Asociación Internacional de Hidrogeólogos

Serie de visión estratégica

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

MENSAJES CLAVE

- **la producción de alimentos requiere grandes cantidades de agua, y el 40% del agua utilizada en el mundo para riego en la agricultura proviene de las aguas subterráneas,**
- **las aguas subterráneas han demostrado su papel crítico en la mejora del rendimiento de los cultivos y fueron las responsables de un aumento del 250% en la producción de alimentos durante la "revolución verde" de 1970-2000,**
- **durante los últimos 30 o 40 años, la inversión en la construcción de pozos privados ha sufrido un gran aumento ya que la disponibilidad de aguas subter ráneas permite un mayor rendimiento de los cultivos y, consecuentemente, un mayor beneficio para el agricultor,**
- **la cantidad de agua subterránea almacenada es muy grande, pero las tasas actuales de explotación para el riego en las zonas más áridas no son sostenibles, lo que da lugar a un agotamiento semipermanente, a largo plazo, de las reservas de los acuíferos a tasas superiores a los 120 km^3/año,**
- **qué tipo de uso se dé a la tierra afecta a las tasas de recarga de las aguas sub terráneas y a su calidad; la intensificación de los cultivos conduce amenudo a la contaminación difusa de las aguas subterráneas por nutrientes, fitosanitarios o por aumento de la salinidad,**
- **existe una necesidad imperiosa de movilizar a los profesionales de las aguas subterráneas, junto con los gestores de los recursos hídricos y los expertos en riego, a fin de determinar respuestas intersectoriales de gobernanza y gestión que permitan mejorar la sostenibilidad de los recursos.**

¿Por qué los recursos de aguas subterráneas son críticos para la producción mundial de alimentos?

El inexorable crecimiento de la población mundial ha llevado a preguntarse si se pueden producir suficientes alimentos para satisfacer la demanda que ese crecimiento implica, surgiendo el concepto de "seguridad alimentaria mundial". Sin olvidar que unos 1.400 millones de población rural dependen de una agricultura de subsistencia o de las importaciones de alimentos subvencionados (más que del "comercio de alimentos") para cubrir sus necesidades de nutrición mínimas.

La producción de alimentos, tanto comercial como de subsistencia, requiere grandes cantidades de agua. Por lo tanto, la seguridad alimentaria está íntimamente ligada a la seguridad de los recursos hídricos. En algunas regiones templadas húmedas, el crecimiento de las plantas se sostiene sólo con las precipitaciones, pero en la mayoría de las regiones se necesita el riego para una producción óptima.

La demanda de riego del sector agrícola ya representa más del 70% de las extracciones de agua del mundo y alrededor del 85% del consumo mundial de recursos hídricos, y se estima que las aguas subterráneas proporcionan el 43% de toda el agua utilizada para el riego. Las aguas subterráneas se han

RIEGO DE TRIGO CON AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA LLANURA DE NORTE DE CHINA

Esta serie está destinada tanto a informar a los profesionales de otros sectores sobre las principales interacciones con los recursos hídricos subterráneos y la ciencia hidrogeológica, como a orientar a los miembros de la AIH en sus actividades de divulgación en los sectores relacionados

desarrollado más intensamente en Asia meridional y en América del Norte, donde proporcionan el 57% y el 54%, respectivamente, de la totalidad del agua de riego.

En los últimos 30 años ha habido un crecimiento espectacular en la construcción de pozos de agua para riego - por ejemplo, hoy en día, en India, se riegan con agua de pozos unas 39 Mha, 19 Mha en China, 17 Mha en los Estados Unidos y grandes zonas del Pakistán y Bangladesh. Ello ha supuesto grandes beneficios a millones de pequeños agricultores, causados por los avances en la tecnología de bombeo de bajo costo.

