

Infundir nueva vida

La tecnología del abastecimiento de agua se emplea para enfrentarse con el problema crucial a escala mundial de la disminución de las fuentes de agua potable

Heinrich-Martin Schreyer

Cubre dos tercios de la superficie de la Tierra, constituye el 75 % del cuerpo humano y es uno de los elementos primordiales, responsables de la vida en el planeta. Aunque el porcentaje de agua utilizable por el hombre en todo el planeta sea muy bajo, en la actualidad hay bastante agua para satisfacer la demanda de una población mundial en aumento. Sin embargo, se estima que actualmente la tercera parte de la población vive en países con escasez de agua y que para 2025 la proporción ascenderá a dos terceras partes. Una de las causas es la calidad de las aguas. En muchas zonas habitadas, la explotación y la contaminación han transformado el agua utilizable en un "cocktail" químico inadecuado para el uso o para el consumo humano. Otra de las razones es la ineficiencia con que se emplea gran parte del agua. Asimismo, la ineficacia de los sistemas de transporte y distribución contribuye al deficiente acceso al agua y a cada vez mayores pérdidas.

Mediante una tecnología nueva y mejorada, ABB está ayudando a los servicios de suministro de agua en su labor de aumentar las posibilidades de acceso a un agua que sea más utilizable, así como a la reutilización de las aguas residuales tratadas.



Llevamos la tecnología al hogar

El agua es un recurso valioso, pero, por desgracia, el suministro de agua potable está disminuyendo al tiempo que aumenta su demanda. La falta de agua dulce reduce el desarrollo económico (ya que para el crecimiento industrial se precisa agua) y hace que disminuya el nivel de vida. La agricultura emplea una gran cantidad del agua potable disponible, y van en aumento la mala utilización y el despilfarro, debido principalmente al riego. La contaminación hace que no se pueda utilizar otra parte del agua disponible. Los gobiernos son conscientes de que existe una necesidad imperiosa de gestionar mejor los recursos y buscan sin descanso la solución de sus problemas de agua.

La explotación y la contaminación han transformado el agua utilizable de muchas zonas en un "cocktail" químico inadecuado para el uso o el consumo humano.

ABB, que acumula muchos años de experiencia con su amplia cartera de productos y servicios, está ayudando a los servicios de suministro de agua a mejorar la calidad y la distribución del agua en las zonas que más lo necesitan. Centrandonos en los procesos eléctricos y de automatización, ABB puede ayudar a desarrollar, optimizar y mantener grandes redes de suministro de agua por todo el mundo. En este momento se están haciendo mejoras en los siguientes aspectos:

- Mejora de las plantas desalinizadoras.
- Mejora de los sistemas de transporte de agua (WTS).
- Sistema de medición del rendimiento de bombas (PEMS).
- Sistemas de distribución de agua (WDS).
- Sistemas de gestión de fugas de agua (WLMS).

Desalinización

Hay varias formas de abordar el problema de la degradación de los suministros

1 La planta desalinizadora de ósmosis inversa (OI) número R.O.-1 en Arabia Saudita ha aumentado su capacidad de desalinización nada menos que en 50.400 m³ al día.



de agua potable: por ejemplo, sistemas de riego eficaces o cultivo de plantas que consuman menos agua. Otra opción es la desalinización, a la vista de la cantidad de agua salada que cubre el planeta. Se desaliniza el agua para convertirla en agua dulce que sea adecuada para el consumo o el riego, y en muchos casos, ésta es la única forma de suministrar agua dulce en regiones donde la disponibilidad del agua está muy limitada. Hay tres procesos principales para la desalinización:

- *Destilación en varias etapas (MSF)*: empleado en aplicaciones de gran tamaño, el Multi stage flash o MSF es un método de destilación multi-etapa donde se calienta el agua del mar y se disminuye la presión que la rodea, de forma que el agua se transforme en vapor como un "relámpago". Cada etapa se encuentra a menor presión.
- *Destilación de efecto múltiple (MED)*: el método MED (Multiple-effect distillation) debe su nombre al hecho de que se utiliza más de una cámara de ebullición o "efecto" para producir el agua destilada. Se emplea en aplicaciones de tamaño medio, haciendo hervir el agua del mar siguiendo una secuencia de efectos, cada uno de ellos a una presión menor que el anterior. Se utiliza el vapor procedente de una serie para calentar a continuación la siguiente. Únicamente el primer recipiente (a la presión más alta) exige una fuente de calor exterior.
- *Ósmosis inversa (OI)*: se bombea agua salobre¹⁾ o agua de mar a alta presión a través de una membrana permeable

en una vasija cerrada. La salmuera concentrada permanece en un lado de la membrana y el agua que se puede transportar, en el otro lado. Históricamente, la tecnología de OI se ha empleado en plantas de tamaño pequeño o mediano. Como se considera la solución para desalinización con mejor relación coste-eficacia, el método de OI se emplea actualmente en aplicaciones grandes.

La desalinización suele exigir grandes cantidades de energía y a menudo se la cita como una solución cara, en especial si se compara con la producción de agua en plantas de tratamiento. Dependiendo del proceso de desalinización que se emplee, la energía necesaria consume entre un 20% y un 60% del coste total de producción (la OI es el proceso menos caro en términos de energía necesaria, y el MSF el más caro). Sin embargo, los costes de producción de las plantas de desalinización han venido reduciéndose durante la última década en un factor de más de cuatro. ABB ha estado trabajando para reducir todavía más estos costes mediante el desarrollo de equipos eléctricos de alto rendimiento.

No es sorprendente que una gran proporción de las plantas de desalinización de todo el mundo estén situadas en Oriente Medio, ya que el rápido crecimiento ha aumentado la necesidad de servicios de suministro de energía y agua.

En la actualidad hay más de 13.000 plantas de desalinización en todo el mundo [1]. El rápido crecimiento de Oriente Medio en los últimos años ha originado una necesidad de establecer infraestructuras básicas como los servicios de suministro de energía y agua, por lo que no es sorprendente que una gran parte de las plantas de desalinización en el mundo se encuentren en esa zona²⁾. ABB ha estado estrechamente

asociada a la mejora de una de dichas plantas, la de Yanbu, para desalinización por OI en Arabia Saudita.

Planta de destilación de Yanbu

La planta de desalinización por OI (número R.O.-1) de Yanbu, en el Reino de Arabia Saudita, se compone de seis series con bombas de alta presión. La capacidad de desalinización instalada en

esta área ha aumentado en 50.400 m³ al día hasta alcanzar una capacidad total de unos 146.000 m³ diarios. La totalidad de la planta la contrató la Comisión Real de Jubail y Yanbu con SBG-PCM. SBG-PCM subcontrató posteriormente con ABB los componentes eléctricos principales, como los sistemas de aparamenta

de media tensión, los transformadores, los sistemas de aparamenta de baja tensión, los centros de control de motores, el sistema de control de la planta y el simulador para formación sobre el funcionamiento de la planta. El proyecto se finalizó en marzo de 2007.

