

## USO INTENSIVO Y DESPOJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA: HACIA UNA CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS CONFLICTOS Y LA CONCENTRACIÓN DEL ACCESO AL AGUA SUBTERRÁNEA

Autores: Philippus Wester<sup>1</sup> y Jaime Hoogesteger-van Dijk<sup>2</sup>

### Introducción

El uso intensivo de las aguas subterráneas acarrea formas abiertas así como difusas e invisibles de despojo y concentración del acceso a las aguas subterráneas; rastrear y representar estas formas suele ser más difícil que en el caso de las aguas superficiales. Si bien muchas luchas por la justicia hídrica se centran en las aguas superficiales, la escala de sobreexplotación de las aguas subterráneas y sus consecuencias para la justicia hídrica merecen mucha, si no más, atención que las de las aguas superficiales. Se debe hacer mucho trabajo sobre cómo conceptualizar y estudiar la injusticia relacionada con las aguas subterráneas, y cómo esto puede informar en la definición de políticas, programas y acciones para mejorar la justicia de las aguas subterráneas. Este artículo explora estas cuestiones y sugiere senderos conceptuales provisionales para el estudio de la justicia relacionada con las aguas subterráneas.

El agua subterránea es la principal fuente de agua para usos domésticos, urbanos e industriales en muchos países. También provee aproximadamente a 100 millones de hectáreas de agua de riego, de las 300 millones de hectáreas regadas en el mundo (Shah et al., 2007). Como es una fuente muy confiable de agua de alta calidad, las aguas subterráneas se han convertido en la piedra angular de las socioeconomías rurales y urbanas de todo el mundo (Burke y Moench, 2000; Shah et al., 2003, 2007). El papel de las aguas subterráneas en la agricultura regada se ha hecho cada vez más importante ya que los productores han adoptado su utilización a gran escala en el Asia meridional, el Oriente Medio y el Mediterráneo, China, América del Norte y, en menor medida, el África subsahariana y América del Sur (Scott y Shah, 2004, Shah et al., 2007). El uso de las aguas

<sup>1</sup> Profesor Asistente sobre Reforma de Agua, Grupo de Ingeniería en Riego y Agua, Universidad de Wageningen, Wageningen, Países Bajos (flip.wester@wur.nl)

<sup>2</sup> Investigador de PhD del programa Struggling for Water Security, Grupo de Ingeniería en Riego y Agua, Universidad de Wageningen, Wageningen, Países Bajos (jaime.hoogesteger@wur.nl)

subterráneas ha transformado las economías rurales a través de la mejora y la diversificación en la productividad de los cultivos y la mejora significativa de los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria de los hogares de millones de comunidades agrícolas y pastorales (Kemper, 2007; Shah et al., 2007). Sin embargo, en muchas zonas de uso intensivo de aguas subterráneas, este 'auge de las aguas subterráneas' está empezando a colapsar, con consecuencias nefastas para los pobres y para la justicia relacionada con las aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas constituyen la parte del ciclo hidrológico invisible, subterráneo, pero también es de crucial importancia para el mantenimiento de los humedales y el caudal base de los ríos. Si el nivel freático desciende demasiado, se secan los humedales y los arroyos y los ríos se transforman de ríos receptores (que reciben el caudal base de las aguas subterráneas) a ríos drenantes (que pierden agua por infiltración hacia el subsuelo). Sólo alrededor del 3% del agua en el mundo es agua dulce. Aunque hay mucha incertidumbre acerca de los datos, los casquetes de hielo y los glaciares almacenan aproximadamente 86 % del agua dulce del mundo, mientras que las aguas subterráneas almacenan 13,5 %. El 0,5 % restante del agua dulce del mundo está en los lagos, la humedad del suelo, los ríos, los embalses, el riego del suelo y la atmósfera (Jones, 1997). Aunque las reservas de las aguas subterráneas es casi 25 veces el de las del agua superficial, la recarga anual de las aguas subterráneas se estima en sólo el 10 % de la descarga total de los ríos a nivel mundial (Oki y Kanae, 2006). En vista de que los acuíferos contienen grandes cantidades de agua, el nivel de recarga es rápidamente superado cuando aumenta el bombeo de los acuíferos.

Desde los años cincuenta del siglo pasado, se ha multiplicado por diez el riego con aguas subterráneas en todo el mundo, ya que las aguas subterráneas son fácilmente accesibles con la tecnología de pozos y son una fuente de agua confiable en muchas áreas. Especialmente desde la década de 1970 se ha producido un auge del uso de las aguas subterráneas en muchos países por los avances en tecnología y la caída sostenida en los precios de las bombas y el combustible o la electricidad para que éstas funcionen (a menudo con fuertes subvenciones). En muchas partes del mundo esto ha conducido rápidamente a la sobreexplotación de las aguas subterráneas, con tasas de extracción significativamente superiores a la recarga. Como resultado, el agotamiento de los acuíferos se está convirtiendo en algo cada vez más grave en zonas de uso intensivo de aguas subterráneas como la India, el oeste de los Estados Unidos, la llanura de China del norte, España, Irán, el Medio Oriente, el África septentrional y México (Shah et al., 2007). Sin embargo, la

regulación del bombeo del agua subterránea en estas áreas, que representan alrededor del 80 % de las aguas subterráneas del área regada mundial (FAO, 2005), resulta muy difícil, a pesar de las aguas subterráneas son de importancia crítica para sus economías. Esto es alarmante pues los efectos a mediano y largo plazo de la explotación excesiva de agua son más significativos en el caso de las aguas subterráneas que en el de las superficiales. Una situación de bajo abastecimiento de agua superficial puede revertirse en apenas un año de alta precipitación y esorrentía, mientras que la reversión del déficit acumulado de años de agotamiento del acuífero tomará años. En consecuencia, la regulación y la justicia relacionadas con las aguas subterráneas se han convertido en uno de los desafíos más graves en la gobernanza del agua.

