

EL GEOÍSMO Y LAS DIRECTRICES MUNDIALES PARA UNA MEJOR GESTIÓN DEL AGUA*

Antonio Lamela**,
Presidente Fundador de Estudio Lamela
Fernando Molini***, Rosa Cañada***
Universidad Autónoma de Madrid
y Ana Romero****

RESUMEN

El presente artículo comienza abordando la necesidad de una estrategia territorial planetaria, a la que Antonio Lamela denominó en la década de 1960 Geoísmo. Dicha estrategia se empieza a aplicar mediante la elaboración de directrices en aspectos que resulten fundamentales para la sostenibilidad, como el del agua, que es el que aquí se desarrolla con profundidad.

Palabras clave: Geoísmo, estrategia territorial, directrices, gestión sostenible.

ABSTRACT

This article begins by addressing the need for a planetary territorial strategy, which Antonio Lamela called Geoism in the 1960's. The application of this strategy begins with the preparation of guidelines in aspects that are fundamental for sustainability, like water, which is the one developed in depth here.

Key words: Geoism, territorial strategy, guidelines, sustainable management.

1. EL GEOÍSMO

El Geoísmo se puede explicar como una propuesta de disciplina y práctica profesional que pretende contribuir a ordenar territorialmente, en primer lugar, el Planeta en su

* Fecha de recepción: 6 de noviembre de 2006.

Fecha de aceptación y versión final: 18 de diciembre de 2006.

** Estudio Lamela. Urbanística y Arquitectura. C/ O'Donnell, 34, 6º. 28009 MADRID (España). E-mail: alamela@lamela.com

*** Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 MADRID (España). E-mail: fernando.molini@uam.es, rosa.canada@uam.es

**** E-mail: ana barahona2@yahoo.es

conjunto, dando respuesta a los problemas globales -entre otros posibles métodos a través de directrices e indicadores mundiales- y, en segundo lugar, a partes del mismo, influyendo en la planificación supramunicipal, que tendría en cuenta aquellas directrices y que se evaluaría respecto a tales indicadores.

El Geoísmo pretende:

- Un desarrollo socioeconómico que gestione eficientemente, y de la manera lo más eficaz y lógica posible, los recursos terráqueos.
- Una Sociedad Humana en la que las desigualdades se reduzcan, priorizando la mejor resolución de las situaciones más inaceptables, como es la desnutrición, o las carencias de agua potable y de saneamiento.
- Una máxima protección medioambiental, empezando por los elementos más valiosos y frágiles.
- La coherencia en la utilización y organización del territorio planetario a corto, medio y largo plazo.

Para contribuir a lograr estos objetivos, propone directrices y medidas, de las que en este artículo se exponen, a modo de ejemplo, las más importantes referidas a los recursos hídricos.

No se trata de hacer una rígida planificación territorial, sino de avanzar en diversas estrategias territoriales flexibles que tengan en cuenta los problemas y las oportunidades que afectan a la Tierra y a la diversidad de sus regiones, buscando siempre el máximo consenso posible entre las partes implicadas. Se tenderá hacia la integración del mayor número de variables relevantes -edáficas, forestales, faunísticas, climáticas, sociales, económicas, urbanísticas y un largo etc.-, pero, dada la extrema dificultad del enfoque comprensivo, se propugna no esperar necesariamente hasta disponer de una visión holística, sino poder empezar por aquellos aspectos particulares que puedan tener una mayor incidencia territorial. Esto es lo que se hace en este artículo con los recursos hídricos.

El Geoísmo no debe ser sólo la práctica de una estrategia territorial mundial, sino también una disciplina aplicada. Por analogía con el urbanismo y la ordenación parcial del territorio, el Geoísmo sería el conjunto de conocimientos y de prácticas de carácter mundial que tienen implicaciones territoriales, lo que también incluye la proposición y coordinación de la política medioambiental, infraestructural, urbanística, económica, social y cultural de las naciones, regiones y municipios, tendentes a potenciar sinergias, y a evitar disfunciones, para mejor satisfacer la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, dentro de un contexto de máxima protección del medio ambiente.

2. DIRECTRICES GENERALES PARA UN USO MÁS RACIONAL DEL AGUA

Entre las medidas generales más importantes que se pueden adoptar en relación a los recursos hídricos, cabe destacar:

2.1. Gestionar el agua con el máximo respeto al medio ambiente

- Utilizar el agua de forma sostenible, teniendo en cuenta las disponibilidades y necesidades de agua presentes y futuras, así como los tiempos de regeneración natural. Hay que proporcionar un suministro de agua adecuado y evitar la sobreexplotación del recurso. Es necesaria la planificación y gestión eficaz de los recursos hídricos “para mantener la vida humana y proteger los ecosistemas, garantizar las necesidades actuales y no poner en peligro los recursos para las próximas generaciones” (MMA, 2004, 221).
- Promover el ahorro del agua. A. LAMELA (1996) señala que “hay que empezar por fomentar y tecnificar el ahorro general, en todo, tanto en gerencias como en usos, para sacar el máximo partido a nuestros recursos y medios, que sólo deben dar respuesta a demandas lógicas y justificadas, en cada sector. Se impone el ahorro generalizado, especialmente en aquellos elementos que puedan resultar escasos y limitados, pensando en las generaciones futuras”. Es imprescindible adoptar medidas legislativas, institucionales, económicas y administrativas con el fin de lograr reducir el consumo de agua y contribuir a la conservación del recurso disponible.
- Potenciar el cumplimiento de las directrices sobre el agua aprobadas por la Declaración Ministerial de la Haya en marzo del 2000, y, después, adoptadas por el Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (ONU-WWPA, 2003, 6). Cabe destacar las siguientes, muchas de las cuales se irán desarrollando más adelante con mayor amplitud:
 - o Promover acciones destinadas a la educación medioambiental con miras a asegurar un desarrollo sostenible y equitativo, dando prioridad al problema de la disponibilidad del agua. Hay que desarrollar una cultura del buen uso del agua.
 - o Fomentar más la protección, conservación y gestión racional de los recursos naturales existentes en las cuencas, lo que contribuiría a asegurar en mayor medida las fuentes de agua.
 - o Garantizar el acceso al agua y a servicios de saneamiento en calidad y cantidad suficientes.
 - o Establecer políticas coordinadas a nivel mundial, internacional, nacional y local para conservar, proteger y distribuir el agua de modo equitativo, y para satisfacer las necesidades de los consumidores, la industria y la agricultura, lo que implica una gestión en la que estén representados todos los sectores de la Sociedad: usuarios, planificadores y autoridades políticas. Hay que aplicar estos mismos principios en las cuencas transfronterizas, evitando posibles conflictos internacionales.
 - o Concienciación de la importancia del agua para la salud humana y medioambiental.

- o Valorar el agua, lo que supone reconocer el valor cultural, estético, mítico, social, medioambiental y económico de la misma y de los servicios conexos, para lo que hay que identificar y evaluar todos estos diferentes aspectos, así como intentar fijar su precio para recuperar los costes del suministro del servicio, teniendo en cuenta la equidad y las necesidades de las poblaciones pobres y vulnerables.
- Por lo tanto, hay que implantar políticas que controlen el mercado del agua y el establecimiento de precios que valoren el agua de manera apropiada, teniendo en cuenta la capacidad de compra de la población. Hay que dejar de considerar al agua como un recurso gratuito, y potenciar el consumo del agua de modo responsable. Está comprobado, por lo menos en los países en desarrollo, que la subida del precio del agua genera una bajada en su consumo, sobre todo en el sector doméstico. En ocasiones, las subidas planificadas no han podido llevarse a cabo por la fuerte oposición de la población afectada.
- Mantener el equilibrio entre las necesidades de los distintos sectores, y entre éstos y el medio ambiente. Hay que tener en cuenta el bien de la Sociedad en su conjunto, las necesidades de los ecosistemas, y el rendimiento y la eficacia en la utilización del agua.
- Mantener los caudales ecológicos, lo que supone respetar los caudales mínimos que permitan sostener los parámetros de calidad, velocidad y características de los lechos de las aguas superficiales; permitir la capacidad de recarga de los acuíferos, y explotarlos de una manera sostenible; no impedir el aporte de sedimentos para la formación de estuarios, playas y plataformas continentales, manteniendo el sustento base de pesquerías, y favoreciendo el uso recreativo de calidad de los litorales (ESPINOZA, L. E., 1995, 13).
- Mantener las cuencas hídricas en buen estado para disponer de agua potable segura. La protección de los ecosistemas de agua dulce proporcionará agua pura y limpia, que evitará invertir en costosos tratamientos para su suministro. En algunas ciudades de Estados Unidos, como Nueva York, Massachusetts o Washington, se ha evitado la construcción de costosas plantas de tratamiento invirtiendo en la protección de sus cuencas, y manteniendo así la pureza del suministro de agua para consumo humano (POSTEL, S., 2006, 113).
- Incrementar el uso de aguas pardas o recicladas, para lo cual habrá que aumentar la inversión para la construcción de más plantas de tratamiento de aguas residuales. La reutilización de aguas depuradas se puede aplicar tanto en los sectores agrícola, industrial y urbano, como en el ámbito medioambiental, para regulación de caudales, marjales y humedales, recarga de acuíferos, control de la intrusión marina, áreas de recreo -lagos, parques,...-, para la pesca y la acuicultura, para la fabricación de nieve artificial, etc. Asimismo, en los casos extremos en que fuese necesario, el agua depurada se podría reutilizar directa o indirectamente como agua potable (AEMA, 2002, 47).

- Promover repoblaciones hidrológico-forestales. La Carta del Agua del Consejo de Europa, proclamada en Estrasburgo en mayo de 1968, ya reconocía que el mantenimiento de la cobertura vegetal, preferentemente forestal, es esencial para la conservación de los recursos hídricos. La preservación de los bosques es un factor de gran importancia para la estabilidad de las cuencas y de su régimen hídrico. La erosión del suelo en las cuencas fluviales provoca la colmatación de los embalses y la disminución de la capacidad de infiltración de los suelos que alimentan a las aguas subterráneas, por lo que disminuye la capacidad de recarga de los acuíferos. Los planes de restauración hidrológico-forestal y de riberas son los mejores instrumentos para combatir la erosión (ESPINOZA, L. E., 1995, 11 y 12). Es importante que en dichas repoblaciones se utilicen especies autóctonas forestales.
- Crear bancos de agua, como medida para paliar los problemas en zonas con fuertes presiones sobre los recursos hídricos. Un banco o mercado de agua es un mecanismo para vender o arrendar derechos de uso del agua, normalmente bajo el control de la Administración Pública. Entre las naciones en que se han desarrollado destacan EE.UU., Chile, Canadá y Australia. La función fundamental de un mercado de agua es favorecer una reasignación de derechos de uso del agua en naciones donde casi todos los recursos disponibles ya están asignados, y siguen surgiendo nuevos usuarios que reclaman agua, incluyendo para el medio ambiente (WWF/ADENA, 2005, 1 y 3). Los bancos de agua pueden constituir mecanismos eficaces para reducir el impacto de las sequías y una oportunidad para mejorar la situación de ríos, humedales y acuíferos. No obstante, deben seguir estrictos principios medioambientales, puesto que si no pueden tener efectos muy perniciosos (SCHMIDT, G., 2005, 1).
- Establecer sistemas de seguimiento y control del estado de las aguas como aspecto básico para conseguir una gestión eficaz de los recursos y para implantar medidas destinadas a mejorar la calidad del medio ambiente. Por ejemplo, la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea exige a los Estados miembros establecer programas de seguimiento del estado ecológico y químico de las aguas superficiales y del estado cuantitativo y químico de las aguas subterráneas, así como seguimientos adicionales en el caso de tratarse de zonas protegidas. En el art. 16, establece la responsabilidad del Parlamento y del Consejo Europeos de adoptar estrategias para combatir la contaminación mediante la implantación de medidas específicas para cada contaminante, o grupo de contaminantes, que constituyan un riesgo para el medio acuático. Actualmente, los medios disponibles para reducir o eliminar la contaminación y lograr un buen estado ecológico de las aguas son: un mayor conocimiento de la calidad mediante una red de medición; normas establecidas por las naciones con el fin de reducir los vertidos de las sustancias contaminantes en el agua, y de controlar la contaminación producida por las diversas actividades; medios económicos que proporcionan incentivos efectivos que conducen a la protección de las aguas y a la eliminación de los vertidos; construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales; prevención de la contaminación difusa; etc. En el ámbito europeo existen numerosas Directivas

cuya finalidad principal es ordenar los vertidos urbanos e industriales, por ejemplo, la 76/464 sobre contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas; las Directivas 82/176, 83/513, 84/156, sobre metales pesados, etc. (MMA, 2004, 226, 256 y 257). Respecto al seguimiento y control de las aguas, sería particularmente conveniente elaborar programas para vigilar el estado de las aguas transfronterizas.

