

DIRECTRICES PARA UNA POLÍTICA SOSTENIBLE DEL AGUA

E. Cabrera¹, J. Roldán², E. Cabrera Jr.¹ y R. Cobacho¹

Resumen:

Este artículo revisa, a la luz de la Directiva Marco del Agua (DMA) y de las conclusiones de las reuniones internacionales ligadas al agua celebradas en los últimos años, las directrices que debe seguir una política sostenible del agua. Al tiempo tiene vocación de sintetizar los artículos que completan el presente monográfico. Algunas de nuestras valoraciones están más desarrolladas en los artículos que siguen. Con todos guarda una buena sintonía. Por ello, lo más singular de esta contribución, es la valoración de alguna característica relevante de la política española que, posteriormente, es comparada con las directrices identificadas. El resultado es un conjunto de reflexiones personales cuyo objetivo es contribuir a encontrar la senda de la sostenibilidad. Dada la complejidad del tema y la multiplicidad de ángulos que el análisis admite, el texto, sin duda, puede animar el debate que hoy se echa en falta.

Conviene decir, para concluir, que aún cuando las más de las reflexiones se refieren a la política del agua en general y, por tanto, tienen validez universal, otras muchas conclusiones alcanzadas en las antedichas reuniones se refieren, de manera específica, a países en desarrollo. No siendo éste el caso de España, el artículo no las considera.

INTRODUCCIÓN

Cualquier escrito, discurso o conversación que discurra por el espacio en que se mueve la actual Sociedad, espacio de tres dimensiones (económica, política y social), difícilmente ignora el término “sostenible”, sin duda el que, en este contexto, más fortuna ha hecho en los últimos años. Todos admiten su necesidad pero a la hora de concretar las acciones que la sostenibilidad demanda, las discrepancias suelen ser muy amplias. Por ello, y para que un artículo con un título como el propuesto no induzca a equívocos se debe, y sin dilación, comenzar acotando la significación de tan afortunado término.

Un término que, como es bien sabido, nace en el seno de Naciones Unidas. En el prólogo del documento elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) de

las Naciones Unidas cuenta su presidente, la a la sazón ex primera ministro de Noruega Gro Harlem Brundtland, que en 1983 la Asamblea General de la ONU solicitó a la mentada comisión “*Un programa global para el cambio*”. Un programa con el siguiente contenido:

- Proponer estrategias medioambientales para alcanzar en el 2000 un desarrollo sostenible.
- Que la mayor preocupación por el ambiente se concretara en una mayor cooperación internacional, sobre todo entre los países desarrollados y los que no lo están.
- Explorar las estrategias más adecuadas para tratar los problemas del ambiente.
- Definir sensibilidades medioambientales comunes.

¹ Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia. España.

² Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Córdoba. España.

Una petición a día de hoy, si a los hechos nos atenemos, aún no satisfecha. Incluso estamos más alejados del objetivo entonces fijado. Pero volviendo al término que nos ocupa, este aparece definido en el informe “Nuestro Futuro Común” (CMMAD, 1988) tal cual sigue. “*Desarrollo Sostenible es un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones están acordes y acrecientan el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas*”. A la vista, pues, de la definición original Desarrollo Sostenible comporta, de entrada, un cambio tanto en la explotación de recursos como en la reforma de las instituciones, cambio que a nadie debiera escandalizar. Nada nuevo bajo el sol. Ya hace casi 200, años en su conocida obra Declive y caída del Imperio Romano, escribía Edward Gibbon “*Toda actividad humana que no evoluciona mediante sucesivas reformas, es decadente*”. Y la historia se repite. No en vano el encargo que se le hace es para introducir un punto de inflexión al desarrollo habido en el siglo XX.

Con todo, en la contraportada del libro “Nuestro Futuro Común” se da una definición alternativa más coloquial y comprensible y que, por ello, ha hecho más fortuna. “*Desarrollo sostenible es el que asegura la continuidad del progreso humano a través de actuaciones que respetan los recursos de las generaciones futuras*”. Y esa es la acepción que tradicionalmente se le da. No se debe comprometer el futuro de quienes nos van a suceder.

El agua es el recurso natural renovable más importante para cualquiera de las especies vivas del planeta. Por ello en el mundo del agua alcanza su plenitud el concepto de sostenibilidad. Pero no sólo referido al recurso en sí sino también a las obras e infraestructuras que posibilitan su manejo. Éstas, además de mantenerse en el tiempo adecuadamente para que no pierdan sus prestaciones, no deben *impactar* con el ambiente sino que deben enmarcarse adecuadamente en el mismo. En otras palabras, el concepto que presidió la primera mitad del siglo XX era el de dominar la naturaleza en beneficio del hombre. Sin embargo el ambiente, en su defensa, ha ido mostrando numerosos efectos secundarios que, en aquel entonces, o se ignoraban o no se valoraron de manera adecuada. Y es precisamente la aparición de esos efectos secundarios la que impulsó a la ONU a encargar a la CMMAD el referido cometido en cuestión cuyo resultado final ha sido el nacimiento de la Ingeniería Ambiental a la que con posterioridad nos referiremos.

Con el paso del tiempo el concepto de Desarrollo Sostenible ha ido calando en la Sociedad ante la tozudez de unos hechos que cada día evidencian más su necesidad. Pero a día de hoy el concepto aún está mucho más en el discurso que en la acción, pues el ambiente se degrada sin cesar. Las aguas dulces continentales, tanto las superficiales como las subterráneas están cada vez más esquiladas y, al tiempo, más contaminadas, comprometiéndose con ello el desarrollo futuro de generaciones venideras. Es la mayor evidencia de la insostenibilidad de la política actual y la razón por la cual, con el paso del tiempo, los movimientos ecologistas toman, por el principio de acción y reacción, un protagonismo social cada vez mayor.