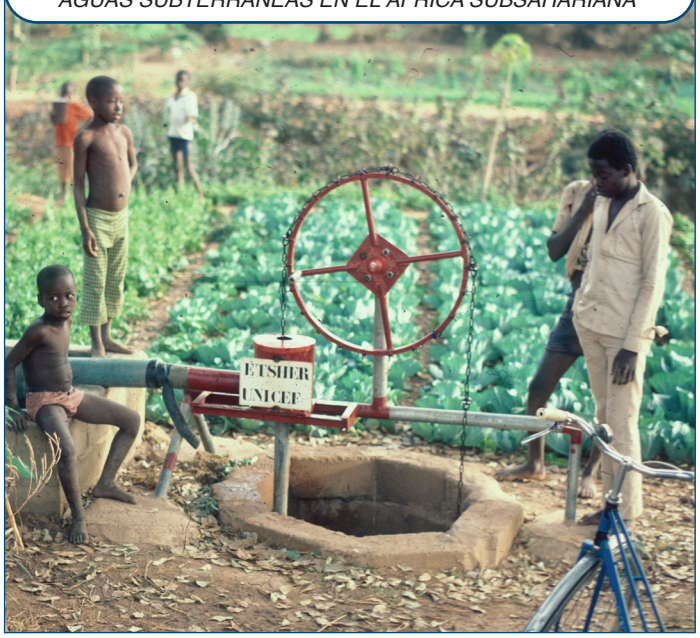
REGIÓN	RIEGO CON AGUAS SUBTERRÁNEAS ÁREA (Mha)	VOLUMEN UTILIZADO km^3/a	porcentaje del total
TOTAL MUNDIAL	**112.9**	**545**	**43%**
Asia del Sur	48.3	262	57%
Asia Oriental	19.3	57	34%
Asia Sudoriental	1.0	3	5%
Oriente Medio y Asia Central	11.9	76	38%
Europa	7.3	18	38%
África del Norte	2.5	16	24%
África Subsahariana	0.4	2	7%
América del Norte	19.1	100	54%
América Latina	2.2	88	19%
Australia	0.9	3	21%

ESTADÍSTICAS DE FAO-UN 2010 SOBRE EL USO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA EL RIEGO EN AGRICULTURA

Los recursos de aguas subterráneas y la disponibilidad de un almacenamiento natural son factores clave que garantizan la seguridad del suministro de agua para la producción de alimentos. Los pozos de agua han demostrado ser muy apropiados para satisfacer las demandas de riego de la agricultura comercial y de subsistencia, ampliamente dispersas y con variaciones temporales, debido a su bajo costo de capital y a su fiabilidad durante las sequías prolongadas (de varios años).

El uso de las aguas subterráneas ha supuesto una mejora en la disponibilidad del recurso y la seguridad en el abastecimiento de agua (combinada con la introducción de variedades de cultivos de alto rendimiento, fertilizantes para mejorar la nutrición de las plantas y plaguicidas para reducir las pérdidas de cultivos). Esto ha permitido que la producción mundial de alimentos aumentara en un 250% aproximadamente entre 1960 y 2000, con el aumento de solo el 15% de la superficie cultivada. Este importante aumento se asocia a un incremento del 300% en la extracción de agua de los pozos de riego. Así, las aguas subterráneas deben considerarse como un recurso crítico para la seguridad alimentaria mundial.

RIEGO DE SUBSISTENCIA A PARTIR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ÁFRICA SUBSAHARIANA



¿Qué presiones se ejercerán sobre las aguas subterráneas por la futura demanda de alimentos?

Se predice que la producción mundial de alimentos deberá aumentar entre un 60% y un 90% de aquí a 2050 para satisfacer la demanda creada por el crecimiento de la población y el cambio de la alimentación. Las mejoras en el rendimiento de los cultivos en los terrenos ya cultivados (principalmente en África tropical y en partes de Asia) tendrán que proporcionar alrededor del 80% de este incremento, ya que la mayor parte de las zonas más fértiles ya están cultivadas. Este desafío se verá agravado por los efectos del calentamiento de la Tierra, la demanda de más alimentos para animales, la continua necesidad de cultivar fibras de origen vegetal y el interés por aumentar la producción de biocombustibles.