La urgencia para generar mecanismos de gobernabilidad que mejoren la justicia en las aguas subterráneas y habiliten una gestión sostenible de éstas ha recibido muy poca atención, tanto en las agendas políticas gubernamentales como en las luchas de la sociedad civil. La mayoría de la investigación y la promoción se centra en las aguas superficiales, como en el caso del desecamiento de ríos y lagos, la contaminación de los ríos por actividades mineras, los flujos de aguas residuales de la industria y las ciudades, y la construcción de grandes presas y transferencias entre cuencas, que son mucho más visibles y despiertan más fácilmente las protestas. Además, los derechos a las aguas superficiales tienen una larga historia, están más claramente definidos y se han estudiado en profundidad. No es ése el caso de las aguas subterráneas, por varias razones. Las aguas subterráneas son invisibles, los derechos a las aguas subterráneas en gran medida todavía siguen la "Regla Inglesa" de propiedad absoluta de las aguas subterráneas, lo que da a los propietarios el derecho para extraer el agua que está debajo de sus tierras dentro de límites "razonables" (Rossmann y Steel, 1982), y, en gran medida, el acceso a las aguas subterráneas está determinado por una tecnología dispersa. Las aguas subterráneas son un recurso "horizontal", lo que significa que "los agricultores [y otros usuarios] situados sobre un acuífero pueden cavar pozos de forma independiente sobre una extensión significativa" (Kemper, 2007: 156). Esto conduce rápidamente a un acceso "libre para todos" de las aguas subterráneas, lo que hace muy difícil visualizar quién está causando su sobreexplotación. Se ha investigado muy poco sobre la acumulación de las aguas subterráneas y la concentración de acceso a ellas, con las notables excepciones de Ahler sobre la "acumulación por despojo" en el acuífero de Torreón en el norte de México (Ahler, 2005) y Prakash sobre el riego con aguas subterráneas y la diferenciación social en Gujarat del Norte (Prakash, 2005).

Este documento sostiene que el uso intensivo de las aguas subterráneas conduce tanto a formas abiertas como a formas difusas e invisibles de despojo y concentración de acceso a las aguas subterráneas. La economía política de uso de las aguas subterráneas es un fuerte obstáculo a la reducción de la sobreexplotación de las aguas subterráneas, tanto a través de la autorregulación de usuarios como de la regulación estatal, y a la mejora de la justicia hídrica subterránea. También es un recurso que se resiste a un análisis sencillo de la concentración de los derechos de agua y la dinámica de la acumulación de los derechos, pues el acceso a las aguas subterráneas con frecuencia es libre para todos y está determinado en gran medida por la tecnología. Quien tenga las bombas más fuertes y más profundas podrá succionar impunemente la mayoría del agua, en detrimento de los demás. Como resultado, la injusticia en las aguas subterráneas es pan de cada día y crece a diario.

### **Aguas subterráneas: Del bien-estar al mal-estar**<sup>3</sup>

El auge en el bombeo de aguas subterráneas en muchos países inicialmente creó mucho bien-estar y efectos positivos en la reducción de la pobreza y la emancipación. Para el Asia meridional, Shah (2009: 92) sostiene que "[como] la iniciativa no gubernamental más grande de riego del mundo, completa con sus propias instituciones económicas especializadas, la economía de riego bombeado del Asia meridional ha sido una bendición que por mucho tiempo ha empujado los daños colaterales que produce. Una rápida expansión en esta forma de riego ha tenido un potente impacto equalizador, estabilizador y mejorador de ingresos a una escala subcontinental". Este autor argumenta que desde la década de 1970 el bombeo de aguas subterráneas en el sur del Asia ha beneficiado a 500 millones de personas, a través de los siguientes mecanismos:

- Algo para todos en lugar de todo para algunos, como en el riego con agua superficial;
- Un equilibrio regional en el desarrollo de riego, con riego que también llega a las áreas de secano;
- Una agricultura de monzón a prueba de sequías;
- Más trabajo para los sin tierra, por la creciente demanda de mano de obra durante todo el año;
- Acceso al agua para agricultores marginales, con un fuerte sesgo del riego bombeado hacia los pobres debido a su impacto en el aumento de la tierra y la absorción de mano de obra;

---

<sup>3</sup> Nota de traducción: en el original *well-fare e ill-fare*.

- Diversificación intensiva de la agricultura, con producción de mayor valor (Shah, 2009).

Cuando se comienza a regar con aguas subterráneas, es decir, cuando las tablas de agua están todavía relativamente cerca a la superficie, se alcanzan un espectacular crecimiento agrícola e impactos positivos reales en la reducción de la pobreza, tal como describen Burke y Moench (2000) y Shah (2009). Las bombas de pedal (treadle pump en inglés), los pozos poco profundos y las bombas de diesel baratas, combinadas con el bajo costo de las técnicas de perforación, hacen que al inicio las aguas subterráneas estén el alcance de los agricultores más pobres, hombres y mujeres, y esto puede llevar rápidamente a una duplicación o triplicación de sus ingresos anuales. Como las aguas subterráneas son un recurso distribuido y horizontal, esto hace que sea accesible a una amplia gama de personas con medios relativamente modestos, a diferencia de las inversiones 'en montón' e intensivas en capital de un canal de riego. Gracias a un extenso estudio bibliográfico, Shah et al. (2007: 411) concluyen que "especialmente en Asia, hay una evidencia abrumadora de que el auge de las aguas subterráneas ha demostrado una mayor equidad en el acceso al riego entre personas, clases y regiones y, por lo tanto, a los beneficios de la agricultura intensiva, en comparación con los grandes proyectos de riego que han creado oasis de prosperidad en las áreas de riego".

Aparte de ser fácilmente accesibles, las aguas subterráneas tienen varias otras características que les hacen inicialmente un recurso mucho más eficaz para la lucha contra la pobreza y un desarrollo más equitativo que las aguas superficiales. Parafraseando a Shah et al (2007: 409), las aguas subterráneas están *disponibles en el sitio* y, por lo tanto, necesitan poca infraestructura de transporte, lo que conduce a una gestión descentralizada y a un desarrollo atomístico; tienen una capacidad de *almacenamiento* interanual que es altamente *confiable* y a una fracción del costo de almacenamiento convencional de agua superficial; y son altamente *flexibles*, ofreciendo a los agricultores agua a demanda y a tiempo oportuno (si es que tienen acceso a electricidad o diesel). Sin embargo, estos beneficios se evaporan rápidamente una vez que los niveles del acuífero empiezan a caer por la sobreexplotación. Esto es cuando las aguas subterráneas pasan de ser un bien-estar a ser un mal-estar (Shah, 2009).

