

Agua: demandas, requerimientos de energía y disponibilidad

Richard Connor y Michael Webber - United Nations World Water Assessment Programme



Se proyecta que la población mundial alcance los 9.000 millones en 2050 (UNDESA, 2012). El crecimiento poblacional lleva a una demanda de agua aumentada, que refleja las necesidades crecientes para bebida, salud y sanitización, así como para energía y alimentos y de otros bienes y servicios que exigen agua para su producción y entrega. Las áreas urbanas del mundo, particularmente aquellas en los países en desarrollo, se espera que absorban todo el crecimiento de la población, al mismo tiempo que atraen población rural. Esta intensa urbanización incrementará la demanda de abastecimiento de agua, de servicios sanitarios y de electricidad para propósitos domésticos.

En la ausencia de prácticas de manejo sustentable para limitar el impacto del derroche y del uso no sostenible de recursos, el desarrollo económico puede impactar en forma negativa el abastecimiento de agua en términos de calidad y cantidad. La demanda del consumidor y los mayores estándares de vida están motorizando la mayor demanda de agua, sobre todo en los hogares de ingresos medios en las economías emergentes y en desarrollo a través de la mayor demanda de alimentos, de energía y de otros bienes, la producción de los cuales puede requerir cantidades significativas de agua.

Se necesita agua de aceptable calidad en adecuada cantidad para cubrir las demandas de producción

Junto con las fuerzas naturales que afectan lo sistemas acuíferos del mundo, las actividades humanas interactúan y se suman para crear presiones sobre los recursos hídricos, para los cuales no hay sustitutos. Estas presiones son a su vez afectadas por una variedad de factores, tales como desarrollo tecnológico, condiciones políticas, institucionales y financieras, y cambio climático.

de alimentos. Al mismo tiempo, la producción y abastecimiento alimentarios tienen un impacto negativo sobre la sustentabilidad y la calidad de los recursos hídricos. La agricultura es la actividad que más utiliza agua, correspondiendo al riego cerca del 70% de la extracción¹.

Con una mayor demanda de alimentos, es creciente la competencia por el agua. Los cultivos especializados y los productos ganaderos frecuentemente requieren más agua (y en la mayor parte de los casos, más energía) para ser producidos, y llevan a menudo a mayores niveles de contaminación del agua.

En la búsqueda de seguridad alimentaria, los avances tecnológicos en el sector agrícola podrían tener impactos importantes, tanto positivos como negativos, sobre la demanda, abastecimiento y calidad del agua. Paradójicamente, el progreso técnico dirigido a mejorar la eficiencia de uso de los recursos no siempre sirve al objetivo de disminuir el consumo de esos recursos. En términos de agua (como de energía), la implementación de tecnologías de ahorro pueden llevar a una reducción del consumo por unidad producida, pero esos ahorros

¹Se considera extracción a la cantidad total de agua tomada de lagos, ríos o acuíferos con cualquier propósito. Consumo es la fracción del agua extraída que se pierde en transmisión, evaporación, absorción o transformación química, que se vuelve inutilizable para otros propósitos como resultado del uso por el hombre.

son inmediatamente "reinvertidos" para hacer crecer la producción, de este modo, no se logra una caída en la demanda total. Con frecuencia, este ha sido el caso en la agricultura y en la industria. La tecnología puede también crear cambios rápidos, abruptos y no esperados (tanto en término de presiones como de soluciones), lo que la vuelve en el factor más impredecible. Esto es particularmente cierto en el contexto del agua y de la energía, donde las tecnologías para mejorar la eficiencia o la productividad en un terreno pueden tener un efecto opuesto en el otro. Por ejemplo, la rápida dispersión de tecnologías para extracción de petróleo y gas, tales como la combinación de perforación horizontal y fractura hidráulica, en áreas con abastecimiento de agua variable o escaso, pueden llevar a un significativo estrés localizado de agua.

