

El Cambio de Paradigma del Agua

Una Mirada al Desarrollo de los Recursos Hidráulicos en el Siglo Veintiuno

Peter H. Gleick, Miembro del IWRA, Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Oakland, California, USA

Resumen: Los enfoques sobre el manejo de los recursos hidráulicos en todo el mundo están sufriendo grandes cambios. Este “cambio de paradigma del agua” tiene muchos componentes, incluyendo una transformación en cuanto a considerarlo como la certeza única o incluso básica para la localización de nuevas fuentes de abastecimiento que satisfagan las nuevas demandas, un creciente énfasis en la incorporación de valores ecológicos en la política hidráulica, un nuevo énfasis en la satisfacción de las necesidades humanas básicas en servicios hidráulicos, y una cuidadosa desvinculación entre el crecimiento económico y el uso del agua. La certeza acerca de soluciones físicas aún domina los enfoques de planeación tradicionales, pero estas soluciones cada vez enfrentan una creciente oposición. Al mismo tiempo, se están desarrollando nuevos métodos para satisfacer las demandas de una población creciente sin que se requiera una nueva construcción de grandes dimensiones o transferencias de agua a gran escala de una región a otra. Con frecuencia cada vez mayor los responsables del abastecimiento de agua y las instituciones de planeación están comenzando a explorar mejoras en la eficiencia, a implementar opciones para manejar la demanda, y a redistribuir el agua entre los usuarios para reducir las brechas proyectadas y para satisfacer las necesidades futuras. Se está dando mayor atención a la relación entre agua y alimentos, a medida que las preocupaciones de los expertos en alimentos incluyen las realidades de la disponibilidad del agua. Estos cambios no han surgido con facilidad; han enfrentado una fuerte oposición interna. Aún no son universalmente aceptados, y podrían no ser permanentes. Sin embargo, estos cambios representan un giro importante en la forma en que los seres humanos consideran el uso del agua. Este artículo resume los componentes de este cambio y analiza los nuevos caminos que se han explorado. Se hace una evaluación de las principales razones para el cambio en el enfoque y analiza la aplicación de estos nuevos conceptos en diferentes partes del mundo.

Palabras clave: Política hidráulica; manejo de la demanda; abastecimiento de agua; eficiencia; conservación; desarrollo.

Introducción

El desarrollo de los recursos hidráulicos en el mundo ha tomado diversas formas y directrices desde los inicios de la civilización. Los seres humanos han buscado durante largo tiempo las formas de captar, almacenar, limpiar y distribuir los recursos de agua potable en un esfuerzo por reducir su vulnerabilidad debido a las corrientes fluviales irregulares y la precipitación impredecible. Las antiguas civilizaciones agrícolas se desarrollaron en regiones en donde la precipitación y el escurrimiento pudieran ser fácilmente aprovechados. Los primeros canales de riego permitieron a los campesinos hacer cultivos en regiones áridas y obtener temporadas de cultivo más largas. El crecimiento de las ciudades requirió avances en las ciencias de la ingeniería civil e hidráulica a medida que el agua debía transportarse de fuentes cada vez más lejanas. Y nuestras sociedades industriales “modernas” modifican de manera rutinaria y dramática el ciclo hidrológico mediante la construcción sin

precedentes de proyectos masivos de ingeniería para el control de inundaciones, abastecimiento de agua, energía hidráulica e irrigación.

En los albores del nuevo milenio, el proceso dinámico del manejo de los recursos de agua potable y las necesidades humanas del líquido también está cambiando. Previamente describí estos cambios como el “cambiante paradigma del agua” (Gleick, 1998). Este cambio incluye varios componentes: un cambio en cuanto a la certeza única e incluso básica para la localización de nuevas fuentes de abastecimiento que satisfagan las nuevas demandas; un creciente énfasis en la incorporación de valores ecológicos en la política hidráulica; un nuevo énfasis en la satisfacción de las necesidades humanas básicas en servicios hidráulicos; y una cuidadosa desvinculación entre el crecimiento económico y el uso del agua. Continúa acumulándose la evidencia de que se está dando un verdadero cambio en la forma de pensar acerca del agua.

La certeza acerca de soluciones físicas aún domina los enfoques de planeación tradicionales, pero estas soluciones cada vez encuentran una creciente oposición. Al mismo tiempo, se están desarrollando nuevos métodos para satisfacer las demandas de una población creciente sin que se requiera una nueva construcción de grandes dimensiones o transferencias de agua a gran escala de una región a otra. Con frecuencia cada vez mayor los responsables del abastecimiento de agua y las dependencias de planeación están comenzando a explorar mejoras en la eficiencia, a implementar opciones para manejar la demanda, y a redistribuir el agua entre los usuarios para reducir las brechas proyectadas y para satisfacer las necesidades futuras. Se está dando mayor atención a la relación entre agua y alimentos, a medida que las preocupaciones de los expertos en alimentos incluyen las realidades de la disponibilidad del agua. Estos cambios no han surgido con facilidad, han enfrentado una fuerte oposición interna, aún no son universalmente aceptados, y podrían no ser permanentes. Sin embargo, estos cambios representan un giro importante en la forma en que los seres humanos consideran el uso del agua (Gleick, 1998).

Cualquier artículo que intente presentar los componentes de este cambio necesariamente sólo lo hará superficialmente. Este documento estudia los enfoques del manejo del agua en el siglo veinte y analiza los nuevos caminos que se han explorado para las siguientes décadas. Evalúa las razones principales para el cambio de enfoque y analiza la aplicación de estos nuevos conceptos en diferentes partes del mundo.

Manejo y Planeación del Agua en el Siglo Veinte

En el siglo pasado tres principales fuerzas motrices impulsaron la enorme expansión de la infraestructura de los recursos hidráulicos: (1) crecimiento demográfico; (2) cambios en los niveles de vida; y (3) expansión de la agricultura de riego. Estos tres factores se han incrementado en forma dramática. Entre 1900 y 2000, la población mundial aumentó de 1,600 millones a más de 6,000 millones de personas. La tierra de riego se incrementó de cerca de 50 millones de hectáreas a principios del siglo a más de 267 millones de hectáreas actualmente. Estos y otros factores han provocado un incremento de casi siete veces en la extracción de agua potable (Figura 1).

La planeación y desarrollo de los recursos hidráulicos en el siglo veinte se basaban en la proyección de la población futura, en la demanda per cápita de agua, en la producción agrícola, y en los niveles de la productividad económica. Debido a que estas variables siempre se calculaban a la alza, las necesidades de agua también se esperaba que se incrementaran. Como resultado de lo anterior, la planeación tradicional del agua concluye que las necesidades futuras de agua inexorablemente se incrementarán, y que eventualmente excederán las fuentes de abastecimiento desarrolladas. De esta manera, el problema del manejo del agua se convierte en un ejercicio que permite establecer mecanismos para cerrar la brecha proyectada. Antes de la década de 1980, estos ejercicios llevaron a los planeadores a enfocarse en soluciones para asegurar el abasto; suponían que las carencias proyectadas podrían resolverse controlando el ciclo hidrológico natural mediante la construcción de más infraestructura física, generalmente presas para el almacenamiento de agua y de nuevos acueductos y tuberías para las transferencias entre cuencas.