Pero también la ciencia y la ingeniería comienzan a dar toques de atención. De entre los muchos que al respecto se pueden citar nos parece especialmente relevante, tanto por su claridad como por el foro en el que se pronunció, uno muy reciente. Fue con ocasión del World Water and Environmental Congress de ASCE, en Filadelfia el pasado Junio de 2003. El orador, T.G.Mehan de la Environmental Protection Agency, EPA. El título de su conferencia inaugural sugerente “*Water Challenges in the 21st century*” (Mehan, 2003). Pues bien, en el núcleo de su discurso llega a decir “*Los retos del agua en el siglo XXI pueden requerir una ingeniería muy diferente de la de los tiempos de la presa Hoover y del canal Eire. Debido a que nuestras finitas fuentes de agua sufren una mayor demanda, la ingeniería del siglo XXI se ocupará más de gestionar la demanda que de incrementar el suministro, más de lo micro que de lo macro, más orientada hacia una cuenca particular que hacia una región multi-estado, más de los suelos y árboles que del acero y el hormigón*”.

Esta afirmación no viene sino a corroborar lo que cinco años antes había escrito en el prestigioso Journal of Hydraulic Engineering de ASCE Phil Burgi, responsable de la investigación en el Bureau of Reclamation, una institución que, de algún modo, equivale al actual Ministerio de Medio Ambiente español (Burgi, 1998). En un claro posicionamiento dice “*A medida que los valores públicos se han desplazado desde el énfasis en el desarrollo de los recursos hídricos hasta la gestión de las aguas, el programa de investigación hidráulica contemporáneo del Bureau también ha cambiado desde el desarrollo de la oferta del recurso agua hasta la gestión de su demanda*”. Es el fin del desarrollismo hidráulico y el principio de la era de la gestión.

En España el cambio de mentalidad no va a ser fácil. Sí lo ha sido, y mucho, mantener la política tradicional aún hoy vigente. Su mensaje es de fácil venta. Hay que llevar más agua hasta donde sea menester para, de este modo, no comprometer el crecimiento económico. Además, siendo estas obras de interés general, deben ser financiadas con fondos públicos. Aún hoy, y mientras no se eduque a la Sociedad y se la advierta de los riesgos que este mensaje en el fondo entraña, está plenamente vigente. Tanto que hasta que no se han evidenciado unos efectos secundarios inadmisibles (aumento de la contaminación, ríos y acuíferos casi exhaustos, uso ineficiente del agua, etcétera), no han surgido voces discrepantes.

El mensaje de la sostenibilidad, ligado directamente al bolsillo del ciudadano, tiene compleja explicación. Porque cualquier política sostenible debe encontrar el punto de equilibrio entre las tres vertientes que configuran el problema: la vertiente ambiental que es la que ha puesto freno a la política tradicional, la vertiente económica, imprescindible para alcanzar la eficiencia en el uso del agua, y la social, pues siendo el agua necesaria para la vida debe estar (al menos la imprescindible) al alcance de todo ser humano. Encontrar un equilibrio de complejo consenso en ese espacio tridimensional (Barraqué, 2003) es, en cada contexto geográfico, el reto de toda política sostenible. Algunas de las claves que en la búsqueda de ese punto de equilibrio deben considerarse se detallan a continuación.

LA HISTORIA Y LOS HECHOS

Para entender la actual situación no hay más que ver la evolución en el tiempo de la Ingeniería del Agua. El hombre, conviene recordarlo, ha necesitado desde siempre el agua para vivir. No puede extrañar, pues, que las prácticas de riego documentadas más remotas (Bonnin, 1984) tengan más de 30.000 años, mientras que actuaciones destinadas a facilitar el consumo humano de agua (por ejemplo cisternas para almacenar agua de lluvia) se utilizaron hace ya muchos milenios. Unas cisternas individuales que el paso del tiempo, y al compás del desarrollo de las obras de transporte de agua desde los manantiales hasta los puntos de consumo, iba haciendo innecesarias. Al respecto conviene recordar que Roma, hace ya dos mil años, disponía de un sistema de acueductos con capacidad para transportar 600.000 m³ de agua diarios, un consumo hoy equivalente al de una ciudad de tres millones de habitantes (Bonnin, 1984) y (Garbrecht, 1987).

La antigüedad, por la dificultad de fabricar tuberías de diámetros medios - altos con materiales capaces de soportar presiones importantes, nos ha dejado pocos ejemplos de transporte de agua a presión. La falta de control de los cambios de régimen (o sea, de los golpes de ariete) es otro motivo por el cual la hidráulica a presión apenas está presente en la antigüedad. Con todo el sifón invertido ya es conocido. La realización más antigua, atribuida a Salomón el hijo del Rey David, suministraba agua a Jerusalén. En siglo II se tiene constancia del sifón que alimentaba la acrópolis de Pérgamo con una tubería de plomo de 22 cm de diámetro interior y con un enorme espesor de pared (8 cm), de tal modo que podía soportar hasta 20 bares de presión. Mientras, en Roma, los ramales finales de las redes trabajaban a una presión de apenas 1 bar. Las únicas bombas utilizadas en la antigüedad, -el tornillo de Arquímedes o la noria-, son de desplazamiento positivo (Raabe, 1987). De hecho hay que esperar hasta el siglo XVII para encontrar las primeras bombas radiales. En lo referente al manejo del agua no extraña, pues, la escasa tradición de la hidráulica a presión.

