

GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CON LA PARTICIPACIÓN DE USUARIOS

*Alonso Aguilar Ibarra
Investigador Titular A de Tiempo Completo
Unidad en Economía y Medio Ambiente
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM
aaguilar@iiec.unam.mx*

Gestión de la calidad del agua subterránea con la participación de usuarios

RESUMEN

En este artículo se discute la gestión de la calidad del agua subterránea con la participación de los usuarios. La contaminación del agua subterránea es un factor que disminuye la disponibilidad de agua para beber y para otras necesidades. Ésta se presenta cuando hay una gran diversidad de usos y no hay un control en las fuentes contaminantes, como lo son la agricultura, la urbanización y la minería. Por lo tanto, la participación de usuarios en la gestión de la calidad del agua subterránea es muy importante pero es un concepto amplio que involucra diferentes niveles en los cuales el gobierno delega la toma de decisiones. Esta participación puede tener diferentes grados que van desde la unilateralidad gubernamental, hasta la descentralización total. Sin embargo, se deben presentar ciertas condiciones para que una participación social sea exitosa, entre éstas se encuentran: que el número de usuarios sea relativamente pequeño y que éstos sean relativamente homogéneos. Además, que el área de influencia sobre el acuífero esté bien delimitada y éste no presente mucha incertidumbre en cuanto a su calidad y disponibilidad de agua. Y finalmente, que el marco institucional permita la auto-organización de los usuarios. Si estas condiciones no se cumplen, entonces será más recomendable mantener en el Estado la responsabilidad de salvaguardar y administrar los recursos naturales, como lo es el agua subterránea.

Palabras clave: calidad del agua subterránea; gestión participativa; descentralización; contaminación del agua; participación de usuarios.

Groundwater quality management with users participation

ABSTRACT

This paper discusses groundwater quality management with users participation. Groundwater pollution is a factor that decreases the availability of drinking water and for other needs. This happens when there is a large variety of uses and no control on pollution sources, such as agriculture, urbanization and mining, is enforced. Thus, involving water users for its management becomes critical. User participation in groundwater quality management is a rather broad concept which involves different levels at which the government delegates the decision-making. This participation may have different degrees ranging from unilateral government until complete decentralization. However, certain conditions must be met for achieving successful management with social participation. Among them are: the number of users has to be relatively small and they should be relatively homogeneous. In addition, the area of influence on the aquifer has to be well defined and should not present high uncertainty with respect to both its water quality and availability. And finally, the institutional framework must allow users self-organization. If these conditions are not met, then it would be more desirable that the government keeps full responsibility of protecting and managing natural resources, such as groundwater.

Keywords: groundwater quality, participative management, decentralization, water pollution, users participation.

Introducción

El agua subterránea (la contenida en acuíferos) es más abundante que el agua superficial (ríos y lagos) y por lo mismo es la más utilizada por los humanos. Jackson et al. (2000) estiman que existen unos 15 millones de km³ de agua subterránea en el planeta por sólo unos 100 mil de km³ de aguas superficiales. Pero desde el punto de vista económico, el agua superficial se puede considerar un recurso natural renovable, mientras que el agua subterránea es un tipo de recurso natural no renovable. En otras palabras, se puede agotar en el corto plazo debido a una tasa de extracción mucho mayor que su tasa de renovación natural. Además, tanto la pavimentación como la deforestación impiden la recarga de los acuíferos y, aunque el agua está en la misma cantidad en el planeta desde hace millones de años, ésta puede agotarse localmente.

Cuando hay una gran diversidad de usos y no hay un control estricto en el acceso, existe un riesgo alto de agotamiento de acuíferos, pero también de contaminación. La contaminación será entonces un factor que disminuye la disponibilidad de agua para beber y otros usos que necesitan una buena calidad. Efectivamente, este problema involucra una gran cantidad de fuentes potenciales de contaminación, por lo que es difícil tratar de establecer acuerdos o contratos entre usuarios cuando hay muchas fuentes contaminantes que requieren ser controladas. Este artículo tiene, por consiguiente, el objetivo de mostrar los principales riesgos de esta contaminación y discutir sobre la gestión del agua subterránea por medio de la participación de los usuarios.