El cambio climático impacta el ciclo hidrológico y consecuentemente los recursos hídricos. Es un factor de estrés adicional a través de sus efectos sobre otras presiones externas y de este modo actúa como un amplificador de la ya intensa competencia por los recursos de agua. Por ejemplo, las mayores temperaturas y el incremento en la tasa de evaporación pueden afectar el abastecimiento hídrico directamente e incrementar la demanda de agua para agricultura y energía. Hay significativos niveles de incerteza en las proyecciones de cambio climático, y estas incertezas aumentan

mucho cuando se llevan a una escala local. El manejo de los recursos hídricos está en una fase de difícil transición, tratando de adaptarse a las grandes incertezas asociadas con el cambio climático mientras se esfuerza por implementar en forma integrada un complicado conjunto de principios y cambios instrumentales.

Las políticas gubernamentales relacionadas con el agua y los sectores relacionados, incluyendo agricultura y energía, así como con la protección del ambiente, pueden exacerbar o aliviar las presiones sobre los recursos de agua. El desafío que enfrentan los gobiernos incluye una planificación mejor coordinada y evaluación de compensaciones a nivel nacional. La inversión, tanto del sector público como del privado, será un factor determinante para los niveles a los cuales se incrementará la provisión de agua y servicios relacionados.

Actual demanda global de agua e incrementos proyectados

Los datos sobre uso de agua (extracciones y consumo) y sobre su calidad son muy a menudo desactualizados, limitados o inexistentes. Cuando están disponibles, a menudo están basados en estimaciones más que en mediciones reales. Globalmente, se cree que las extracciones totales de agua dulce se han incrementado alrededor de 1% por año entre 1987 y 2000, a partir de los



DIVISIÓN LÁCTEA

en permanente incorporación de tecnología e innovación para el sector

- Tanques silo para leche y suero
- Pasteurizadores e intercambiadores de calor a placas o tubulares
- Tanques de proceso para yogurt, suero, crema, fermento y helados.
- Equipamientos para elaboración de quesos: tinas doble "0", sistemas de desuerado, moldeo y prensado.
- Mecanización de queserías de mediana y gran capacidad.
- Líneas continuas para enfriado y secado de quesos.
- Túneles para aplicación de solución antimoho
- Saladeros y sistemas para tratamiento de salmuera.
- Elaboración de dulce de leche en pailas o sistema continuo por evaporación.
- Túneles para lavado de moldes y/o bandejas.
- Plantas de limpieza CIP
- Equipos para concentración y secado de leche y suero.



Asema S.A. Ruta Prov. N° 2 - altura 3900 (km. 13) - Tel/Fax: 54-(0)342-4904600 (rot) - CP3014 Monte Vera Pcia. Santa Fe - Argentina - asema@asema.com.ar - www.asema.com.ar



datos obtenidos de FAO AQUASTAT. Es razonable asumir que esta tendencia general ha continuado desde entonces a una tasa similar. Las extracciones anuales parecen haberse estabilizado o incluso declinado en la mayor parte del mundo más altamente desarrollado, sugiriendo mejoras en la eficiencia y el crecimiento de la importación de bienes agua-intensivos, incluyendo alimentos. Esto también sugiere que el 1% anual global de incremento ha estado ocurriendo en los países en desarrollo casi exclusivamente.