En efecto, el movimiento del agua en corrientes abiertas ha sido, hasta hace un siglo, mucho más conocido que el flujo a presión. El hombre siempre ha querido imitar a la naturaleza y el transporte de agua lo evidencia. Es, además, en este caso, particularmente sencillo. Tan sólo respetar la pendiente. Como quiera que la necesidad de transportar el agua desde las fuentes hasta los núcleos habitados era evidente y como las técnicas y materiales requeridos por la construcción de canales pronto fueron dominados, los primeros tienen ya miles de años. Muy especialmente los romanos han dejado, a lo largo y ancho de las tierras que ocuparon, un legado maravilloso. Imponentes acueductos, hoy auténticas obras de arte. Con ellos transportaban caudales importantes, algo impensable llevarlo a cabo con las tuberías de presión de aquel entonces. Otras emblemáticas obras de la hidráulica de corrientes abiertas datan, asimismo, de la antigüedad. Los primeros encauzamientos, respuesta a las frecuentes crecidas de los ríos (unas crecidas ya documentadas por el profeta Jeremías en la Biblia), se construyen varios milenios antes del inicio de nuestra era, mientras que la primera presa referenciada, se construye en Memphis (Egipto) en el 2600 antes de Cristo (Schnitter, 1994).

La hidráulica de presión deberá esperar hasta 1738 cuando en la obra *Hydrodinamica* de Daniel Bernoulli (Rouse, 1963) se establezcan sus fundamentos.

En paralelo va avanzando el conocimiento de las turbobombas, pues aún cuando la idea original es de Leonardo, es en el XVII cuando el francés Papin diseña el primer rodete de alabes radiales. La primera turbobomba fabricada industrialmente que incluye un difusor en forma de caracol es debida a la Massachusetts Pumps (USA), y debe esperar hasta el año 1.818 (Mataix, 1975).

Pero los avances del conocimiento del transporte de agua a presión de nada hubieran servido sin las tuberías adecuadas. En 1672 ya aparecen las primeras tuberías de notable diámetro fundidas en hierro por Franzini (Paz Maroto y Paz Casañé, 1969), unas tuberías que harán posible que el suministro de agua urbano comience a parecerse al de hoy. Circulando el agua en lámina libre, el abastecimiento a las ciudades era muy vulnerable, tanto desde un punto de vista estratégico como sanitario (las potabilizadoras, a la sazón, aún no existían). En ocasiones en las grandes ciudades del Siglo XVIII el índice de mortalidad por cólera y tifus era superior al de natalidad y pese a ello, dada la continua llegada de las gentes del campo, los núcleos urbanos continuaban creciendo (Steel, 1972). El suministro de agua a las ciudades comienza a ser una realidad, pues, en el siglo XVIII, cuando las tuberías metálicas capaces de transportar suficiente agua a presión tienen un coste razonable y las turbobombas pueden aportar potencias hidráulicas aceptables. El suministro a Bethelehem (Pennsylvania) es, en 1754, el primero realizado con tuberías de presión en los USA (Griegg, 1986), mientras el primer filtro potabilizador de agua se instala en Londres en 1829. La primera cloración del agua es del año 1.908 (Steel, 1972).

Pese a su innegable importancia, la hidráulica a presión (con sus tuberías, bombas, válvulas, reguladores, caudalímetros, etcétera) desde siempre ligada a la ingeniería electromecánica, aún cuando imprescindible en el desarrollo de los modernos abastecimientos urbanos y en la implantación de las centrales hidroeléctricas, está llamada a ocupar un plano secundario. La espectacularidad y brillantez de las grandes obras hidráulicas (presas, canales, desvíos de cauces naturales, etcétera) que la ingeniería civil lleva a cabo a lo largo del siglo XX por todo el mundo tienen, por lo que al manejo del agua respecta, todo el protagonismo. Una tendencia que en este siglo XXI ha comenzado a invertirse a favor del transporte a presión. A su omnipresencia en el suministro de agua urbano se añade que todo riego eficiente es a presión y que en el transporte de grandes volúmenes a largas distancias, antaño materializado con canales,

hoy, para minimizar el impacto ambiental de esas grandes obras y esquivar áreas ambientalmente protegidas, deben recurrir con frecuencia a estaciones de bombeo, impulsiones, tuberías enterradas y túneles.

Pero volvamos al esplendor de la Ingeniería Civil del Siglo XX, un esplendor que llega de la mano del regadío. Porque si bien para atender el consumo humano no es menester movilizar grandes volúmenes de agua (al respecto se ha dicho que los romanos trasegaban caudales del orden de magnitud de los que requieren las grandes ciudades de hoy) el riego es capaz de consumir ingentes volúmenes de agua. Además conviene subrayar que los problemas sanitarios que presenta el suministro de agua urbano no los tiene el riego. Pues bien, por ello, de la mano del riego y de los grandes avances que ve la Ingeniería Civil en los comienzos de ese siglo XX, se va a consolidar la política del agua que, intacta, nos ha llegado. Lo propicia no sólo este marco tecnológico, sino también una España hambrienta y aislada en el concierto internacional de la que emerge la poderosa figura de Joaquín Costa. “Regar es poder comer y en ello radica el poder” (COICCP, 1975), dice a la sazón. Unas palabras, puestas en el tiempo en que fueron pronunciadas, cargadas de razón. La tradicional política de la oferta en la que el Estado asume la responsabilidad de llevar el agua hasta donde sea menester (campo o ciudad) se va a consolidar.

En efecto el siglo XX ve, no sólo en España sino en todo el mundo, el reinado de la gestión de la oferta o el “water development”. Los libros estándar de la Ingeniería Hidráulica así lo evidencian. En el apogeo de ese reinado, la tercera edición de uno de los más clásicos, el Handbook of Applied Hydraulics, (Davis and Sorensen, 1965), dedica un total de 14 de los 42 temas a las obras más representativas del “water development”, las presas, mientras que los temas que, de algún modo, están relacionados con la hidráulica a presión, tan sólo son la mitad (siete). El resto, otros 21 temas, están dedicados a la lámina libre. No extraña, pues, que en ese cenit Rouse llegue a decir “Los Hidráulicos son también humanos” (Rouse, 1987) y que el Siglo XX haya sido denominado, en su vertiente más tradicional de la Ingeniería Civil, como la última edad de oro de la hidráulica (Rouse, 1987 y Plate, 1987). A ello hay que añadir que en países como España de climatología benigna e irregular, el regadío es mucho más productivo que el secano y la necesidad de regular los ríos, grande. Por ello el desarrollo hidráulico cobra en estos casos un relieve aún mayor.