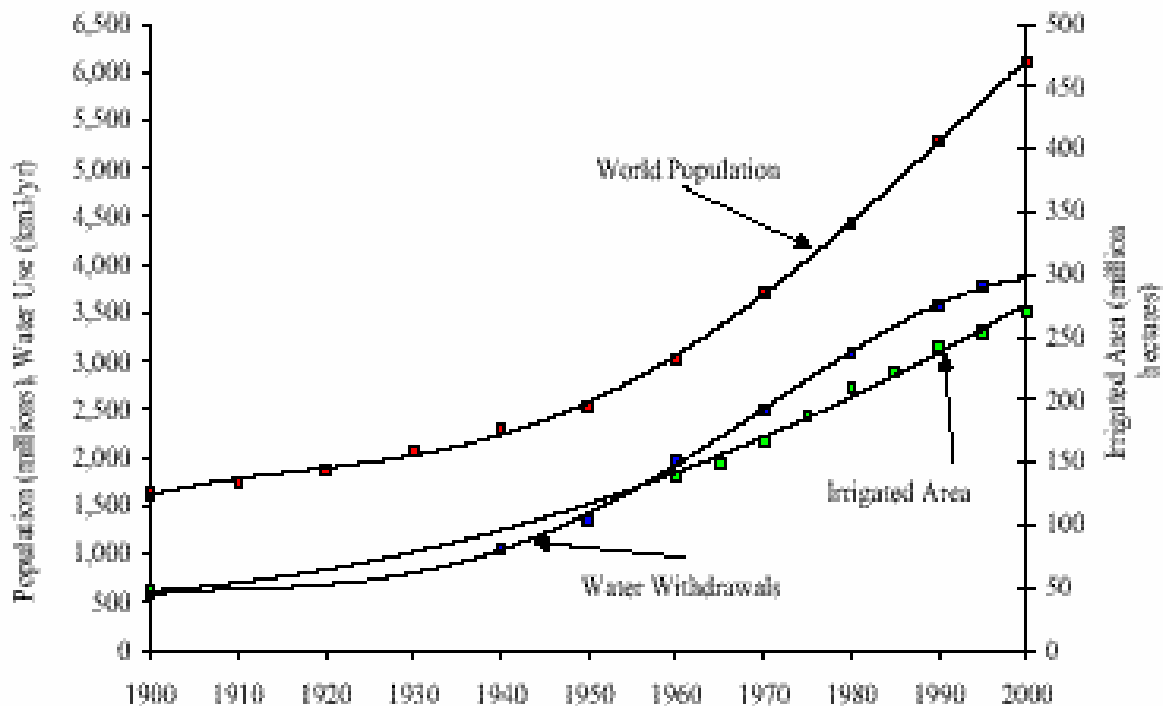


Figura 1. Población mundial, uso del agua, y superficie irrigada

Los beneficios de estas inversiones son indudables. Por ejemplo, la producción de alimentos en gran parte ha corrido paralelamente al crecimiento de la población. La generación hidroeléctrica reduce las emisiones de gas de invernadero y ha desplazado la contaminación del aire asociada con el uso de combustible de fósiles. El abastecimiento de agua en los países más desarrollados es limpio y confiable, eliminando muchas de las enfermedades de origen hídrico muy difundidas en Europa y América del Norte a finales de 1800. Pero estas inversiones también han sido costosas. La creación de esta infraestructura ha requerido de una enorme

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

inversión económica. Solamente en los Estados Unidos, las inversiones totales para el agua durante el siglo pasado se calculan en \$400 billones de dólares, la mayor parte de ellas destinadas a proyectos de ingeniería a gran escala (Rogers, 1993). Las cifras de las inversiones mundiales son mucho mayores. Y los costos no sólo han sido económicos. La destrucción de ecosistemas, la pérdida de especies marinas, la desintegración de poblaciones humanas, la inundación de sitios culturales, la interrupción de los procesos de sedimentación, y la contaminación de las fuentes de agua se encuentran entre los costos ocultos del desarrollo hidráulico del siglo veinte.

El Fin de los Enfoques de Planeación del Siglo Veinte

El paradigma del desarrollo hidráulico del siglo veinte, caracterizado por una ética del crecimiento, ahora se ha detenido debido a los cambios en los valores sociales y las condiciones políticas y económicas. A medida que el siglo y el milenio cambian, se presentan grandes problemas en los enfoques actuales de la planeación y manejo del agua. El viejo paradigma, que consistía en basarse en presas, cuencas y acueductos cada vez mayores para captar, almacenar y trasladar fracciones cada vez mayores de escurrimiento de agua potable, ha comenzado a fallar debido a razones ambientales, económicas y sociales. Las necesidades básicas de agua no han sido satisfechas para los seres humanos. Cada vez es más y más difícil encontrar recursos hidráulicos nuevos o incluso existentes para abastecer las tierras de cultivo. Tradicionalmente se ha prestado poca atención a la protección de los ecosistemas naturales de donde se ha extraído el agua para el abastecimiento.

Los esfuerzos oficiales de planeación en general no intentan analizar los detalles de cuál es el agua que realmente se utiliza o cuánta se requiere para satisfacer diferentes tipos de necesidades. Tampoco intentan identificar las metas comunes del desarrollo hidráulico entre los depositarios en conflicto, o buscar acuerdos sobre los principios para resolver conflictos acerca del agua. La falta de consenso sobre una ética para la política hidráulica ha dado como resultado políticas fragmentarias y cambios que en general no satisfacen a ninguna de las partes afectadas. Algunos sugieren que el problema es fundamentalmente técnico, y que sólo se necesita aplicar una tecnología más eficiente o mejores modelos de costo-beneficio para satisfacer todos los intereses que están involucrados. Otros consideran que solamente la reorganización de las dependencias tradicionales de planeación racionalizará la política hidráulica. Entre los factores que impulsan estos cambios están los altos costos de construcción, los bajos presupuestos, las profundas preocupaciones ambientales, los nuevos avances tecnológicos, y el desarrollo de enfoques alternativos para el manejo del agua. La búsqueda de nuevas soluciones también ha sido estimulada en algunos lugares por la cambiante naturaleza de la demanda de agua.

La Cambiante Naturaleza de la Demanda

Durante los primeros tres trimestres de este siglo, la demanda de agua en todo el mundo se incrementó, como se muestra en la Figura 1. Las extracciones de agua potable aumentaron de 580 km³/año en 1900 a cerca de 3,700 km³/año en el 2000 (Shiklomanov, 1998). En los Estados Unidos, el líder industrial mundial, estos incrementos fueron aún más intensos. En 1900, se calculó que las extracciones de agua para todos los usos fueron de 56 kilómetros cúbicos por año (km³/año). El uso

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

de agua en los Estados Unidos alcanzó en 1980 una cifra superior a los 610 km³/año (Solley et al., 1998), un incremento diez veces mayor en las extracciones de agua durante un período en el que la población se incrementó por un factor de cuatro. Las extracciones de agua no sólo crecieron en sentido absoluto, sino que también crecieron en sentido per cápita. En 1900, en los Estados Unidos el promedio anual per cápita de uso del agua era menor a 700 metros cúbicos por persona (m³/p/año). A finales de 1970 y principios de 1980, se había incrementado a cerca de 2,300 m³/p/año (Solley et al., 1998; CEQ 1991; y Perlman, 1997). Estos incrementos en la demanda de agua en los Estados Unidos y en otras partes, más que ningún otro factor, llevaron a la amplia construcción de una infraestructura hidráulica.

A mediados de los años 1980 y a principios de los años 1990, estas tendencias cesaron en los Estados Unidos (Figura 2). A partir de las expectativas y de la experiencia de los planeadores del agua, el uso del agua comenzó a caer, a pesar de los continuos incrementos en la población y en el bienestar económico. Las extracciones de agua en los Estados Unidos están actualmente 10% por debajo del máximo, mostrando disminuciones en el uso de agua tanto para irrigación como para plantas de energía para enfriamiento. El uso de agua para la industria ha bajado casi 40% desde su máximo en 1970 a medida que ha mejorado la eficiencia en el uso del agua para la industria y que ha cambiado la estructura de las empresas industriales norteamericanas. Sin embargo la producción y productividad industriales han continuado su intenso crecimiento, lo que demuestra que es posible romper la relación entre uso del agua y producción industrial. La disminución en el uso del agua es aún más notable cuando se analizan las extracciones de agua per cápita. Las extracciones de agua potable per cápita llegaron a su máximo en 1980 y cayeron más de 20% en 1995.

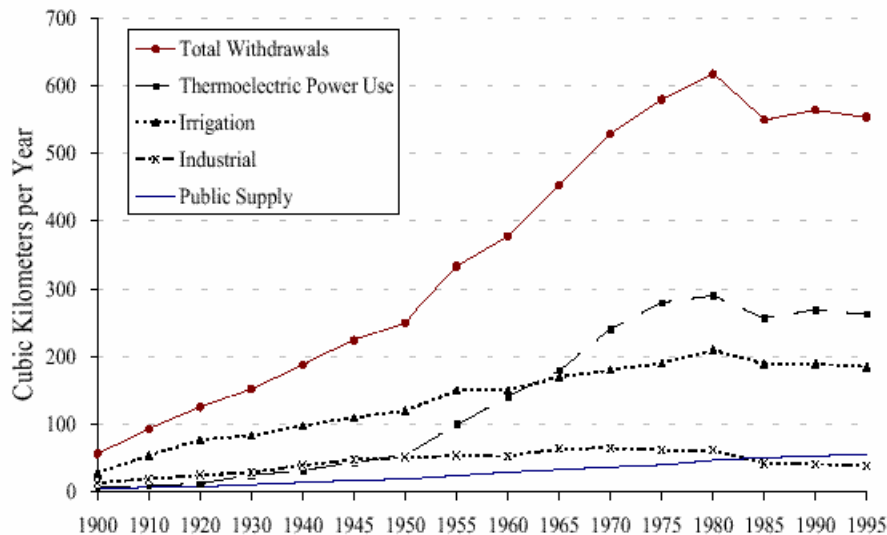


Figura 2. Extracciones de agua en los Estados Unidos: 1900 a 1995. Fuente: Gleick, 1998.

Aunque muchas regiones continúan desarrollándose, y requieren más agua, las proyecciones a largo plazo de las necesidades en el futuro de agua en el mundo han disminuido constantemente. Se han preparado muchos escenarios convencionales de desarrollo hidráulico a lo largo del último trimestre del siglo pasado. En la Figura 3 se presentan casi veinticinco proyecciones para el año 2000. Esta figura también muestra las extracciones reales de agua a lo largo del período. Como lo muestran estos datos, las primeras proyecciones (marcadas con asteriscos) sobrestimaban las demandas futuras de agua, considerando que el uso continuaría en aumento a la tasa histórica. Aún las proyecciones más recientes para 2025, 2050 y 2075 proyectan un crecimiento constante exponencial. Sin embargo, las extracciones reales para 1995 fueron sólo la mitad de lo que se esperaba hace 30 años.