- Investigar modelos matemáticos de calidad de las aguas, para conocer los procesos físicos, químicos y biológicos, así como sus interacciones, con el fin de poder diseñar una gestión eficaz del recurso (HUANG, G. H. y XIA, J., 2001, 6).
- Disminución de la infiltración en la conducción, mediante el revestimiento de los canales con hormigón, láminas de plástico o la utilización de selladores, como el carbonato de sodio, en canales no revestidos (BROWN, L., 2004, 120). En la mayoría de las redes urbanas el nivel de fugas está por encima del 30%. Las técnicas disponibles permiten reducir esas pérdidas a menos del 10% (FNCA/MMA, 2005, 26). Hay casos de pérdidas muy dispares. Por ejemplo, en Albania las pérdidas estimadas llegan hasta el 75% del agua suministrada. En Bulgaria las pérdidas superan el 60% -salvo Sofía que pierde entre un 30% y 40%. Otros lugares, como Italia, Finlandia o París registran pérdidas del 15%, mientras que Dinamarca registra tan sólo pérdidas de entre el 4% y 16% (AEMA, 2002, 22).
- Lograr que el agua vuelva a ser una seña de identidad colectiva en los lugares en que ha dejado de serlo, y que sea un lugar de encuentro y de ocio. Según C. MARCÉN (2003, 152), hay que recuperar el valor primitivo del agua, su valor social y personal.
- Establecer Programas de Conservación de Agua, que incluyan ayudas para el tratamiento de aguas residuales, el almacenamiento de agua en tanques, mejoras en la distribución, etc. Un ejemplo del buen resultado de este tipo de programas es el *Greater Hermanus Water Conservation Programme*, desarrollado en la ciudad de Hermanus, ciudad costera de El Cabo Occidental Suráfrica-, con una población de 20.000 residentes habituales que llegan a triplicarse en la época estival gracias a la industria turística relacionada con la observación de ballenas en la zona. El programa, dirigido a mejorar la eficiencia y fomentar el ahorro, llevó a cabo acciones como la aplicación de una tarifa en bloques crecientes, la eliminación de la vegetación alóctona de la cuenca, un programa de ecoauditoría del agua en las escuelas, la reducción de pérdidas -eliminación de fugas, conexiones ilegales, revisión de contadores-, mejoras en la eficiencia de los equipamientos domésticos, el fomento de diseño de jardines con plantas autóctonas, el fomento de la comunicación entre la Administración y el consumidor, y el establecimiento de una nueva factura informativa. El programa ha logrado reducir el 32% de la demanda de agua por persona, estableciendo unas tarifas de agua más justas, que incluyen un nivel de ayudas para los residentes del 96%. Además, este tipo de programas crea nuevos puestos de trabajo, ayuda a promover el pago por los servicios, y mejorar el nivel de vida de la Sociedad. El modelo de Hermanus se está empezando a tomar como referente en cuanto a la gestión urbana del agua en el resto de Suráfrica (HUNT, C., 2004, 110; PEDREGAL, B., 2005, 233).

2.2. Dotarse de entidades administrativas eficientes

- Hay que contar con eficientes sistemas de administración del agua. Las responsabilidades de “formular políticas hídricas, de coordinar el uso múltiple del agua, de regular su asignación y de controlar su contaminación, así como otras funciones relacionadas con la regulación de su aprovechamiento, se deben consolidar en un ente regulador no usuario, independiente y separado de los ámbitos de usuarios tradicionales, que considere el recurso hídrico íntegramente y en su totalidad” (JOURAVLEV, A., 2002, 569). La entidad encargada del agua debe gestionar, adecuadamente, las demandas, promoviendo el ahorro y la eficiencia económica y ambiental de los diferentes aprovechamientos, para lo que utilizará de manera integral e integrada los recursos superficiales y subterráneos.
- Trabajar, desde la planificación hídrica y el enfoque de gestión integrada, con modelos territoriales y demográficos de referencia, considerando conceptos como la localización, la densidad, la concentración y la dispersión de la población y sus actividades, así como el de capacidad de carga del territorio, donde intervienen factores demográficos y socioeconómicos. Así, se podrá obtener información sobre la distribución espacial y estacional de la demanda, la distribución por usos y por tipos de usuarios, y los hábitos de consumo de la población. En lugares con un fuerte crecimiento demográfico y, por lo tanto, con una gran presión sobre los recursos hídricos, como California o Suráfrica, con tasas de crecimiento cercanas al 2% anual, se hace necesario realizar un tratamiento cuidadoso de los contenidos sociodemográficos de la planificación hídrica, con proyecciones demográficas por componentes, creación de escenarios con hipótesis sobre crecimiento y modelos territoriales alternativos, etcétera (PEDREGAL, B., 2005, 74-79).
- La gestión del agua debe ser global y administrarse a nivel de cuenca hidrográfica. Se debe emplear el enfoque de la Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, que considera la cuenca y sus acuíferos como la unidad de gestión definida con criterios ecológicos. Dicha gestión se puede aplicar a un gran número de niveles, dependiendo de las dimensiones de la cuenca fluvial. Éstas pueden variar desde pequeñas captaciones de agua a grandes cuencas nacionales o transfronterizas, donde la circulación del agua y la contaminación cruzan las fronteras internacionales (ONU/WWAP, 2006, 16). Una gestión equitativa y sostenible de los recursos hídricos requiere que las instituciones, lejos de planteamientos sectoriales, consideren los diferentes aspectos que afectan a los recursos hídricos, como los hidrológicos, políticos, socioeconómicos, sociales, estéticos y culturales. La correcta gestión de los recursos hídricos no será posible sin tener como base la unidad de cuenca y sin considerar íntegramente la dinámica de los sistemas naturales y humanos, así como sus interacciones (PELLICER, F. y OLLERO, A. 2004, 5).
- Aunque el agua se debe administrar por instituciones especializadas, su gestión se debe coordinar con el organismo responsable de la ordenación del territorio, para que la política hídrica se inscriba en una visión más de conjunto.

- Simultáneamente a la gestión a nivel de cuenca hidrográfica, es importante la gestión integrada de los recursos en el ámbito local, teniendo en cuenta la colaboración de todos los sectores implicados en la gestión del recurso, su participación y compromiso, así como la coordinación de las actividades tanto gubernamentales como no gubernamentales, y las de las comunidades (CARTER, N. *et al.*, 2005, 116).
- En el caso de cursos de agua transfronterizos, las naciones deberán tomar todas las medidas necesarias para no causar daños a otras situadas aguas abajo en el mismo curso de agua. Las distintas naciones por donde transcurra el río deberán cooperar entre ellas, sobre una base de igualdad y reciprocidad, en especial mediante acuerdos bilaterales y multilaterales, con vistas a elaborar políticas, programas y estrategias aplicables a la totalidad, o a parte, de las cuencas hidrográficas pertinentes, a fin de prevenir, controlar y reducir el impacto transfronterizo, y proteger el medio ambiente. La cooperación es un aspecto muy importante a la hora de resolver los conflictos del agua. Son varios los convenios que recogen estas cuestiones, por ejemplo, el Convenio de Helsinki, de 17 de marzo de 1992, sobre la protección y uso de los cursos de agua transfronterizos y los lagos internacionales, o la Convención sobre el derecho de los usos de agua para fines distintos de la navegación, de 21 de mayo de 1997, referente a los cursos de agua internacionales. En el marco de la Unión Europea, la Directiva 2000/60/CE, en el art. 13, establece que los Estados miembros deberán elaborar planes hidrológicos de cuenca para cada demarcación hidrográfica situada totalmente en su territorio y que, en el caso de tratarse de demarcaciones hidrográficas internacionales, se intentará elaborar un plan hídrico de cuenca supranacional, realizado por las naciones afectadas, de forma conjunta.

2.3. Fomentar la participación y la educación hídrica

- Hay que potenciar la integración de todos los agentes sociales en la gestión del agua, en un proceso en el que la transparencia debe quedar asegurada y la participación ciudadana garantizada. La participación del público y de los agentes sociales es compleja y retrasa los procesos de toma de decisión, pero, resulta muy necesaria, tanto en la fase de programación y planificación, como en la de ejecución y evaluación. Ya está recogida en avances legislativos globales, como en el Convenio Internacional sobre el Acceso a la Información, la Participación del Público en la Toma de Decisiones y el Acceso a la Justicia en Materia de Medio Ambiente, firmado en Aarhus, Dinamarca, en 1998, y que entró en vigor en 2001 (CABALLERO, A. y SANZ, A., 2005, 234).
- Hay que establecer acciones de comunicación y educación para que los programas de uso eficiente del agua puedan tener éxito. Las medidas que se adopten deben ir acompañadas de programas de educación medioambiental sobre la utilización del agua, que sean de carácter permanente, y no sólo cuando hay sequía. Deben hacer

comprender a los distintos agentes -ciudadanos, empresarios, Administración, etc.-, el deber ineludible y urgente de fomentar el uso racional del agua (ANGELINA, J., 1996, 197). Los medios para dar a conocer sus objetivos van desde avisos en los recibos de pago hasta campañas publicitarias en prensa, radio y televisión, así como anuncios en la vía pública y en los sistemas de transporte, entre otros. El conocimiento del ciclo hidrológico tiene que formar parte de los programas de enseñanza básica y secundaria. El niño y el joven deben saber de dónde viene el agua, cuánto cuesta y a dónde va, así como el uso adecuado del agua en fuentes, lavabos, retretes, ducha, etc. Según A. RICO (2001, 449) se hace patente “un profundo desconocimiento social de las cuestiones relativas al ciclo hidrológico y al comportamiento del clima, de ahí que los programas de educación ambiental resulten básicos para la labor de concienciación ciudadana sobre el carácter finito y frágil del agua”.