Curioso significar que la revisión histórica que en 1985 lleva a cabo la IAHR (International Association of Hydraulic Engineering and Research) con ocasión de su 50 aniversario (IAHR, 1987), ve la luz el año en que se publica el informe Brundtland, claro punto de inflexión de la tendencia hasta ese momento. Y así, mientras con ocasión del referido cincuentenario de la IAHR su a la sazón presidente Kennedy trataba de adivinar las tendencias de la Ingeniería Hidráulica del 2.000, (Kennedy, 1987), sólo unos años después la Task Force de la ASCE (American Society of Civil Engineers) ve el futuro de manera bien distinta (ASCE, 1996). Entre ambas fechas el trabajo de la Comisión Brundtland, la cumbre de Río (UN, 1992) con su Agenda 21 y, como se verá, un claro cambio de tendencia en la gestión del agua en los USA (Gleick, 2003b). Las ya referidas opiniones de Burgi (Burgi, 1998) y Mehan (2003) vendrán a confirmarlo.

Se analiza, pues, al cambio de mentalidad habido entre 1985 y 1996. Según Kennedy la hidráulica en su camino hacia el año 2.000 (Kennedy 1.987) deberá:

- Desarrollar medidas, económicamente viables, que permitan reducir, tanto en los embalses como en los sistemas de transporte, las pérdidas de agua por filtración y evaporación.
- Deberá prolongar la vida de los embalses mediante un mejor conocimiento de la hidráulica de sedimentos.
- Deberá ser capaz de diseñar y de producir bombas y turbinas de gran potencia que no presenten los problemas actuales de vibraciones y de cavitación, al tiempo que puedan ser bien soportadas por cojinetes: Hay que evitar la plaga que ha afectado a muchas de las grandes instalaciones actuales.
- Deberá desarrollar sistemas soporte de decisión para la asignación óptima de los recursos entre los múltiples usuarios.
- Deberá desarrollar los métodos numéricos que permitan llevar a cabo ensayos de modelos de una manera menos costosa y más eficiente.
- Deberá mejorar los modelos de predicción del futuro comportamiento de los ríos, una vez se haya implantado en el mismo una modificación significativa de su régimen (presa o trasvase). Y no únicamente desde la perspectiva de la cantidad, sino también desde la calidad y desde el arrastre de sedimentos.

- Deberá desarrollar y mejorar estrategias de mantenimiento y operación de los grandes sistemas hidráulicos existentes.

En síntesis, aún cuando se es totalmente consciente de los efectos secundarios ocasionados por las grandes obras hidráulicas, no se atisba la menor intención de modificar el rumbo. Contrasta con la autocrítica realizada años después por la Task Committee on Hydraulic Engineering Research Advocacy de ASCE (ASCE, 1996). Sus principales conclusiones, sintetizadas en cuatro puntos, no tienen desperdicio:

- Con relación al pasado, no se han articulado de manera adecuada investigación y educación.
- Los investigadores no están conectando adecuadamente con las necesidades sociales que vienen subrayando los políticos.
- Los programas de formación de la hidráulica no se están adecuando a las necesidades del mercado de trabajo.
- Los ingenieros hidráulicos deben pensar con más amplitud y con mayor visión de futuro.

Los ingenieros civiles americanos (al igual que ingleses, suecos, alemanes o portugueses) saben que la edad de oro de la ingeniería civil, tal como hasta ahora se ha conocido, ha acabado. Es curioso significar que en Inglaterra el promotor de la red "ahorro de agua"¹ es un prestigioso ingeniero civil de uno de los centros tecnológicos de referencia de ese país, el Imperial Collage. A día de hoy, pocos ingenieros españoles participan en iniciativas semejantes. Sin duda que el papel de la Ingeniería Civil va a continuar siendo, en relación con el mundo del agua grande e insustituible, pero ya no podrá seguir manteniendo su actual exclusividad. Otro dato no menos relevante. En el tercer Foro Mundial del Agua de Kyoto del pasado marzo de 2003, participa, en representación de la IAHR, el profesor sudafricano Stephenson. Entre sus muchas impresiones una llama especialmente la atención. "En el Foro, la Ingeniería Hidráulica solo era una gota en el seno de un océano" (IAHR, 2003).

Ciertamente, en el concierto internacional, la edad de oro de la ingeniería civil, tal cual aquí se ha descrito, acaba con el informe Brundtland. Con todo, en esta misma Revista, Barraqué fija este fin de época, que coincide con el arranque de la edad de la Ingeniería Química, unos años antes (Barraqué, 2003).

¹ <http://www.watersave.uk.net/>

En un relato histórico que arranca en el siglo XIX y complementa al aquí expuesto, muy centrado en su país Francia, nos habla de tres edades de la ingeniería del agua, las dos antedichas, y la de la ingeniería ambiental. Una tercera edad cuyo final hoy no se atisba.

LA SITUACIÓN ACTUAL

En el mencionado artículo, Barraqué analiza el agotamiento de la edad de oro de la ingeniería civil (Barraqué, 2003). Es, por otra parte, un diagnóstico universal, como confirma el testimonio de Gleick ante el Subcomité de Recursos Hídricos y Ambiente del Congreso de los USA (Gleick, 2003b). *“La atención de los planificadores y gestores del agua en el siglo XX se centró en encontrar caminos para aumentar los suministros de recursos hídricos en cualquier región del país. Este no puede ser el enfoque en el siglo XXI. El suministro de agua global no es un problema, con algunas excepciones regionales. Y aún en estas regiones, el aumento del suministro es la respuesta más costosa, lenta y que produce mayor impacto ambiental. Los Mayores problemas del agua a los que se enfrentan los Estados Unidos no son la falta de infraestructuras, sino el uso ineficiente, los repartos inapropiados del agua, la polución del agua y la destrucción ecológica”*. Es, bien que amplificado, lo que acontece en España.