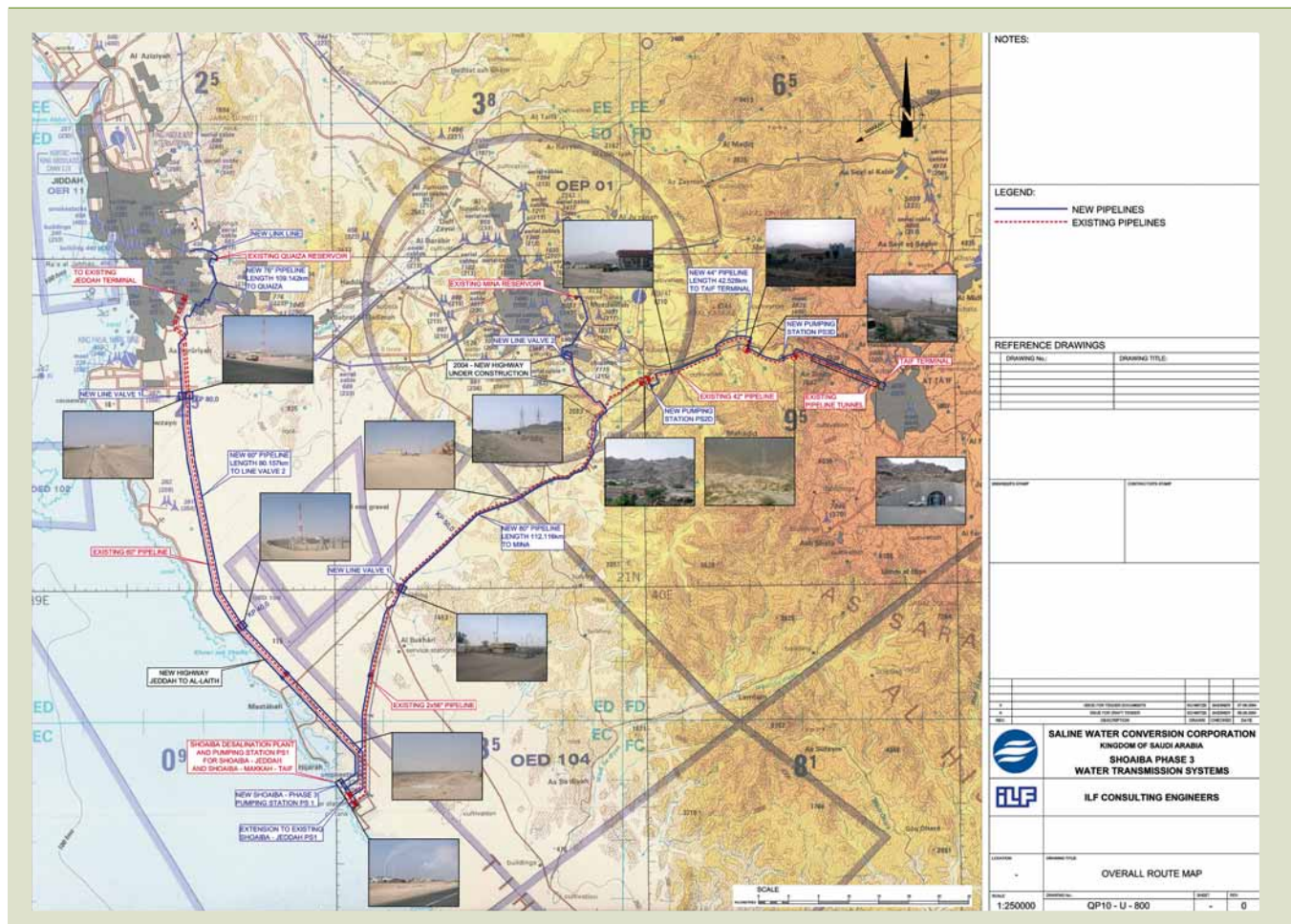
Notas a pie de página

- 1) Debido a su menor concentración de sal, el coste de desalinización del agua salobre es menor que el del agua de mar.
- 2) Según el 19º inventario mundial de plantas de desalinización de la IDA, hasta el 31 de diciembre de 2005 se había contratado una capacidad total combinada de 47 millones de metros cúbicos. Una comparación entre la capacidad anual media contratada entre 2001 y 2005 y la contratada en los cinco años anteriores sugiere que el mercado de nueva capacidad está creciendo a un ritmo del 25% anual. El 33% de la nueva capacidad contratada en los últimos dos años lo ha sido para clientes en el Golfo Árabe.

Cuadro 1 Aumento de la capacidad de conducción por medio del proyecto Shoaiba WTS.