Tras el auge inicial de las aguas subterráneas y el surgimiento de una economía agraria basada en las aguas subterráneas, se establece invariablemente una disminución de los niveles del acuífero. El ascenso y caída de las socioecologías de las aguas subterráneas en el sur de Asia han sido

estudiados a fondo por Tushaar Shah, quien identifica cuatro etapas en la transición de las aguas subterráneas de bien-estar a las de mal-estar: (1) surgimiento de la revolución verde y de la tecnología de pozos profundos, (2) economía agraria basada en las aguas subterráneas, (3) primeros síntomas de sobreexplotación de las aguas subterráneas, y (4) declinación de la socioecología de las aguas subterráneas con impactos alarmantes (Shah, 2009). En las etapas 3 y 4 aumenta la injusticia relacionada con las aguas subterráneas, pues los que son demasiados pobres para cavar pozos profundos son empujados fuera de la producción. Prakash (2005) ha analizado la etapa 4 para el norte de Gujarat y ha mostrado cómo los niveles continuamente decrecientes del acuífero han conducido a una diferenciación social y a la transición de los agricultores más ricos hacia una vida urbana alejada de las granjas, quedando los pobres atrás para hacer frente a una decreciente base de recursos.

### **Una Tipología de Despojos e Injusticias Relacionadas con el Agua Subterránea**

Como parte del cambio del bien-estar al mal-estar de las aguas subterráneas, han aumentado el despojo directo y difuso de las aguas subterráneas y la concentración del acceso a las aguas subterráneas, aunque a menudo de manera invisible y difícil de monitorear. Para comprender mejor los procesos de por qué el uso de las aguas subterráneas lleva al mal-estar y a la injusticia en términos de acceso al agua y a la equidad, en esta sección presentamos una tipología preliminar de los despojos y las injusticias de las aguas subterráneas que no pretende ser exhaustiva.

***La carrera hacia el fondo: cuando los agricultores más ricos bombean más que los pobres.*** Una vez que los niveles de agua subterránea comienzan a caer, los pozos deben ser profundizados para alcanzar el menguante nivel freático, y los costos de bombeo concomitantes aumentan. Esto es inherente a la gran cantidad de agua almacenada en acuíferos en comparación con las tasas anuales de la recarga, lo que hace factible continuar el bombeo de un acuífero durante mucho tiempo, pero a niveles cada vez más profundos. Los primeros impactos del descenso en los niveles del acuífero (entre 3 y 10 m bajo la superficie) son el desecamiento de las norias, las bombas de mano, las bombas de pedal, los pozos poco profundos, los manantiales y los humedales locales. Esto afecta negativamente a los medios de subsistencia de quienes no logran hacer la transición hacia los pozos profundos con bombas de alta capacidad, obligándolos a volver a la agricultura regada por lluvia, o forzándolos a emigrar hacia los mercados de mano de obra rural o urbana, con lo que a menudo

aumentan la pobreza y la marginación. Además de los impactos en los medios de subsistencia, el agotamiento del acuífero generalmente empobrece los servicios ecosistémicos proporcionados por el paisaje. Así pasa, por ejemplo, en el caso de Bangladesh durante la estación seca y en otras áreas húmedas con una marcada estación seca. Cuando los niveles empiezan a descender por debajo de 30 a 40 metros, muchos pequeños agricultores comienzan a perder la carrera del bombeo y desertan. Esto se convierte en algo aún más marcado con niveles estáticos de los acuíferos que empiezan a descender por debajo de los 100 m, y entonces sólo los agricultores más ricos pueden permitirse los costos de bombeo y la profundización o el cambio de posición de sus pozos. Ejemplos de hacinamiento de los agricultores más pobres se encuentran en California (Blomquist, 1992), México (Wester, 2008), España (López-Gunn y Cortina, 2006), China (Kendy et al., 2003) y Gujarat (Prakash, 2005).

***La agricultura comercial: los vampiros del agua y las cadenas de mercado.*** La concentración de acceso a las aguas subterráneas depende fuertemente de la economía política de la producción agrícola. En aquellos países con sistemas de agricultura de pequeños terratenientes que dependen de las aguas subterráneas y en la mayoría de los deltas, los agricultores más ricos desplazan comúnmente a los agricultores más pobres, pero en su mayoría no es algo intencional y se relaciona con la dinámica de un acervo común de recursos. En áreas con agricultura industrial, tales como Australia, Brasil, México, España y Estados Unidos, la dinámica es diferente y los despojos de agua subterránea son más flagrantes e intencionales. Donde las cadenas lucrativas de los productos agrícolas básicos y la producción y comercialización de cultivos de alto valor como verduras están cada vez más bajo el control de las empresas agroindustriales y los grandes terratenientes, es muy fuerte el incentivo para establecer un control firme sobre las aguas subterráneas al jugar con el sistema legislativo, adquiriendo permisos de bombeo a través de medios extralegales y cavando cada vez más pozos. Esto conduce a una carrera mucho más intensa hacia la intensificación del bombeo, en la cual los agricultores independientes son expulsados de la producción y las empresas agroindustriales entran una vez que los niveles de acuífero han descendido hasta tal punto que el bombeo es económicamente poco atractivo para los pequeños terratenientes. Tales despojos a menudo van de la mano con cambios en la tenencia de la tierra: las grandes empresas y los agricultores comerciales acumulan tierra que cubre los acuíferos por medio de compra o alquiler a los pequeños productores. Esto está ocurriendo actualmente en el estado de Guanajuato, México, donde las personas se refieren a las redes agroindustriales como los "vampiros del agua"



(Hoogesteger, 2004). Procesos similares se han dado en California en los últimos cuarenta años, con restricciones voluntarias de bombeo y adjudicaciones de las aguas subterráneas de cuencas, adjudicaciones a las que se llega luego de que la mayoría de los pequeños productores han sido despachados (Blomquist, 1992). Otros ejemplos de despojos flagrantes de aguas subterráneas por vampiros del agua son: la "acumulación por despojo" en el acuífero de Torreón en el norte de México (Ahlers, 2005), la "acumulación por posesión de tierras" en las zonas costeras de producción de banano y caña de azúcar en el Ecuador (Gaybor, 2009) y la "acumulación por desarrollo de la tierra" por parte de las empresas de producción y exportación de hortalizas frescas a lo largo de la costa del Perú (van der Ploeg, 2006).

***Las urbes contra la agricultura: los largos tentáculos de las megaciudades y la industria.*** La concentración de acceso a las aguas subterráneas en las etapas de 3 y 4 de las socioecologías de aguas subterráneas de Shah se produce principalmente en la agricultura. Sin embargo, las sustracciones de aguas subterráneas por parte de las megaciudades y sus industrias, tales como México, Bangkok y de Los Ángeles –con frecuencia con el pleno apoyo de los gobiernos– están llevando a una marcada disminución en los niveles del acuífero. En términos más generales, el bombeo para las ciudades, pueblos e industrias desde acuíferos que ya están estresados conduce a aumentar los conflictos entre la agricultura y el uso del agua urbana e industrial, a medida que para el segundo generalmente se cavan pozos mucho más profundos y existen medios económicos para transportar las aguas subterráneas a grandes distancias. Así mismo, como el uso del agua doméstica con frecuencia tiene prioridad sobre otros usos, las ciudades pueden, de manera relativamente fácil, formalizar sus derechos a grandes cantidades de agua subterránea, sin compensación para los otros usuarios del acuífero. Con el crecimiento de las poblaciones urbanas, las sustracciones de aguas subterráneas para las ciudades y las industrias probablemente aumentarán en el futuro.