- Por lo tanto, hay que invertir en programas de educación y de sensibilización medioambiental. El Programa 21, elaborado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro, en 1992, establece que “la educación es de importancia crítica para promover el desarrollo sostenible y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo”. Los instrumentos para llevar a cabo la educación medioambiental, según el Libro Blanco de la Educación en España, son la información, la comunicación, la formación y capacitación, la investigación, la evaluación y la participación. La educación medioambiental puede servir para reforzar los procesos de implicación y participación de la población, para capacitar a las personas para la resolución de los procesos medioambientales, para caminar hacia un modelo de desarrollo sostenible y para ser un verdadero instrumento de gestión medioambiental (LÓPEZ, F. y DE LA OSA, J., 2003, 28). Algunas experiencias en materia de educación sobre cuestiones de agua son, por ejemplo, el “Proyecto Agua” de España, Italia y Grecia, programa responsable de la formación del profesorado en temas medioambientales, cuyo fin es el de obtener actitudes positivas hacia el uso racional del agua y desarrollar propuestas para llevar a cabo actividades individuales y sociales que apoyen la intervención de los profesores. Otro ejemplo es el *Steamwatch* del Reino Unido, proyecto sobre el seguimiento de los recursos hídricos que implica a los colegios, institutos y grupos de la comunidad, con el fin de conservar y mejorar la calidad del agua en su zona (MMA, 2004, 270).
- Evaluar los impactos medioambientales y sociales de las alternativas de gestión propuestas y someterlas a procesos de participación pública, teniendo siempre en cuenta los valores y las opiniones de la población. A veces, se tendrán que adoptar medidas relativamente impopulares, pero no se deben hacer sin un riguroso estudio previo de impactos, ni ignorando el parecer de los afectados, ni desconociendo las reacciones que suscitan.

2.4. Gestionar adecuadamente las aguas subterráneas

- La utilización de los acuíferos debe ir asociada a una eficaz gestión del territorio. Hay que usar, conjuntamente, los recursos superficiales y subterráneos, como parte indisociable de un ciclo del agua unitario. Según A. PULIDO (2003, 16), el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas parece una de las soluciones más adecuadas, siempre y cuando existan acuíferos con tamaño relativamente grande. Es preciso llevar a cabo un uso planificado y coordinado de ambas fuentes para la satisfacción de la demanda, aprovechando la complementariedad hidrológica de los embalses superficiales y los acuíferos. Así, se utilizarán los acuíferos como embalses subterráneos y como reservas para los períodos de sequía, sin llegar a sobreexplotarlos, y, durante los periodos con mayores precipitaciones se utilizarán más las aguas de los ríos y embalses, bombeando menos los acuíferos (SAHUQUILLO, A., 2003, 169). En el último medio siglo, debido principalmente a los avances técnicos en la perforación de pozos y en los sistemas de bombeo, se ha producido un notable abaratamiento en los costes de extracción de aguas subterráneas, lo que ha provocado un aumento espectacular de su uso en, prácticamente, todos los países áridos o semiáridos. En la actualidad, se registran altos niveles de explotación en muchas naciones de Oriente Medio, en el África septentrional y meridional, en Asia, en algunas naciones de Europa y en Cuba (ONU/WWAP, 2006, 13), entre otros. Como ejemplo, cabe destacar el caso de la India, donde se han puesto en regadío con aguas subterráneas más de 40 millones de hectáreas en los últimos cuarenta años. Pero, este desarrollo mundial generalmente ha sido financiado y realizado por particulares o pequeños municipios, siendo muy reducida en casi todo el mundo la intervención planificadora y controladora de los organismos gubernamentales (LLAMAS, M. R., 2005, 20). Este mismo autor opina también que “se ha producido un enorme vacío o *gap* entre las administraciones hidráulicas y los usuarios de aguas subterráneas, en su mayor parte, modestos agricultores”. Según L. R. BROWN (2004, 25) “numerosos países están alimentando a sus crecientes poblaciones bombeando en exceso sus acuíferos, una medida que virtualmente garantiza una futura caída de la producción alimentaria cuando los acuíferos se agoten”. Si la magnitud del proceso fuese tan grande como parece, tendría unas consecuencias trágicas de extensión del hambre en el mundo, como consecuencia de la menor producción de alimentos y de los incrementos de precio que ello conllevaría.
- Hay que proteger las aguas subterráneas frente a la intrusión de aguas salinas, de origen continental o marítimo, limitando la explotación de los acuíferos afectados. Un ejemplo de sobreexplotación de acuíferos se ha producido en Bangkok, donde se han dado problemas de intrusión marina y de subsidencia de la superficie del terreno. El centro de la ciudad ha experimentado un hundimiento apreciable (HUNT, C., 2004, 57). Otro caso preocupante se ha dado en Bangladesh, donde la extracción desmesurada de agua subterránea ha generado la contaminación del agua por ácido arsénico. Aunque los científicos difieren sobre las circunstancias

geoquímicas que desencadenan la absorción de ácido arsénico natural por el agua subterránea, se cree que el descenso del nivel del acuífero juega un papel clave en el problema. En 1997 el 20% de los pozos inspeccionados en Bangladesh mostraban altos niveles de toxicidad (BLACK, M., 2005, 55).

- Con el objetivo de frenar los procesos de salinización que experimentan los acuíferos costeros debido a la sobreexplotación, cuando sea posible, se debería llevar a cabo una actividad de recarga con aguas urbanas depuradas, siempre y cuando tengan la calidad suficiente y que dicha recarga no produzca ningún tipo de impacto medioambiental desfavorable (ESPINOZA, L. E., 1995, 27).

2.5. Adoptar medidas estructurales con las máximas cautelas

- La planificación del incremento de la oferta se realizaría tras haber agotado la gestión de la demanda y requeriría un análisis detallado, en cada caso, de cuál es el recurso con un menor impacto social y medioambiental, así como cuál es el más barato y de más fácil realización.
- Particularmente, habrá que buscar soluciones de abastecimiento adecuadas en las naciones en vías de desarrollo, puesto que sus necesidades están peor satisfechas. Por lo tanto, en ellas, por lo general, habrá que acudir a medidas estructurales con mayor frecuencia que en las naciones desarrolladas.
- Desalinizar aguas salobres o del mar, con las debidas precauciones para minimizar sus impactos medioambientales. La desalinización produce altas concentraciones de salmuera residual, que puede afectar desfavorablemente a la vegetación y fauna marinas, por ejemplo a las praderas de posidonias, si no se hace correctamente. En gran medida, los efectos perniciosos de los vertidos hipersalinos son técnicamente evitables, como podría ser construyendo emisarios más largos, con una mayor red de difusores, o mezclando la salmuera con el agua de refrigeración de una central térmica, si hubiese una en las proximidades. Mayor dificultad ofrece el que la desalación consume una energía muy superior a la que sería deseable y, por ello, es relativamente cara y, en gran medida, dependiente del precio del petróleo. Contribuye al calentamiento de la Tierra, en mayor o menor grado, dependiendo de la fuente energética empleada. El alto consumo de energía de la desalación produce efectos medioambientales desfavorables, puesto que, en unos casos contribuye al cambio climático y, en otros, a la generación de residuos radiactivos. Esto no sería así si se lograra utilizar únicamente energías alternativas, pero esto por el momento no sucede, salvo de manera excepcional para pequeñas plantas. Una posibilidad a medio plazo podría ser la utilización de pilas de hidrógeno que se hayan cargado mediante energías alternativas, pero, por ahora, esta opción no está aún disponible.
- Sin embargo, la eficiencia energética de la desalación ha aumentado notablemente en un corto lapso de tiempo. Nuevas técnicas de membrana posibilitan la desalobración y desalación a costes energéticos y económicos crecientemente

reducidos, quedando todavía margen para continuar mejorando. La Comisión Mundial del Agua opina que la desalinización se convertirá en la opción preferente para conseguir agua potable y agua para uso industrial en las ciudades costeras (FARUQUI, N., 2003, 60). En el año 2002 había 12.500 plantas desalinizadoras en el mundo, repartidas entre 120 naciones diferentes, que producían 14 millones de m³ al día, menos del 1% del consumo total mundial (ONU/WWAP, 2003, 59).

- La desalinización es un nuevo recurso hídrico, en unos casos complementario y en otros alternativo a los tradicionales, es decir, a las aguas superficiales y subterráneas (MEDINA, J. A., 2005, 18). Teniendo la precaución de evitar posibles impactos medioambientales perjudiciales, para determinadas naciones, la desalinización es la principal opción posible, al carecer de otras fuentes para incrementar, significativamente, el suministro de agua dulce. Así ocurre con algunos países que bordean el golfo Pérsico, como Kuwait. Esta nación, con una disponibilidad natural de tan sólo 30 litros de agua por persona y día, obtiene más del 50% de su demanda mediante la desalinización (LOMBORG, B., 2003, 227). Otro ejemplo de utilización de agua desalada es Canarias, donde en las zonas que concentran una mayor población no hay otra alternativa. En Fuerteventura y Lanzarote casi el único agua disponible -un agua que hace cuarenta años había que traer en barco- es la desalada, y en Gran Canaria, alrededor del 95% del agua consumida proviene de la desalación (SUAY RINCÓN, J., 2003, 58). En Tampa, Florida, está previsto que entre en funcionamiento una importante desalinizadora, que producirá cerca de 100 millones de litros de agua potable al día, que equivalen al 10% de las necesidades de la ciudad (LARBI BOUGUERRA, M., 2005, 71). Los procesos de desalinización requieren una fuerte inversión inicial y, como se ha comentado anteriormente, consumen grandes cantidades de energía. Esta cuestión no supone ningún problema para muchas naciones del Golfo Pérsico, pero, sí para naciones pobres en recursos energéticos, como, por ejemplo, Jordania (CECH, T., 2005, 326).
- La desalación es una solución mejor para aquellas ciudades que se abastecen de agua de calidad mediana o baja -salobre- y donde se cubre este déficit con la compra sistemática de agua embotellada para su consumo doméstico. Como ejemplo, se puede citar el Estado de Florida, donde más de cien ciudades o núcleos de población han instalado plantas desaladoras de agua salobre para mejorar la calidad de sus abastecimientos; o la desaladora de Atabal, en Málaga, que se ha puesto recientemente en funcionamiento con el mismo objetivo (MEDINA, J. A., 2005, 19). La desalinización se mantiene como una promesa considerable e ilusionante, siempre que los costes disminuyan importante y rápidamente. Sin embargo, los costes medioambientales, asociados con la salmuera y con la emisión de gases de efecto invernadero deberán ser internalizados (SCOTT, C., 2003, 116), en un proceso general que afecte en igualdad de condiciones al conjunto de las actividades económicas y de los equipamientos, en función de su respectiva contribución a la contaminación.

- Cuando sea necesario hay que incrementar la capacidad de las reservas mediante la construcción de presas, preferentemente de pequeño y mediano tamaño, si bien, esta medida debe estar condicionada a no generar impactos medioambientales o sociales muy desfavorables, además de que puede resultar costosa. La construcción de embalses tiene numerosos impactos perjudiciales. En primer lugar, puede poner en peligro los ecosistemas acuáticos, al perturbar los ciclos de inundación, bloquear los canales fluviales y alterar el curso de los ríos, las llanuras aluviales, deltas -que retroceden- y otras zonas pantanosas, así como afectar a la vida vegetal y animal favoreciendo a unas especies y perjudicando a otras. En segundo lugar, puede suponer el deterioro de espacios naturales que son cubiertos por las aguas, con la posible destrucción de paisajes valiosos, la mayor exposición del entorno al deterioro, puesto que se hace más accesible a los vehículos y personas, así como el mayor riesgo de eutrofización. En tercer lugar, la construcción de presas puede suponer también la inundación de suelos y subsuelos de interés diverso y de núcleos de población, con la migración forzosa de sus habitantes y la modificación importante de los modos de vida de una parte de las poblaciones próximas.

Según S. POSTEL (2006, 104 y 108) las presas y embalses interceptan actualmente alrededor del 35% de los caudales que fluyen hacia el mar, un 30% más que en el año 1950. En Pakistán, por ejemplo, el volumen de agua que llega al delta del Indo ha disminuido un 90% en los últimos sesenta años, lo que, junto con las sequías recientes, está provocando un déficit de agua dulce en el delta, que está perjudicando a la población y a las actividades económicas, así como provocando la intrusión de aguas marinas y la reducción de la superficie de los manglares costeros, con sus correspondientes efectos.