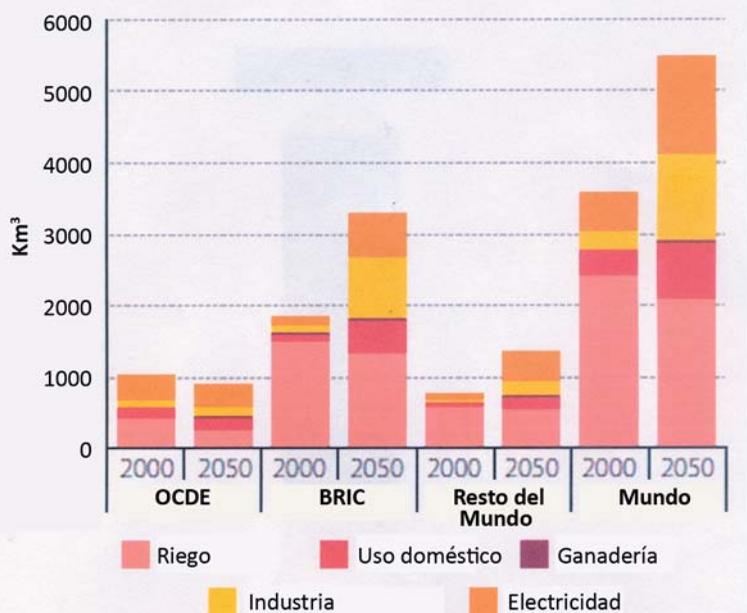
La agricultura es responsable grosso modo del 70% de las extracciones globales de agua dulce, con el sector industrial y el sector doméstico sumando el 20% y el 10%, respectivamente, aunque estas cifras pueden variar considerablemente entre países. Los países más desarrollados tienen una proporción mucho mayor de extracciones para la industria que los países en desarrollo, donde predomina la agricultura. A esta última actividad le corresponde más del 90% de las extracciones en la mayor parte de los países menos desarrollados del mundo.

Históricamente, la generación de "energía" (combustibles y electricidad) no ha sido normalmente considerada como un sector aislado cuando se informaba sobre el uso de agua. El uso de agua para energía estaba más frecuentemente incrustado en la "industria". Sin embargo, la IEA ha estimado que las extracciones globales de agua para producción de energía en 2010 alcanzaron alrededor del 15% del total o, a grosso modo, el 75% de todas las extracciones de agua para uso industrial.

Aunque hay un amplio reconocimiento de la necesidad de asignar agua a los ecosistemas, y de que se han hecho significativos avances sobre metodologías para cuantificar los requerimientos de los mismos, hay menos información sistemática sobre dónde y en qué medida ha sido realmente aplicado el mantenimiento de los flujos ambientales.

Se proyecta que la demanda global de agua crezca significativamente para todos los principales usos, con la mayor proporción de este crecimiento en los países en desarrollo y en las economías emergentes. Sin embargo, cuantificar el potencial incremento de la demanda es extremadamente difícil, ya que "hay grandes incertidumbres sobre la cantidad de agua requerida para cubrir la (creciente) demanda de alimentos, energía y otros bienes, y para sostener los ecosistemas" (WWAP, 2012). Sin mejoras en la eficiencia, se espera que el consumo de agua agrícola se incremente alrededor de un 20% hacia 2050. También se espera que el consumo de agua industrial y doméstica se incremente, especialmente en ciudades y países que presentan un acelerado crecimiento económico y desarrollo social. La demanda de agua para energía ciertamente aumentará, ya que se calcula que las necesidades de energía crecerán más de un tercio en el período 2010-2035, con los países por fuera de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) alcanzando el 90% de la demanda. De acuerdo a esta organización internacional, en ausencia de nuevas políticas, la dis-

Figura 1 – Demanda global de agua (extracciones de agua dulce):
Escenario de base, 2000 y 2050



El gráfico sólo mide el "agua azul" (ríos, lagos y napas) y no considera la agricultura en secano. Fuente: OCDE

ponibilidad de agua dulce se verá reducida en forma creciente hasta 2050. Hacia ese año, se proyecta que habrá 2.300 millones más de personas que en la actualidad (en total, más del 40% de la población total) viviendo en áreas sujetas a un severo estrés hídrico, especialmente en el Norte y el Sur de África y en el Sur y Sudeste Asiático. También se proyecta que la demanda global de agua en términos de extracción se incremente en cerca del 55% debido al crecimiento de las demandas para manufactura (400%), generación térmica de electricidad (140%) y uso doméstico (130%) (Figura 1). Se debe destacar que estos cálculos no toman en cuenta los flujos ambientales, necesarios para el abastecimiento futuro de agua y para los servicios del ecosistema basados en recursos hídricos.