Contaminación: riesgos y consecuencias

El gran problema de la contaminación del agua subterránea radica en el hecho de que su calidad es afectada generalmente de manera indirecta y en muchas ocasiones sin que se pueda notar. Así, diversas actividades económicas vierten una serie de productos químicos orgánicos e inorgánicos no sólo a los cuerpos de agua sino también al suelo. De hecho, la contaminación de suelos puede poner en riesgo especialmente la calidad de las aguas subterráneas por el proceso conocido como lixiviación y que consiste en el drenado y filtración de contaminantes a través del suelo hasta la tabla de agua. Aunque muchos contaminantes potenciales pueden filtrarse en el suelo y no alcanzar los mantos freáticos, hay otros, como los químicos orgánicos, que sí pasan por lixiviación. Pielou (1998) explica que cuando un contaminante llega a la tabla del agua en el subsuelo, puede suceder una de tres cosas. Una es que éste se disuelva, otra que flote (como por ejemplo la gasolina) y la otra que se hunda y forme una capa en la parte baja del acuífero (en el caso metales pesados o intrusiones salinas). Pero la medición de la calidad del agua subterránea es uno de los mayores problemas para su gestión. En general sólo se sabe si el agua está contaminada cuando se mide en un manantial o un pozo.

Los diferentes usos del suelo, sobretodo la agricultura, la urbanización y la minería son fuentes principales de contaminación del agua subterránea. Algunos ejemplos son las fugas de tanques de gasolina, la filtración del agua proveniente de lagunas de tratamiento, los basureros municipales, las descargas industriales, el uso intensivo de agroquímicos, los derrames de petróleo e inclusive, el bombeo para extraer el agua. Este último punto es importante tal y como lo señalan Maderey Rascón y Carrillo Rivera (2005), ya que el bombeo a partir de pozos puede inducir el ascenso de agua termal con grandes cantidades de fluoruro y sodio que pueden ser tóxicas. El mayor riesgo de contaminación por bombeo se presenta en donde los acuíferos presentan intrusiones salinas ya que las sales vuelven más pesada el agua y se encuentran en la parte baja de los depósitos subterráneos.

En algunos casos, una fuente local de contaminación puede convertirse en un problema regional. Si algún elemento tóxico llega a la tabla de agua y se difunde en grandes cantidades en un acuífero extenso, otros usuarios que la extraigan de pozos o de algún manantial en lugares distantes, tendrán un problema de calidad del agua sin conocer la fuente de la contaminación. Este es el caso, por ejemplo, de los nitratos y

los pesticidas, que han causado gran preocupación tanto en Europa como en Estados Unidos.

Gestión de la calidad del agua subterránea con la participación de los usuarios

La prevención es un aspecto muy importante para evitar conflictos entre usuarios pero es muy difícil ponerla en práctica. Novotny y Olem (1994) mencionan los principales métodos para mejorar la calidad del agua subterránea en el corto plazo:

- i) Medidas físicas de control, que incluyen la depuración del agua superficial y confinamiento de fuentes de contaminación por medio de barreras impermeables.
- ii) Tecnologías *in situ*, como la inyección de oxígeno y de procedimientos biológicos para degradar los contaminantes.
- iii) Tratamiento directo del agua subterránea, para lo cual se extrae, se depura en superficie y después se reinyecta en el acuífero.

Todos estos métodos implican, no obstante, un elevado costo que tiene que ser financiado por la sociedad. Para evitar los elevados costos de transacción y remediación del agua, es necesario planear a largo plazo invirtiendo en soluciones *ex ante*: programas de prevención con tecnologías limpias, prácticas agrícolas sostenibles y educación ambiental, y no con soluciones *ex post*: instalación de sistemas de tratamiento y tecnologías cuando ya se contaminó el agua.

Pero la prevención de la contaminación del agua debe considerar aspectos sociales, debido a que es muy importante la aceptación de prácticas o de tecnologías por parte de los usuarios. Efectivamente, Garduño et al. (2003) consideran que la participación social en la gestión del agua subterránea es esencial porque muchas decisiones no se pueden llevar a la práctica sin un consenso con los usuarios. Además presenta la ventaja de reducir los costos de monitoreo, inspección y recaudación de cuotas, y finalmente porque "facilita la integración y coordinación de las decisiones relacionadas con los recursos de agua subterránea, uso del suelo y manejo de residuos".