Es probable que la intensificación de la produción de cultivos genere una mayor erosión del suelo, el agotamiento de las aguas subterráneas y su salinización, la lixiviación excesiva de nutrientes y plaguicidas y, en general, el estrés del ecosistema acuático. Los agricultores tendrán que maximizar la eficiencia del uso del agua, cooperar con los esfuerzos para conservar los recursos del suelo y aumentar la recarga de las aguas subterráneas, e introducir cultivos que requieran menos agua.

Aún quedan oportunidades para intensificar considerablemente los cultivos y aumentar la producción de alimentos en las principales llanuras aluviales, donde se dispone de recursos tanto de aguas superficiales como subterráneas. Esto puede lograrse de manera sostenible mediante una gestión conjunta para eliminar los efectos negativos del anegamiento del suelo y la salinización asociada, o de las sequías.

Además, las aguas subterráneas han sido a menudo el catalizador del cultivo agrícola de regadío de alto rendimiento, ya que su disponibilidad puede permitir la producción durante todo el año, una calidad más uniforme de los cultivos y el cumplimiento de las normas sanitarias para los cultivos que se consumen frescos. Esta es una tendencia que sin duda continuará en el futuro.

¿Cuáles son las principales amenazas para la sostenibilidad de los recursos hídricos subterráneos?

Las reservas de almacenamiento de aguas subterráneas son muy importantes y pueden amortiguar los principales episodios de sequía, ayudar a la adaptación al cambio climático y a la transformación económica hacia una actividad con menor utilización de agua; pero hay límites absolutos a su sostenibilidad a largo plazo. La labor del hidrogeólogo profesional consiste en definir esos límites mediante la evaluación científica de los procesos y las tasas de recarga en los sistemas de aguas subterráneas.

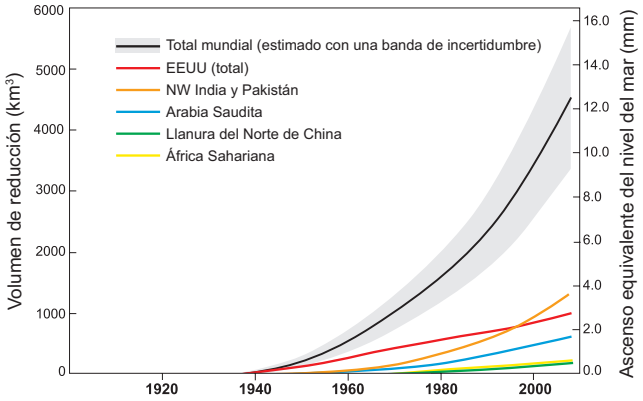
RIEGO DEL ESPÁRRAGO DE EXPORTACIÓN EN EL SUR DE PERÚ

SUBSIDENCIA DEL TERRENO EN UNA CIUDAD RURAL MEXICANA COMO RESULTANTE DE LA EXCESIVA EXTRACCIÓN DE AGUA EN LOS POZOS.

Hay pruebas de que las actuales tasas de explotación de aguas subterráneas para la agricultura de regadío en muchas de las zonas más áridas o propensas a la sequía del mundo han estado por encima de la sostenibilidad a largo plazo durante muchos años y están dando lugar a un continuo agotamiento de las reservas de los acuíferos (incluidas las reservas de 21 de los 37 principales acuíferos del mundo). Este agotamiento está asociado con el aumento de los costos de bombeo (y su huella de carbono), la subsidencia del terreno, la degradación de los ecosistemas acuáticos y la salinización de las aguas subterráneas.