Al no presentarse un constante incremento en la demanda de tres a cuatro por ciento por año, ha disminuido la presión para la construcción de nuevas infraestructuras hidráulicas, ya que la existencia actual puede ser redistribuida a otros usuarios. Pero la cambiante filosofía lejana del nuevo desarrollo también ha sido impulsada por otros dos factores importantes: la creciente preocupación por los impactos ambientales de los proyectos hidráulicos, y sus crecientes costos económico y ambiental.

El Papel del Movimiento Ecologista: 1960 a la Fecha

Hasta finales de la década de 1970 y principios de la de 1980, la planeación y administración del agua rara vez tomó en cuenta las consecuencias ambientales de los grandes proyectos hidráulicos o del agua necesaria para mantener los recursos y valores ambientales naturales. Recientemente, sin embargo, debido a una amplia gama de problemas ambientales ampliamente difundidos y a los cambios en la opinión pública, aún las personas que en el pasado habían estado bien dispuestas a pagar los costos económicos de las nuevas estructuras no están dispuestas a aceptar sus costos ambientales.

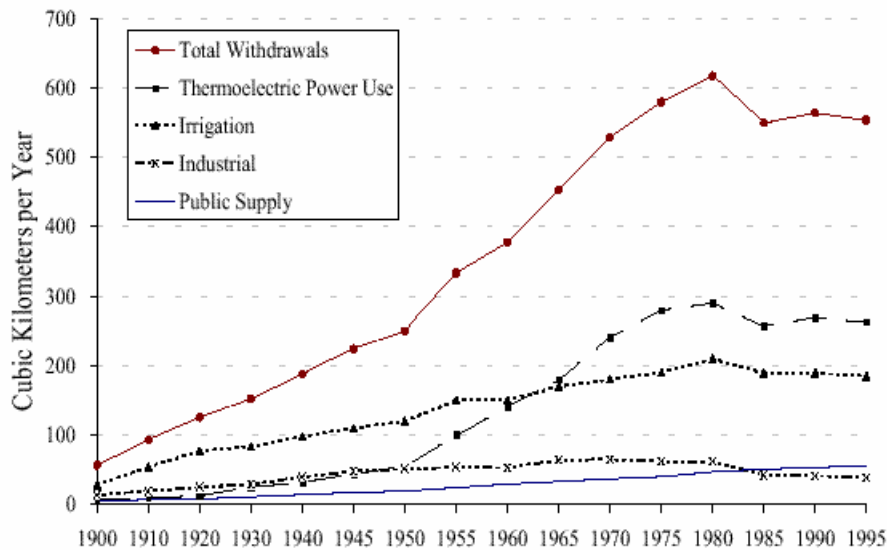


Figura 3. Escenarios del agua: extracciones mundiales proyectadas y actuales. Fuente: Gleick, 2000.

En las naciones industrializadas, se han construido la mayoría de las buenas presas, y aún algunas malas, frecuentemente con grandes sacrificios ambientales. Como resultado de ello, los ríos, los sistemas ribereños naturales, y muchas especies acuáticas son cada vez más raros y valorados. A medida que crece la conciencia ambiental en todo el mundo, también crece el deseo de proteger esos recursos naturales que aún permanecen.

A finales de la década de 1960 y principios de la de 1970, los movimientos ecologistas en muchos países han alcanzado una fuerza que se ha incrementado en los años recientes. Aunque en las naciones en desarrollo se manifiestan algunas preocupaciones en cuanto a que los límites “ambientales” simplemente significan una limitación a su desarrollo económico en beneficio de las naciones industrializadas, existe una creciente y fundamentada oposición contra los grandes proyectos debido a sus graves costos locales, incluyendo el desplazamiento de la población, la inundación de la tierra, y el daño ecológico. En los años recientes, varios grandes proyectos se han pospuesto o detenido debido a la oposición de grupos locales (Cernea, 1988; Banco Mundial, 1993; y McCully, 1996). Está en proceso una revalorización de grandes proyectos de presas a través de la Comisión Mundial de Presas. Este esfuerzo es un intento para alcanzar consenso entre los que favorecen y los que se oponen acerca de la forma en que se deben evaluar los proyectos de presas y para incorporar cálculos más fidedignos acerca de sus verdaderos costos y beneficios (ver www.dams.org)

La Economía de los Grandes Proyectos Hidráulicos

Los factores económicos también juegan un papel importante en el cambio de la forma en que pensamos acerca del desarrollo hidráulico. Se ha visto que los nuevos sistemas de abastecimiento de agua son cada vez más caros en comparación con alternativas no estructurales. Cuando se construyeron los primeros proyectos de presas, no tenía demasiada importancia que se justificaran desde el punto de vista económico, y los análisis económicos que se realizaron contaban con información incompleta y con supuestos cuestionables. Por ejemplo, todos los costos ambientales y sociales no comerciales se excluyeron simplemente porque no eran cuantificados o no eran cuantificables. También se hicieron juegos económicos con periodos de pago muy extendidos, altas tasas de descuento, préstamos a bajo interés, y una transferencia de costos a las partes ajenas a las presas de los desarrollos hidráulicos.

Un segundo aspecto de estas nuevas limitaciones económicas es que casi todo el desarrollo de la antigua infraestructura de desarrollo hidráulico ha sido subsidiada o pagada en su totalidad por los gobiernos y las organizaciones financieras internacionales. Los presupuestos gubernamentales en Asia y en muchas otras regiones se encuentran actualmente sujetos a fuertes presiones y hay serias limitaciones de dinero para grandes proyectos hidráulicos. En la medida que esta presión ha sido resentida por cada sector de la población, adquiere una especial importancia en el cambio de las políticas hidráulicas nacionales al limitar la acción del gobierno central sobre nuevos proyectos que requieren fuertes inversiones y dar mayor responsabilidad a los gobiernos regionales y locales.

Una vez que han visto la gran cantidad de desarrollo en el pasado, y que han soportado el peso de los impactos no monetarios de ese desarrollo, muchas personas

ya no están dispuestas a pagar las nuevas estructuras para resolver los problemas del agua.

Un Nuevo Paradigma para la Planeación Hidráulica

Se ha iniciado un cambio significativo encaminado a tener un nuevo enfoque y una nueva manera de pensar, a través de una discusión abierta de los fines últimos de la política de los recursos hidráulicos. Cada vez más gente valora en alto grado el mantenimiento de la integridad de los recursos hidráulicos y la flora, fauna y sociedades humanas que se han desarrollado a su alrededor. Se escuchan llamados crecientes para que los costos y beneficios de los desarrollos hidráulicos se distribuyan de manera más equitativa y que satisfagan las necesidades humanas no cubiertas. Y se realizan cada vez más esfuerzos para comprender y satisfacer los diversos intereses y necesidades de todos los interesados. Si la siguiente generación de planeadores hidráulicos continúa con el intento de integrar estos principios, se logrará salir del actual estancamiento y parálisis y surgirá una nueva era de administración hidráulica innovadora.

Los enfoques tradicionales de la planeación hidráulica, aunque aún están muy arraigados en muchas instituciones de planeación hidráulica, *están* empezando a cambiar. Las continuas inversiones en grandes sistemas que proporcionan agua sólo para algunos están siendo cuestionadas por aquellos que piensan que se debe otorgar mayor prioridad a proyectos que satisfagan las necesidades humanas básicas de agua no cubiertas (Gleick, 1996). La pregunta de que si seremos capaces de producir suficiente comida para alimentar a la creciente población mundial, así como trasladarla a donde se necesita, actualmente se concibe estrechamente ligada con la pregunta de dónde y cuándo está disponible el agua potable. Las decisiones que se tomen ahora acerca de la política hidráulica serán factores clave para preguntarnos si en las siguientes décadas las personas seguirán desnutridas. Existe un gran potencial para mejorar la “eficiencia del agua” con la que producimos alimentos, mediante el cambio de patrones de cultivo dirigido hacia cultivos que requieren menos agua por caloría para ser producidos, reduciendo el desperdicio en los usos del agua, disminuyendo las pérdidas que se presentan entre el campo y el plato, y cambiando las dietas y el funcionamiento de los mercados internacionales.

Actualmente existe la tendencia de eliminar o desprenderse de presas que ya no sirven a propósitos útiles o que han causado daños ecológicos tales que justifiquen su remoción. Cerca de 500 presas en los Estados Unidos y en otras partes del mundo ya se han abandonado, y está en proceso acelerado un movimiento tendiente a la restauración de los ríos (Gleick, 2000). Algunos meses después de que la Presa Edwards fue eliminada en Maine, a mediados de 1999, el salmón, el robalo rayado, el sábalo y otros peces afectados regresaron a las aguas en lo alto del antiguo sitio de la presa, de las cuales estuvieron ausentes durante 162 años (*New York Times*, 1999).