Nuestros problemas son un uso poco eficiente del agua, una inadecuada distribución (unos derechos históricos que ya en los USA comienzan a ser expropiados con la correspondiente compensación), la creciente contaminación y la destrucción ecológica. La Figura 1 evidencia el retraso de España con respecto a los USA. Allí el crecimiento del Producto Interior Bruto del país hace años que se desacopló del consumo de agua total. En España ese punto de inflexión aún está por llegar.

La Figura 2 abunda en la misma idea. Detalla la evolución del gasto total por persona (se incluyen todos los usos), mostrando, para el mismo periodo de tiempo, una clara tendencia a la baja.

Estas dos gráficas ponen en evidencia el principal argumento de los inmovilistas españoles. Sin aumento del consumo la economía no podrá seguir creciendo, lo que sería cierto si la eficiencia en el uso no tuviera margen de mejora. Pero en España ello ni tan siquiera ha sido explorado. Los precios políticos propios de nuestra gestión de la oferta ofrecen un margen de mejora enorme en cualquiera de los tres usos principales del agua (regadío, urbano e industrial).

En España, aún hoy, la política del agua es exactamente la misma que había en 1987, cuando la Comisión Brundtland publica su trascendental informe.

PIB U.S.A. y Agua Recogida

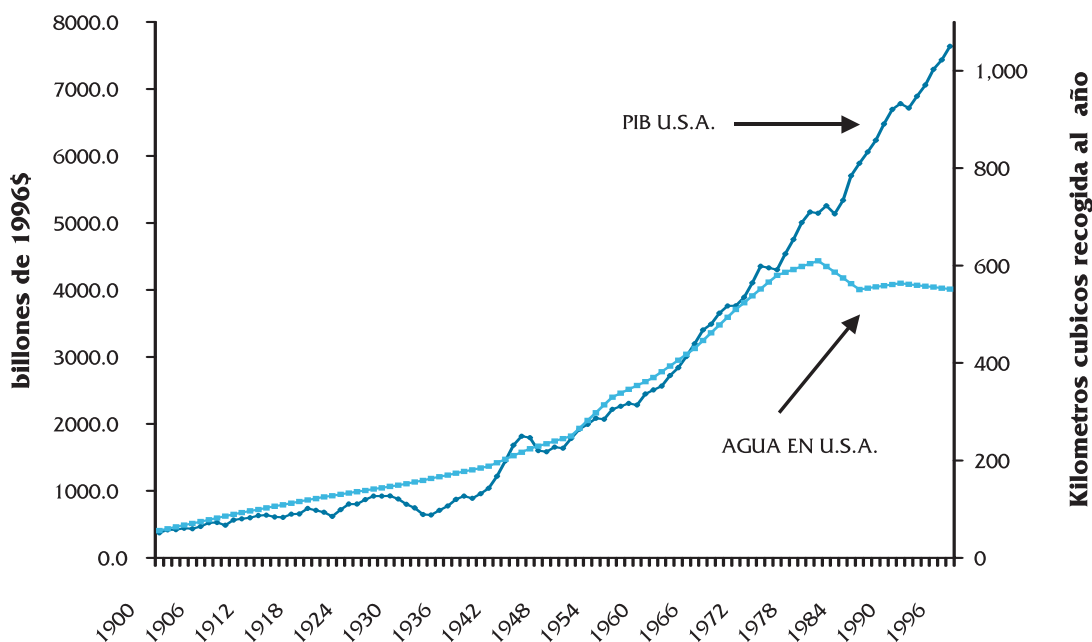


Figura 1.- Evolución del consumo total de agua frente al PIB de los USA (Gleick, 2003b)

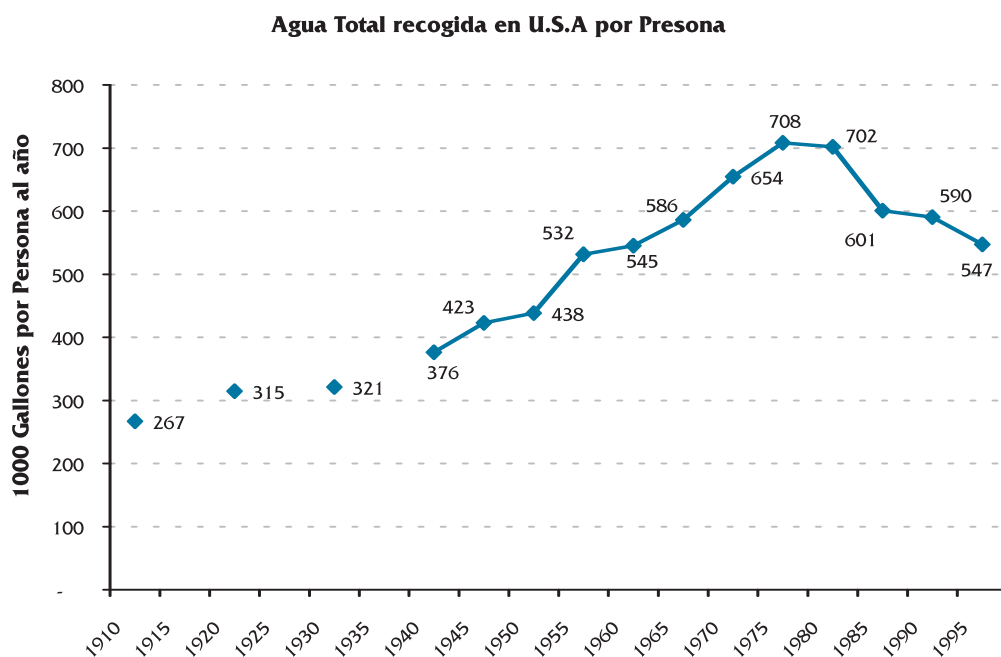


Figura 2.- Evolución del agua utilizada por persona en los USA (Gleick, 2003b)