Con el apoyo del Banco Mundial, más de 45.000 grandes presas -de 15 o más metros de altura- fueron construidas durante la segunda mitad del siglo XX, alcanzándose en los años 70 un ritmo de entre dos y tres nuevas grandes presas por día en el mundo. Los mayores constructores de presas son China, Estados Unidos, India, España y Japón, que cuentan con el 80% de las grandes presas construidas (HUNT, C., 2004, 52). Sin embargo, en la década de 1980 se reduce el ritmo de construcción, y se abren claros signos de crisis en el modelo, sobre todo en Estados Unidos y Europa. La mayoría de las presas fueron construidas, exclusiva o prioritariamente, para usos agrarios. Según la Comisión Mundial de Presas (CMP), entre un 30 y un 40% de la superficie de regadío a nivel mundial -estimada en torno a 389 millones de hectáreas por la FAO- se riega gracias a esas grandes presas, produciendo el 10% de los alimentos y fibra disponibles en el mundo (FNCA/MMA, 2005, 15). Según el Informe Final presentado por la CMP en Londres en el año 2000, hoy está cuestionada la validez de las estrategias de oferta basadas en las grandes obras hidráulicas, por argumentos como: la baja eficiencia y los problemas de rentabilidad económica; los graves impactos sociales y la distribución de costes y beneficios no equitativa; y los impactos ecológicos y medioambientales, con frecuencia irreversibles (Ibídem, 21). En Estados Unidos, con sus miles de presas -22.000 de gran tamaño-, apenas quedaban ríos vírgenes a finales del siglo XX y la

situación era cada vez más insostenible en una Sociedad que percibía la pérdida irreparable y progresiva de su patrimonio fluvial. La experiencia de California demostró que era posible un nuevo modelo de gestión del agua basado en la gestión de la demanda. En la actualidad, Estados Unidos ya ha retirado más de 500 embalses, en un esfuerzo colectivo que ha agrupado a políticos, científicos, ingenieros y asociaciones cívicas (BELTRÁN, F., 2003, 72). Por el contrario, muchas naciones en vías de desarrollo siguen apostando por las presas como palanca para impulsar su crecimiento económico. Destaca el caso de China, con la de las Tres Gargantas, que es la mayor obra civil de la historia reciente. El haber cubierto 632 km² tiene importantes efectos desfavorables, como el desplazamiento de un millón y medio de personas, que centenares de núcleos urbanos hayan quedado cubiertos por las aguas, etc. Pero, también tiene relevantes efectos favorables, como la reducción de la frecuencia de las inundaciones, la producción de energía eléctrica, las mejoras en la navegabilidad, el impulso al desarrollo económico, etc. (REINOSO, J. 2006, 46). Lógicamente, a juicio de los dirigentes chinos las ventajas sobrepasan a las desventajas, pero, hay numerosos detractores que opinan lo contrario.

- Hay que aplicar las recomendaciones planteadas por la CMP respecto a la construcción de nuevas presas y grandes infraestructuras, que aquí se ofrecen ligeramente modificadas:
 - o Reconocer los derechos de los afectados directa e indirectamente, y evaluar los riesgos. Hay que integrar en la toma de decisiones a los sectores sociales involucrados.
 - o Garantizar la transparencia y el acceso público a la información en la toma de decisiones, proporcionando el máximo de garantías legales, y prestando una particular atención a los grupos afectados más vulnerables.
 - o Adoptar las decisiones esenciales por consenso de las diversas partes interesadas o afectadas, tras un proceso de negociaciones públicas.
 - o Identificar las posibles alternativas, valorando los aspectos sociales, económicos, medioambientales y de riesgos, en juego.
 - o Priorizar las estrategias basadas en la gestión de la demanda, ahorro y eficiencia, respecto a las que impliquen la construcción de grandes infraestructuras.
- Al igual que con el resto de las grandes obras hidráulicas, si se decide la construcción de pequeños trasvases, su diseño, desarrollo y gestión deben observar con rigor los principios medioambientales y socio-económicos. Tal vez, muy excepcionalmente pueda resultar razonable realizar grandes trasvases, pero, únicamente en el difícil caso de que no se impacte desfavorablemente a los ecosistemas de las zonas afectadas y que, además, exista consenso entre todas las partes. A. LAMELA (1995, 14) establece las condiciones que se deben dar para justificar grandes trasvases: “solamente serían razonables los trasvases en casos

sumamente excepcionales y si existiesen verdaderos ‘excedentes’, reconocidos de forma indiscutible, y aceptada dicha existencia y calificación por la cuenca donante”. Además, recalca que, antes de acudir al trasvase, se deben agotar todas las demás vías posibles para dotar de agua a la cuenca receptora (Ibídem, 29). En el caso excepcional de la realización de trasvases de agua, se compensará medioambientalmente a las cuencas cedentes, estableciendo, por ejemplo, una cuota destinada a la recuperación medioambiental del recurso y de su entorno, que financiaría medidas como la depuración y reutilización de aguas residuales, o la restauración hidrológico-forestal.

- Para reducir la degradación ambiental, se deben utilizar rigurosas Evaluaciones de Impacto Ambiental -EIA-, que es un instrumento ampliamente utilizado en política ambiental, tanto en las naciones desarrolladas como en las que están en vías de desarrollo. La EIA permite determinar los impactos sociales, económicos y medioambientales de las actuaciones previstas y, si se utiliza de forma correcta, proporciona una serie de alternativas a procesos en desarrollo, utilizándose para revisar políticas, programas y proyectos (TORTAJADA, C., 2003, 16). A la hora de analizar propuestas, sobre todo las que puedan tener impactos perniciosos, es importante estudiar las distintas alternativas posibles, elegir la mejor solución entre las que sean factibles y minimizar los impactos.

2.6. Tener preparados planes para prevenir la sequía

- Elaborar planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, en aquellas naciones y regiones que lo requieran. D. A. WILHITE, (2000, 81-91) presenta un plan desarrollado inicialmente en 1991 para Estados Unidos, pero, que posteriormente se ha adaptado a otras realidades y que se propone como medida de prevención, organización y planificación de las sequías en naciones de África Subsahariana. El plan se basa en tres componentes principales: monitorización y alarma temprana; predicción de la vulnerabilidad y de los impactos, y mitigación y respuesta. La ventaja es que intenta ser tanto genérico como adaptable a las necesidades de cualquier tipo de gobierno y a cualquier región con problemas de sequía. Los distintos pasos del proceso de planificación, que sirven a modo de guía en la preparación de planes para la gestión de las sequías, son:
 - 1) Designar un “Comité contra la sequía”, con dos propósitos:
 - o Supervisar y coordinar el desarrollo del plan.
 - o Tras el desarrollo del plan, y en situaciones de sequía, coordinar las actuaciones, implementar los programas de mitigación, asesorar al gobierno, etcétera.
 - 2) Definir los objetivos. Para ello, será necesario proporcionar a los gobiernos información sobre las condiciones de sequía de cada región, así como desarrollar acciones para su mitigación, y programas para reducir el riesgo, al igual que

facilitar respuestas que ayuden a minimizar sus impactos económicos, sociales y medioambientales. Dicha definición de objetivos se deberá realizar, específicamente, para cada región, reflejando sus características físicas, medioambientales, socio-económicas y políticas.

- 3) Participación de los sectores implicados en la planificación y en la resolución de conflictos.
 - 4) Realizar un inventario de los recursos e identificación de grupos de riesgo. Incluirá los recursos naturales, biológicos y humanos, y determinará la vulnerabilidad de dichos recursos en los períodos de escasez de agua derivados de la sequía, además de servir, a modo de guía, en los pasos siguientes.
 - 5) Elaborar y redactar el plan frente a la sequía, atendiendo a los tres componentes principales antes citados: monitorización y alarma temprana; predicción de la vulnerabilidad y de los impactos; y mitigación y respuesta.
 - 6) Identificar las necesidades y establecer recomendaciones para eliminar “vacíos institucionales”.
 - 7) Establecer canales de comunicación y entendimiento entre la ciencia y la política, en relación a la gestión de la sequía.
 - 8) Dar a conocer el plan y concienciar a la población. Para que tenga éxito resulta imprescindible la cooperación del público.
 - 9) Desarrollar programas educativos para incrementar el conocimiento sobre la gestión del agua, dando a conocer los posibles impactos que la sequía puede tener en los distintos sectores.
 - 10) Evaluar y revisar el plan. La realización de pruebas periódicas, evaluación y puesta al día del plan es un paso esencial para adaptarlo a las necesidades, tanto locales como nacionales.
- Gestionar los embalses y los acuíferos de manera integrada, y teniendo en cuenta la eventualidad de las sequías, de forma que se disponga de reservas para los años con precipitaciones más escasas.
 - Adoptar medidas para ahorrar agua, sobre todo en los regadíos, y que el agua realmente sobrante se destine a reserva para el caso de sequía. Particularmente, habría que compensar, para que dejen de regar sus campos, a los agricultores que tengan rendimientos no competitivos, o cuyas tierras se estén salinizando.
 - Disponer de un sistema adecuado de seguros.
 - Crear o reforzar los bancos de agua. En California, durante el periodo de sequía comprendido entre los años 1987 y 1992, su gobernador, Pete Wilson, estableció un Equipo de Acción de la Sequía, con el objetivo de desarrollar un plan de actuación que minimizase los efectos de una sequía persistente. Una de las acciones propuestas fue la creación de un banco de agua, gestionado por el Departamento de los Recursos Hídricos de California (DRHC). En 1991 el DRHC

inició el primer banco de agua, y su éxito hizo que el programa se repitiera en los años de sequía de 1992 y 1994. Fue en 1994 cuando el DRHC empezó a elaborar el “Plan-Programa de California contra la Sequía” de 1995, como medida de prevención por si el año volvía a ser seco (JERICHO, S., 1997, 59). El objetivo de estos bancos de agua es facilitar las transferencias temporales desde el sector agrícola al sector urbano, a un precio fijado por el Gobierno y a través de distintos tipos de contratos con los vendedores. Como consecuencia de su implantación, disminuyó la actividad económica en algunas zonas agrícolas que exportaron sus aguas superficiales. A grandes rasgos, la experiencia fue positiva, si bien se produjo un aumento en la explotación de las aguas subterráneas (BAUER, C., 2005, 2).

3. DIRECTRICES REFERIDAS AL SECTOR AGRÍCOLA

La agricultura es la actividad que más agua consume a nivel mundial, representando un 70% de la utilización total, mientras que el uso industrial se sitúa en el 22% y el doméstico en el 8%. En las naciones de ingresos medios y bajos el uso agrícola asciende al 82%, mientras que en las naciones de ingresos elevados desciende al 30% (ONU-WWAP, 2003).

Por lo tanto, el sector primario es el que tiene un mayor potencial de ahorro, tanto en el mundo en su conjunto como, sobre todo, en las naciones de ingresos medios y bajos, por lo que, para una correcta gestión del agua, incrementar la eficiencia en el riego es una gran oportunidad. Se trata de producir más, utilizando igual o menos agua. Gran parte del agua de regadío se pierde por infiltración en las conducciones mal revestidas, por evaporación y por su utilización incorrecta. Se calcula que muchos sistemas de riego desaprovechan entre el 60 y el 80 por ciento del agua (LOMBORG, B., 2003, 230). Además, es necesario que las tierras de regadío estén bien drenadas, porque la acumulación del agua puede llegar a degradarlas por salinización o anegamiento (HINRICHSSEN, D. *et al.*, 1998).