En todo el mundo se extrajeron unos 4500 km^3 de aguas subterráneas de las reservas del almacenamiento subterráneo entre 1940 y 2008, y las extracciones han aumentado notablemente desde 2000 hasta alcanzar los 120-180 km^3/año. Incluso en las regiones que se recargan de manera regular es poco probable que estas reservas de aguas subterráneas se repongan plenamente en los próximos 100 años. En algunos casos se

están explotando recursos no renovables, en particular en Arabia Saudita, Libia y Argelia, y localmente en Australia, China, Egipto e Irán. Actualmente, alrededor del 10% de la producción mundial de cereales (150 M de toneladas anuales) depende de recursos de aguas subterráneas no sostenibles y la explotación acumulada de aguas subterráneas no renovables desde 1940 podría ser directamente responsable de un aumento medio de 15 mm del nivel del mar.



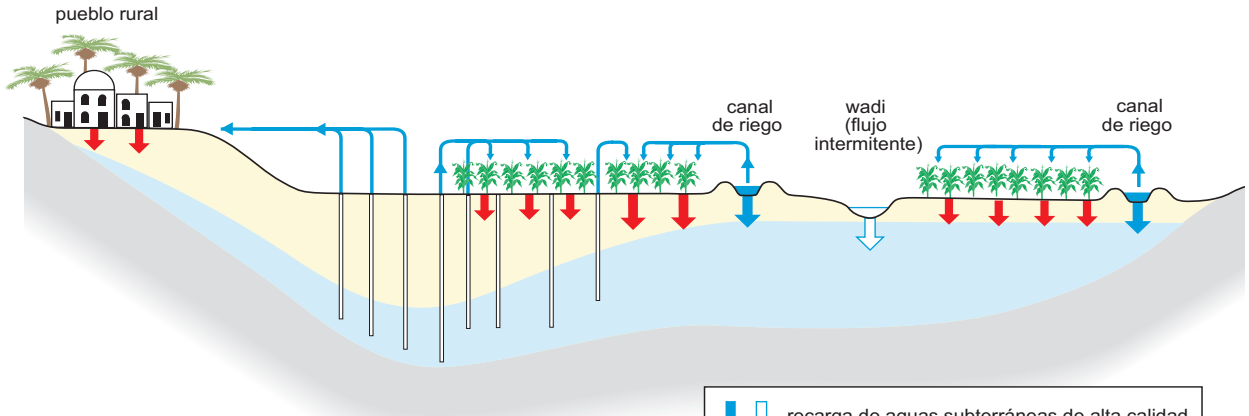
DISMINUCIÓN ACUMULADA DE LAS RESERVAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, PRINCIPALMENTE POR LA AGRICULTURA DE REGADÍO

Otro fenómeno igualmente preocupante es la salinización de los acuíferos de agua dulce que resulta del riego con aguas subterráneas. En numerosas zonas, cuando los niveles piezométricos de las aguas subterráneas descienden por debajo de las cotas de los puntos de descarga natural, los acuíferos se convierten en los "sumideros" de las sales lixiviadas de los terrenos áridos y fraccionadas de los suelos sujetos a regadío. En otras zonas con niveles freáticos poco profundos, la gestión inadecuada del agua de riego está provocando una infiltración excesiva que induce el anegamiento y la salinización del suelo. A nivel mundial, unos 10 M km^2 de tierras agrícolas se considera que están en grave riesgo de salinización.

Las actuales prácticas de riego y el desarrollo de nuevas zonas de regadío deben ser monitorizadas por especialistas en aguas subterráneas para identificar cualquier tendencia a la salinización de las aguas subterráneas, que a largo plazo podría destruir su potencial agrícola.

¿Existen otros aspectos de la producción de alimentos que afecten a las aguas subterráneas?

La relación entre la producción de alimentos y las aguas subterráneas es considerablemente más compleja que la cuestión del agotamiento de los acuíferos y su salinización. La labor del hidrogeólogo profesional consiste en caracterizar y cuantificar porqué ocurre esto, como base científica para la gestión de los recursos. Los planes de regadío con aguas superficiales a gran escala generan un componente importante de la recarga de aguas subterráneas, y en los entornos más áridos a veces son el componente dominante y más seguro. Este es el caso de la cuenca del Indo del Pakistán y de numerosos valles andinos áridos del Perú, Chile y Argentina. Las modificaciones en la gestión del agua superficial, como, por ejemplo, la modernización de los canales de riego, pueden reducir radicalmente la recarga de las aguas subterráneas y las



ORIGEN DEL AUMENTO DE LA SALINIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN UN ACUÍFERO ALUVIAL CON CLIMA ÁRIDO

reservas de almacenamiento disponibles para su uso durante épocas de sequía.