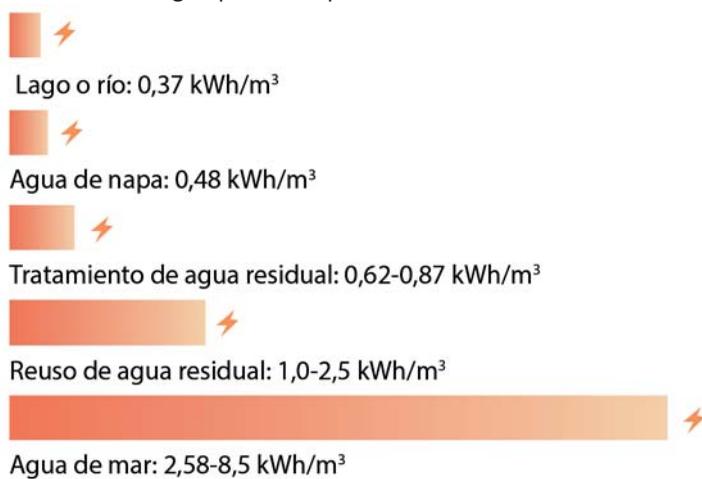
Necesidades de energía para la provisión de agua

La energía es necesaria para dos aspectos de la provisión de agua: el bombeo y el tratamiento. La energía para el bombeo de agua depende del cambio de elevación (incluyendo profundidad en el caso de aguas subterráneas), distancia, diámetro de cañerías y fricción. El bombeo de agua requiere una gran cantidad de energía debido a su alta densidad. La cantidad necesaria para el tratamiento de agua potable y de aguas servidas varía mucho y depende de factores tales como la calidad en la fuente, la naturaleza de cualquier contaminación y el tipo de tratamiento utilizado.

Se requieren diferentes niveles de tratamiento para diferentes usos. El agua para bebida en general necesita un tratamiento intenso y, una vez utilizada, debe ser tratada nuevamente para alcanzar un estándar seguro antes de retornar al ambiente. Muchos de estos pasos son muy intensivos en el uso de energía. Algunos procesos de tratamiento, tales como luz ultravioleta (UV), consumen relativamente poca energía (0,01-0,04 Kwh/m³). Tecnologías más sofisticadas –tales como la ósmosis inversa– requieren cantidades mayores de energía (1,5-3,5 Kwh/m³). El agua para agricultura generalmente requiere poco o ningún tratamiento, de tal modo que las necesidades de energía son principalmente para bombeo. Globalmente, la cantidad de energía utilizada para riego está relacionada directamente a la enorme cantidad de agua requerida para la irrigación y a los métodos utilizados.

El agua de superficie, cuando está localizada cerca de los puntos de uso, es usualmente la que menos energía necesita para su distribución, pero puede estar altamente contaminada. El agua subterránea generalmente requiere poco tratamiento, pero más energía

Figura 2 – Cantidad de energía necesaria para proveer 1 m³ de agua potable a partir de diversas fuentes



Este diagrama no incorpora elementos críticos, tales como la distancia que es transportada el agua o el nivel de eficiencia, que varían mucho de un lugar a otro.
Fuente: WBSCD 2009

para bombearla hasta la superficie. El agua salobre exige una significativa cantidad de energía para su tratamiento, dependiendo del nivel total de sólidos disueltos (a más sales a ser extraídas, más energía utilizada). La desalinización de agua de mar está en el extremo de

NUTRALIA

Respuesta integral para la fortificación de alimentos, brindada por personal altamente capacitado y de amplia experiencia en el rubro.