Dos años antes, en 1985, se había modificado la centenaria ley de aguas hasta entonces vigente, una ley fiel heredera del derecho romano. Con la actualización de 1985 las aguas subterráneas pasan a ser, como las superficiales, de dominio público. Sin duda una trascendental modificación que apenas sí ha venido acompañada de medidas concretas. Porque los pozos de captación de las aguas subterráneas, hasta entonces registrados por el servicio de minas adscrito a las antiguas delegaciones de industria, no han sido debidamente inventariados y, al respecto, cientos de miles de ellos aún son hoy ilegales tal cual reconoce el mismo Libro Blanco del Agua (MMA, 1998). La Administración, promotora secular de grandes obras hidráulicas no tiene la vocación de gestionar el más duro día a día. Y lo mismo se puede decir al respecto de una nueva competencia que viene de la mano de la creciente contaminación de las aguas: el control de los vertidos en cauces públicos. Los esquilmos ríos del Levante español (Turia, Júcar y Segura) sufren problemas de contaminación graves.

La Administración española, con las competencias atomizadas, no se ha adecuado al cambio del que nos hemos hecho eco en el precedente epígrafe. A ello hay que añadir la perturbación que al respecto ha supuesto la creación del Estado de las autonomías, que no ha hecho sino multiplicar las instituciones con competencias sobre el agua. Un modelo bien alejado de la recomendación de gestionar de manera integral el agua.

Y así quien tiene la responsabilidad de gestionar los recursos (el Ministerio de Medio Ambiente con sus Confederaciones) nada quiere saber sobre cómo se utiliza el bien público que administra. La asignación del bien público agua se hace a fondo perdido. Al respecto nadie pide cuentas del uso realizado.

La Administración muestra indicios de querer cambiar la mentalidad y adecuarla a los tiempos que corren (para ello no hay más que leer el referido Libro Blanco del Agua), aún cuando la mayoría no está por asumir el riesgo del cambio. E incluso hay quienes, refinando el inmovilismo, afirman que España ya cumple la DMA publicada por Bruselas en Diciembre de 2000 (UE, 2000) y, por ello, no es menester reforma alguna. Obviamente se refieren a la organización territorial por cuencas hidrográficas, ignorando un punto clave de la Directiva, la gestión integral del agua, por no mentar el principio de recuperación de costes cuya aplicación supone un cambio de mentalidad radical con respecto a la cultura vigente.

En síntesis, pues, los problemas actuales del agua en España son idénticos a los identificados por Gleick en los USA. El problema radica en que quien debe actuar como motor del cambio, la Administración española, no tiene mayoritariamente vocación de operarlo. Lo razonable, sin embargo, sería cual se dio en nuestra transición política, nunca suficientemente ponderada, propiciar el cambio desde dentro, y evitar de este modo procesos incontrolados.

Ojalá pronto alcance la madurez necesaria para liderar este proceso y se obvие un indeseado cambio brusco propiciado por crisis venideras.

LAS CLAVES DE UNA POLÍTICA SOSTENIBLE

Al presente artículo le siguen otros cinco que analizan aspectos clave de la política y gestión del agua, fundamentalmente a la luz de la DMA y de los acontecimientos internacionales más relevantes habidos recientemente. Hablamos de los dos últimos Foros Mundiales del Agua (La Haya, marzo de 2000 y Kyoto, tres años después), de la Conferencia Internacional sobre Aguas Dulces de Bonn, Diciembre de 2001 y, de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, Septiembre de 2002. En particular uno de los artículos que siguen (Bogardi y Szollosi-Nagi, 2003) analiza, con excepción del Foro de Kyoto, de manera específica estos eventos. Éste último es contemplado en este artículo de síntesis, especialmente a partir de su declaración ministerial² final, fechada el 23 el marzo de 2003.

Pues bien exceptuando los temas tratados en estas reuniones que tienen un interés específico para los países en desarrollo (no son extensibles, pues, al caso de España) y sin perder de vista lo establecido por la DMA, hemos extraído un decálogo (figura también en el editorial que preside este monográfico) de directrices y palabras clave a considerar para caminar por la senda de la sostenibilidad. El mérito de esa selección, si lo hubiere, residirá en la síntesis efectuada porque, y en ello hay que insistir, todas estas ideas están en las conclusiones de los eventos, en la DMA o, las más de las veces, en más de un documento. No habiendo, pues, nada de cosecha propia, antes bien siendo el fruto de un largo y medido debate internacional, entendemos que tienen un valor muy importante. El listado de claves es:

- Participación ciudadana. Análisis globales, soluciones locales.
- Ética del agua. Transparencia en la gestión. Gestión sostenible del recurso.
- Políticas de consenso: del Conflicto a la Colaboración Potencial.
- Gestión integral del agua. Estricto control del recurso y del gasto.

- Economía del agua. Recuperación completa de los costes de su uso.

- Gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas.

- Minimización de los riesgos derivados de acontecimientos extremos (sequías y avenidas).

- Riguroso control de la contaminación.

- Gestión de la demanda como contrapeso indispensable a la gestión de la oferta.

- Reforma de la Administración, única respuesta eficaz a los retos que el siglo XXI plantea.

A continuación, y con brevedad, se comenta cada una de ellas.

Participación ciudadana. Análisis globales, soluciones locales.

Fundamental en el camino hacia la sostenibilidad. Supone la participación de toda la sociedad y no sólo, como en España, de los actores tradicionales, fundamentalmente la Administración, los regantes y las hidroeléctricas. Unos actores que, por lo general, actúan como lobbys de presión. Pero lo cierto es que todo ciudadano usa el agua y el medio natural que lo alberga. La importancia de la participación ciudadana es subrayada por la DMA y, además, siempre está presente en las conclusiones de los grandes eventos. Es, por ejemplo, uno de los cuatro puntos subrayados en la clausura de la Conferencia de Bonn por el ministro alemán de medio ambiente señor Trittin³. En España, y a este respecto, casi todo está por hacer.