A medida que los enfoques tradicionales que consideran la construcción de otra presa o la perforación de otra tubería se consideran menos adecuados o más costosos, se está destinando mayor atención a los enfoques no convencionales de abastecimiento. Cada vez más ciudades están descubriendo que el agua de

desperdicio puede ser un recurso, y no una desventaja, para fines que van desde el riego de jardines hasta el agua potable. Otros enfoques insólitos están recibiendo más atención, incluyendo la tecnología a pequeña y gran escala para la desalinización, reciclaje y reutilización del agua, y técnicas tales como la captación de la niebla. Si se equilibran las demandas de agua con las aguas disponibles de diferente calidad se podrán reducir las limitaciones del abastecimiento del agua, incrementar la confiabilidad del sistema, y resolver costosos problemas de eliminación del agua de desperdicio. Incluso se analizan ideas esotéricas, por ejemplo el concepto del transporte de agua potable en grandes bolsas de plástico a través del océano ha pasado de la teoría a la realidad, ya que están en proceso varios pequeños proyectos en el Mar Mediterráneo (Gleick, 1998).

Como una alternativa a la nueva infraestructura, actualmente se realizan esfuerzos para reconsiderar la planeación y manejo del agua. Muchas naciones, así como organizaciones de ayuda internacional están reconsiderando la política hidráulica y hacen más énfasis en los principios de desarrollo que reflejan los valores ambientales, sociales y culturales. Entre estos principios fundamentales que parecen ser comunes a todos estos nuevos enfoques, se encuentran los siguientes:

- Deben satisfacerse las necesidades humanas básicas en agua potable y servicios de salud.
- Deben satisfacerse las necesidades básicas de los ecosistemas en relación con el agua.
- El uso de alternativas diferentes de las estructurales para satisfacer las demandas deberá tener la máxima prioridad.
- Deben aplicarse con más frecuencia y confiabilidad los principios económicos del uso y manejo del agua.
- Si se requieren nuevos sistemas de abastecimiento, deberán ser flexibles y operar con gran eficiencia.
- Las organizaciones no gubernamentales, los individuos, las organizaciones de investigación independientes y otros sectores afectados deberán involucrarse en las decisiones que se tomen con respecto al manejo del agua.

Una definición del uso sustentable del agua que aplica estos principios es la que considera el uso del agua como sustento de la capacidad de la sociedad humana para permanecer y florecer en un futuro indeterminado sin afectar la integridad del ciclo hidrológico o los sistemas ecológicos que dependen de él.

Seguramente se construirán algunas presas nuevas, acueductos e infraestructura hidráulica, especialmente en países en desarrollo en los que las necesidades básicas de agua para los humanos aún no han sido cubiertas. Pero aún en esas regiones se están desarrollando nuevos enfoques, o se han redescubierto los antiguos, que permiten que se satisfagan las necesidades de agua con menores recursos, menos daño ecológico, y menos dinero. El éxito para satisfacer las demandas humanas de agua en el siguiente siglo dependerá en gran medida de soluciones no estructurales y de un enfoque totalmente nuevo de la planeación y el manejo. La meta más importante de este nuevo paradigma es la de reintegrar el uso del agua conservando el equilibrio ecológico y la salud ambiental. Por el lado del uso del agua, deberemos reenfocar nuestros esfuerzos para lograr el objetivo de incrementar el uso productivo

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

del agua. Se requieren dos enfoques: (1) incrementar la eficiencia con la que se satisfacen las necesidades reales; y (2) mejorar la eficiencia con la que el agua se distribuye para diferentes usos. En los lugares en los que todavía se requieren nuevos abastecimientos, los nuevos grandes proyectos deberán competir con enfoques innovadores a pequeña escala, incluyendo micropresas, hidroeléctricas, manejo del suelo y métodos proteccionistas, y otras soluciones manejadas en el ámbito local. Adicionalmente las fuentes no tradicionales de abastecimiento jugarán un papel más importante, incluyendo el agua regenerada y reciclada, y en algunas circunstancias limitadas, el agua salobre o de mar desalinizada.

Satisfacción de las Necesidades Humanas de Agua

El acceso universal a los servicios básicos del agua es una de las condiciones fundamentales del desarrollo humano. Sin embargo, en los albores del siglo 21, miles de millones de personas no tienen acceso a ellos. Las cifras son desoladoras cuando sabemos que más de un billón de personas en los países en desarrollo carece de agua potable, y que cerca de tres billones de personas viven sin acceso a los sistemas sanitarios necesarios para reducir su exposición a enfermedades de origen hídrico. El fracaso de la comunidad de ayuda internacional, de las naciones y de las organizaciones locales para satisfacer estas necesidades humanas básicas ha conducido a sufrimientos humanos intensos, innecesarios y evitables. Se calcula que entre 14 y 30 mil personas, la mayoría niños y ancianos, mueren diariamente a causa de enfermedades de origen hídrico. En cualquier momento aproximadamente la mitad de la población de los países en desarrollo sufren de enfermedades ocasionadas por la ingestión de agua contaminada o alimentos contaminados (Naciones Unidas, 1997). Una profunda revisión de la legislación internacional, declaraciones y prácticas de los Estados respalda la conclusión de que el acceso a las necesidades básicas de agua pueden considerarse como derechos humanos fundamentales (McCaffrey, 1992; Gleick, 1999). Este derecho al agua también podría ser considerado como uno de los derechos humanos más fundamentales y vitales que los que han sido explícitamente reconocidos por la comunidad internacional. Y ya está en proceso una transición para establecer de manera explícita el derecho al agua.

Desde luego ninguna política hidráulica racional para el siglo 21 podría seguir ignorando esta necesidad fundamental. Por lo tanto, en una primera etapa, los gobiernos, los organismos de ayuda internacional, las dependencias hidráulicas, las organizaciones no gubernamentales, y las comunidades locales deben trabajar para otorgar a todos los humanos su necesidad básica de agua, y para garantizar ese recurso como un derecho humano. Al reconocer el derecho humano al agua, y al expresar la voluntad para satisfacer este derecho para los que aún carecen de él, la comunidad hidráulica contará con una herramienta útil para enfrentar uno de los fracasos más importantes del desarrollo en el siglo 20.

Restauración y Mantenimiento del Equilibrio Ecológico

Probablemente el otro gran fracaso de la política hidráulica del siglo veinte fue la imposibilidad de comprender la relación entre el agua y el equilibrio ecológico, y los vínculos entre el equilibrio ecológico y el bienestar humano. Como resultado de

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

lo anterior, entre los objetivos más importantes del siglo 21 para los administradores del agua se encuentran la comprensión de esos vínculos y la total integración de los requerimientos de agua para la ecología y para los seres humanos. Para algunos ecosistemas, ya es demasiado tarde. La destrucción del Mar de Aral y la extinción de sus especies endémicas de peces es irreversible. Las invasiones de sistemas acuáticos por especies exóticas, una vez que se establecen, son difíciles o imposibles de detener. Pero también hemos aprendido que los ecosistemas pueden ser adaptables y restaurados, si se aplican recursos y conocimientos adecuados.

Deben definirse, proporcionarse y protegerse los requerimientos mínimos de agua para los ecosistemas naturales. La determinación de la naturaleza y características de estos requerimientos puede ser una difícil tarea; algunas veces se relacionan con requerimientos de flujo mínimos, o límites de temperatura, o la necesidad de los flujos máximos durante ciertos períodos, o de agua de determinada calidad. Pero estos requerimientos deben alcanzarse como una condición fundamental del desarrollo hidráulico, a menos que nos enfrentemos al riesgo de agotar nuestros recursos naturales y destruir las estructuras de apoyo naturales de las que dependemos.

Desarrollo Hidráulico No Estructural: Incremento del Uso y Distribución Eficientes del Agua

Un componente clave de los enfoques no estructurales para el manejo de los recursos hidráulicos consiste en el uso más eficiente del agua y después distribuir el agua que se ha ahorrado. A mediados de la década de 1970, los argumentos contra el desarrollo de nuevas fuentes de energía empezaron a ganar importancia, impulsados en parte por las preocupaciones sobre los altos costos de la energía nuclear y su potencial para producir accidentes catastróficos, y también por el cúmulo de consecuencias ambientales por la combustión de fósiles. Durante ese período, algunos análisis señalaban que el uso más eficiente de la energía reduciría significativamente la demanda futura, y retrasaría o evitaría la necesidad de nuevas construcciones muy costosas desde el punto de vista ambiental y económico (por ejemplo Lovins, 1977). Estos argumentos han demostrado su veracidad, y las iniciativas adecuadas han logrado enormes disminuciones en la demanda de energía, en tanto que el bienestar económico ha mejorado constantemente.