- ✓ FORTIFICACION DE ALIMENTOS: Fórmulas de vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, aminoácidos y otros nutrientes especiales
- ✓ ANTIOXIDANTES NUTRAX®, naturales y sintéticos
- ✓ SUPLEMENTOS DIETARIOS Y NUTRICIONALES
- ✓ FORMULACIONES A MEDIDA

Av. Facundo Zuviria 6513, CP 53004LSM Santa Fe, Argentina
Tel. Fax: 54 342 484 1204
e-mail: info@nutralia.net www.nutralia.net



la escala de intensidad de energía utilizada, con requerimientos que están en función de la temperatura del agua y de su salinidad (Figura 2).

La desalinización se ha incrementado significativamente en los últimos 20 años debido a que los países buscan aumentar la oferta de agua y a que la combinación de costos industriales y de energía ha caído marcadamente, hasta debajo de los US\$ 0,50/m³. Hoy hay más de 16.000 plantas de desalinización en el mundo, con un capacidad de operación global de alrededor de 70 millones de m³/día. Algunos observadores industriales han sugerido que la capacidad de operación podría casi duplicarse hacia 2020. El agua desalinizada incluye el uso de al menos 75,2 TWh/año, lo que representa alrededor del 0,4% del consumo global de energía. Aunque esta tecnología puede ser apropiada para brindar agua a usuarios domésticos e industriales en regiones costeras de ingresos altos y medios, no es hoy una alternativa accesible para los países más pobres, para sectores muy consumidores de agua (como la agricultura), ni para consumo a grandes distancias de la planta de tratamiento, debido a los costos de transporte. Hay promisorios avances en desalinización, aunque también se reconoce que los niveles incrementados de salinidad en el agua de mar causados por esta tecnología puede tener impactos negativos en los ecosistemas marinos adyacentes.

El agua subterránea es la fuente principal de agua para bebida en todo el mundo, y en países tales como Dinamarca y México constituye una parte muy significativa del abastecimiento (99% y 95%, respectivamente), mientras que la proporción es de 38% en EE.UU. El bombeo desde esta fuente requiere desde 0,1 kWh/m³ a 36,5 metros de profundidad hasta 0,5 kWh/m³ a 122 metros de profundidad. El agua subterránea es a menudo citada como de alta calidad, que necesita menos tratamiento que el agua de superficie. De

hecho, cuando está relativamente libre de contaminación microbiana y la contaminación química es localizada, los costos de su tratamiento pueden ser mucho menores que los del agua de superficie. Por ejemplo, en Canadá los costos de operación y mantenimiento (incluyendo energía y mano de obra) de plantas de tratamiento de agua subterránea son aproximadamente la mitad que los del agua superficial.

