando

Los servicios urbanos de abastecimiento de agua son cada vez más difíciles de mantener debido a la contaminación de los recursos naturales y el aumento de la demanda de agua.

Tradicionalmente, estas limitaciones han sido superadas mediante la mejora de las tecnologías de tratamiento artificial y el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento de agua.

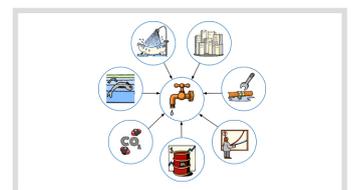
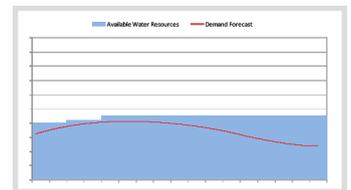
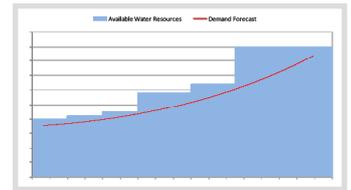
En muchos casos, estas opciones ya no son sustentables como los aumentos del costo de tratamiento y la disponibilidad limitada de los recursos naturales.

Al priorizar la protección de fuentes mejorando el tratamiento y control de la demanda de agua en relación al aumento de la oferta, una ciudad puede proteger y mejorar el entorno natural, mejorar los servicios de agua y reducir los costos de tratamiento y distribución.

Para ello, los vínculos entre el abastecimiento de agua, drenaje urbano, las aguas residuales y una gama de otros sectores de la gestión urbana necesitan ser reconocidos. Un enfoque integrado es necesario.

Un gran número de opciones están disponibles para poner en práctica este enfoque. Éstas incluyen el almacenamiento natural y los sistemas de tratamiento, las tecnologías de uso eficiente del agua y el uso de fuentes alternativas de suministro, tales como agua de lluvia y aguas residuales recicladas.

La solución óptima es probable que sea una combinación de las tecnologías tradicionales e innovadoras. Estas podrían ser seleccionadas comparando evaluación con criterios comprensivos de sustentabilidad relevantes a las necesidades y las condiciones locales.



$$AISC = \frac{C + O + E - OS}{W}$$

9 Referencias

Ashton, V., Gordon-Walker, S., Marshallsay, D. (2009) Leakage target setting in London, Greater London Authority, London, UK.
<http://legacy.london.gov.uk/mayor/environment/water/docs/leakage-target-setting.pdf>

Butterworth, J., McIntyre, P., da Silva Wells, C. eds. (2011) SWITCH in the City: Putting urban water management to the test, IRC International Water and Sanitation Centre, The Hague, Netherlands. www.switchtraining.eu/switch-resources

Defra (2008), Briefing Note BNWAT22: Domestic water consumption in domestic and non-domestic properties, Defra's Market Transformation Programme, The UK Government Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK.
efficient-products.defra.gov.uk/spm/download/document/id/669

European Commission (2009) Study on water performance of buildings ref. 070307/2008/520703/ETU/D2, European Commission (DG Env.)
http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/Water%20Performance%20of%20Buildings_Study2009.pdf

Heinzmann, B. (2004) Measures to minimise water consumption and water losses – case study of Berlin, Berlin Water (Berliner Wasserbetriebe), Germany.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/measures.pdf>

Kayaga, S., Smout, I. (2011) Water demand management in the City of the Future – Selected tools and instruments for practitioners, The Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University, UK.
www.switchtraining.eu/switch-resources

Krauze, K., Zawilski, M., Zalewski, M., Wagner, I. (2008) Ecohydrological restoration of aquatic habitats in urban areas: aims, constraints and techniques, University of Lodz, Poland. www.switchtraining.eu/switch-resources

Maeng S. K. (2010) Multiple objective treatment aspects of bank filtration, PhD Thesis, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands. www.switchtraining.eu/switch-resources

Retamal, M., Turner, A., White, S. (2009) The water-energy-climate nexus – Systems thinking and virtuous circles, Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, Australia.
<http://www.isf.uts.edu.au/publications/retamal2009climatechange.pdf>

Salian, P., Anton, B. (2011) Making urban water management more sustainable: Achievements in Berlin, ICLEI European Secretariat, Freiburg, Germany.
www.switchtraining.eu/switch-resources

Smout, I., Kayaga, S., Muñoz-Trochez, C. (2010) Adapting the Economic Level of Leakage concept to include carbon emissions, and application with limited data, The Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University, UK.
www.switchtraining.eu/switch-resources

Smout, I., Kayaga, S., Muñoz-Trochez, C. (2008) Financial and economic aspects of water demand management in the context of Integrated Urban Water Management, The Water, Engineering and Development Centre (WEDC), Loughborough University, UK.
http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W6-0_PAP_BH_Session7c_Economics_of_demand_management.pdf

Turner, A., Willetts, J., Fane, S., Giurco, D., Kazaglis, A., White, S. (2008) Guide to Demand Management, Water Services Association of Australia, Melbourne, Australia.
<http://www.isf.uts.edu.au/publications/wsaa2008dmguide.pdf>

Turner, A., Willetts, J., White, S. (2006) The International Demand Management Framework – Stage 1: Final Report, Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, Australia.
<http://www.isf.uts.edu.au/publications/turneretal2006idmf.pdf>

Wagner, I., Zalewski, M. (2009) Ecohydrology as a basis for the sustainable city strategic planning: Focus on Lodz, Poland, University of Lodz, Poland.
www.switchtraining.eu/switch-resources

Wagner, I., Izydorczyk, K., Drobniewska, A., Fratzczak, W., Zalewski, M. (2006) Inclusion of ecohydrology concept as integral component of systemic in urban water resources management. The city of Lodz case study, Poland, University of Lodz, Poland.
<http://www2.gtz.de/Dokumente/oe44/ecosan/en-ecohydrology-urban-water-2007.pdf>

Wardale, J. (2007) Investigating the feasibility of a micro-scale Aquifer Storage and Recovery system, University of Birmingham, UK.
www.switchtraining.eu/switch-resources

Waterwise (2008) Evidence Base for Large-scale Water Efficiency in Homes, Waterwise, London, UK.
http://www.waterwise.org.uk/images/site/Policy/evidence_base/evidence%20base%20for%20large-scale%20water%20efficiency%20in%20homes%20-%20phase%20ii%20interim%20report.pdf

El proyecto SWITCH ayuda a alcanzar una gestión más sustentable en la "Ciudad del Futuro". Un consorcio de 33 organizaciones socias de 15 países trabajaron en soluciones científicas innovativas, tecnológicas y socio económicas con la misión de fortalecer su amplio uso alrededor del mundo.

www.switchtraining.eu

Contacto:

ICLEI European Secretariat
 Leopoldring 3
 79098 Freiburg
 Germany
www.iclei-europe.org
 Phone: +49-761/368 92-0
 Fax: +49-761/368 92-29
 Email: water@iclei.org

ICLEI Oficina México
 Roma 41 4º piso
 06600 Distrito Federal
 México
www.iclei.org.mx
 Teléfono: +52-5536408725
 Email: iclei-mexico@iclei.org



Aliados:



ISBN 978-3-943107-05-0 (PDF)
 ISBN 978-3-943107-02-9 (CD-ROM)