Actualmente se están esgrimiendo los mismos argumentos con respecto al agua. Las nuevas fuentes de abastecimiento de agua pueden ser sustituidas en muchas regiones por la implementación de programas inteligentes de conservación del agua y de administración de la demanda, por la instalación de equipo eficiente, y por la aplicación de incentivos económicos e institucionales adecuados para cambiar el agua entre los usuarios. Las mejoras en la eficiencia del uso del agua se lograrán a través de cambios en la tecnología, la economía y las instituciones. Es posible lograr mejoras en la eficiencia del uso del agua en casi todos los sectores. En los países desarrollados así como en los que están en vías de desarrollo se presentan grandes pérdidas por los sistemas de distribución, por equipo defectuoso u obsoleto, y por sistemas de riego mal diseñados o sin mantenimiento. En California se calcula que las pérdidas de agua “no contabilizadas” en los sistemas urbanos son del 10 por ciento, pero muchos unidades de riego tienen pérdidas mucho mayores (CDWR, 1998).

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

Muchos canales de riego en el oeste de los Estados Unidos no están alineados, lo que provoca pérdidas significativas por filtración. En Jordania, se calcula que cuando menos el 30 por ciento de todo el abastecimiento de agua para usos domésticos nunca llega a los usuarios, debido a grietas e insuficiencia de la red de abastecimiento del agua, y las pérdidas alcanzan el 50 por ciento en la capital de Jordania, Aman (Salameh y Bannayan, 1993). Se ha calculado que la cantidad de agua perdida en el sistema de abastecimiento en la Ciudad de México es igual a la cantidad necesaria para abastecer a una ciudad del tamaño de Roma (Falkenmark y Lindh, 1993). Aunque estas pérdidas no se pueden calcular de manera adecuada, existe el consenso de que es posible mejorar volúmenes significativos en el ahorro del agua.

Aún cuando se han iniciado los esfuerzos para mejorar la eficiencia en el uso del agua, todavía existe un alto potencial para reducir el uso del agua sin sacrificar la productividad económica o el bienestar personal. En un ejemplo mundano pero muy revelador, los Estados Unidos emitieron una ley, efectiva en 1994, exigiendo que todos los inodoros nuevos usaran un tercio de la cantidad de agua utilizada tradicionalmente. Sin embargo, aún ahora este sector muestra un potencial todavía no explotado. En California, en donde los mayores esfuerzos se han realizado para sustituir los viejos inodoros por otros más eficientes, todavía debe alcanzarse más de la mitad del ahorro potencial (Figura 4). Debido a la dificultad de encontrar nuevas fuentes de agua para abastecer a la Ciudad de México, los funcionarios locales lanzaron un programa de ahorro del agua. Como parte de este programa, se han sustituido 350,000 inodoros, lo que ha permitido ahorrar suficiente agua para satisfacer las necesidades de 250,000 residentes adicionales (Postel, 1997).

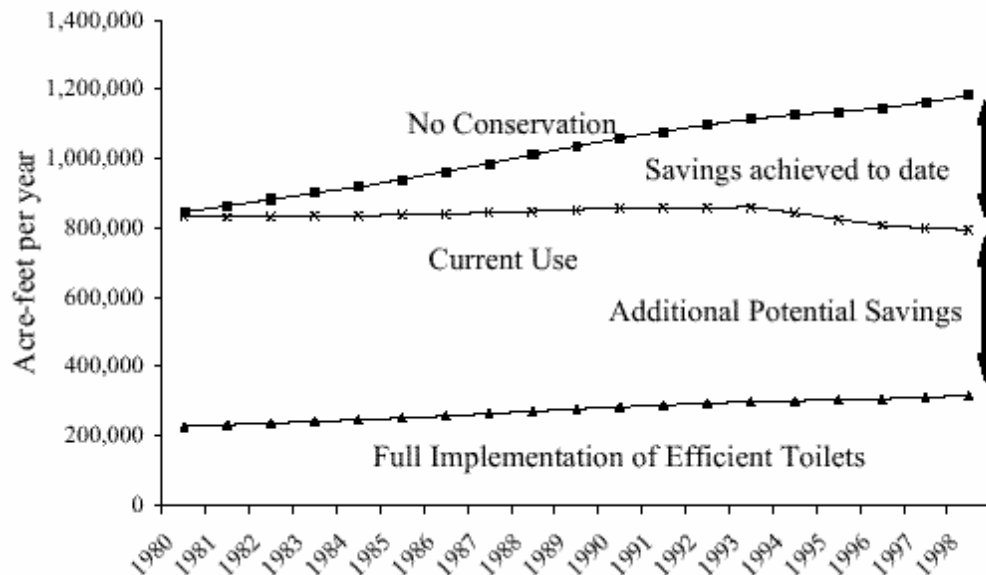


Figura 4. Agua utilizada para inodoros en California, ahorros reales y potenciales a la fecha.

La innovación tecnológica jugará un importante papel en cada sector que utiliza el agua, desde la producción de bienes y servicios hasta la producción de alimentos. En todas las actividades económicas, las demandas de agua dependen de dos factores, lo que se está produciendo y la eficiencia con la que se produce. Así, el

uso total del agua industrial depende de la combinación de bienes y servicios demandados por la sociedad y de los procesos seleccionados para generar estos bienes y servicios. En los años de 1930, la producción de una tonelada de acero consumía de 60 a 100 toneladas de agua. Actualmente ese mismo acero puede producirse con menos de seis toneladas de agua. Sin embargo, actualmente la producción de una tonelada de aluminio solamente requiere una y media toneladas de agua (Gleick, 1998). La sustitución de la vieja tecnología para la fabricación de acero por la nueva puede reducir las necesidades de agua. La sustitución de acero por aluminio, lo cual ha estado ocurriendo durante muchos años en la industria automotriz por otras razones, también puede reducir las necesidades de agua. Japón utilizaba cerca de 48,000 metros cúbicos de agua para producir un millón de dólares de productos industriales en 1965; para 1989, esta cifra había disminuido a 13,000 metros cúbicos de agua por un millón de dólares de producto (en términos reales) – el triple de la productividad del agua industrial (Postel, 1997). Cambios similares han ocurrido en California, en donde el uso total del agua industrial bajó un 30 por ciento entre 1980 y 1990, sin que se hicieran esfuerzos formales o intencionales, debido a los cambios naturales económicos y tecnológicos que ocurrieron durante la década. Durante el mismo período, la producción industrial total creció 30 por ciento en términos reales (CDOF, 1994). Todavía existe un potencial para reducir el uso del agua industrial por medios rentables a cuando menos un 20 o 30 por ciento adicional, y en los sectores comerciales e institucionales de California son posibles ahorros similares (Gleick et al., 1995; Sweeten & Chaput, 1997).

También en los países en desarrollo es posible obtener ahorros comparables en el agua industrial, aunque hay menos información disponible. Gupta et al. (1998) describen la forma en que el incremento en el precio del agua y las restricciones gubernamentales indujeron a la planta de fertilizantes Zuari Agro-Chemical, en Goa, India, a reducir el uso diario total de agua en un 50 por ciento entre 1982 y 1988. Medidas similares en Tianjin, China, redujeron el uso de agua industrial por unidad de producto industrial cerca del 60 por ciento, y los incentivos económicos provocaron mejoras en la eficiencia del uso de agua industrial entre 42 y 62 por ciento en tres plantas industriales en Sao Paulo, Brasil, a principios de 1980 (Bhatia & Falkenmark, 1992).

El cambio tecnológico es un proceso dinámico y constante, aún para una tecnología tan mundana como los inodoros. Las preocupaciones acerca del abastecimiento de agua en Singapur, y su vulnerabilidad frente a problemas de desabasto los llevaron a lanzar una campaña para mejorar la eficiencia en el uso del agua, que incluyó la sustitución de lo que en los Estados Unidos se conoce como “inodoros de flujo ultra bajo” con modelos aún más eficientes. Este tipo de cambios ya ha producido mayores ahorros económicos y de agua en Singapur (Zachary, 1997). No existen razones tecnológicas que sustenten el hecho de que los inodoros requieran agua. Algunos expertos argumentan que en las regiones del mundo en donde escasea el agua, no tiene sentido usar agua para eliminar desechos humanos cuando existen otras alternativas satisfactorias (Kalbermatten et al., 1982; Rogers, 1997).

La productividad del agua también puede mejorar en jardines exteriores, parques municipales, campos de golf y otros espacios urbanos. En algunas partes de los Estados Unidos casi la mitad de toda la demanda residencial o institucional se destina a regar jardines y parques. La mejora en la eficiencia del riego podría reducir

la demanda substancialmente, de la misma manera que la reducirían los cambios en la composición de esos jardines. Los cambios innovadores en los diseños de jardines, combinados con nuevos controles computarizados, sensores de humedad y tecnología del agua, podrían reducir el uso del agua para el exterior de las casas de 25 a 50 por ciento o más, dependiendo de las preferencias del dueño de la casa, del precio del agua y del costo de alternativas (Gleick et al., 1995). En algunas regiones, la irrigación municipal e institucional de jardines y parques se está realizando con agua reciclada, eliminando completamente el uso de agua potable para este propósito.