***La injusticia difusa de las aguas subterráneas: disminución de tierras, intrusión salina y calidad del agua subterránea.*** Además de la concentración del acceso a las aguas subterráneas y de las cada vez más flagrantes sustracciones de aguas subterráneas, la disminución en los niveles de los acuíferos también puede tener efectos difusos relacionados con la justicia. En los acuíferos costeros, la sobreproducción puede conducir a la intrusión salina, lo que a largo plazo transforma al acuífero en inútil. Los hundimientos de tierra son un fenómeno común en áreas de uso intensivo de aguas subterráneas y conducen a altos costos sociales debido a interrupciones en las tuberías de drenaje,



daños en viviendas y carreteras, y aumento de riesgo de inundaciones. La sobreproducción también puede tener impactos muy graves sobre la calidad de las aguas subterráneas, como muestran los casos de arsénico en Bangladesh, Bengala occidental, y el acuífero de Torreón en México. Estas formas de injusticia relacionados con las aguas subterráneas son muy difusas y afectan a amplios segmentos de la población. Señalar con el dedo a un único culpable es muy difícil, y los daños son en gran medida irreversibles a corto y mediano plazo.

### **Hacia un Marco Conceptual para el Análisis de los Conflictos y la Concentración del Acceso a las Aguas Subterráneas**

Esta nota conceptual está escrita como insumo para el tema de investigación de las aguas subterráneas dentro del programa de investigación Justicia Hídrica, actualmente bajo formulación. Este programa hace dos conjuntos de preguntas principales:

- 1) ¿Cuál es el estado de los derechos de agua y la concentración de acceso de éstos en términos cuantitativos y cualitativos? ¿Cuáles son los mecanismos para la distribución desigual de derechos de agua y acceso al recurso entre grupos de usuarios y sectores, según las condiciones de clase, género y etnia?
- 2) ¿Cómo se desarrollan los conflictos de agua (sobre su cantidad y calidad), con referencia a su contenido, mecanismos, contradicciones estructurales y posibles soluciones? ¿Cuáles son las estrategias de los grupos afectados para hacer frente a la injusticia hídrica?

Estas preguntas están fuertemente basadas en experiencias con aguas superficiales, pero se pueden aplicar igualmente a las aguas subterráneas. Sin embargo, como el acceso a las aguas subterráneas es principalmente una cuestión de tecnología y, por lo tanto, como la creación *de facto* de los derechos a las aguas subterráneas opera a través de la creación de propiedad hidráulica y propiedad de tierras individualizadas, un enfoque sobre (la acumulación de) los derechos de aguas subterráneas puede inducir a errores. Más bien, es necesario un enfoque sobre la concentración de acceso a las aguas subterráneas a través de la concentración de permisos de aguas subterráneas o a través de la acumulación de tierras, y los mecanismos subyacentes, tanto sutiles como flagrantes, de sustracciones de agua subterránea. El uso intensivo de las aguas subterráneas lleva a despojos abiertos y difusos, y a una concentración de acceso a las aguas subterráneas que son más difíciles de monitorear y representar que en el caso de las aguas superficiales. Esto plantea retos para la

conceptualización y el estudio de la injusticia en las aguas subterráneas, y el modo en que esto puede ayudar a la definición de políticas, programas y acciones para mejorar la justicia en el acceso a estas aguas. Con base en el estudio de las cuestiones sobre justicia de aguas subterráneas indicadas, en el resto del documento se proponen avenidas conceptuales para estudiar injusticias en el uso de las aguas subterráneas.

Para analizar las socioecologías de las aguas subterráneas y la concentración de acceso a las aguas subterráneas es necesario un marco conceptual en capas. Este marco puede visualizarse como una cebolla, con un núcleo que consta de los conceptos para estudiar las redes hidrosociales (Wester, 2008) que constituyen las socioecologías de las aguas subterráneas, es decir, las configuraciones de tecnologías, seres humanos, aguas subterráneas y otros recursos productivos y materiales. La capa que rodea este núcleo interno consta de la economía política de las cadenas de productos básicos (agrícolas e industriales), así como de la política y las políticas que guían la extracción de las aguas subterráneas. La capa exterior consta de los ámbitos y discursos en los que se desarrollan los dramas de injusticia relacionados con las aguas subterráneas. Aunque la metáfora que se utiliza aquí indica una representación multi-capas de una realidad (imaginaria), estas capas están profundamente interconectadas y sirven como un referente a las múltiples dimensiones de las socioecologías de las aguas subterráneas.

***Redes hidrosociales y control de las aguas subterráneas.*** Para el estudio de la justicia de las aguas subterráneas se necesita un fuerte énfasis en las tecnologías de las aguas subterráneas, puesto que la tecnología es un determinante fuerte del acceso a estas aguas. Para el análisis de las tecnologías de las aguas subterráneas se propone utilizar el enfoque sociotécnico para estudios interdisciplinarios de gestión de agua desarrollado en el Grupo de Ingeniería de Agua y Riego de la Universidad de Wageningen (cf. Bolding et al., 1995; Mollinga, 1998; Vincent, 2001; Shah, 2003; Bolding, 2004; Rap, 2004; Zawe, 2006; Zwarteveen, 2006, Boelens, 2008 y Wester, 2008). En este enfoque, las tecnologías de agua son vistas como una forma de mediación entre la sociedad y los recursos naturales, en la que lo social, lo técnico y lo material se analizan simultáneamente como dimensiones diferentes pero internamente relacionadas del mismo objeto (Bolding et al., 2000). Siendo las tecnologías redes heterogéneas de elementos humanos y no humanos, también los vínculos entre estos elementos son objetos de estudio.