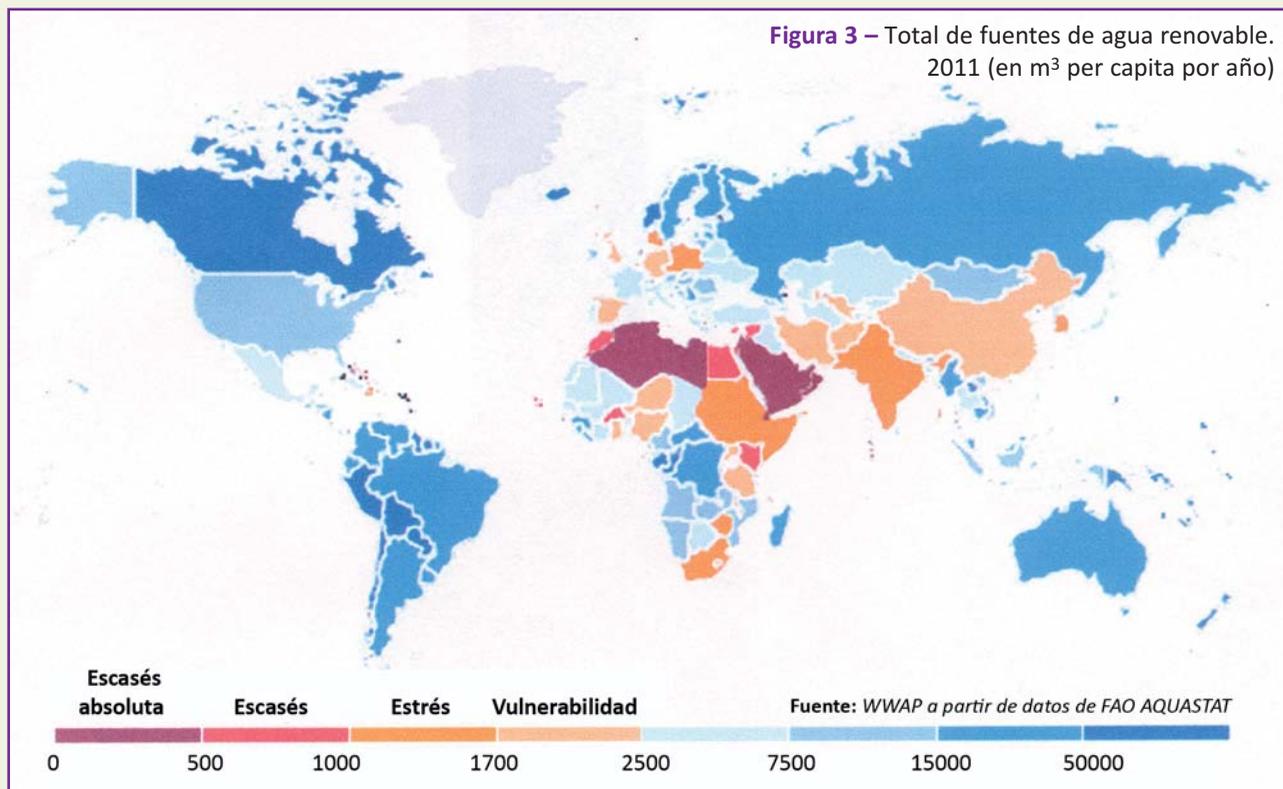
Más del 17% del agua subterránea de Canadá no necesita tratamiento, y cerca del 30% necesita sólo desinfección. Dado que la profundidad de los pozos (con los consiguientes costos de bombeo) depende del nivel de las napas, asegurar una adecuada recarga de los acuíferos puede resultar en ahorro de costos y de energía a largo plazo. Al respecto, un manejo sustentable del agua subterránea, incluyendo la recarga de los acuíferos, puede llevar a positivos beneficios.

Un aspecto interesante y notable de la relación agua-energía es que las aguas servidas están siendo reconocidas como una fuente potencial de energía y no como una mera corriente de desechos. En varios países, las compañías abastecedoras de agua están trabajando para llegar a ser "energía neutras", es decir intentan generar una cantidad de energía a partir de las aguas servidas que equilibre la cantidad de energía consumida en sus otras operaciones.

Recarga de acuíferos

La recarga gestionada de acuíferos (MAR) es el proceso de almacenar intencionalmente (y en algunos casos tratar) agua en los acuíferos. Este proceso es utilizado tanto para prevenir la degradación de los recursos de agua subterránea como para generar fuentes adicionales de agua de bebida a través del almacenamiento o biorremediación de aguas residuales. Hay varios tipos de MAR, algunas de los cuales requieren energía (por ej., almacenamiento y recuperación de acuíferos) y otras no, (por ej., estanques para infiltración). Las MAR con gasto de energía son utilizadas mayormente en EE.UU. y Australia, mientras que las que no consumen energía son aplicadas en casi todas las regiones del mundo. El uso de las MAR para crear o aumentar los abastecimientos de agua ya existentes podría llevar a ahorros de energía medibles y a reducción de emisiones de carbono. Dado que la energía necesaria para bombear agua subterránea se incrementa con la profundidad, prevenir la depleción también resulta en ahorros de energía a largo plazo.