La participación ciudadana es especialmente importante cuando se trata de articular soluciones de carácter local. Y es que, aún cuando los análisis deben ser globales (cual corresponde a toda gestión integral del agua,- ver más adelante el apartado 4.3), los problemas del agua en un marco local específico afectan, sobremanera, a los ciudadanos que lo habitan. Por ello, si participan, el grado de compromiso con la solución que se articule será mucho más vinculante. Precisamente este aspecto es subrayado en segundo lugar por Trittin en la referida clausura de Bonn³.

² <http://www.world.water-forum3.com/>

³ <http://www.water-2001.de>

Ética del agua. Transparencia en la gestión. Gestión sostenible del recurso.

El agua es un recurso natural cuyo uso y estado a todos concierne. De ahí que su manejo no puede ser interesado y, en consecuencia, su gestión debe ser transparente. Así figura en el punto 3 de las conclusiones de Kyoto. Una transparencia que exige que cualquier proyecto que afecte al medio ambiente sea debatido, en igualdad de condiciones, por todos los ciudadanos implicados.

Por lógica, esa ética del agua debe extenderse a todas las generaciones futuras, lo que explica que este término lo unamos al de desarrollo sostenible.

Políticas de consenso: del Conflicto a la Colaboración Potencial.

Una política del agua, si no es fruto del consenso, jamás será sostenible en el tiempo. Porque sostenibilidad necesariamente demanda una apuesta por el medio - largo plazo y no tanto por el corto. España, por mor del PHN (Plan Hidrológico Nacional) asiste a una fuerte confrontación entre las regiones que ceden agua y las que la reciben. Es, además, una confrontación a primera vista irreconciliable. Y no es este un problema nuevo. Antes bien es muy frecuente, tal cual se explica en esta misma Revista (Bogardi y Szollosi-Nagi, 2003). Las cuencas de ríos internacionales han sido y serán fuentes de permanentes conflictos, lo que ha dado pie a la iniciativa de la Unesco "Del Conflicto Potencial a la Potencial Colaboración" iniciativa a la que se refiere el título del presente apartado.

Por último significar que mientras la crispación preside la política hídrica española actual, nuestro Tribunal de las Aguas de Valencia es ejemplo paradigmático de gobernabilidad (Merkel, 2003) e incluso alcanza a ser portada del folleto "Dialogue on Effective Governance" de la Global Water Partnership (GWP, 2002), una organización de reconocido prestigio internacional. La conclusión parece obvia. No estamos a la altura de quienes nos precedieron.

Gestión integral del agua. Estricto control del recurso y del gasto.

La gestión integral del agua por cuencas equivale, en términos hídricos, a equilibrar los ingresos y los gastos de cualquier balance económico. Por tanto, nadie debiera ir en sus gastos más allá de sus propias posibilidades. En España, ya se ha comentado,

se gestionan los recursos superficiales (que no los subterráneos) mientras nadie controla los usos y por ello se ignora la rentabilidad social, o cualquier otro tipo de beneficio que la Sociedad decida obtener de ese bien común que es el agua. Sin duda alguna, controlar el gasto es una de las asignaturas pendientes de nuestra política hídrica. En el punto que sigue se abunda, de algún modo, en esta misma idea.

Economía del agua. Recuperación completa de los costes de su uso.

La tradicional política de la oferta ha cimentado su desarrollo en la subvención del agua. La amplia experiencia acumulada evidencia que los subsidios propician un uso muy poco eficiente del agua, de ahí que todos los economistas recomienden que los usuarios soporten los costes que el manejo del agua comporta. Así lo recoge, en su artículo 9 la DMA. Dada su importancia este monográfico dedica un artículo completo al tema (Massaruto, 2003).

Se trata de un tema de capital importancia. Por ejemplo en España, al respecto, existen estudios que evidencian la mayor eficiencia de las aguas subterráneas con relación a las superficiales (Corominas, 2000). Y ello se debe, sencillamente, a que las primeras asumen los costes de bombeo derivados de su elevación, costes inexistentes en las segundas.

Dos apuntes importantes al respecto:

- La recuperación completa de costes no es incompatible con tarifas que tengan una clara orientación social. Tan sólo impone la completa recuperación de costes, con independencia de cómo se repartan los mismos entre los usuarios. Las denominadas tarifas por bloques facilitan esta posibilidad.

- Subsidiar el agua es dar protagonismo a las instituciones de mayor rango en detrimento de las instituciones locales. Y es así porque al final todas las obras son pagadas por el ciudadano. La diferencia entre los precios subsidiados y la recuperación integral de costes reside en que en el primer caso las instalaciones se pagan, a través de los presupuestos generales del estado, por todos los ciudadanos del país mientras que cuando se recuperan los costes sólo pagan quienes están utilizando el agua. Y en ello descansa una eficiencia, mayorada porque el dinero de la recuperación de los costes lo recibe quien gestiona las obras, lo que facilita la aplicación de soluciones locales

La medida de subir el precio del agua, por impopular, es rechazada de manera sistemática por los políticos locales. Y es lógico que así sea, pues dependen directamente de los votos de aquellos a quienes se les va a cobrar más. Unos ciudadanos que lo asumirían si se les explicara, de manera adecuada, que se trata de una medida imprescindible en cualquier política sostenible. Es éste un problema al que no es ajeno ningún país que haya venido subsidiando el agua. Por ejemplo los USA. Es del caso citar un reciente cálculo de Mehan (Mehan, 2003) en el que muestra cómo en aquel país, en el 2001, el gasto medio por persona y año en bebidas no alcohólicas fue de 707 USA\$ mientras que el coste correspondiente para el suministro de agua fue bastante inferior (474 USA\$). Sobran los comentarios.