El mayor uso del agua se destina a la agricultura, y una buena cantidad de esta agua podría usarse de manera más productiva. El agua se pierde a medida que circula a través de tuberías agrietadas y de acueductos no alineados, cuando se distribuye a los campesinos y se aplica a los cultivos. Algunos analistas calculan que la eficiencia total del uso de agua para la agricultura es de sólo 40 por ciento en todo el mundo (Postel, 1997), lo que significa que más de la mitad del agua destinada a la agricultura nunca produce alimentos. En la mayoría de las cuencas, la eficiencia general de la irrigación puede ser mayor que las eficiencias individuales de las granjas, ya que los regantes de río abajo reutilizan el agua que se pierde por filtración debido a una irrigación deficiente. Pero aún en estas cuencas, si se realizan esfuerzos para reducir las pérdidas por evaporación improductivas se puede obtener agua nueva para uso agrícola.

En zonas con escasez de agua, las nuevas técnicas y tecnologías ya están cambiando el panorama de la irrigación. Los nuevos diseños de los aspersores, como aspersores de precisión de bajo uso de energía, así como los sistemas de goteo, pueden aumentar la eficiencia de la irrigación entre el 60 y el 70 por ciento hasta alcanzar un 95 por ciento (Postel, 1997). No todos los cultivos son adecuados para el uso de sistemas de riego de precisión, aunque el riego por goteo, antes limitado a las huertas y viñedos, ha incrementado su uso para cultivos en surcos. Aún el algodón se está cultivando en algunas partes de California con sistemas de goteo (Fidell et al., 1999). La identificación de métodos técnicos e institucionales para el mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de agua agrícola a la larga incrementará la producción agrícola, sin que sea necesario desarrollar nuevas fuentes de abasto de agua. Owens-Viani et al. describen varios ejemplos de la implementación exitosa de este tipo de estrategias (1999).

La Economía y el Precio del Agua

Las políticas inadecuadas de asignación de precios y los subsidios económicos estimulan el desperdicio en el uso del agua e inhiben los programas de eficiencia y conservación. Se están realizando esfuerzos, sin embargo, para considerar al agua como un bien económico, y éste fue uno de los cuatro principios que se adoptaron en la conferencia de Dublín en 1992. Aunque no se han alcanzado acuerdos en cuanto a la definición de “bien económico”, o en cuanto a la aplicación del concepto, diversos nuevos enfoques económicos y de precios están contribuyendo al cambio en los enfoques del desarrollo de los recursos hidráulicos.

En el pasado los subsidios estimularon un rápido desarrollo de sistemas de abastecimiento y obstaculizaron los esfuerzos para alcanzar la eficiencia. Estos subsidios han sido muy efectivos para alcanzar sus metas en las regiones urbanas y

agrícolas. Los centros urbanos del oeste de los Estados Unidos, la Ciudad de México, Singapur, Beijing y muchas otras ciudades tienen una gran población urbana en las que de otra manera sistemas de abastecimiento de agua habrían sido inadecuados. Los desiertos semiáridos pueden producir actualmente grandes cantidades de alimentos, lo que hubiera sido imposible si solamente contaran con la precipitación pluvial. Pero estos subsidios también han sido los responsables de efectos secundarios no planeados y no deseados. La producción subsidiada de algodón en Asia central se difundió de tal manera que las afluencias de agua de los ríos Amu y Syr Darya hacia el Mar de Aral se detuvieron, dando como resultado un descenso de aguas del Mar, la extinción de especies endémicas, e impactos adversos en la salud humana. El agua subterránea fósil en Arabia Saudita se ha usado indiscriminadamente para cultivar trigo subsidiado. Entre 1980 y 1995, Arabia Saudita consumió más del 75 por ciento de las reservas hidráulicas de sus principales acuíferos (FTGWR, 1997). Esta agua sólo se podrá recuperar en cientos, o quizás miles de años. El exceso de extracción de agua subterránea en la India, estimulado por el subsidio a los costos de la energía para el bombeo, y a la inexistencia de una regulación sobre el agua subterránea, amenaza actualmente la autosuficiencia agrícola del país.

El sector agrícola se ha beneficiado particularmente por los subsidios al agua. En gran parte del mundo, alrededor del 75 por ciento de toda el agua consumida se destina a la agricultura. El bajísimo costo del agua estimula la producción de cultivos que son a la vez poco valorados y altamente intensivos en el uso del agua, lo que no es un incentivo para el uso eficiente del agua. Incluso cambios modestos en las prácticas agrícolas liberarían cantidades importantes de agua para otros usos agrícolas, necesidades urbanas y restauración del ambiente.

Algunos cambios ya se están presentando. El crecimiento de las ciudades y su mayor productividad económica ahora demandan mayor cantidad de agua. En lugares como Israel y California, el desarrollo urbano, en combinación con las limitaciones de nuevas opciones de abastecimiento, ha llevado a un aumento creciente en la confiabilidad de los programas de eficiencia en el uso del agua y en un manejo innovador, así como en el uso de agua reciclada para la irrigación y para otros usos (Owens-Viani et al., 1999).

Los factores económicos y las decisiones sobre el precio también provocan un uso ineficiente del uso del agua en el sector urbano. En muchas ciudades, el agua no se mide, lo que lleva a un abuso del agua y no proporciona incentivos para su uso eficiente. Aún en regiones en las que se mide el agua, el diseño inadecuado de las estructuras para tasarla pueden provocar un mal uso del agua. Como resultado de lo anterior, existe un creciente interés en el uso de las llamadas tasas de “conservación”, como el aumento de las tasas en bloque, con las cuales los incrementos de la cantidad de agua se cobran a tasas cada vez más altas. Con frecuencia cada vez mayor las estructuras hidráulicas están implementando estas estructuras de tasación. En Beijing, China, un nuevo sistema de asignación de precios vincula el costo del agua a la cantidad de agua utilizada, estimulando la conservación. Un sistema similar de precios disminuyó el uso promedio mensual residencial en casi un 30 por ciento en Bogor, Indonesia (Postel, 1997). Los proveedores de agua regionales en Sudáfrica han podido retrasar la construcción de nuevos sistemas de abastecimiento de agua regionales imponiendo tarifas más altas, distribuyendo el equipo para la conservación del agua, y educando a la población (Rand Water, 1996). En Hermanus, Sudáfrica, un

amplio programa de conservación incluía una estructura de 11 tarifas que estimularon las mejoras tecnológicas y una atención cuidadosa a las prácticas de desperdicio. Tan sólo en el primer año de operación del programa, el uso del agua en la ciudad bajó más del 30 por ciento (Gleick, 1998).

Si bien un nuevo énfasis en considerar al agua como un bien económico puede eliminar las prácticas de desperdicio y estimular una mayor eficiencia y conservación, un enfoque puramente mercadológico no puede proteger adecuadamente los ecosistemas naturales que también dependen del agua. La naturaleza proporciona servicios que ayudan a los seres humanos a sobrevivir, pero estos servicios no se “compran”, rara vez se cuantifican y rutinariamente se excluyen de las cuentas económicas oficiales (Daily, 1997). En el cambio hacia una racionalidad económica, se debe tener cuidado para preservar y proteger esos servicios que pueden quedar fuera de las medidas económicas tradicionales.

Fuentes de Abastecimiento Alternativas

Las mejoras sobre la eficiencia a la larga reducirán las demandas futuras. En algunas regiones, esto será suficiente para eliminar totalmente la necesidad de encontrar y desarrollar nuevas fuentes de abastecimiento. Sin embargo, en otras regiones continuarán siendo requeridas nuevas fuentes. En lugar de buscar nuevas fuentes lejanas, se incrementará la aplicación de una amplia gama de fuentes de abastecimiento alternativas para satisfacer determinadas demandas. La satisfacción de diferentes necesidades con una calidad adecuada de agua mostrará su beneficio desde el punto de vista económico, y al mismo tiempo reducirá la necesidad de nuevas fuentes con costos marginales cada vez mayores. El agua “reciclada”, el agua turbia, la captación de la niebla, o el agua desalinizada pueden considerarse utilizables para algunas necesidades, y de hecho pueden tener ventajas ambientales, económicas o políticas. Especialmente el agua reciclada tiene enormes ventajas, incluyendo una alta confiabilidad en el abastecimiento, una calidad conocida y, con frecuencia, una fuente centralizada cercana a los centros urbanos demandantes. La provisión de agua potable de alta calidad es cara, y no es necesario el uso de esa agua para satisfacer todas las necesidades en los lugares donde el agua es escasa.

Agua reciclada

Las sociedades gastan billones de dólares en la búsqueda de agua, en su tratamiento con altas normas de calidad, y después trasladándola a los lugares en donde se necesita. Después gastamos más billones para recolectar el agua de desperdicio, tratarla para reducir los problemas de salud humanos y ambientales asociados con las aguas negras y los desperdicios industriales, para finalmente lanzarla al mar o a otros vertederos. La mayor parte del agua urbana termina tirándose lejos de donde se usó. Recientemente, la atención se ha enfocado en el tratamiento de esas aguas y en su uso como un recurso, en lugar de considerarlas como desperdicio (Asano & Levine, 1998). Las condiciones de sequía que limitan el abastecimiento, los problemas ambientales debidos a la eliminación de aguas negras, y la creciente demanda, han provocado que el reciclaje del agua sea más llamativo.