La participación de los usuarios en la gestión de la calidad del agua subterránea es un concepto amplio que involucra diferentes niveles en los cuales el gobierno delega la toma de decisiones. Por ejemplo, una participación limitada se presentará en casos en los cuales el gobierno dictamina leyes y reglamentos sobre un nivel de la calidad del agua sin consulta previa de los usuarios. Éstos deberán obedecer tales lineamientos pero es muy probable que los problemas por la falta de cumplimiento se agudicen. Esto porque la falta de participación puede resultar en un interés disminuido por el bien común. Los costos de inspección y vigilancia del gobierno (y por lo tanto de toda la sociedad) aumentarán. Pero el gobierno puede permitir la participación de usuarios y su papel puede ir disminuyendo hacia una descentralización en la gestión del agua. Esto es lo que se muestra en la Figura 1. Las funciones del gobierno van cambiando conforme aumenta la participación de los usuarios, hasta llegar a la parte de abajo, donde los usuarios están cerca de la autonomía en la gestión del agua. En este caso el papel de la autoridad se limita a informar sobre cuestiones de monitoreos o métodos de control de la contaminación. El principio de esta participación radica en que las medidas necesarias para el control de la contaminación son tomadas con mayor interés por parte de los usuarios y los costos de monitoreo y vigilancia, decrecen.

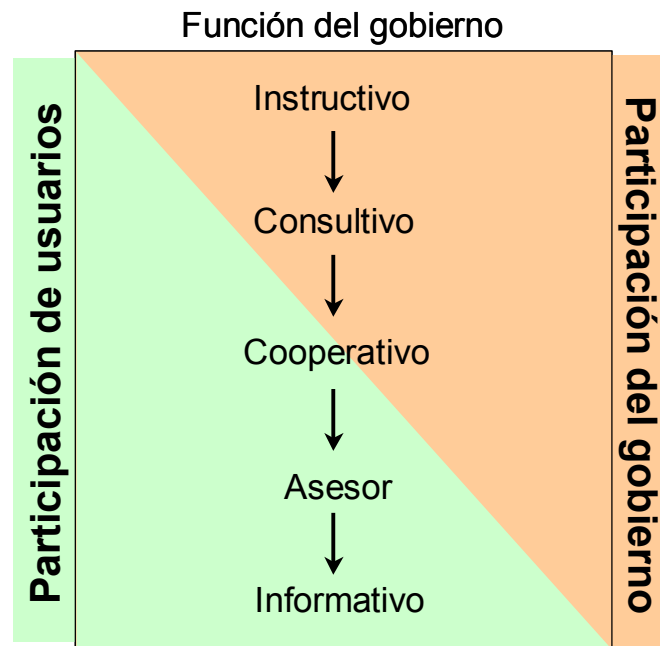


Figura 1. Gradiente de participación en la toma de decisiones entre gobierno y usuarios. Fuente: modificado de Sen & Nielsen (1996).

Sin embargo, en el extremo, la descentralización total puede conllevar riesgos, porque en algunos casos darían lugar a cacicazgos que pueden incluso perjudicar a grupos sociales vulnerables. Para que la participación social tenga éxito dentro de este enfoque conceptual se requieren ciertas condiciones importantes. Entre ellas están, retomando las ideas de Ostrom (2000) y Burke (2001) sobre los recursos de uso común: que el acuífero esté bien definido y que se cuente con indicadores de la calidad del agua (esto implica un monitoreo constante de la misma), que el número de usuarios no sea muy grande y que éstos presenten una cierta homogeneidad en características de acceso y uso al agua subterránea. Además, que la legislación permita la auto-organización y que de hecho, la facilite. Cuando se pueden cumplir estas condiciones, la toma de decisiones por parte exclusiva de los usuarios tendrá una gran probabilidad de ser exitosa.