Conducción	Shoaiba Jeddah	Shoaiba Quaiza	Shoaiba Mina	Makkah Taif PS 2D	Makkah Taif PS 3D
Capacidad de diseño inicial	270 millones m ³ /día	290 millones m ³ /día	450 millones m ³ /día	180 millones m ³ /día	180 millones m ³ /día
Capacidad de diseño final	270 millones m ³ /día	585 millones m ³ /día	571 millones m ³ /día	180 millones m ³ /día	180 millones m ³ /día
Bombas de aumento de presión iniciales	3 + 1 x 900 kW	2 + 1 x 1.500 kW	4 + 1 x 1.400 kW	No aplicable	No aplicable
Bombas de aumento de presión finales	3 + 1 x 900 kW	4 + 1 x 1.500 kW	5 + 1 x 1.400 kW	No aplicable	No aplicable
Bombas principales iniciales	3 + 1 x 3.100 kW	2 + 1 x 2.,800 kW	4 + 1 x 10.300 kW	3 + 1 x 7.800 kW	3 + 1 x 7.800 kW
Bombas principales finales	3 + 1 x 3.100 kW	4 + 1 x 7.300 kW	5 + 1 x 10.300 kW	3 + 1 x 7.800 kW	3 + 1 x 7.800 kW

2 El proyecto Shoaiba WTS P3, actualmente en marcha en la región occidental de Arabia Saudita, consiste en un sistema de conducciones de 344 km que transportará agua desalinizada a Jeddah, Taif y la Ciudad Santa de Makkah.



Llevamos la tecnología al hogar

3 El sistema de conducciones Sarir/Sirt y Tazerbo/Benghazi forma parte del proyecto Great Man-Made River (gran río artificial o GMR), que atr transportará agua suficiente a la zona costera del norte de Libia, donde vive la mayoría de la población.



Sistemas de transporte de agua

La misión del sistema de transporte de agua (WTS) es llevar el agua donde se necesite. Un WTS consiste en unas conexiones de multipunto a multipunto a lo largo de varios cientos de kilómetros, que se extienden desde el punto de suministro al de consumo. Se recoge el agua procedente de recursos naturales tales como campos de pozos, ríos o lagos, o de recursos artificiales como pantanos o plantas de tratamiento o desalinización.

En el extremo final del sistema de transporte, se distribuye el agua a depósitos próximos a las ciudades. Si se presenta un problema en un WTS, se produce un estrangulamiento del suministro de agua que debe resolverse antes de que puedan vaciarse los depósitos.

La disponibilidad tiene una prioridad mayor que el coste-eficacia, y tomando como ejemplo el proyecto de WTS de Shoaiba 2, en la región occidental de Arabia Saudita, ABB ha demostrado que se puede aumentar la disponibilidad del sistema mediante un diseño redundante suministrando equipos fiables eléctricos y de control.

El WTS de Shoaiba

En el proyecto del WTS de Shoaiba (fase tres), un sistema de conducciones de 344 km de largo transportará agua desalinizada a las ciudades de Jeddah, Taif y Makkah. El cliente es la compañía Saline Water Conversion Corporation (SWCC). Las estaciones de bombeo y la construcción de la conducción de agua se contrató con un consorcio formado por Saudi Services for Electro Mechanic Works Co., Ltd. (SSEM), Al-Rashid Trading and Contracting Company (RTCC) y HAK. SSEM ha subcontratado con ABB los componentes eléctricos principales, como la ampliación de los sistemas de apartamiento de alta y de media tensión, los motores de media tensión, los transformadores, los sistemas de apartamiento de baja tensión, los centros de control de motores, el sistema de control de las conducciones y un sistema de detección de fugas en las conducciones. El proyecto se está ejecutando actualmente, pero cuando esté finalizado se habrá aumentado considerablemente la capacidad de transporte de agua **Cuadro 1**.

WTS Sarir/Sirt y Tazerbo/Benghazi

El sistema de conducciones Sarir/Sirt y Tazerbo/Benghazi forma parte del gran proyecto Great Man-Made River (gran

río artificial o GMR) 3. Bajo el desierto, en el sur de Libia, existen grandes reservas de agua dulce, la mayor parte de las cuales se depositaron hace entre 15.000 y 35.000 años en cuatro grandes yacimientos subterráneos. Dentro del proyecto GMR, el agua va a ser transportada a la zona costera del norte, donde vive la mayor parte de la población libia.