El agua reciclada puede usarse para recargar los acuíferos subterráneos, para abastecer los procesos industriales, para regar algunos cultivos, o para aumentar las fuentes de abastecimiento de agua potable. En el Oriente Medio, algunas partes de

África, y en el oeste de los Estados Unidos, se ha incrementado notablemente la disponibilidad y uso de agua de desperdicio tratada para satisfacer necesidades industriales, comerciales e institucionales (Wong, 1999). Ciertas necesidades de agua para la agricultura actualmente se han satisfecho con agua de desperdicio tratada. En Windhoek, Namibia, el agua reciclada se ha utilizado para aumentar el abastecimiento de agua potable desde 1968, y en los años de sequía hasta el 30 por ciento del agua potable de la ciudad se ha abastecido con agua de desperdicio tratada (Van der Merwe & Menge, 1996). La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos ha realizado un estudio acerca de los usos adecuados de agua de desperdicio tratada para el incremento indirecto del abastecimiento de agua potable (U.S. National Research Council, 1998).

Israel cuenta con amplios programas de reciclaje de agua de desperdicio. El setenta por ciento del agua de desperdicio en ese país es tratada y utilizada para la irrigación agrícola, y Shuval (1996) calcula que en las próximas décadas se alcanzará el 80 por ciento del reciclaje. También se están haciendo esfuerzos para captar, tratar y reutilizar más agua de desperdicio en Jordania, en donde el abastecimiento general de agua también se ha restringido (Ahmad, 1989; Salameh & Bannayan, 1993). En California, para el año 2000, se habían utilizado más de 600 millones de metros cúbicos de agua reciclada para diferentes propósitos (Tabla 1), y para el año 2020 se calcula que podrá llegar a 2,000 millones de metros cúbicos por año (Wong, 1999).

Desalinización

Durante décadas, algunos analistas y observadores han considerado la desalinización como la última solución para las necesidades mundiales de agua. Más del 97 por ciento del agua del planeta es demasiado salobre para beberla o para cultivo de alimentos. En teoría, por lo mismo, la desalinización ofrece un abastecimiento ilimitado de agua potable, liberando así a los seres humanos de las extravagancias e inconsistencias de las fuentes naturales de agua potable. Sin embargo, igual que la promesa no cumplida de contar con energía nuclear barata en las décadas de 1960 y 1970, la desalinización sigue siendo un contribuyente menor para el abastecimiento de agua.

Tabla 1. Uso de agua reciclada en California, por categorías.

	1987	1989	1993	1995	2000*
Irrigación Agrícola	207	213	99	179	201
Recarga de Aguas Subterráneas	48	86	228	150	167
Riego de Parques y Jardines	49	67	58	94	141
Usos Industriales	7	7	9	36	40
Usos Ambientales	12	22	36	19	20
Otros	5	5	44	76	77
Total	328	400	474	554	646

*Calculado. Cantidades en millones de metros cúbicos. Fuente: Wong, 1999.

La desalinización del agua de mar o del agua salobre está bien desarrollada tecnológicamente, pero sigue siendo presa de los altos costos económicos, parcialmente debido a las grandes cantidades de energía que se requiere para romper los iones de sal del agua. Aunque los tecnólogos optimistas siguen prediciendo que

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

los costos bajarán con el mejoramiento de la tecnología, la desalinización es actualmente sólo una opción para los países con graves carencias de agua que cuentan con muchos recursos energéticos o económicos, como en el Golfo Árabe y en África del Norte, en donde están localizados los diez principales países desalinizadores. Además, el alto costo que representa el traslado del agua de una parte a otra limita aún más el desarrollo del proceso de desalinización hacia zonas que se encuentran a distancias limitadas de las costas.

A principios de 1999, la capacidad total de desalinización global superaba los 20 millones de metros cúbicos por día (Wangnick, 1998). La Figura 5 muestra la capacidad de desalinización en todo el mundo desde 1950 hasta 1999. Las aguas de diferente calidad, incluyendo el agua de mar, el agua salobre, o el agua de desperdicio industrial impura pueden ser desalinizadas. Pero la desalinización aún no puede considerarse como una solución razonable para la escasez de agua para uso doméstico en la mayoría de las regiones, aún en las ricas. Se desconoce si eventualmente se abaratará lo suficiente como para su uso en gran escala.

Resumen: Nuevas Formas de Pensar, Nuevas Acciones

Los conceptos básicos y las filosofías del desarrollo hidráulico están sufriendo cambios fundamentales. Ya sea que el agua sea abundante o escasa, las limitaciones ambientales, financieras y sociales están obligando a disminuir la construcción de grandes proyectos y encaminando a los planeadores a ampliar los recursos limitados a través de mejoras en la redistribución y la eficiencia. Aún en las regiones en donde las necesidades básicas de agua de los seres humanos no se han satisfecho, los programas de conservación forman una parte integral de soluciones prácticas, ya que permiten que las necesidades de agua en general sean satisfechas con menores recursos, menos daños a los ecosistemas y a precios más bajos.

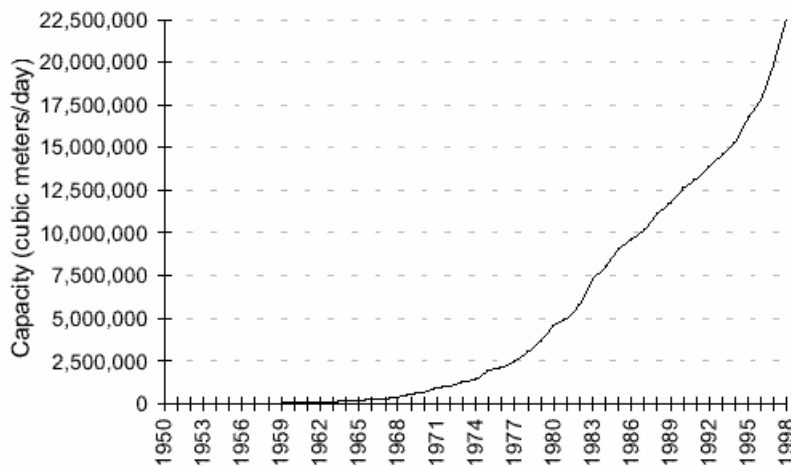


Figura 5. Capacidad Acumulada de desalinización en todo el mundo, 1950 a 1998. Fuente: Wangnick, 1998.

En muchas partes del mundo seguirán presentándose fuertes presiones para proveer mayores sistemas hidráulicos nuevos, especialmente si esos sistemas están dedicados a satisfacer algunas de las necesidades humanas básicas que permanecen aún en los países en desarrollo. En los lugares en los que aún es posible abastecer de agua potable o de energía hidroeléctrica básica sin grandes problemas sociales o costos económicos y ambientales, todavía serán adecuados y necesarios los grandes nuevos proyectos.

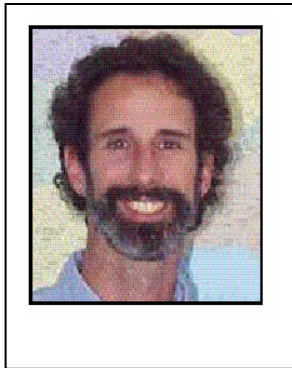
Pero los proyectos a gran escala no darán respuesta a la mayoría de los problemas del agua. Especialmente en los países en desarrollo así como en las regiones áridas y semiáridas que cubren otro 30 por ciento de la tierra del planeta, las presas a gran escala, y los esquemas de irrigación cada vez son menos favorecidos. Sólo el cuatro por ciento de la tierra de cultivo en la región del Sub-Sahara actualmente se está irrigando, aunque se mantienen buenas presas y los costos económicos, sociales y ambientales de los grandes proyectos de irrigación son altos. Cada vez son menos las condiciones favorables, como las cuencas de agua subterránea de gran capacidad, los ríos con corrientes confiables, y amplias zonas de tierra irrigable no cultivada.

Los nuevos grandes proyectos ahora deberán competir con proyectos innovadores a pequeña escala, con soluciones institucionales, técnicas e institucionales manejadas localmente, incluyendo micropresas, sistemas hidroeléctricos, pozos poco profundos, métodos de manejo del suelo con conservación de agua, y captación de agua de lluvia. Estos métodos son generalmente más rentables y menos dañinos para las comunidades locales, en parte debido a las experiencias tradicionales de estas comunidades. Ya existen evidencias de que las nuevas aplicaciones de los métodos tradicionales pueden catalizar a los campesinos hacia el mejoramiento de las técnicas administrativas, estimulando así el desarrollo local y satisfaciendo las necesidades de agua locales en muchos lugares en donde los proyectos de irrigación a gran escala han fracasado (Clarke, 1991). Se calcula que 100 millones de personas solamente en África se podrían beneficiar con la adopción de métodos a pequeña escala y bajos costos, pero la falta de conocimiento y de tecnologías continúan obstaculizando su amplia adopción (Postel, 1997).