Si bien el riego a presión (por goteo) es eficaz para mejorar la productividad del agua en la agricultura y reducir el costo unitario de bombeo de las aguas subterráneas, debe combinarse con medidas para asegurar y mejorar la recarga de las aguas subterráneas en los momentos de exceso de precipitaciones y de disponibilidad de aguas superficiales. Dado que los agricultores dependen de las reservas de aguas subterráneas en épocas de sequía, la gestión conjunta de las aguas subterráneas y de las aguas superficiales es esencial para la sostenibilidad de los recursos a largo plazo y la optimización de la disponibilidad de agua para la agricultura.

Esta estrecha relación no termina con la recarga de las aguas subterráneas mediante el riego a gran escala con aguas superficiales, ya que todas las prácticas de uso de la tierra con fines agrícolas tienen una repercusión en las tasas y la calidad de la recarga de las aguas subterráneas. Además, la intensificación de los cultivos agrícolas (necesarios para satisfacer la creciente demanda de alimentos) puede dar lugar a una contaminación importante, e inevitablemente persistente, de las aguas subterráneas por la lixiviación de un exceso de nutrientes y algunos plaguicidas. Una normativa más estricta e incentivos específicos pueden contribuir en gran medida a reducir la contaminación agrícola difusa y a evitar las dificultades conexas y los costos de tratamiento

RIEGO POR GOTEO DE VEGETALES DE ALTO VALOR A PARTIR DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ESPAÑA

mucho mayores del suministro de agua potable. Otra complicación grave se produce en las llanuras de inundación de algunos de los principales ríos (por ejemplo, el Ganges), donde el perfil de suelo saturado poco profundo contiene minerales portadores de arsénico, del que en determinadas circunstancias se moviliza arsénico soluble que contamina los pozos de agua potable poco profundos y penetra en el mismo cultivo de arroz.

¿Por qué debe fortalecerse la gestión de las aguas subterráneas con fundamentos científicos?

La importancia crítica de las aguas subterráneas para la producción mundial y local de alimentos y las evidentes amenazas a su sostenibilidad constituyen un argumento contundente en favor de un esfuerzo coordinado para mejorar la gestión de los recursos del suelo y del agua a fin de satisfacer las demandas de un aumento razonable de la producción de alimentos de manera sostenible. Existe una necesidad urgente de movilizar a los profesionales de las aguas subterráneas con:

- administradores de los recursos hídricos e ingenieros de sistemas de riego, para identificar y activar respuestas de gestión transversal para mejorar la sostenibilidad de los recursos,
- planificadores macroeconómicos que reconozcan los vínculos entre el agua, la energía y los alimentos y eviten los subsidios que fomentan el uso de los recursos de aguas subterráneas no renovables.

Entre las prioridades para una acción coordinada se encuentran:

- la elaboración y aplicación de planes de gestión de las aguas subterráneas (incluidas las medidas relativas a la demanda y la oferta que incluyan la gestión del agua para riego) a fin de estabilizar los sistemas acuíferos que experimentan un grave agotamiento o salinización como resultado de las prácticas agrícolas existentes,
- la introducción de la gestión conjunta de los recursos de agua de superficial y subterránea en las principales llanuras aluviales para aumentar la productividad y la diversificación de los cultivos, evitando al mismo tiempo los problemas de drenaje y salinización del suelo,

Asociación Internacional de Hidrogeólogos

Serie de visión estratégica

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

- acuerdos intersectoriales y servicios de extensión agraria para promover medidas de gestión del terreno por parte de los agricultores, que mejoren las tasas de recarga de agua subterránea y eviten la lixiviación excesiva de nutrientes y pesticidas.