Las redes sociotécnicas de relaciones que constituyen un régimen de riego o las redes sociotécnicas hidráulicas agregadas alrededor de un río pueden denominarse redes hidrosociales (Bolding, 2004; Wester, 2008). Estas redes se forman intencional y recursivamente alrededor del agua y su uso, y son siempre emergentes y en proceso de formación al ser resultados precarios y reversibles de modos de ordenamiento. Bolding (2004) define dos características esenciales de las redes hidrosociales: amplitud y durabilidad. La amplitud se refiere al alcance espacial, social e institucional de una red hidrosocial, y puede ir desde una sola bomba de agua subterránea o un solo canal pequeño hasta toda la cuenca. Esto depende de la escala de análisis y de las asociaciones que se están analizando. La durabilidad se refiere a la fuerza de una red hidrosocial, a cuán fuertes y estables son las asociaciones entre los elementos heterogéneos que forman la red de actores. También se refiere a la dimensión de tiempo de la red, a cuánto tiempo la red se mantiene como tal antes de desintegrarse. El actor crítico en las redes hidrosociales es el agua, pues sin agua la red literalmente se seca. Para el estudio de las aguas subterráneas, también es de vital importancia centrarse en la propiedad de la tierra y su uso, puesto que el acceso a las aguas subterráneas con frecuencia está vinculado a la propiedad de la tierra. Al estar el acceso a las aguas subterráneas tan fuertemente vinculado a la tecnología individualizada que crea una propiedad hidráulica individual, es necesario un enfoque sobre la tenencia de la tierra y el acceso a la tecnología e insumos (diesel y electricidad), en lugar de centrarse en los derechos de agua *per se*.

***Análisis político económico de las cadenas productivas y las políticas de aguas subterráneas.*** Otra fuerza en el acceso a las aguas subterráneas, además de la tecnología y la propiedad de la tierra, es la economía política de las cadenas de los productos básicos y de las políticas de aguas subterráneas. Para ello es necesario analizar las configuraciones del mercado alrededor de determinados cultivos y los procesos políticos y las políticas que conforman el acceso a las aguas subterráneas y su administración. Destacan las siguientes áreas de estudio:

- 1) La economía política de las cadenas productivas (definidas como las relaciones de poder y de producción que estructuran la sociedad) y los vínculos entre los productores, las empresas agroindustriales y los mercados, tienen un fuerte impacto en la extracción de agua subterránea. Destacan las cadenas productivas de cultivos de alto valor, tales como frutas y verduras, pero también los vínculos entre, por ejemplo, alfalfa y lecherías. A través de los paquetes de producción y control de calidad proporcionados por las empresas agroindustriales y su acceso a los mercados, los agricultores comerciales pasan a formar

- parte de una agricultura globalizada a la que las empresas ingresan una vez que se han agotado los recursos locales de agua subterránea.
- 2) Las políticas de aguas subterráneas que influyen en el acceso y el control sobre las aguas subterráneas, tales como subsidios de energía y tecnología. En la ausencia de políticas que permitan a los pobres acceder a las aguas subterráneas, sólo aquellos agentes con capital privado suficiente para invertir en tecnología podrán acceder a las aguas subterráneas, los que a su vez son quienes se harán más ricos mediante el acceso a los recursos. Las políticas agrícolas, como las subvenciones, los precios fijos y los mercados regulados o "libres" para productos agrícolas, determinan quién se beneficia y quién abandona la carrera.

***Los ámbitos y los discursos de las aguas subterráneas.*** La definición de diccionario<sup>4</sup> dice que un ámbito es un área en la que un individuo o grupo tiene control. Tanto la connotación espacial como el elemento de control contenidos en esta definición son importantes. Con base en Wester (2008), este documento define un ámbito de aguas subterráneas como algo que abarca un área-problema y la gama de interesados e instituciones unidas por o vinculados a esa área-problema, que participan en las luchas, las negociaciones y a veces en las colaboraciones para gobernarla. La combinación de las palabras "problema" y "área" se utiliza tanto para connotar las dimensiones espaciales de un dominio como para indicar que algo está un juego. Esta definición se basa en el trabajo de Villarreal, quien define "ámbitos de interacción" como "áreas de la vida social en las que las prácticas están rutinariamente organizadas en configuraciones regionales específicas y a través de las cuales están reconocidas, se reproducen y se transforman ciertas autoridades, valores e identidades" (1994: 59). Donde discrepamos con su definición es en que los ámbitos de agua no necesariamente están localizados de manera precisa en el tiempo y en el espacio, sino que son más generales. Dentro de un ámbito hay muchos escenarios, definidos aquí como localidades y lugares específicos donde actores con distintas percepciones, intereses y estrategias se juntan para interactuar, negociar, luchar y tomar decisiones relativas a un problema (cf. van Bueren et al., 2003).

Los discursos influyen con fuerza en lo que se considera justo y aceptable en las redes hidrosociales y en los ámbitos de las aguas subterráneas. Para la investigación de justicia de las aguas

---

<sup>4</sup> Nota de traducción: esta definición se refiere a la del diccionario inglés utilizado por los autores para el vocablo inglés *domain*, traducido aquí como "ámbito".

subterráneas esto plantea preguntas acerca de los conceptos y los discursos nirvánicos que los investigadores emplean cuando debaten cuestiones de justicia y equidad... ¿qué es equitativo?; ¿qué es justo? La búsqueda de cualquier acción en el manejo de las aguas subterráneas está informada por convicciones políticas e ideológicas específicas. Los organismos gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales, los grupos de usuarios y la academia impulsan sus programas, políticas e intervenciones con fundamento en sus convicciones acerca de cómo funciona el mundo. Estas convicciones se crean por discursos que en el sector contemporáneo del agua (especialmente gobiernos y organizaciones no gubernamentales) dependen en gran medida de los discursos internacionales (como el del desarrollo sostenible y la gestión integrada de recursos hídricos) que se insertan como conceptos de nirvana (Molle, 2008). Estos discursos específicos pueden inspirar a los responsables de la toma de decisiones hacia nuevas acciones y esperanzas renovadas, y ofrecer oportunidades para la contestación al proporcionar bases comunes para la negociación. Sin embargo, según Molle (2008: 133), éstos enfrentan dos dificultades fundamentales: a) son fácilmente captados por grupos que intentan legitimar sus propios intereses o poner una cortina de humo a sus prácticas empresariales habituales; y b) pueden ocultar el carácter político e histórico de la gestión de las aguas subterráneas.

Un componente importante de los ámbitos y los discursos de las aguas subterráneas es el de las luchas y las negociaciones relativas a las *reglas* de la gobernanza y las formas de regulación (*legitimidad de las autoridades*) de las aguas subterráneas. Para contrarrestar la concentración de acceso y mejorar la justicia en el acceso a las aguas subterráneas, es necesario algún tipo de regulación. Sin embargo, la investigación sobre la justicia de las aguas subterráneas necesita precisamente problematizar los entendimientos convencionales sobre regulación como establecimiento del orden, y necesita cuestionar si "amaestrar la anarquía" (Shah, 2009) es siquiera deseable. Las siguientes ideas sobre la "regulación" de las aguas subterráneas proporcionan un punto de partida para investigaciones informadas sobre la justicia en las aguas subterráneas.