Muchos de los rápidos cambios en la política hidráulica en todo el mundo no se han realizado debido a que las estructuras económicas e institucionales todavía alientan el uso ineficiente del agua. Sin embargo, parte de este problema también se debe a la prevalencia de formas antiguas de pensar entre los planeadores y los administradores. Una ética de sustentabilidad necesitará cambios fundamentales en la forma en que consideramos al agua, y estos cambios se dan muy lentamente. En lugar de intentar constantemente encontrar el agua para satisfacer algunas proyecciones sobre las necesidades futuras, ha llegado el momento de planear la satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras con el agua disponible, de determinar cuáles necesidades pueden satisfacerse dentro de los límites de nuestros recursos, y de asegurar que conservamos los ciclos ecológicos naturales que están tan integrados al bienestar de la humanidad. La planeación de los recursos hidráulicos en una sociedad democrática debe involucrar algo más que simplemente decidir sobre cuál gran proyecto habrá de construirse, o evaluar cuál esquema es el más rentable desde una estrecha perspectiva económica. La planeación debe ofrecer información que ayude a las personas a formarse juicios acerca de cuáles “necesidades” y “deseos” pueden y

deberían ser satisfechos. El agua es un bien común y un recurso de la comunidad, pero también se usa como un bien privado o una mercancía; no se trata solamente de un recurso recreativo, sino también de una necesidad vital básica; está imbuido de valores culturales y juega un papel importante en el tejido social de nuestras comunidades. La aplicación de nuevos principios de sustentabilidad y equidad ayudará a cerrar la brecha entre estos intereses diversos y competitivos.

Sobre el Autor



El **Dr. Peter H. Gleick** es director del Pacific Institute for Studies in Development and Security de Oakland, California. E-mail: pgleick@pipeline.com. Es autor de *The World's Water 1998-1999* y de *The World's Water 2000-2001* (Island Press, Washington, DC, USA) y de muchos artículos científicos. En 1999 fue electo Académico de la Academia Internacional del Agua en Oslo, Noruega.

Referencias

- Ahmad, A.A. 1989. *Jordan Environmental Profile: Status and Abatement*. USAID/Government of Jordan, Amman, Jordan.
- Asano, T. and A.D. Levine. 1998. "Water Reclamation, Recycling, and Reuse: An Introduction." T. Asano, ed. *Wastewater Reclamation and Reuse 10*. Water Quality Management Library, Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster, Pennsylvania: 1-56.
- Bhatia, R. and M. Falkenmark. 1992 "Water Resource Policies and the Urban Poor: Innovative Approaches and Policy Imperatives." A Background Paper for the Working Group on "Water and Sustainable Urban Development," *International Conference on Water and the Environment*, 26-31 January, Dublin, Ireland.
- California Department of Finance (CDOF). 1994. *California Statistical Abstract*. Compilation of U.S. Department of Commerce and Bureau of Economic Analysis Data, Sacramento, California, USA.
- California Department of Water Resources (CDWR). 1998. *The California Water Plan Update*. Bulletin 160-98. Sacramento, California, USA.
- Cernea, M. 1988. "Involuntary Resettlement in Development Projects." World Bank Technical Paper No. 80. The World Bank, Washington, DC, USA.
- Clarke, R. 1991. *Water: The International Crisis*. Cambridge, Massachusetts, USA. Earthscan Publications/MIT Press.
- Council on Environmental Quality (CEQ). 1991. *Environmental Quality: 21st Annual Report*. Washington, DC, USA.
- Daily, G.C., ed. 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC, USA. Island Press.

International Water Resources Association. *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 127- 138, Marzo 2000.

- Falkenmark, M. and G. Lindh. 1993. "Water and Economic Development." In P.H. Gleick, ed. *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, New York, New York, USA. Oxford University Press: 80-91
- Fidell, M., P.H. Gleick, and A.K. Wong. 1999. "Converting to efficient drip irrigation: Underwood Ranches and High Rise Farms." In Owens-Viani, L., A. K. Wong, and P.H. Gleick, eds. *Sustainable Use of Water: California Success Stories*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, California, USA: 165-177.
- Financial Times Global Water Report. 1997. "Do the Right Thing." *Financial Times Global Water Report*, Issue 20 (April 10): page 16.
- Gleick, P.H. 1996 "Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs." *Water International*. 21: 83-92.
- Gleick, P.H. 1998. *The World's Water 1998-1999: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, DC, USA. Island Press.
- Gleick, P.H. 1999. "A Human Right to Water." *Water Policy* 1, No. 5: 487-503.
- Gleick, P.H. 2000 *The World's Water 2000-2001: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, DC, USA. Island Press.
- Gleick, P.H., P. Loh., S. Gómez, and J. Morrison. 1995. *California Water 2020: A Sustainable Vision*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, California, USA.
- Gupta, D.B., M.N. Murty, and R. Pandey. 1989. "Water Conservation and Pollution Abatement in Indian Industry." National Institute of Public Finance and Policy, New Delhi, India (April).
- Kalbermatten, J.M., D.S. Julius, C.G. Gunnerson, and D.D. Mara. 1982. "Appropriate Sanitation Alternatives: A Technical and Economic Appraisal," and "A Planning and Design Manual." World Bank Studies in Water Supply and Sanitation I and II. Baltimore, Maryland, USA. The John Hopkins University Press.
- Lovins, A.B. 1977. *Soft Energy Paths: Toward a Durable Peace*. Friends of the Earth International, San Francisco, California and New York, New York, USA. Ballinger Publishing Company.
- McCaffrey, S.C. 1992. "A Human Right to Water: Domestic and International implications." *Georgetown International Environmental Law Review* 1:1-24.
- McCully, P. 1996. *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of large Dams*. London, United Kingdom. Zed Books.
- New York Times. 1999. "Dam Removal Project is Successful in Maine." *The New York Times*, National News Briefs, November 7: page 19.
- Owens-Viani, L., A.K. Wong, and P.H. Gleick. eds. 1999. *Sustainable Use of Water: California Success Stories*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, California, USA.
- Perlman, H. 1997. Data for 1995 from the United States Geological Survey (USGS), via FTP from 144.47.32.102.
- Postel, S. 1997. *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. New York, New York, USA. Worldwatch Institute, W.W. Norton.
- Rand Water. 1996. "Chief Executive's Review." *Annual Report of Rand Water*, Johannesburg, South Africa: 6-7.

- Rogers, P. 1993. *America's Water: Federal Roles and Responsibilities*. Cambridge, Massachusetts, USA. Twentieth Century Fund, MIT Press.
- Rogers, P. 1997 "Water for Big Cities : Big Problems Easy Solutions?" Draft paper., Harvard University. Cambridge Massachusetts, USA.
- Salameh, E. and H. Bannayan. 1993. *Water Resources of Jordan: Present Status and Future Potentials*. Amman, Jordan. Friedrich Ebert Stiftung.
- Shiklomanov, I.A. 1998. Archive of World Water Resources and World Water Use. Global Water Data Files. State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia, CD-ROM. November 9-10.
- Shuval, H. 1996 "Sustainable Water Resources Versus Concepts of Food Security, Water Security , and Water Stress for Arid Countries." Background paper prepared for the Workshop on Chapter 4 of the Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. May 18-19 , 1996. New York, New York, USA.
- Solley, W. B., R. R. Pierce, and H.A. Perlman. 1993. *Estimated Use of Water in the United States in 1990*. U.S. Geological Survey Circular 1200. Denver, Colorado, USA.
- Sweeten, J. and B. Chaput. 1997. "Identifying The Conservation Opportunities in the Commercial, Industrial and Institutional Sector." Paper presented at the annual American Water Works Association meeting, June 1997.
- United Nations. 1997. *Comprehensive Assessment of the Fresh-Water Resources of the World*. Commission on Sustainable Development. United Nations, New York, New York , USA. Printed by the World Meteorological Organization for the Stockholm Environment Institute.
- U.S. National Research Council. 1998. *Issues in Potable Reuse. The Viability of Augmenting Drinking Water Supplies with Reclaimed Water*. Washington, DC, USA. National Research Council, National Academy Press.
- Van der Merwe, B. and J. Menge. 1996. "Water Reclamation for Potable Reuse in Windhoek, Namibia." Department of the City Engineer, City of Windhoek, Namibia.
- Wangnick, K. 1998 IDA Worldwide Desalting Plants Inventory, No. 15. Produced by Wangnick Consulting for the International Desalination Association. Gnarrenburg, Germany.
- Wolf, A. T., J.A. Natharius, J.J. Danielson, B.S. Ward, and J. Pender. 1999. "International River Basins of the World." *International Journal of Water Resources Development*. 15, No. 4.
- Wong, A.K. 1999. "An Overview to Water Recycling in California." In L. Owens-Viani, A.K. Wong, and P.H. Gleick, eds. *Sustainable Use of Water: California Success Stories*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland: 121-126.
- World Bank. 1993. "Water Resources Management." A World Bank Policy Paper. The World Bank, Washington, DC, USA.
- Zachary, G.P. 1997. "Water Pressure: Nations Scramble to Defuse Fights Over Supplies." *The Wall Street Journal*. December 4: A17.