La Great Man-Made River Authority (GMRA) contrató con ABB el sistema de automatización, un simulador de la conducción y el trabajo de instrumentación. El sistema de simulación de la conducción establece un modelo de la hidráulica hasta con 14 días de antelación, lo que ayuda a la GMRA a hacer funcionar todo el complejo sistema de suministro de agua, desde el campo de pozos a los depósitos de la costa, en correspondencia con la demanda que se produce. El proyecto está actualmente en fase de ejecución.

Sistema de medición del rendimiento de bombas

El avanzado Sistema de Medición del Rendimiento de Bombas (PEMS) 4, basado en tecnología patentada de ABB, vigila y registra continuamente el caudal y el rendimiento de cada bomba. Basado en un método termodinámico de medida (según la norma británica EN ISO 5198³⁾, el PEMS calcula el rendimiento de las bombas mediante el proceso de las temperaturas y las presiones del agua y la potencia de los motores asociados a cada una de ellas. Unos sensores de temperatura extremadamente sensibles (calibrados con la mayor precisión) miden la temperatura del agua de aspiración y suministro de las bombas.

Uno de los componentes clave del PEMS es el transmisor de alta precisión High accuracy delta-T transmitter (HADTT), que se ha desarrollado y patentado especialmente para esta aplicación. El HADTT permite medir con gran precisión las diferencias de temperatura (en el margen de los mK) y garantiza una estabilidad a largo plazo debido a una fase de premaduración

Nota a pie de página

³⁾ La norma BS EN ISO 5198 regula las bombas centrífugas, mixtas y axiales. Código de ensayos de rendimiento hidráulico y clase de precisión.

durante la fabricación. Además, unos transductores de presión inteligentes de ABB, con valores típicos de precisión del 0,075%, proporcionan un alto grado de flexibilidad de los márgenes de medición.

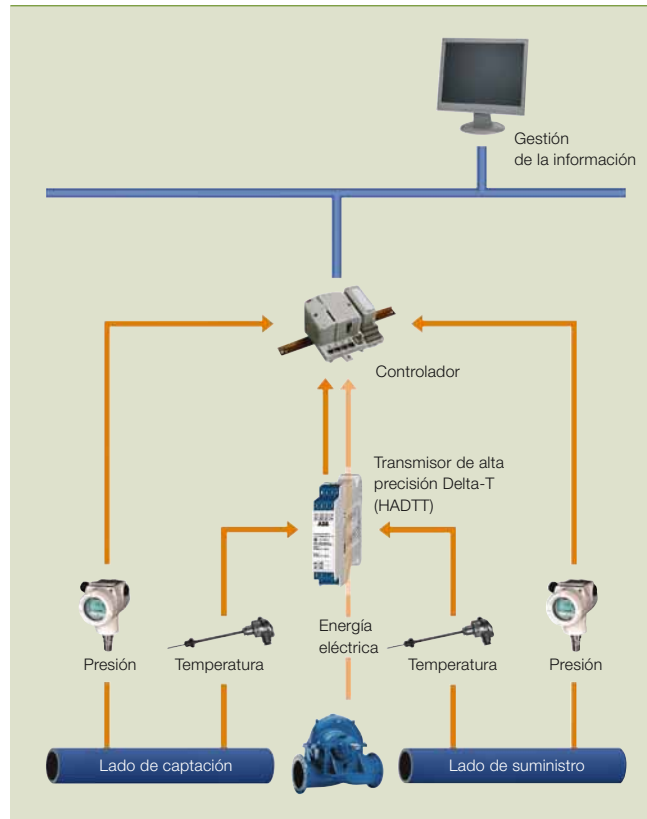
La medida continua del rendimiento y el caudal de las bombas ahorra energía y costes, ya que permite que el operario seleccione la bomba o combinación de bombas más eficiente. Más del 95% del coste del ciclo de vida de una bomba corresponden a la energía. El software del PEMS, puesto que analiza el rendimiento registrado para las bombas, propone una actividad concreta de mantenimiento dentro de un programa previsto de mantenimiento predicativo y proactivo.