Está bien establecido que la regulación de las aguas subterráneas es muy difícil y que existen muy pocos ejemplos de regímenes de gestión sostenible de las aguas subterráneas en zonas de uso intensivo (Knegt y Vincent, 2001; Shah et al., 2007; Wester et al., 2009). Esto plantea la pregunta de por qué la no-regulación de uso de las aguas subterráneas es tan generalizada y si hay algo característico de las aguas subterráneas que conduce invariablemente a su sobreexplotación. Las

investigaciones han demostrado que es difícil regular las aguas subterráneas por diversas razones (cf. Blomquist, 1992):

- Es un recurso que se escapa y es invisible, lo que hace que sea difícil monitorear quién está bombeando y cuánto para llegar a un conjunto de arreglos acerca de la reducción en las extracciones de agua subterránea.
- El agua subterránea es extraída por un número alto y ampliamente distribuido de bombas controladas por varios individuos, los cuales tienen un fuerte incentivo para maximizar la extracción de agua subterránea con el objetivo de recuperar las inversiones en capital (Shah *et al.*, 2007).
- Las experiencias en todo el mundo muestran que los sistemas de permisos para regular el uso de las aguas subterráneas tienden fácilmente a la corrupción y que el establecimiento de derechos para las aguas subterráneas es incluso más difícil que para las superficiales (van Steenberg y Shah, 2003).
- Reducir la extracción de agua subterráneas es complicado ya que conlleva a la disminución de los beneficios económicos del uso actual de esas aguas (Shah *et al.*, 2003).
- En suma, la actitud de misión hidráulica individualizada (Wester, 2009) característica del uso de las aguas subterráneas, es decir, “bombea todas las gotas que puedas y preocúpate después de las consecuencias”, en combinación con el fuerte velo económico puesto por los grandes bombeadores como industrias, ciudades y agricultores comerciales, milita contra el establecimiento de una gestión sustentable de las aguas subterráneas.

Un factor que complica la gestión de las aguas subterráneas es que es difícil organizar a los usuarios del acuífero y desarrollar el control social sobre las aguas subterráneas bombeadas. El carácter "invisible" e "individualizado" de las aguas subterráneas hace difícil determinar quién está bombeando cuánto y supervisar las reducciones en extracciones. En contraste con los sistemas de riego superficial, donde los usuarios del agua deben colaborar para garantizar el suministro de agua, quienes bombean funcionan de forma relativamente independiente unos de otros. Es sólo después de períodos prolongados de bombeo que se vuelven relevantes tanto el resultado de las acciones combinadas en la sobreexplotación de las aguas subterráneas, como la necesidad de desarrollar la gobernanza del acuífero. Pero incluso si se constituye una estructura fuerte para la gobernanza del acuífero y si hay acuerdo sobre las reducciones en extracciones de agua subterránea, la estabilización de un acuífero tarda mucho y los usuarios no ven la recompensa rápidamente tras las

restricciones. Ante la falta de una "identidad hidrológica" común que enlace a los usuarios frente a objetivos comunes e intereses compartidos, como es el caso en la mayoría de los sistemas de riego de agua superficial, el incentivo para que los usuarios del acuífero colaboren es limitada, lo que complica la autorregulación de los acuíferos por parte de los usuarios de estas aguas.

Estas características de las aguas subterráneas parecen indicar que la gestión eficaz de las aguas subterráneas requiere de un control centralizado a través de una agencia del gobierno. La alternativa, se asume, sería el caos. Sin embargo, el papel del Estado en la creación de la sobreexplotación de las aguas subterráneas se suele pasar por alto con frecuencia. Las ciudades, las industrias y la agricultura comercial dependen fuertemente de los aumentos en el uso de las aguas subterráneas para su crecimiento continuo, y en muchos países siguen siendo firmemente apoyadas por las políticas del gobierno para lograr este objetivo. Por lo tanto, si los organismos gubernamentales pretenden que se reduzcan las extracciones de agua subterránea, lo que necesitan es hacer frente a la economía política de uso de las aguas subterráneas.

La gestión colectiva de las aguas subterráneas por parte de los usuarios del agua –la autorregulación o la gobernanza a escala local– es cada vez más recomendada como una alternativa o complemento a la regulación estatal (Blomquist, 1992; Steenbergen y Shah, 2003; López-Gunn y Cortina, 2006; Steenbergen, 2006; Schlager, 2007). Recientemente, el Banco Mundial ha recomendado marcos para promover el desarrollo de organizaciones de gestión de acuíferos como un componente integral de la GIRH (World Bank GW-MATE, 2006, b). Sin embargo, dentro de estas directrices no se aborda explícitamente la cuestión de qué competencias debe tener la organización de gestión frente a organizaciones de alto nivel a escala de cuenca y frente a los organismos gubernamentales, a la par que los procesos políticos de interacción entre los organismos de agua nacionales y las emergentes organizaciones a nivel de acuífero son ocultadas. Si bien la experiencia mexicana con los consejos de administración de acuíferos informó fuertemente a las recomendaciones del Banco Mundial sobre la gobernanza de las aguas subterráneas (Foster et al., 2004), un análisis profundo de las cuestiones y luchas políticas e institucionales experimentadas muestra las dificultades y los desafíos que existen, tanto para el Estado como los usuarios, en la formación de organizaciones fuertes de usuarios de aguas subterráneas (Wester et al., 2009). Como ha subrayado Schlager (2007: 149) "la forma de las relaciones productivas y complementarias entre los usuarios de los recursos y las diferentes organizaciones y gobiernos no se comprende bien y requiere de una investigación



sustancial". Son precisamente estas relaciones, junto con los patrones de acceso a la tierra y las aguas subterráneas lo que forma el meollo de las luchas por la justicia en las aguas subterráneas.

## Conclusiones

Las dimensiones de la justicia hídrica en relación con la sobreexplotación de las aguas subterráneas plantean desafíos muy serios, tanto para la investigación como para las intervenciones. Los conflictos de las aguas subterráneas y la concentración de acceso a las aguas subterráneas son difíciles de conceptualizar y visibilizar, más que para el agua superficial. Tampoco hay recetas sencillas para la acción de la sociedad civil o la lucha para mejorar la justicia de las aguas subterráneas, especialmente si la distribución de tierras y aguas subterráneas a través de mecanismos de mercado y la propiedad privadas siguen siendo "santos griales". Además, pocas esperanzas da el hecho de que, hasta la fecha, en gran medida han fracasado los esfuerzos del mundo para reducir el bombeo de agua subterránea. En la práctica, es necesario un enfoque práctico que reconozca explícitamente tanto la naturaleza política de la gestión de las aguas subterráneas, como las complejidades de los desafíos relacionados con las aguas subterráneas, sin dejar de tener un enfoque para abordar los problemas específicos en la gestión del agua.