Figura 3 – Total de fuentes de agua renovable. 2011 (en m³ per capita por año)



Disponibilidad de agua

Mientras que los datos de precipitaciones –los cuales pueden ser medidos con relativa facilidad– están generalmente disponibles en la mayor parte de los países, las corrientes fluviales y los niveles de acuíferos subterráneos son generalmente mucho más difíciles y costosos de monitorear. Como resultado, las tendencias relacionadas con los cambios en la disponibilidad de agua dulce son difíciles de determinar en casi todos los lugares del mundo. Sin embargo, es claro que varios países enfrentan variados grados de escasez de agua, estrés o vulnerabilidad (Figura 3).

En ausencia de una regulación del flujo por medio de infraestructura artificial de almacenamiento, la disponibilidad de agua superficial varía de lugar a lugar y a lo largo de los días, estaciones, años y déca-

das, en función de la variabilidad climática. El cambio climático implica que las tendencias hidrológicas del pasado ya no son indicadoras de la disponibilidad futura de agua. De acuerdo con las proyecciones más recientes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), se espera que las regiones secas se vuelvan aún más secas y las regiones húmedas más húmedas, y que se incrementará la variabilidad general. Hay evidencia de que esto sucede como resultado de una intensificación del ciclo del agua y que está afectando el abastecimiento local y regional de agua, incluyendo a la disponible para producción de energía. Hay pruebas claras de que la disponibilidad de agua subterránea está disminuyendo, con una estimación de que el 20% de los acuíferos del mundo están siendo sobreexplotados, algunos masivamente. En el mundo la tasa de



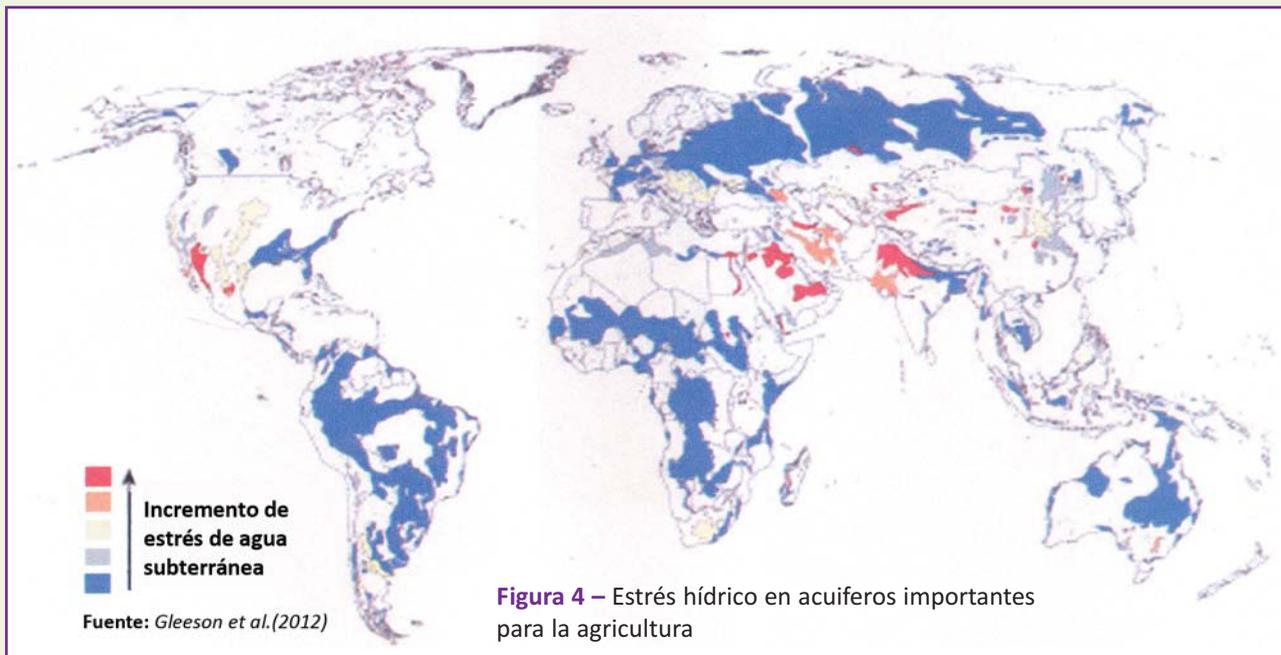
La solución instantánea a su problema de espacio frigorífico.