AGRICULTORES INDIOS MIDEN EL NIVEL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA DOCUMENTAR SU PLAN DE CULTIVO DURANTE UN PERIODO SECO

ACCIONES PRIORITARIAS

- **elaboración de planes de gestión sostenible de las aguas subterráneas para los acuíferos sometidos a la presión de la agricultura de regadío, incluida la mejora en la gestión de los regadíos,**
- **evaluación integrada y gestión conjunta de las aguas subterráneas y superfi ciales en las principales zonas aluviales para aumentar la productividad agrí cola y evitar problemas de drenaje en los suelos,**
- **evaluación y monitorizado cuidadosos para asegurar que las prácticas de riego y los nuevos desarrollos para el regadío no conduzcan a problemas de salinización de las aguas subterráneas,**
- **promoción de medidas de gestión del uso del suelo por parte de los agricul tores para aumentar las tasas de recarga de las aguas subterráneas y reducir la lixiviación de nutrientes, sales y plaguicidas hacia las aguas subterráneas**
- **reajuste de la financiación gubernamental (como los precios garantizados de los cultivos, los subsidios a la energía de bombeo, las subvenciones a los pozos y a los equipos de riego) para reflejar la limitada disponibilidad de aguas subterráneas y el valor de los servicios ecológicos perdidos, apoyando así las iniciativas para la gestión sostenible de los recursos.**

REFERENCIAS SELECCIONADAS

- *Döll P H et al 2014 Global-scale assessment of groundwater depletion and related groundwater abstractions – combining hydrological modeling with information from well observations and GRACE satellites (Evaluación a escala mundial del agotamiento y las extracciones de aguas subterráneas relacionadas - combinando la modelización hidrológica con la información de las mediciones en los pozos y de los satélites GRACE). Water Resources Research 50.*
- *Foster S & Steenbergen F van 2011 Conjunctive use of groundwater and surface water – a 'lost opportunity' for water management in the developing world ?. (¿El uso conjuntivo de aguas subterráneas y superficiales - una "oportunidad perdida" para la gestión del agua en el mundo en vías de desarrollo?). Hydrogeological Journal 19.*
- *Foster S & Shah T 2012 Groundwater resources and irrigated agriculture-making a beneficial relation more sustainable. (Los recursos de aguas subterráneas y la agricultura bajo riego hacen que la relación beneficiosa sea más sostenible). Global Water Partnership Perspectives Paper (Stockholm).*
- *Konikow L F 2011 Contribution of global groundwater depletion since 1900 to sea-level rise. (Contribución del agotamiento mundial de las aguas subterráneas desde 1900 al aumento del nivel del mar). Geophysical Research Letters 38.*
- *Siebert S 2010 Groundwater use for irrigation - a global inventory (Uso de las aguas subterráneas para el riego: un inventario mundial. Hydrology & Earth System Sciences 14.*
- *Villholth K G 2013 Groundwater irrigation for smallholders in Sub-Saharan Africa - a synthesis of current knowledge to guide sustainable outcomes (Riego con aguas subterráneas para pequeños agricultores del África subsahariana: una síntesis de los conocimientos actuales para orientar los resultados sostenibles). Water international 38.*
- *Willaarts B A et al (editors) 2014 Water for food security and well-being in Latin America and the Caribbean (El agua para la seguridad alimentaria y el bienestar en América Latina y el Caribe). Fundacion Botin Water Observatory (Madrid, Spain).*

COORDINACIÓN : Stephen Foster & Gillian Tyson
CONTRIBUCIONES : Leonard Konikow, Emilio Custodio, Karen Villholth, Jac van der Gun & Ralf Klingbeil
ADMINISTRACIÓN: Bruce Misstear & John Chilton
VERSIÓN EN ESPAÑOL : Eduardo Kruse

IAH 2015
www.iah.org