En la mayoría de los países, los intentos por regular las aguas subterráneas, ya sea a través del control del Estado o la autorregulación de los usuarios, no han dado como resultado reducciones en las extracciones de agua subterránea. En casi todas las áreas de uso intensivo de las aguas subterráneas, los usuarios continúan controlando sus bombas casi sin restricciones; los gobiernos siguen suministrando electricidad barata a la agricultura y las hidrocracias buscan activamente rentas por medio de la legalización de las bombas ilegales. Además, nada se hace para hacer cumplir los reglamentos existentes y detener la perforación de nuevos pozos. Sugerimos que estas estrategias permanecen y son más fuertes que los intentos de reducir el uso de las aguas subterráneas porque refuerzan dos preocupaciones centrales del Estado: la acumulación (aumento de ingresos a través de la agricultura de exportación y la industrialización) y la legitimidad (la provisión de subsidios a la producción de agricultores potencialmente indisciplinados y al agua doméstica para grupos de votantes poderosos). Por lo tanto, los intentos de reducir la sobreexplotación de las aguas subterráneas en la mayoría de los países se ven obstaculizados por la economía política de uso de las aguas subterráneas. Es más, la mayoría de los programas

encaminados a reducir la demanda de agua subterránea, es decir, el precio de la electricidad, la autorregulación de los usuarios y los programas de modernización del riego, han sido torcidos por los usuarios agrícolas para satisfacer sus propios intereses, esto es, para mantener y hacer más rentable la agricultura de las aguas subterráneas. El resultado es el carácter de “cara de Jano” de las políticas de aguas subterráneas: mientras por un lado el Estado puede legitimar sus esfuerzos para reducir el uso de las aguas subterráneas señalando sus políticas, por otro lado la ineficacia interna de estas políticas no dañan los intereses de los poderosos bombeadores tales como la agricultura comercial, las industrias y las ciudades. Tres razones para la no-regulación de las aguas subterráneas se destacan:

1. Las políticas administrativas en las cuales las luchas entre las diferentes agencias gubernamentales obstruyen los esfuerzos por reducir el uso de las aguas subterráneas;
2. La falta de esfuerzos por parte de ciudades e industrias para disminuir el uso de las aguas subterráneas y el apoyo político para su crecimiento continuado, por medio de la cual estos actores poderosos tienen éxito en sus reclamos de agua y en su incremento en la extracción de agua subterránea; y
3. La dinámica del estado como parte de la sociedad en el cual los objetivos del Estado, para estimular el crecimiento son más fuertes que la necesidad de lograr la gestión sustentable de las aguas subterráneas, lo que conllevaría a la restricción del uso por parte de agricultores comerciales, ciudades e industrias, las que frecuentemente controlan segmentos de la maquinaria estatal.

Los acuíferos en muchos países siguen siendo sobreexplotados mientras la mayoría de los actores involucrados en la gestión de las aguas subterráneas tiene interés en que la situación se mantenga como está. Siempre que no exista presión de bombeadores poderosos para restringir las extracciones de agua subterránea, el Estado no concretará ninguna iniciativa que realmente duela. Los arreglos institucionales para la gestión de las aguas subterráneas consisten en una red de regulación estatal, fuerzas del mercado y usuarios individuales de aguas subterráneas. Reajustar esta red para lograr extracciones de agua subterránea sostenible y para mejorar la justicia de las aguas subterráneas es muy difícil debido a la economía política de uso de las aguas subterráneas. Si bien es evidente que en algún momento las partes interesadas tendrán que afrontar el hecho de que las extracciones de aguas subterráneas deben disminuir, la opción preferida hasta la fecha ha sido la continua sobreexplotación de las aguas subterráneas. Los primeros en ser afectados son los agricultores más

pobres y los asentamientos rurales, pues no pueden darse el lujo de profundizar o cambiar la posición de sus pozos. La mejora de la justicia hídrica subterránea requerirá una combinación de enfoques regulatorios y participativos, junto con cambios en el comportamiento de la demanda de los usuarios del agua. Hasta la fecha, los intereses individuales y colectivos para el desarrollo prevalecen sobre el uso sostenible de las aguas subterráneas, mientras que los temas relacionados con la justicia en el uso de las aguas subterráneas no aparece en las agendas políticas. La esperanza radica en la capacidad de adaptación de la sociedad en general para absorber a quienes están siendo despojados y de frenar los mecanismos de acumulación de recursos que están poniendo la mayoría del agua subterránea en manos de pocos que son, por lo general, los agricultores ricos y comerciales, y las grandes ciudades.

## Referencias

- Blomquist, W., 1992. *Dividing the Waters. Governing Groundwater in Southern California*. San Francisco: ICS Press.
- Boelens, R. 2008. The rules of the game and the game of the rules: Normalization and resistance in Andean water control. Tesis de PhD, Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.
- Bolding, A. 2004. *In hot water. A study on sociotechnical intervention models and practices of water use in smallholder agriculture, Nyanyadzi catchment, Zimbabwe*. Tesis de Ph.D, Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.
- Bolding, A, Mollinga, P.P. y van Straaten, K. 1995. Modules of modernisation. Colonial irrigation in India and the technological dimension of agrarian change. *Journal of Development Studies* 31(6): 805-844.
- Bolding, A., Mollinga, P.P. y Zwartveen, M.Z. 2000. Interdisciplinarity in research on integrated water resources management: pitfalls and challenges. Paper presented at the UNESCO-WOTRO international working conference on 'Water for society', 8-10 de noviembre de 2000, Delft.
- Bueren, E.M. van, Klijn, E.-H. y Koppenjan, J.F.M. 2003. Dealing with wicked problems in networks: Analyzing an environmental debate from a network perspective. *Journal of Public Administration Research and Theory* 13(2): 193-212.
- Burke, J. and Moench, M. 2000. *Groundwater and Society: Resources, Tensions and Opportunities*. Nueva York: United Nations.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2005. AQUASTAT database [[www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/main/index.stm](http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/main/index.stm)].