Las medidas que se tomen para gestionar la demanda agrícola deberían ser coherentes con el objetivo de conseguir una agricultura sostenible desde el punto de vista de la producción medioambiental, viabilidad económica y aceptación social, además de intentar conseguir la máxima eficacia posible para los sistemas de regadío (MMA, 2004, 255).

A continuación, se exponen las propuestas que se pueden realizar para lograr un uso más racional del agua en el sector primario.

3.1. Fomentar el ahorro del agua en la agricultura

- Promover la investigación en nuevos sistemas de riego, en técnicas de reciclado y reutilización del agua, en variedades de cultivos que requieran menos agua y en otras medidas de ahorro de agua, implantando aquellos sistemas que tengan una mayor eficiencia y un mayor efecto global.
- Concienciar a los regantes de la necesidad de ahorrar agua, haciendo buen uso de los sistemas de riego en sus explotaciones, mediante cursos, demostraciones,

divulgación de técnicas modernas, implantación de tarifas vinculadas con el consumo real de agua, etc. Se podrían elaborar y difundir catálogos de buenas prácticas y de las mejores técnicas disponibles.

- Rehabilitar o sustituir los viejos sistemas de riego existentes, así como de los tramos de las redes deterioradas, e instalar depósitos adicionales de agua. Fomentar que los gobiernos ofrezcan incentivos financieros o subvenciones directas a los agricultores para que modernicen sus sistemas de riego, fomentando técnicas limpias y economizadoras de agua.
- Generalizar el riego por goteo, en cualquiera de sus modalidades, por ser una de las técnicas que menos pérdidas de agua genera por evaporación y por reducir el uso del agua entre un 40% y un 60%, comparado con el riego por gravedad. El empleo de esta técnica se viene utilizando de manera bastante satisfactoria desde la década de 1970 en muchas naciones desarrolladas, con muy distintos sistemas de aplicación.
- Aplicar en los sistemas de riego por aspersión la técnica de Precisión con Bajo Uso de Energía (PBUE), para mejorar su eficiencia. Aunque los costes en términos de inversión son altos, los costes energéticos se reducirían de un 20% a un 50%, en comparación con los sistemas tradicionales. Los agricultores de Tejas, que han modificado los sistemas de aspersión corrientes con el PBUE, han informado que su producción aumentó hasta un 20%, y que en uno o dos años amortizaron la inversión (MARTÍNEZ-AUSTRIA, P., 1991).
- Tener en cuenta la eficiencia en el uso del agua de los distintos cultivos a la hora de seleccionar el que se va a implantar en la superficie disponible, además de buscar la complementariedad entre el agua de lluvia y de regadío, evitando, así, basar toda la producción en el agua de riego (FERNÁNDEZ, J., 2004, 100). Por lo tanto, hay que adaptar los tipos de cultivo al clima local, en función del agua disponible, de forma que se reduzca el consumo de agua cuando sea conveniente.
- Elegir el momento más adecuado para efectuar el riego, de forma que se evite la mayor evaporación de agua. Es preferible efectuar el riego a primeras horas de la mañana, a últimas de la tarde, o por la noche, evitando las horas centrales del día.
- Mejorar la eficiencia de las conducciones y redes generales y privadas de distribución de agua, con medidas como las expuestas por J. MURILLO (1996, 252-254), que aquí se ofrecen ligeramente modificadas:
 - o Acondicionar y racionalizar las captaciones.
 - o Instalar en las nuevas redes contadores y elementos de calidad para el control de caudales en la toma y en la red de distribución, a ser posible, mediante un sistema automatizado.
 - o Revestir los canales cuando resulte necesario.
 - o Rehabilitar e impermeabilizar los cajeros, soleras y juntas con materiales y técnicas modernas, que permiten disminuir pérdidas por fugas.

- o Diseñar y construir, o adecuar, secciones hidráulicas para caudales acordes con el uso que demanda el regante, y evitar pérdidas por desbordamiento.
- o Dotar de equipos de medida, de forma que se pueda optar por una tarificación por consumo.
- Fomentar en las naciones con déficit hídrico la importación de productos que no requieran un consumo intensivo de agua, de forma que reserven su agua para el consumo humano, y para producir bienes de mayor valor añadido. M. LARBI (2005, 71) señala que algunos autores “plantean la cuestión del agua *virtual*¹ para los países deficitarios: la importación de productos alimentarios no es, a fin de cuentas, más que la importación de agua disfrazada; esas naciones deberían recurrir al suministro de alimentos desde el extranjero y producir en el país una alta tecnología que genere las divisas necesarias para realizar las compras, y deberían reducir la cantidad de agua necesaria para la producción local, en el marco del libre intercambio comercial”.
- Disponer de seguros para los agricultores, con una dotación suficiente para que estén adecuadamente cubiertos cuando se den épocas de sequía.
- Establecer un sistema de precios del agua que asegure su conservación y eficiencia. La eficiencia en la agricultura de regadío está muy relacionada con el método utilizado para fijar los precios del agua. El Banco Mundial (1995) concluyó en su informe *Consideraciones sobre la eficiencia y la equidad en los precios y asignaciones del agua para el riego* que las tarifas volumétricas, y las de producción, son las que originan las mayores eficiencias. En la primera, el precio del agua depende del volumen consumido y, en la segunda, del nivel de producción. Se debería tender a utilizar un sistema mixto entre volumétrico y de producción. Por el contrario, las tarifas basadas en la superficie de riego dan lugar a asignaciones de los recursos poco eficientes. Estos sistemas son comunes en numerosas naciones, como en Grecia (MMA, 2004, 255).

3.2. Incrementar la oferta de manera sostenible

- Reutilizar las aguas urbanas -aguas pardas- previa depuración, para el regadío, por ejemplo, de frutales y hortalizas. Israel es una de las naciones que tiene un programa más ambicioso de reutilización de aguas pardas (HINRICHSEN, D. *et al.*, 1998). En la ciudad de Palma de Mallorca, en 1978 se comenzó a reutilizar las aguas residuales tratadas, lo que ha supuesto que, en la actualidad, haya un abandono, casi general, de la extracción de aguas subterráneas en la zona (LÓPEZ-GARCÍA, J. M., 2004, 83). En numerosas otras ciudades, el agua residual tratada se utiliza para el riego de varios tipos de cultivos, como sucede en Braunschweig -Alemania-, o Tilboroug Países Bajos- (MMA, 2004, 249). Algunas zonas urbanas

¹ Nota de los autores de este capítulo: por agua virtual se entiende el agua que contiene los productos, es decir, la cantidad de agua que ha sido necesario utilizar para producirlos.

de naciones poco desarrolladas recurren a técnicas de tratamiento natural del agua, consistente en la acumulación de aguas residuales en piscinas donde el agua se airea y se oxida, depurándose de manera natural. Sin embargo, es necesario desinfectar con pastillas de cloro estos lugares para prevenir el riesgo de enfermedad. El agua residual se puede someter a distintos grados de tratamiento, en función de su uso posterior, y de las normas estipuladas en la legislación vigente.

- Construcción de pequeños estanques en las naciones pobres con falta de agua estacional, para recoger y almacenar el agua de lluvia y utilizarla en la estación seca. Algunos pueblos recurren a la “recolección de agua”, que consiste en cavar pozos profundos cerca de cada planta para recoger y almacenar agua de la estación lluviosa y utilizarla durante la estación seca (HINRICHSEN, D. *et al.*, 1998).

3.3. Disminuir la contaminación de las aguas

- Promover una agricultura sostenible, menos intensiva y más equilibrada, reduciendo la utilización de productos químicos –sobre todo fertilizantes y pesticidas- y, con ello, la contaminación del agua. La agricultura sostenible otorga más importancia a la gestión que a la utilización de técnicas agresivas con el medio, y desarrolla las relaciones biológicas y los procesos naturales frente a los métodos químicos de producción intensiva, si bien, éstos son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria del mundo. Hay que minimizar la dependencia de componentes externos, pero, en el conjunto del mundo no se puede prescindir de ellos. La actividad agrícola moderna produce una importante contaminación difusa, tanto en las aguas superficiales como subterráneas, sobre todo por el empleo de fertilizantes y plaguicidas. Las medidas para minimizar la contaminación pasarían por la limitación de la aplicación de estos productos, mediante, por ejemplo, el establecimiento de códigos de buenas prácticas (MMA, 2004, 257). Los sistemas de agricultura sostenible diferirán mucho dependiendo del lugar, debido a que requieren la adaptación a los recursos disponibles y conocimientos sobre la agro-ecología local. Por ejemplo, en Taita/Taveta -Kenya-, una ONG de la zona ha reintroducido los cultivos tradicionales de patata, caña de azúcar y bananas, así como de árboles frutales, obteniendo como resultado una reducción de la inseguridad de alimentos, y un incremento del estatus nutricional de la población local, con una producción que no contamina el entorno (HUNT, C., 2004, 80). En el ámbito europeo, es interesante destacar el caso de la cuenca del Loire/Bretagne, Francia. Se caracteriza por una agricultura intensiva, pero, a la vez y oportunamente, enfocada más hacia estrategias de gestión, como reducir la contaminación, medir el agua empleada para la irrigación, proteger los lugares de captación de agua potable, promover una agricultura ecológica, y favorecer la reutilización de lodos (COMISIÓN EUROPEA, 2000, 109).

4. DIRECTRICES REFERIDAS AL SECTOR INDUSTRIAL

Existe un fuerte potencial de ahorro de agua en los diferentes sectores industriales. Particularmente, destaca el sector de productos químicos, con una posibilidad de reducción de más del 50% (AEMA, 2002, 26). Dados los importantes descuentos en las facturas de agua que a las industrias les puede suponer, en general, están más dispuestas a utilizar las técnicas de ahorro que otros usuarios.

A continuación se exponen las principales medidas que se podrían adoptar para un uso más racional del agua en el sector secundario.

4.1. Enfatizar el ahorro de agua en la industria

- Tener una visión integral, y aplicar, simultáneamente, el máximo posible de las estrategias que se pueden utilizar para obtener una mejor productividad del agua en la industria, como, entre otras, la realización de auditorías, el ajuste de la calidad del agua en función de los usos, el reciclaje y la reutilización del agua “in situ” y, en la medida de lo posible, la utilización de agua depurada en lugar de agua dulce (ONU/WWAP, 2006, 25).
- Favorecer la investigación en la búsqueda de mejores técnicas para el uso eficiente del agua en las empresas. El Convenio de Helsinki, en su Anexo I, define la expresión *mejor tecnología disponible* como aquella que “designa la última fase de desarrollo de procesos, equipos o métodos de explotación que indican que una medida es aplicable en la práctica para limitar las emisiones, los vertidos y los residuos...” Desde 1980 se ha observado una clara tendencia a la baja en la demanda de agua en las industrias de muchas naciones europeas, a pesar del incremento de la producción industrial, gracias a las nuevas técnicas que no requieren tanta agua (MMA, 2004, 149).
- Promover una industria más limpia y respetuosa con la calidad del agua y con las necesidades de otros usuarios, mediante prácticas de recuperación y de reciclaje del agua en los procesos de producción, rediseñándolos, para que requieran menos agua por unidad de producto. Hay que reutilizar las aguas depuradas para la refrigeración en los procesos industriales, la alimentación de calderas, la construcción, las aguas de proceso, la limpieza de chimeneas, etc., así como favorecer los procesos en “circuitos cerrados” de agua, que permiten reducir el consumo hasta un 90% (AEMA, 2002, 47 y 8). En algunas naciones desarrolladas, por ejemplo, en Estados Unidos, el uso de agua industrial se ha reducido en un tercio mientras que la producción se ha cuadruplicado. Este objetivo todavía no se ha logrado en las naciones en desarrollo, como China, donde para producir una tonelada de acero se consumen entre 23 y 56 metros cúbicos de agua, mientras que en las naciones desarrolladas el promedio es de 6 metros cúbicos (BROWN, L. y HALWEIL, B., 1998).
- Implementar en las empresas programas de conservación y ahorro de agua. La empresa Distillerie du Bois des Dames (Violes) logró unos ahorros de agua del 60%

gracias a medidas como el empleo de contadores, la recirculación del agua y la formación del personal (MMA, 2004, 256). La planta de la empresa IBM en San José -California- redujo su consumo de agua en un 90%, tras aplicar medidas de ahorro y rentabilidad del agua de uso industrial. En un período inferior a cuatro meses consiguió amortizar la inversión necesaria para la aplicación de dichas medidas de ahorro. La empresa California Corp., en el mismo lugar, también logró un ahorro del 70% tras la aplicación de un programa para el ahorro de agua. En tan sólo dos meses y medio ya había amortizado la inversión necesaria para implantarlo (POSTEL, S., 1993., 113).