Sistemas de distribución de agua

Los sistemas de distribución de agua (WDS) son redes malladas que posiblemente tienen miles de kilómetros de tuberías. El agua se capta donde están los recursos, plantas de desalinización o de tratamiento. El punto final de un WDS son las tuberías de servicio que dan suministro a los edificios industriales y residenciales, las tierras de labranza o las viviendas. En ciertas áreas se instalan dos sistemas: uno que atiende las industrias agrícolas y las zonas verdes con agua dulce o reciclada, y otro que distribuye agua potable para el consumo humano.

El objetivo de las empresas dedicadas a esta actividad es suministrar de forma continua agua de una calidad determinada con el mínimo coste. Para ayudar a empresas como Water and Sanitary Authority Makkah al Mukarramah, en Arabia Saudita, a cumplir este objetivo, ABB puede aumentar la disponibilidad de las estaciones de bombeo mediante el diseño de un sistema eléctrico y de control adecuado, y suministrando equipos de control y eléctricos fiables. Los sistemas SCADA de ABB ayudan a los operadores, ya que hacen funcionar óptimamente su distribución de agua y los riegos, y a los gestores de servicios con el mantenimiento de las fugas a un nivel

4 El sistema de medición del rendimiento de bombas (PEMS) calcula el rendimiento de las bombas procesando las temperaturas y las presiones del agua y la potencia del motor asociado a cada bomba.



tan bajo como sea económicamente justificable.

La estación de bombeo Makkah Al Mukarramah

La estación de bombeo Makkah al Mukarramah 5, finalizada en 2004, proporciona agua potable a varios depósitos y redes de suministro de agua conectados a la Ciudad Santa de Makkah. Mediante bombas o por efecto de la gravedad, se suministra el agua desde una línea de aspiración DN 1600 (con un ramal al depósito Arafat) a cuatro posibles líneas de descarga con tamaños que van de DN 800 a DN 1100. Como subcontratista, ABB fue la responsable de todo el trabajo mecánico, de la instalación de sistemas eléctricos, tales como

Nota a pie de página

4) "Además de las pérdidas reales y aparentes, el concepto de NRW engloba el consumo autorizado y no facturado, que puede corresponder, por ejemplo, al agua utilizada en la lucha contra incendios o a la suministrada a instituciones religiosas. Las NRW constituyen un indicador clave de la calidad de una red de distribución de agua."

los aparatos de media tensión, los motores de media tensión, los transformadores, la alimentación para emergencia, las aparatos de baja tensión, la instrumentación y un sistema de automatización, y del sistema SCADA para la red de tuberías.

Sistema de gestión de fugas

Uno de los problemas principales que afectan a los servicios de suministro de agua en muchos países en desarrollo es el de las "aguas no rentables" (NRW), es decir, la diferencia entre la cantidad de agua que se aporta al sistema de distribución y la que se factura a los consumidores. Se producen unos valores altos de NRW a causa de pérdidas que pueden ser reales (a través de fugas) o aparentes (por robo o por imprecisión de medida)⁴⁾.

El sistema de aguas municipales de Bangkok es uno de

los mayores del mundo. Alimenta a unos 13 millones de personas en Bangkok, Nontaburi y Samutprakarn, con 1.628 millones de m³ anuales de agua potable a través de 24.328 kilómetros de conducciones en un área de 1.855 km². Sin embargo, el nivel de NRW de la Metropolitan Water Authority (MWA) era

Cuadro 2 Empresas y universidades participantes en el proyecto NEPTUNO

- Imperial College of Science, Technology and Medicine
- University of Sheffield
- University of Exeter
- The Chancellor, Masters and Scholars of the University of Cambridge
- Lancaster University
- De Montfort University, Leicester University of Leicester
- Yorkshire Water Services Ltd
- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)
- United Utilities PLC
- ABB

Llevamos la tecnología al hogar

Cuadro 3 Las tres áreas prioritarias de investigación (RPA) asociadas al proyecto NEPTUNO

RPA1: Sensores, datos y conocimiento

El objetivo de la RPA1 es desarrollar tecnologías y métodos pragmáticos, sólidos y novedosos (por ejemplo, sensores y comunicaciones o tecnologías de inteligencia artificial y simulación matemática) para comprender el comportamiento del sistema en tiempo real.