- Foster, S, Garduño, H., Kemper y K. 2004. Mexico -- The 'Cotas – Progress with Stakeholder Participation in Groundwater Management in Guanajuato. World Bank GW-MATE Series Case Profile Collection No. 10. Washington D.C. Available at [www.worldbank.org/gwmate](http://www.worldbank.org/gwmate).
- Gaybor, A. 2009. *El Despojo del Agua y la Necesidad de Transformación Urgente*. 3ra. ed. Quito: Foro de los Recursos Hídricos.
- Hoogesteger, J., 2004. "The Underground" Understanding the Failure of Institutional Responses to Reduce Groundwater Exploitation in Guanajuato. M.Sc. thesis Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.
- Jones, J.A.A. 1997. *Global Hydrology: Processes, Resources and Environmental Management*. Harlow, Essex, GB: Addison Wesley Longman.
- Kemper, K.E. 2007. Instruments and Institutions for Groundwater Management. In Giordano, M. y Villholth, K.G. (eds.), *The Agricultural Groundwater Revolution: Opportunities and Threats to Development*. (pp. 153-172). Wallingford, GB: CAB International.
- Kendy, E., Molden, D.J., Steenhuis, T.S., Liu, C.M. y Wang, J. 2003. *Policies Drain the North China Plain: Agricultural Policy and Groundwater Depletion in Luancheng County, 1949-2000*. Research Report 71. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Knegt, J-W.F. y Vincent, L.F. 2001. From open access to access by all: Restating challenges in designing groundwater management in Andhra Pradesh, India. *Natural Resources Forum* 25(4): 321-331.
- Lopez-Gunn, E. y Cortina, L.M. 2006. Is Self-Regulation a Myth? Case Study on Spanish Groundwater User Associations and the Role of Higher-Level Institutions. *Hydrogeology Journal* 14(x): 361-379.
- Molle, F. 2008. Nirvana concepts, narratives and policy models: Insights from the water sector. *Water Alternatives* 1(1): 131-156.
- Mollinga, Peter P. 1998. *On the waterfront. Water distribution, technology and agrarian change in a South Indian canal irrigation system*. Tesis de Ph.D., Wageningen Agricultural University, Wageningen, Países Bajos.
- Oki, T. y Kanae, S. 2006. Global hydrological cycles and world water resources. *Science* 313: 1068-1072.
- Ploeg, J.D van der. 2006. *El Futuro Robado: Tierra, Agua y Lucha Campesina*. Lima: IEP.
- Prakash, A. 2005. *The Dark Zone: Groundwater Irrigation, Politics and Social Power in North Gujarat*. Hyderabad, India: Orient Longman.
- Rap, Edwin. 2004. *The success of a policy model. Irrigation management transfer in Mexico*. Tesis de Ph.D., Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.
- Rossmann, A. y Steel, M.J. 1982. Forging the New Water Law: Public Regulation of "Proprietary" Groundwater Rights. *The Hastings Law Journal* 33(1): 903-957.
- Scott, C.A. and Shah, T. 2004. Groundwater overdraft reduction through agricultural energy policy: Insights from India and Mexico. *International Journal of Water Resources Development* 20(2): 149-164.

- Schlager, E., 2007. Community Management of Groundwater. In: Giordano, M., Villholth, K.G. (eds.), *The Agricultural Groundwater Revolution: Opportunities and Threats to Development* (pp. xx-xx). Wallingford, GB: CAB International.
- Shah, Esha. 2003. *Social designs: Tank irrigation technology and agrarian transformation in Karnataka, South India*. Nueva Deli: Orient Longman.
- Shah, T. 2009. *Taming the Anarchy: Groundwater Governance in South Asia*. Washington, DC and Colombo: Resources for the Future and IWMI.
- Shah, T., Deb Roy, A., Qureshi, A. y Wang, J. 2003. Sustaining Asia's groundwater boom: An overview of issues and evidence. *Natural Resources Forum* 27(x): 130-141.
- Shah, T., Burke, J. y Villholth, K.G. 2007. Groundwater: A Global Assessment of Scale and Significance. In Molden, D. (ed.) *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. (pp. 395-423). Londres: Earthscan, y Colombo: International Water Management Institute.
- Steenbergen, F. van, Shah, T. 2003. Rules Rather than Rights: Self-regulation in Intensively Used Groundwater Systems. In: Llamas, M. Custodio, E. (Eds.), *Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities*. Swets and Zeitlinger, Lisse, Países Bajos. Chapter 12.
- Steenbergen, F. van. 2006. Promoting local management in groundwater. *Hydrogeology Journal*, 14(3):380-391.
- Villarreal, M. 1994. *Wielding and Yielding: Power, Subordination and Gender Identity in the Context of a Mexican Development Project*. Tesis de Ph.D., Wageningen Agricultural University, Wageningen, Países Bajos.
- Vincent, L. 2001. "Struggles at the social interface: Developing sociotechnical research in irrigation and water management." In Paul Hebinck y Gerard Verschoor (eds.) *Resonances and dissonances in development: Actors, networks and cultural repertoires*. (pp. 65-82). Assen, Países Bajos: Royal van Gorcum.
- Wester, P., 2008. *Shedding the Waters: Institutional Change and Water Control in the Lerma-Chapala Basin, Mexico*. Tesis de Ph.D., Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.
- Wester, P. 2009. Capturing the Waters: The Hydraulic Mission in the Lerma-Chapala Basin, Mexico (1876-1976). *Water History* 1(1): 9-29.
- Wester, P. Hoogesteger, J. and Vincent, L. 2009. Local IWRM Organizations for Groundwater Regulation: The Experiences of the Aquifer Management Councils (COTAS) in Guanajuato, Mexico. *Natural Resources Forum*. 33(1): 29-38.
- World Bank GW-MATE (2006a) Stakeholder participation in groundwater management: mobilizing and sustaining aquifer management organizations. Sustainable Groundwater Management Concepts and Tools Briefing Note Series, Note 6. Washington D.C. Available at [www.worldbank.org/gwmate](http://www.worldbank.org/gwmate)

World Bank GW-MATE (2006b) Groundwater dimensions of national water resource and river basin planning. Sustainable Groundwater Management Concepts and Tools Briefing Note Series, Note 10. Washington D.C. Available at [www.worldbank.org/gwmate](http://www.worldbank.org/gwmate).

Zawe, Conrade. 2006. *Reforms in turbulent times: A study on the theory and practice of three irrigation management policy reform models in Mashonaland, Zimbabwe*. Tesis de Ph.D., Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.

Zwarteveen, Margreet Z. 2006. *Wedlock or deadlock? Feminists' attempts to engage irrigation engineers*. Tesis de Ph.D., Wageningen University, Wageningen, Países Bajos.