Los problemas vienen cuando el área que depende de la extracción o que tiene una influencia potencial en la calidad del acuífero aumenta. Por ejemplo, si la auto-organización de los usuarios se vuelve difícil por cuestiones prácticas, como por ejemplo, falta de comunicación efectiva, grandes distancias entre sí o diferencias importantes en cuanto al uso del suelo y del agua, entonces una intervención mayor del gobierno será necesaria. En otras palabras, antes de llevar a cabo una gestión participativa, será preferible analizar si hay condiciones para que funcione, ya que la participación social no es panacea. Si no hay una cierta homogeneidad entre los usuarios, se pueden desencadenar conflictos por la diversidad de usos, a veces incompatibles entre sí. De aquí que es un deber del gobierno velar por los intereses comunes, tanto en su cantidad como en su calidad. Por lo tanto, el nivel adecuado de participación de la Figura 1 entre gobierno y usuarios dependerá de las condiciones locales y regionales.

Ejemplos de participación

Los ejemplos de gestión del agua subterránea en Francia nos muestran que tomar en cuenta a los usuarios ayuda a disminuir los conflictos (Thivet, 2002; Petit, 2003). Este es el caso del acuífero de Beauce, al oeste de París, en donde constantemente se produjeron conflictos debido al incremento del uso de agua de riego combinado con una sequía prolongada. Los usuarios concernidos eran principalmente agricultores, consumidores directos y ambientalistas. La autoridad utilizó un plan que originalmente se aplicaba a las aguas superficiales (SAGE por sus siglas en francés) con el objetivo de reunir a los diferentes usuarios para lograr una utilización duradera de los mantos freáticos. Sin embargo, la puesta en marcha fue muy lenta al principio pero gracias a las propuestas de los mismos usuarios, el plan de gestión incorporó elementos innovadores que permitieron una cooperación entre los mismos y con el gobierno. Este es un caso en el cual los usuarios llegan a ponerse de acuerdo entre ellos, pero en donde la iniciativa y voluntad de arreglar el problema por parte del gobierno fue fundamental, ya que éste incluyó a otras agencias gubernamentales para complementar las ideas trabajadas con los usuarios.

En España hay registrados ejemplos de gestión colectiva de aguas subterráneas en Alicante, Almería, Cataluña, La Mancha y Valencia (Hernández-Mora y Llamas, 2001), sin embargo se limitan a la problemática de la extracción y distribución. Pero un caso en donde se discuten tanto aspectos de calidad como de cantidad de agua subterránea es el del Comité Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH) en la gestión del agua subterránea, descrito por Custodio et al. (1998). Este comité ha organizado reuniones informativas de carácter técnico y científico sobre la disponibilidad y la contaminación del agua subterránea en las cuales participan usuarios, autoridades y expertos. Los resultados han ayudado a informar y comprender la problemática y han influenciado positivamente la planeación hidráulica en España. Sin embargo, los autores reconocen que la legislación todavía no toma en cuenta la contaminación del agua subterránea y que todavía hay muy pocos estudios sobre su calidad. Aquí, es la sociedad quien tiene la iniciativa de auto-organizarse y es el comité creado por esta organización civil (la AIH) quien asume roles que corresponderían al gobierno, como es la consulta, la asesoría y la información.

Aquí en México, a pesar de que el caso del estado de Guanajuato se ha considerado de un interés especial a nivel internacional (Foster et al., 2006), aún falta mucho por hacer en la gestión de su calidad, ya que los análisis con enfoque social que se han efectuado al respecto, han dado mayor importancia a la disponibilidad que a la calidad (por ejemplo: Sandoval, 2004; Marañón Pimentel, 2006). De hecho, Marañón Pimentel y Wester (2000) apuntan que la constitución de los Comités Técnicos para el Agua Subterránea (COTAS) no tiene una representación adecuada de los productores agrícolas. Esto es relevante ya que la agricultura es uno de los principales usuarios del agua subterránea y además es una fuente de contaminación importante. De hecho, Guanajuato se sitúa dentro de los estados más importantes a nivel nacional que dedican el mayor número de hectáreas a la actividad agrícola y ganadera. Foster et al. (2006) indican que para lograr el éxito requerido en la gestión del agua subterránea en Guanajuato con los COTAS, se requiere de los siguientes requerimientos:

- Apoyo de las instituciones gubernamentales.
- Enfocar los esfuerzos para lograr ahorros reales de recursos de agua subterránea.
- Prestar mayor atención a la calidad del agua subterránea.
- Lograr la sustentabilidad financiera y asegurar la representación equilibrada.