RPA2: Gestión de la presión

El objetivo global de la RPA2 es desarrollar un nuevo método y unas herramientas prácticas para la gestión de la presión a fin de mejorar el servicio al cliente, el rendimiento y la sostenibilidad de los sistemas de distribución de agua, y comprobar su implantación en consonancia con la gestión energética y la reducción de fugas.

RPA3: Apoyo a la toma de decisiones basada en los riesgos

El objetivo de la RPA3 es desarrollar un sistema integrado de apoyo a la toma de decisiones, basado en los riesgos, para evaluar las estrategias de intervención (tanto tácticas como estratégicas) que, a su vez, ayude a la toma de decisiones para el funcionamiento sostenible de los sistemas de agua.

superior al 40%. Había que disminuir este valor a un máximo del 30%, y la MWA acudió a ABB en busca de ayuda. ABB instaló su software Water leakage management software (WLMS) (software de gestión de fugas de agua), que calcula las pérdidas de agua en 1.000 puntos de medida por todo el Gran Bangkok, permitiendo aislar las fugas y repararlas con rapidez.

Neptuno

A medida que disminuyen las reservas de agua dulce se hacen necesarios nuevos métodos para dar uso al agua disponible sin la carga añadida de que los costes sean mayores. En la primavera de 2007, once empresas y universidades **Cuadro 2** unieron sus fuerzas para trabajar en un proyecto de investigación⁵⁾ cuyo objetivo es reducir el coste de la distribución de agua y mejorar la calidad de su suministro. El proyecto se llama NEPTUNO, y abarca:

- Gestión de la presión y la energía;
- Gestión de la información; y
- Herramientas para apoyo a la toma de decisiones.

El proyecto tiene tres áreas prioritarias de investigación (RPA) **Cuadro 3**, cada

una de las cuales incluye paquetes de trabajo (WP) individuales.

Un mercado en crecimiento

Se prevé que el mercado mundial del agua crecerá a un ritmo del 9% anual. Como para cualquier otro servicio, los servicios de suministro de agua necesitan modernizar y optimizar sus actividades de funcionamiento y mantenimiento. Unos sistemas y procesos de automatización efectivos ayudan a reducir los costes operativos y de mantenimiento, así como a simplificar la cooperación entre instalaciones de suministro de agua sobre grandes áreas.

Con su potente base de tecnología y su experiencia, en especial en las áreas de sistemas eléctricos y procesos de automatización, ABB tiene la oportunidad de conseguir un aumento importante de beneficios en este sector del mercado. Para apoyar esta meta se ha establecido una iniciativa estratégica a mediados de 2007 que se centra concretamente en la implantación de la tecnología, el marketing y las ventas en el mercado del agua.

Ciertamente, el agua es la fuente de la vida. Infundir nueva vida a las plantas de producción de agua ayuda a dar vida y a mantenerla.

5 La estación de bombeo Makkah al Mukarramah suministra agua potable a varios depósitos y redes de suministro de agua en la Ciudad Santa de Makkah.



Heinrich-Martin Schreyer

Sistemas eléctricos de ABB

Mannheim, Alemania

heinrich-martin.schreyer@de.abb.com

Nota a pie de página

⁵⁾ El proyecto se titula formalmente "Delivering sustainable water systems by optimizing existing infrastructures via improved knowledge, understanding and technology – Project NEPTUNE" (Oferta de sistemas de agua sostenibles por optimización de infraestructuras existentes mediante conocimiento, comprensión y tecnología mejorados – Proyecto NEPTUNE).

Referencia

[1] **Kranhold, K.** (17 de enero de 2008) "Water, Water, Everywhere . . . Seeking fresh sources, California turns to the salty pacific" (En busca de nuevas fuentes de agua dulce, California se vuelve hacia el salado Pacífico), *The Wall Street Journal*.