Con la última tecnología, todo para el almacenaje estático de mercadería perecedera.

CONTENEDORES DRY Y REFRIGERADOS. ALQUILER - VENTA



Leandro N. Alem 861 (1646) San Fernando Tel/Fax (5411) 4780.3551 / 4744.3270
 info@cool-tainer.com.ar - www.cool-tainer.com.ar



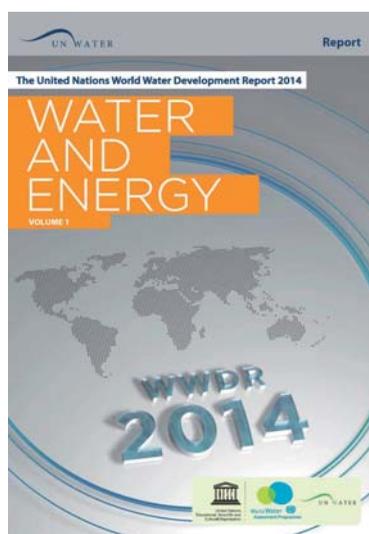
extracción de agua subterránea se está incrementando 1 a 2% por año, lo que se suma al estrés hídrico en varias áreas (Figura 4) y compromete la disponibilidad de agua subterránea para actuar como buffer frente a disminuciones locales de abastecimiento.

La calidad del agua también es una determinante clave de la disponibilidad, aunque el agua potable no es necesaria para todos los propósitos. El agua contaminada o salina no puede ser utilizada para varios fines críticos, como bebida e higiene. Sin embargo, para otros propósitos tales como agricultura y ciertas industrias, puede ser considerado el uso de agua poco contaminada o de aguas residuales parcialmente tratadas.

Esto ofrece una oportunidad para utilizar agua reciclada y aguas pluviales, reduciendo el costo y el consumo de energía asociado con el tratamiento. Aunque ha habido algún éxito local en mejorar la calidad de agua (principalmente en países desarrollados), no hay datos que sugieran una mejora general en la calidad de agua a escala global. El deterioro de los humedales en el mundo contribuye a reducir la capacidad potencial de los ecosistemas para purificar el agua. Se estima que más del 80% del agua ya utilizada en el mundo (y más del 90% en los países en desarrollo) no es recogida ni tratada, amenazando la salud humana y ambiental.

The United Nations World Water Development Report 2014

El 22 de marzo –Día Mundial del Agua– la UNESCO presentó el documento The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy*. La elección del tema no fue casual, ya que el agua y la energía están ligadas en forma indisoluble y recíproca. El agua es esencial para la producción, distribución y uso de la energía, y la energía a su vez es crucial para la extracción y distribución de agua potable segura. El reporte de la UNESCO ofrece un detallado análisis de estas conexiones y de sus implicancias para la búsqueda del desarrollo mundial sustentable.



Abarca un amplio rango de temas clave, incluyendo agricultura, ciudades, industrias, infraestructura y ambiente. Según afirma el Secretario General de las Naciones Unidas en su prefacio, “El mensaje es claro: el nexo entre agua y energía es sustancialmente más que energía hidroeléctrica y biocombustibles. Agua y energía pueden conducir al crecimiento económico y a mejoras en la salud humana. Ambas hacen posible la reducción de la pobreza, la creación de empleo, el empoderamiento de la mujer y el bienestar humano en general”.

*WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2014. The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy. Paris, UNESCO.