Los programas voluntarios

Uno de los instrumentos de gestión ambiental que permiten una amplia participación de usuarios en la toma de decisiones, es el que comprende los programas voluntarios. Éstos son acuerdos para crear una

colaboración entre gobierno y usuarios, en los cuales se combina la persuasión pública con la asistencia técnica para motivar y facilitar la adopción de medidas de control. Entre los instrumentos más utilizados de la política voluntaria están las "Buenas Prácticas de Manejo" de los EUA y el de "Medidas Agroambientales" de Europa. Éstas son procedimientos de operación y mantenimiento destinados a impedir o reducir la contaminación del agua tanto subterránea como superficial. En cuanto a las aguas subterráneas, estas directrices deben tener en cuenta diversos factores (Logan, 1990):

- Las condiciones de filtración del agua hacia el subsuelo.
- La afinidad y la solubilidad de los contaminantes.
- Tipos de suelo y clima.
- Carga de contaminantes.

De hecho, el éxito de las medidas voluntarias depende en gran medida de su aplicación en conjunto con incentivos económicos (Horan et al., 2001). Además, una característica importante en gestión del agua subterránea es que los beneficios de su aplicación correcta son percibidos sólo en el largo plazo ya que los problemas suelen desarrollarse en periodos largos (Foster et al., 1998).

Hay que notar, sin embargo, que el éxito de un sistema de programas voluntarios dependerá fuertemente del marco legal e institucional vigentes. Pero si es necesario efectuar arreglos institucionales, los costos y el tiempo para lograrlos pueden ser considerables; por lo tanto, cualquier modificación debe sopesarse contra los costos que implicaría una reforma institucional. Foster et al. (1998) señalan que la gestión del agua subterránea es difícil pero ofrecen varios pasos prácticos para fortalecer el marco institucional:

- i) Revisión de las responsabilidades institucionales y de la legislación.
- ii) Identificación y consulta con los actores involucrados: usuarios directos, grupos ambientalistas y contaminadores.
- iii) Promoción de conciencia política y pública.
- iv) Promoción del plan con los actores involucrados.
- v) Evaluación constante de las condiciones hidrológicas.

El marco institucional deberá, de cualquier manera, responder a una política ambiental integral, con objetivos claros y de enfoque para el largo plazo. De otra manera, los costos serán onerosos para la sociedad en su conjunto y los esfuerzos por conservar la calidad del agua subterránea no resultarían suficientes para lo que la sociedad requiere.

Conclusiones

La gestión de acuíferos, no sólo para salvaguardar su cantidad sino también su calidad, implica un reto difícil de superar. Los ejemplos de conflictos por la diversidad de intereses y usos son muy comunes en todo el mundo. Sin embargo, hay casos, como el del acuífero de Beauce en Francia, que demuestran que una concertación de usos y valores entre usuarios diversos es posible. Pero ello implica una voluntad decidida a resolver el problema de parte tanto de usuarios como de autoridades. El caso de los COTAS

de Guanajuato todavía no logra esta participación decidida para prevenir y remediar los problemas de extracción y calidad del agua subterránea.

De hecho, las relaciones que existen entre gobierno y usuarios forman parte de un gradiente de participación en la toma de decisiones. Hay condiciones para que un régimen de participación social en el control de la contaminación del agua subterránea tenga éxito. Entre ellas destacan: que el número de usuarios sea relativamente pequeño y que éstos sean relativamente homogéneos. Además, que el área de influencia sobre el acuífero esté bien delimitada y éste no presente mucha incertidumbre en cuanto a su calidad y disponibilidad de agua. Y finalmente, que el marco institucional permita de hecho, la auto-organización de los usuarios.