- Invertir en programas de información, educación y formación de los empleados, paralelos a todas aquellas medidas que se lleven a cabo para lograr un uso más eficaz del agua.
- Crear una red de centros nacionales para una producción más limpia, que proporcionen asistencia técnica a las empresas de las naciones en desarrollo, en materia de gestión de la demanda y en materia de transferencia de técnicas adecuadas, con el objetivo de mejorar el rendimiento de sus empresas. Esta tarea la ha puesto en marcha la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Ubicar la industria cerca de la costa, en lugares en los que no tenga un impacto medioambiental desfavorable, de forma que en los procesos industriales se pueda utilizar agua de mar, en vez de agua potable, para cuanto sea posible.
- Evitar que las industrias que requieran grandes cantidades de agua se sitúen en lugares donde este recurso es escaso, además de propugnar que dichas empresas no dispongan del agua a precios subvencionados. Una mala práctica a este respecto se ha dado con la industria de alta técnica. Dichas empresas han sido comúnmente percibidas como un sector limpio, pero, en relación al agua, no lo es tanto. Estas compañías de rápido crecimiento son una de las bases de la nueva y globalizada economía. Lo atractivo que resulta esta inversión, por prestigio y por la creación de empleo que representa, hace que muchos municipios ofrezcan incentivos, entre los que se encuentra subvencionar los precios del agua, sin tener en cuenta sus impactos perjudiciales para la conservación del agua y el medio ambiente. En Albuquerque -Nuevo Méjico- la compañía Intel Corporation paga cuatro veces menos por el agua que los propios residentes de la región. Además, mientras que los vecinos debían reducir su consumo de agua en un 30%, a Intel le estaba permitido aumentar en esa misma cantidad su consumo. En algunos estados del suroeste de EE.UU. no queda ningún lugar donde se puedan instalar fábricas de microprocesadores, ya que los acuíferos no tienen la capacidad suficiente para suministrar el agua que necesitan sus procesos productivos, que requieren entre los 4 y los 8 millones de litros de agua al día (FARUQUI, N., 2003, 61 y 62).
- Hay que cumplir con el principio de recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua, incluyendo los costes medioambientales. Incluye

establecer cánones de vertido, que incentiven a la industria tanto a mejorar sus procesos de producción como a reducir la cantidad de agua utilizada y vertida a la red.

- Excepcionalmente, y por un tiempo limitado, se podría otorgar algún tipo de beneficio -por ejemplo fiscal- a las empresas que viertan aguas limpias, y que lleven a cabo programas de ahorro de agua.
- Mejorar las estrategias de uso de agua mediante la adopción de Sistemas de Gestión Medioambiental (SGM), como el internacional ISO 14.001 o el europeo EMAS. En la última década hubo un aumento importante en todo el mundo de empresas del sector industrial que trataron de obtener una certificación medioambiental, particularmente en los sectores más contaminantes. Las empresas con una mayor conciencia medioambiental se deberían someter a auditorías ambientales -que entre otros elementos minimicen el consumo de agua-, adherir sus productos a normas de ecoetiquetado, gestionar sus vertidos mediante una evaluación del ciclo de vida, etc. (ONU/WWAP, 2006, 25). En el sector industrial la imagen medioambiental puede ser un factor de competitividad y la inversión en gestión medioambiental puede suponer una ventaja añadida (AEMA, 2002, 13).

4.2. Reducir la contaminación industrial de los recursos hídricos

- Adoptar programas para el control de la contaminación del agua por la industria. Un mal tratamiento de las aguas vertidas no sólo es una amenaza para los recursos hídricos locales, sino también para la población que vive en la zona. En el ámbito europeo, la Directiva IPPC 96/61/CE tiene como objetivo conseguir una prevención y control integrados de la contaminación, estableciendo medidas para impedir o reducir el nivel de contaminantes emitidos en el aire, el agua y el suelo por determinadas actividades industriales (MMA, 2004, 257).
- Aplicar las mejores prácticas de reducción del impacto industrial sobre la calidad del agua. Incluye la evaluación de los procesos de producción para buscar las soluciones menos contaminantes, la transferencia de técnicas ecológicamente racionales -promovida especialmente por la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial-, la separación de los distintos flujos de aguas residuales para evitar la mezcla de sustancias contaminantes, la selección de técnicas óptimas para el tratamiento de las aguas residuales, etc. (ONU/WWAP, 2006, 26).
- Apoyar el principio de “quien contamina debe pagar”, sin que ello suponga una licencia para contaminar a cambio de un pago. Los costes de las medidas de prevención, control y reducción de la contaminación deberá soportarlos quien o quienes contaminen.
- Promover la investigación para reducir la contaminación provocada por la industria. Por ejemplo, en España y Chipre se han implementado programas para el desarrollo y aplicación de nuevas técnicas productivas, destinadas a minimizar la

contaminación de la industria de producción de aceite de oliva (COMISIÓN EUROPEA, 2000, 110). Dicho proceso industrial genera un subproducto, las aguas de vegetación o alpechín, que son la fase acuosa del resultado del centrifugado. El alpechín es una mezcla de agua y grasa y es muy contaminante, sobre todo para las capas freáticas, y supone el mayor problema medioambiental de la producción de aceite de oliva.

5. DIRECTRICES REFERIDAS AL SECTOR DOMÉSTICO

En el sector municipal cabe diferenciar las medidas que tienen un carácter más general y las que pueden ser adoptadas por los individuos. Destacan, entre otras actuaciones, las que se reseñan a continuación.

5.1. Medidas generales

- Avanzar en la expansión de la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, muy deficitarios en las naciones en vía de desarrollo, sobre todo el segundo de ellos. En las naciones con ingresos bajos, en el año 2002, el 25% de la población carecía de acceso a una fuente de agua mejorada y el 64% a un saneamiento adecuado (WORLD BANK, 2005, 106). Remediar esta situación implica medidas internas y una gestión integral del agua, que abarque el conjunto de las cuencas donde se va a captar el agua para las ciudades. Pero, también, requiere fuentes externas de financiación, por lo que las naciones desarrolladas deberán incrementar su ayuda al desarrollo para lograr este objetivo, entre otras medidas a través del Impuesto de Desarrollo Sostenible, que resultaría conveniente para la puesta en marcha del Geoísmo.
- Conservar adecuadamente las áreas receptoras de agua para garantizar la calidad de la misma. Particularmente, el precio de agua debe incluir una partida que financie parte de la conservación de los bosques de las cuencas de cabecera.
- Depurar todas las aguas residuales y reutilizarlas para el riego de parques públicos y jardines, limpieza de calles, uso ornamental en fuentes y estanques, protección contra incendios, agua de cisternas, limpieza de vehículos, control de polvo, aire acondicionado, etc. Para ello habrá que instalar plantas de depuración y tratamiento de las aguas residuales. Además, la dotación de este tipo de infraestructuras es indispensable para frenar la contaminación del recurso hídrico. Por otra parte, será necesaria la modernización de las instalaciones obsoletas, con renovación y adaptación constante a las nuevas y mayores cargas contaminantes que, con el paso del tiempo, cabe suponer que, en general, se irán produciendo. Adicionalmente, habrá que mejorar las depuradoras existentes, por lo menos con la incorporación de tratamiento secundario en aquellas instalaciones donde sólo cuentan con procesos primarios. Y habrá que incluir mejoras para reducir el impacto medioambiental de las plantas depuradoras -ruidos, olores, impacto visual, etcétera. (MULERO, A., 1999, 11).

- Implementar sistemas de vigilancia de la calidad del agua potable en los diferentes tramos de la red hidrográfica, para poder detectar con rapidez las alteraciones graves, y determinar su origen. Sobre esta cuestión existen enormes carencias en el mundo. Por ejemplo, en Suramérica y América Central, tan sólo el 24% de la población cuenta con sistemas efectivos de vigilancia de la calidad del agua. Aunque en las grandes ciudades de la región la desinfección del agua potable es casi universal, un 18% de las muestras viola sus propias normas nacionales (JOURAVLEV, A., 2002, 563). El seguimiento y control del estado de las aguas es un aspecto básico para conseguir una gestión eficaz de los recursos y para implantar medidas destinadas a mejorar la calidad del medio ambiente.
- Aumentar las inversiones en infraestructuras de distribución y saneamiento de agua para reducir las fugas en las conducciones, mediante sistemas que sectorialicen la red de abastecimiento, instalando válvulas y controles que permitan reducir las pérdidas en casos de fugas y roturas, ajustando las juntas de la red de distribución, arreglando fuentes públicas, conexiones domiciliarias y eliminando tomas ilegales, entre otras varias más. Otra parte de las inversiones debe ir destinada a la renovación de la red y al trabajo preventivo de control y reparación de microfugas. Es especialmente notable cómo muchos sistemas de agua potable en todas partes del mundo se han deteriorado a raíz de la ausencia de programas sistemáticos de mantenimiento, y también “por la tendencia de desviar parte de los ingresos procedentes de los servicios de agua hacia otros renglones del presupuesto” (BARKIN, D., 2003, 489). Como ejemplo favorable, cabe destacar que en Tokyo se han logrado reducir las pérdidas del sistema urbano de abastecimiento de agua de un 80% a un 10%, siendo, ahora, Japón una de las naciones que posee un más avanzado desarrollo de las infraestructuras de abastecimiento de agua (UITTO, J. I. y BISWAS, A. K., 227).

5.2. Medidas individuales

- Hay que prestar atención a las actuaciones con impacto medioambiental de los individuos en sus hogares. El comportamiento de cada persona está influenciado por distintos factores -como el grado de concienciación ecológica, educación o circunstancias personales-, cuya diversidad se tendrá que tener en cuenta al promover actitudes medioambientales responsables de ahorro y conservación del agua (BARR, S., 2003, 227).
- Potenciar el uso de aparatos domésticos que usen menos agua, así como invertir en su investigación y desarrollo. La mayor parte del agua que se consume en los hogares de las naciones desarrolladas se emplea en la descarga de los inodoros (33%), seguida del baño y la ducha (20-32%). Por el contrario, el porcentaje más bajo de uso doméstico se destina a beber y a cocinar (3%). En las viviendas que emplean aparatos economizadores, el consumo de agua se puede reducir hasta un 50%. No obstante, la distribución de los consumos domésticos no se da de igual

forma en las distintas naciones. Por ejemplo, la descarga de los inodoros de las nuevas construcciones en Finlandia es de 2 a 4 litros por descarga, mientras que en Inglaterra y Gales es de 9,5 litros por descarga. En Francia, los aparatos para economizar agua tampoco están muy extendidos, al contrario que en Alemania, donde algunos municipios han realizado fuertes inversiones en su instalación y en la sensibilización de la población (AEMA, 2002, 7, 18).