Sin embargo, estas condiciones no son fácilmente satisfechas y, cuando no se cumplen, será más recomendable mantener en el Estado la responsabilidad de salvaguardar y administrar los recursos naturales. Una "descentralización irresponsable" podría provocar aún más conflictos por la diversidad de usos e intereses. Entonces, el papel del gobierno es fundamental para salvaguardar los recursos naturales que son de uso común. Para ello se requerirá al principio de un papel más preponderante de éste antes de descentralizar totalmente la toma de decisiones para gestionar la calidad del agua subterránea. La incertidumbre que implica las condiciones naturales del agua subterránea y la diversidad de usos y fuentes potenciales de contaminación dificultan mucho esta tarea. Tanto el gobierno como los grupos sociales con interés en tener acceso al agua subterránea deben poner más énfasis en la calidad del agua ya que si ésta disminuye, también lo hará su disponibilidad.

Bibliografía

Burke, B. "Hardin revisited: a critical look at perception and the logic of the commons". *Human Ecology*, 29 (2001): 449-476.

Custodio, E., Llamas, R., Villarroya, F. "The role of the Spanish Committee of the International Association of Hydrogeologists in the management and protection of Spain's groundwater resources". *Hydrogeology Journal*, 6 (1998): 15-23.

Foster, S., Lawrence A., Morris B. "Groundwater in urban development". *World Bank Technical Paper*, 390 (1998): 1-55.

Foster, S., Garduño, H., Kemper, K. México -Los 'Cotas': avances en la gestión participativa del agua subterránea en Guanajuato. *GW-MATE Colección de Casos Esquemáticos Caso 10* (2006): 1-16.

Garduño, H., Nanni M., Foster S., Tuinhof A., Kemper K., Dumars C. "Stakeholder Participation in groundwater management: mobilizing and sustaining aquifer management organizations". *GW-MATE Briefing Note*, 6 (2003): 1-6.

Hernández-Mora, N., Llamas, R. *La economía del agua subterránea y su gestión colectiva*. Madrid: Fundación Marcelino Botín y Ediciones Mundi-Prensa, 2001.

Horan, R., Ribaud M., Abler D. (2001). "Voluntary and indirect approaches for reducing externalities and satisfying multiple objectives". En: *Environmental Policies for Agricultural Pollution Control*. Eds. Shortle, J., Abler, D. Wallingford y Nueva York: CABI Publishing, pp. 67-84.

Jackson, R., Carpenter, S., Dahm, C., McKnight, D., Naiman, R., Postel, S., Running, S. "Water in a changing

world". *Ecological Applications*, 11 (2001): 1027–1045.

Logan, T.J. "Agricultural best management practices and groundwater protection. *Journal of Soil and Water Conservation*, 45 (1990): 201-206.

Maderey Rascón, L., Carrillo Rivera, J. *El recurso agua en México: un análisis geográfico*. México: Instituto de Geografía, UNAM, 2005.

Marañón Pimentel, B. "Tension between agricultural growth and sustainability: the El Bajío case, Mexico". *Human Development Report Office Occasional Paper*, 40 (2006): 1-7.

Marañón Pimentel, B., Wester, P. "Respuestas institucionales para el manejo de los acuíferos en la cuenca Lerma-Chapala, México". *IWMI Serie Latinoamericana*, 17 (2000): 1-53.

Ostrom, E. *El gobierno de los comunes*. México: Fondo de Cultura Económica, 2000.

Novotny, V., Olem, H. *Water quality: prevention, identification, and management of diffuse pollution*. New York: van Nostrand Reinhold, 1994.

Petit, O. *La gouvernance de la nappe de Beauce: du conflit d'usage à la coopération*. Arras: Centre EREIA, Université d'Artois, GDR Res-Eau-Ville CNRS, 2003.

Pielou, E.C. *Fresh water*. Chicago: University of Chicago Press, 1998.

Sandoval, R. "A participatory approach to integrated aquifer management: the case of Guanajuato State", Mexico. *Hydrogeology Journal*, 12 (2004): 6–13.

Sen, S., Nielsen, J. "Fisheries co-management: a comparative analysis". *Marine Policy*, 20 (1996): 405-418.

Thivet, F. *La gestión social de los acuíferos en Francia: marco jurídico y estudio de caso (Beauce)*. Jiutepec y Avignon: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Institut de Recherche pour le Développement, 2002.