Algunos de los aparatos economizadores que se podrían instalar en las viviendas serían los siguientes:

- o Grifos nuevos: pueden ser grifos con aireadores, que hacen que se utilice menos caudal, pero, con el mismo efecto; grifos termostáticos, que reducen tanto el consumo de agua como el de energía; grifos con sensores de infrarrojos, y grifos electrónicos, o con temporizador. En función del tipo de aparato que se instale, se puede llegar a producir un ahorro de entre el 50% y el 80%.
- o Inodoros con doble pulsador, para descargas de 6 y 3 litros.
- o Equipos economizadores de agua para aparatos antiguos: perlizadores, que son dispositivos que mezclan agua y aire en los grifos, reduciendo de este modo el consumo de agua y, por consiguiente, también la energía necesaria para calentar el agua caliente; pulsador para interrumpir la descarga del inodoro; limitadores del caudal de la ducha; etc. Estas medidas pueden suponer reducciones en el consumo de agua de hasta un 70%.
- o Medidas económicas y fáciles de aplicar por todos los ciudadanos, como pueden ser la reducción del volumen de agua de la cisterna mediante la utilización de botellas u otros objetos similares o la instalación de sistemas de reciclado de agua de baño y ducha para su posterior utilización, por ejemplo en inodoros. Estas medidas, que no producen cambios drásticos en los hábitos de los ciudadanos, que no requieren grandes inversiones y que presentan resultados muy satisfactorios, son recomendadas por el *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo* (ONU/WWAP, 2003, 182).
- Fomentar certificados de calidad medioambiental en relación con el ahorro de agua. Un ejemplo es el *Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental para productos y servicios*, promovido por la Generalidad de Cataluña. Este distintivo contiene un apartado específico para productos que fomentan el ahorro de agua, donde se definen criterios básicos de consumo para elementos de fontanería, sanitarios, sistemas de reutilización de aguas grises y otros elementos. Según el distintivo, un grifo o un dispositivo ahorrador debería de consumir menos de 8 litros por minuto -el consumo de un grifo convencional es de 10 a 12 litros por minuto-, mientras que una ducha no podría superar los 10 litros -el consumo de una ducha convencional puede superar los 20 litros por minuto. En el caso de los inodoros, la descarga total no debe exceder de los 6 litros, permitiendo además la

realización de descargas cortas. Aunque el distintivo únicamente hace referencia a los productos fabricados o comercializados en Cataluña, en la mayoría de los casos estos productos se pueden encontrar en toda España² (VIÑUALES, V., 2004, 8). Sería deseable que los certificados tuviesen un carácter menos local. A este respecto, la aplicación del ecoetiquetado de la Unión Europea a productos ahorradores del agua sería un avance, pero, sería todavía mucho mejor que existiese uno global, auspiciado por las Naciones Unidas, ya que estamos en la era de la mundialización.

- Desarrollar códigos de construcción que requieran la instalación en las nuevas edificaciones de elementos eficaces en el consumo de agua, como aparatos economizadores de agua, dobles redes de distribución, etc. En los últimos años, la aplicación de medidas para una gestión integral del agua en las áreas urbanas de Australia ha experimentado un rápido crecimiento. Un ejemplo de ello es el caso de Rouse Hill, área situada en la franja suburbana de Sydney, donde se ha instalado un sistema de reciclado de aguas residuales que da servicio a 15.000 viviendas. En esta planta las aguas pardas, después de ser tratadas, vuelven a circular a través de un doble sistema de distribución. Así, los residentes pueden utilizar esta agua para el riego de jardines, para el inodoro y para lavar la ropa. Con esta medida se logra reducir el uso de agua potable en un 20-30% (APOSTOLIDIS, N. y HUTTON, N., 2006, 170).
- Mejorar el aprovechamiento de las precipitaciones, construyendo tanques recolectores de agua de lluvia en los lugares donde sea posible. En Australia están comenzando a retomar esta idea, para aprovechar el agua de sus estaciones lluviosas. Ancestralmente, las regiones semiáridas pusieron a punto sistemas que permitían llevar a cabo una agricultura de subsistencia. Posiblemente, las culturas precolombinas conocían esta técnica, aunque fueron muy fomentadas en las regiones semiáridas americanas tras la llegada de los españoles. El ejemplo más extendido es el aljibe, tan abundante en todo el sureste español, que sigue garantizando el consumo de agua al ganado en muchas áreas rurales (PULIDO, A., 2003, 15). Los aljibes son sistemas de recogida y almacenamiento de agua de escorrentías procedentes de áreas bastante impermeables, tales como laderas rocosas. Este sistema es un modo muy eficaz de aprovechamiento del agua de lluvia para todas las zonas semiáridas del mundo, donde las precipitaciones son torrenciales. El uso principal del agua recogida en los aljibes ha sido el consumo doméstico y ganadero, si bien también se han dado otros usos como el forestal o el minero. Estos sistemas de recolección de agua son también muy comunes en islas del Caribe, Honduras, Brasil, Paraguay, la India, etc. (HUNT, C., 2004, 119). Las ciudades alemanas, holandesas y belgas, entre otras, tienen entre sus normas de construcción de nuevas viviendas la obligatoriedad de instalación de sistemas de almacenamiento de agua de lluvia caída sobre sus tejados, para su posterior

² En septiembre de 2004 eran cuatro las empresas registradas: Roca, S.A., Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L. (TEHSA), Tres Comercial, S.A. y Terrablava Medi Ambient, S.L.

utilización en usos no potables (PULIDO, A., 2003, 15). En España e Iberoamérica, es una costumbre ancestral y tradicional, muy extendida en las regiones más secas, con utilización muy diversa, incluso como agua potable, si se filtra adecuadamente.

- Utilizar sistemas que consigan mitigar los efectos desfavorables que la urbanización y el asfaltado tienen en el ciclo hidrológico y, especialmente, sobre la reducción de la infiltración, y sobre el aumento de la escorrentía. Algunas de las prácticas más comunes serían las superficies vegetadas sobre terrenos porosos, pavimentos permeables, los asfaltos porosos, el hormigón poroso y las balsas colectoras de infiltración, integradas en el entorno a urbanizar (PULIDO, A., 2003, 15).
- Introducir sistemas de medición del consumo de agua, en forma de contadores individuales en cada vivienda. Se ha observado un importante ahorro de agua tras la instalación de este tipo de contadores. En algunas ciudades europeas se aplicó esta medida en la década de 1980, y se pudo comprobar importantes disminuciones en la demanda de agua. Por ejemplo, en Nancy, Francia, se registró un ahorro del 45% y en Copenhague, Dinamarca, un ahorro del 30-35% (DALHUISEN, J. M. *et al.*, 2003, 265).
- Utilizar plantas que requieran poca agua en los jardines de las regiones con déficit hídrico y excluir por completo o limitar, enormemente, el césped natural. El diseño de las nuevas zonas verdes públicas o privadas debe incluir sistemas efectivos de ahorro de agua, como programadores de riego -incluso dependientes del grado de humedad del medio-, aspersores de corto alcance en zonas de pradera, riego por goteo en zonas arbustivas y arbóreas, y desconectores-detectores de humedad en el suelo, además de tender a utilizar agua reciclada, cuando sea posible. Por ejemplo, el ayuntamiento de Alcobendas -Madrid, España- establece que en superficies de más de 1 hectárea, el diseño de las nuevas plantaciones incluirá un máximo del 15% de superficie de césped, 40% de arbustos de bajo mantenimiento, y 45% de árboles de bajas necesidades hídricas, ajustándose el sistema de riego a cada tipo de plantación.
- Desarrollar normativas estatales, regionales o municipales que garanticen las mejores prácticas en el uso del agua, muchas de las cuales se han mencionado con anterioridad. Por ejemplo, que las ordenanzas municipales regulen el consumo eficiente de agua en las ciudades, exigiendo que las nuevas construcciones de edificios de viviendas colectivas o individuales, y los edificios industriales, cuenten con contadores individuales de agua para cada vivienda o local, también para el caso de instalación de agua caliente centralizada; o que se utilicen economizadores de chorro o similares, y mecanismos reductores de caudal en grifos de aparatos sanitarios y duchas, así como sistemas de accionamiento de la descarga de las cisternas de los inodoros con limitador del volumen de descarga; o que obliguen al reciclado de agua, o a la más correcta conservación del agua de las piscinas. Así, la Ordenanza de Castro Urdiales -Cantabria, España- regula que las

máquinas de lavado de vehículos tengan dispositivos para el reciclado del agua utilizada, o que las piscinas no puedan ser vaciadas del 31 de mayo y al 31 de octubre, ya que, con un correcto mantenimiento, no es normalmente necesario, salvo casos muy excepcionales, que puedan estar reglados.

6. CONCLUSIONES

Resulta muy conveniente que, en el marco de una estrategia de ordenación del territorio del conjunto de la Tierra (Geoísmo), se establezcan unas directrices sobre una gestión sostenible de los recursos hídricos. Podrían ser adoptadas en el seno de un organismo mundial vinculado a las Naciones Unidas, siendo a este respecto muy necesaria la creación de una Organización de Estrategia Territorial Mundial (OETM). Serviría para contrarrestar la escasa consideración que se otorga al medio ambiente y a las políticas sociales, en organismos como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional o la Organización Mundial del Comercio.

Entre las tareas de la OETM estaría el evaluar los problemas territoriales mundiales, como el de la sobreexplotación de los acuíferos, de forma que este peligroso proceso se pueda constatar, de forma rigurosa y precisa. Así se podría prever con tiempo la posible situación en que un número relevante de acuíferos de la Tierra, se estén agotando de manera simultánea. Esto podría implicar una grave caída en la disponibilidad de alimentos, con repercusiones globales. El sistema debe identificar aquellas zonas donde es más urgente una acción correctora que preserve la sostenibilidad de dichas aguas subterráneas. Para ello se necesita más información sobre las aguas subterráneas y los sistemas acuíferos, particularmente en las naciones en vías de desarrollo, donde la escasez de recursos adecuados de aguas superficiales alcanza niveles preocupantes, y en las que es más prioritario una acción mundial que contribuya a remediar su situación.

Otra tarea fundamental de la OETM sería elaborar unas directrices para una utilización más racional del agua, tema que se ha desarrollado en este artículo, si bien, como es lógico, ofreciendo únicamente algunas posibles ideas iniciales. Las directrices, además de establecerlas con carácter general, se tendrían que adaptar a las peculiaridades y al punto de partida de cada nación y región. El desarrollo de los procesos varía de unos territorios respecto a otros, ya que se dan diferencias en los aspectos técnicos, económicos, históricos, culturales y otros. Las estrategias que se tomen en relación con los recursos hídricos se deberían basar en las condiciones específicas, las necesidades y las expectativas de cada nación y territorio. A pesar de ello, en muchas partes del mundo se están copiando prácticas, procesos y legislaciones de otras naciones, sin adaptarlas, específicamente, a sus propias condiciones (TORTAJADA, C., 2003, 22). En este sentido, la aplicación de las directrices sobre los recursos hídricos que en este artículo se proponen, se debe realizar tras tener en cuenta las peculiaridades concretas de cada lugar. Pero, conviene que se difundan con la mayor rapidez posible en aquellos territorios en que todavía no se han adoptado, puesto que el agua es con frecuencia un bien escaso gestionado inadecuadamente.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AEMA (Agencia Europea del Medio Ambiente) (2002): *Uso sostenible del agua en Europa*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 94 pp.
- ANGELINA GONZÁLEZ, J. (1996): "El déficit hídrico y la percepción de la escasez". In: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE, *Economía y racionalización de los recursos del agua*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, pp. 195-198.
- APOSTOLIDIS, N., y HUTTON, N. (2006): "Integrated Water Management in brownfield sites: more opportunities than you think". *Desalination*, 188, pp. 169-175.
- BARKIN, D. (2003): "La gestión popular del agua: respuestas locales frente a la globalización centralizadora". In: ARROJO AGUDO, P. y DEL MORAL ITUARTE, L. (coord.): *La Directiva Marco del Agua: realidades y futuros*. Instituto Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 485-501.
- BARR, S. (2003): "Strategies for sustainability: citizens and responsible environmental behaviour". *Area*, 35, pp. 227-241.
- BAUER, C. (2005): *La experiencia de los bancos de agua en las Américas: los casos de California y Chile*. Ministerio de Medio Ambiente España, [en línea, ref. de 19 de abril de 2006]. Disponible en Red: <<http://www.unizar.es/fnca/docu/docu104.pdf>>
- BELTRÁN, F. (2003): "Embalses: algo más que una pared". In: FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO: *El agua: recurso limitado. Sequía, desertificación y otros problemas*. Estudios de Política Exterior, Biblioteca Nueva, Madrid, pp. 53-74.
- BLACK, M. (2005): *El secuestro del agua, la mala gestión de los recursos hídricos*. Fundación Intermón Oxfam, Barcelona, 178 pp.
- BROWN, L. Y HALWEIL, B. (1998): "China's water shortage could shake world food security". *Worldwatch*, 11, 4, pp. 10-21.
- BROWN, L. (2004): *Plan B: Rescuing a planet under stress and a civilization in trouble*. The Earth Policy Institute y W. W. Norton & Company, New York, 272 pp.
- CABALLERO QUINTANA, A. y SANZ MULAS, A. (2005): "Participación ciudadana: La experiencia del ciclo urbano del agua en Córdoba". In: ARROJO, P.: *Lo público y lo privado en la gestión del agua. Experiencias y reflexiones para el siglo XXI*. European Union, Ediciones del Oriente y del Mediterráneo, pp. 233-280.
- CARTER, N. et al. (2005): "Closing the circle: linking land use planning and water management at the local level". *Land Use Policy*, 22, pp.115-127.
- CECH, T. (2005): *Principles of water resources: history, development, management and policy*. Wiley, New York, 468 pp.

- COMISIÓN EUROPEA (2000): *Towards sustainable and strategic management of water resources*. European Union Regional Policy, Luxemburgo, 323 pp.
- DALHUISEN, J. M. *et al.* (2003): "Sustainable Water Management Policy: Lessons from Amsterdam". *European Planning Studies*, 1, 3, pp. 263-281.
- ESPINOZA, L. E. (1995): *Propuestas para la gestión y el uso adecuado del agua en España*. Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental -CODA-, Madrid, 95 pp.
- FARUQUI, N. (2003): "Balancing between the eternal yesterday and the eternal tomorrow: Economic globalization, water and equity". In: FIGUÈRES, C., TORTAJADA, C. y ROCKSTRÖM, J. (eds.): *Rethinking water management: innovate approaches to contemporary issues*. Earthscan Publications Ltd, London., pp. 41-69.
- FERNÁNDEZ, J. (2004): "Agua y agricultura sostenible". In: MARTÍNEZ-VAL, J. M. (ed.): *Agua y desarrollo sostenible: vida, medio ambiente y sociedad*. Fundación Iberdrola, Madrid, pp. 89-112.
- HINRICHSEN, D. (1996): "The world's water woes". *International Wildlife*, 26, 4, pp. 22-27.
- HINRICHSEN, D. *et al.* (1998): *Solutions for a water-short world*. Population Reports, serie M, nº14. Population Information Program of the Johns Hopkins University School of Public Health. Baltimore.
- HINRICHSEN, D. y ROBEY, B. (2000): *Population and the Environment: The Global Challenge*. Population Reports, serie M, nº 15. Population Information Program of the Johns Hopkins University School of Public Health, Baltimore.
- HUANG, G.H., y XIA, J. (2001): "Barriers to sustainable water quality management". *Journal of Environmental Management (Academic Press)*, 61, pp. 1-23.
- HUNT, C. (2004): *Thirsty planet: strategies for sustainable water management*. Zed Books, London, 302 pp.
- JERICICH, S. (1997): "California's Water Bank Program: Purchasing Water Supply Options". *Journal of Water Resources Planning and Management*, 123, 1, pp. 59-65.
- JOURAVLEV, A. (2002): "Problemática del abastecimiento de agua y saneamiento en las ciudades de Iberoamérica. Diagnóstico y soluciones". In: ARROJO AGUDO, P. y DEL MORAL ITUARTE, L. (coord.): *La Directiva Marco del Agua: realidades y futuros*. Instituto Fernando el Católico, Zaragoza, pp. 561-573.
- LAMELA, A. (1995): *La sequía y el medio-ambiente, XLI Curso de Altos Estudios Internacionales*, Sociedad de Estudios Internacionales, Madrid.
- LAMELA, A. (1996): *Una iniciativa para la política hídrica de España, III Sesión Científica*. Academia Mundial de Ciencias, Tecnología y Formación Profesional, Valencia.

- LARBI BOUGUERRA, M. (2005): *Las batallas del agua: por un bien común de la humanidad*. Editorial Popular, Madrid, 239 pp.
- LLAMAS MADURGA, M. R. (2005): *Lecciones aprendidas en tres décadas de gestión de las aguas subterráneas en España y su relación con los ecosistemas acuáticos*. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez, Oficina ECOCAMPUS, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 66 pp.
- LOMBORG, B. (2003): *El ecologista escéptico*. Espasa, Madrid, 632 pp.
- LÓPEZ-GARCÍA, J.M., (2004): "Recarga de acuíferos con agua residual depurada en el llano de Palma de Mallorca. 30 años de experiencia". In: MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: *El agua y la ciudad sostenible: Hidrogeología urbana*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 83-92.
- LÓPEZ MARTÍN, F. y DE LA OSA TOMÁS, J. (2003): *Educación Ambiental y Cambio Climático. Hechos y reflexiones. Una invitación al cambio de actitudes*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Zaragoza, 181 pp.
- MARCÉN, C. (2003): "Epílogo. Todavía estamos a tiempo, pero hay que darse prisa". In: Fundación Ecología y Desarrollo: *El agua: recurso limitado. Sequía, desertificación y otros problemas*. Estudios de Política Exterior, Biblioteca Nueva, Madrid, pp. 143-154.
- MARTÍNEZ-AUSTRIA, P. (1994): "Uso eficiente del agua en riego". In: GARDUÑO, H. y ARREGUÍN-CORTÉS, F. (eds.): *Uso eficiente del agua*. Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua, UNESCO, Méjico.
- MEDINA, J. A. (2005): "Desalación: su futuro en España". *Revista Medio Ambiente*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 51, pp. 16-19.
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente) (2002): "Hacia una gestión sostenible del litoral español". In: *El estado del Medio Ambiente y su evolución. Medio Ambiente en España 2000*. Madrid, pp. 139-144.
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente) (2004): *Las aguas continentales en la Unión Europea*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 390 pp.
- MULERO MENDIGORRI, A. (1999): "El problema de las aguas residuales en España: carencias territoriales, gestión reciente y perspectivas". *Ería*, 48, pp. 5-17.
- MURILLO CUESTA, J. (1996): "Análisis técnico de las posibilidades de ahorro de agua". In: MOPTMA (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente): *Economía y racionalización de los recursos del agua*. MOPTMA, Madrid, pp. 245-260.
- ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos) (2003): *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida*. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y Berghahn Books, París, Nueva York y Oxford.

- ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos) (2006): *Resumen del 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua, una responsabilidad compartida*, [en línea, ref. de 19 de abril de 2006]. Disponible en Red: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001444/144409S.pdf>>
- PEDREGAL, B. (2005): *Población y planificación hidrológica*. Universidad de Sevilla y Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 409 pp.
- PELLICER, F. y OLLERO, A. (2004): “Agua y ciudad”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 37, pp. 3-13.
- POSTEL, S. (1993): *El último oasis. Cómo afrontar la escasez de agua*. Apóstrofe, Barcelona.
- POSTEL, S. (2006): “Conservando los ecosistemas de agua dulce”. In: The Worldwatch Institute: *La situación del mundo 2006*. Icaria editorial y FUHEM (Fundación Hogar del Empleado), Barcelona.
- PULIDO BOSCH, A. (2003): “Singularidades hidrológicas de las zonas semiáridas. Problemas más relevantes y esbozo de soluciones para una mejor gestión”. In: PULIDO BOSCH, A. y VALLEJOS, A., *Gestión y contaminación de los recursos hídricos. Problemas y soluciones*. Universidad de Almería, Almería, pp. 11-26.
- REINOSO, J. (2006): “El lamento de las Tres Gargantas”. *El País*, 21-5-2006, pp. 46-47.
- RICO AMORÓS, A. (2001): “Actuaciones frente a las sequías en España”, In: GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A.: *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo y Universidad de Alicante, Alicante, pp. 421-486.
- SAHUQUILLO HERRAIZ, A. (2003): “La utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas”. In: LÓPEZ RODRÍGUEZ, J. J. (coord.): *Gestión y Planificación Hidrológica*. Universidad Pública de Navarra, Zaragoza, pp. 165-191.
- SCOTT, C. (2003): “Recycling and reuse of derivative water under conditions of scarcity and competition”. In: FIGUÈRES, C., TORTAJADA, C. y ROCKSTRÖM, J. (eds.): *Rethinking water management: innovate approaches to contemporary issues*. Earthscan Publications Ltd, London, pp.102-119.
- SCHMIDT, G. (2005): *Bancos de agua: claves para convertirlos en un éxito ambiental*, [en línea, ref. de 19 de abril de 2006]. Disponible en Red: <www.panoramaenergetico.com/bancos_de_agua.htm>
- SUAY RINCÓN, J. (2003): “La problemática jurídica de las plantas desaladoras de agua. En particular, la perspectiva urbanística: desaladoras de aguas y costes de urbanización”. In: GÓNZALEZ-VARAS, S. (coord.): *Agua y Urbanismo*. Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua, Murcia, pp. 57-84.

- TORTAJADA, C. (2003): "Rethinking development paradigms for the water sector". In: FIGUÈRES, C., TORTAJADA, C. y ROCKSTRÖM, J. (eds.): *Rethinking water management: innovate approaches to contemporary issues*. Earthscan Publications Ltd, London, pp. 8-40.
- VIÑUALES EDO, V. (2004): "La eficiencia en el uso del agua en la ciudad: algunas enseñanzas de las ciudades ahorradoras de agua". *Fundación Ecología y Desarrollo*. Disponible en Red: <http://www.us.es/ciberico/archivos_word/239b.doc>.
- UITTO, J. I., y BISWAS, A. K. (2000): *Water for urban areas: Challenges and perspectives*. The United Nations University, Tokyo, 245 pp.
- WILHITE, D.A. (2000): "Drought Preparedness and Response in the Context of Sub-Saharan Africa". *Journal of Contingencies & Crisis Management*, 8, 2, pp. 81-92.
- WORLD BANK (2005): *World Development Indicators 2005*. The World Bank Development Data Center, Washington.
- WWF/Adena (2005): *Los mercados de aguas y la conservación del medio ambiente: oportunidades y retos para su implantación en España*. 12 pp. [en línea, ref. de 19 de abril de 2006]. Disponible en Red: <http://www.wwf.es/aguas_continentales/gestion_agua.php>