Ciertamente, en países desarrollados como España, la recuperación integral de costes no entraña problemas, lo que no es el caso de los países en desarrollo. En Europa, en media, estamos hablando de un 2% de los ingresos medios unitarios (Merkel, 2003). En riego el problema es más complejo pero, siempre existirán mecanismos de control (utilización de indicadores de gestión, por ejemplo) para saber cómo se utiliza un bien público, un mecanismo que comporta la medición de los consumos lo que, aún cuando exigido por la vigente ley de aguas (BOE, 2001), no se lleva a la práctica. La Administración y, sobre todo, los agricultores se muestran muy reacios a ello.

Gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas.

Las aguas subterráneas no han merecido la atención que merecen por parte de la administración, posiblemente porque hasta 1985 no forman parte del dominio público. Pero pese a que en ese año se produce el cambio de dominio, la tradición se mantiene. Tal vez sea porque su uso no precisa grandes obras lo que las hace, de una parte, muy atractivas a la iniciativa privada y de otra que no se les preste la atención que merecen por parte de una administración promotora de obras. Ya se ha mencionado el descontrol de las aguas subterráneas. Y no es ello lo más grave del caso. Lo peor es su estado. Muchos acuíferos costeros están salinizados y otros, sobre todo por la presencia de nitratos, contaminados.

Parte esencial de las aguas dulces, ningún especialista discute que deben adquirir un protagonismo similar la de las aguas superficiales e incluso superior en épocas de sequía. Es esta una cuestión en la que insisten todos sus especialistas (Llamas, 1997).

La utilización conjunta también es una vieja reivindicación (Sahuquillo, 1989) que hacen cuantos han dedicado su vida profesional a su estudio. Una recomendación incluida en los puntos 2 y 10 de la declaración ministerial de Kyoto.

Minimización de los riesgos derivados de acontecimientos extremos (sequías y avenidas).

El cambio climático que hoy ya nadie discute está propiciando una mayor frecuencia en la sucesión de eventos extremos, avenidas y sequías. Su impacto es cada vez mayor, tanto por la acción urbanizadora del hombre (avenidas) como por la creciente dependencia de las actividades económicas y de la calidad de vida del recurso agua (sequías). Por ello sus consecuencias son cada vez más graves y la inquietud social que despiertan cada vez mayor.

Aún cuando este es un problema cuya importancia nadie cuestiona, lo cierto es que pocas veces la Administración lo aborda con la anticipación requerida. Las avenidas planeando adecuadamente el territorio y las sequías gestionando el agua desde demanda y no sólo desde la oferta.

Riguroso control de la contaminación.

A la hora de otorgarle la importancia que el punto merece, como en el caso precedente, no hay discusión. Pero si nos atenemos al texto evangélico “*por sus hechos les conoceréis*”, son muy pocas las Administraciones que cumplen bien con estos deberes. Y, las más de las veces por una carencia de medios, tanto económicos como humanos. Ello lo evidencia el hecho de que son muy pocas las personas que quieren asumir en una confederación el papel de comisario de aguas. Y aún cuando el principio de recuperación de costes en su variante ambiental, *Quien contamina paga*, del artículo 9 de la DMA, parece tener validez universal, pocas veces se aplica.

Para concluir no conviene ignorar la estrecha relación que existe entre el binomio ahorro de agua - contaminación y el principio de recuperación de costes. Al fomentar el ahorro de agua, reduce de manera notable la contaminación, pues sólo el agua que se utiliza se extrae del medio natural y es contaminada. El principio ambiental de quien contamina paga, y el precio de un agua que incluya los costes derivados de su manejo, incentivan, y mucho, la reutilización del agua. Esa, y no otra, es la razón por la que en los países del norte de Europa, sin problemas de cantidad, los precios del agua urbana son varias veces superiores a los de los países del sur, que sí los tienen.

Gestión de la demanda como contrapeso indispensable a la gestión de la oferta.

Gestión de la demanda es aumentar la eficiencia en el manejo del agua en todas y cada una de las etapas que comporta su utilización. En un sentido estricto, la gestión de la demanda comienza con la minimización de las pérdidas en el canal de un trasvase y acaba con la eliminación de las fugas de una red, pasando por el control de la demanda de los mismos usuarios. Hay por ello, al respecto, dos cuestiones clave. De una parte la voluntad de mantener las instalaciones en perfecto estado (lo que con el paso del tiempo resulta imposible sin una adecuada recuperación de los costes) y de otra la educación ciudadana. El usuario debe conocer las razones del esfuerzo que se le pide.

Es, sin duda, otra de las grandes asignaturas pendientes de una Administración, como la española, promotora de obras. Y posiblemente esté pendiente porque va contra su misma razón de ser. Una buena gestión de la demanda, acompañada de una política de recuperación de costes (deben ir unidas), muchas veces hace innecesarias obras nuevas.

Gleick cuenta, entre ejemplos, cómo programas de eficiencia evitaron en Boston la construcción de una nueva presa (Gleick, 2003b). Esta línea de actuación apenas si ha sido explorada en España. Por ello sus posibilidades son enormes. El predominio de la gestión de la oferta es, aún hoy en el 2003, abrumador.

La necesidad de la gestión de la demanda, o sea de la eficiencia en el uso y manejo del agua, es permanentemente reclamada en los foros internacionales. Trittin en su discurso de clausura de la conferencia de Bonn la menciona en primer lugar, mientras la declaración ministerial de Kyoto la menciona en al menos cinco puntos. En opinión de Gleick la gestión de la demanda es la clave de toda gestión sostenible (Gleick, 2003b)

Reforma de la administración, única respuesta eficaz a los retos que el siglo XXI plantea

En los precedentes puntos se han ido desgarnado las características que debe reunir una política sostenible. Sin embargo, y de ahí su importancia,

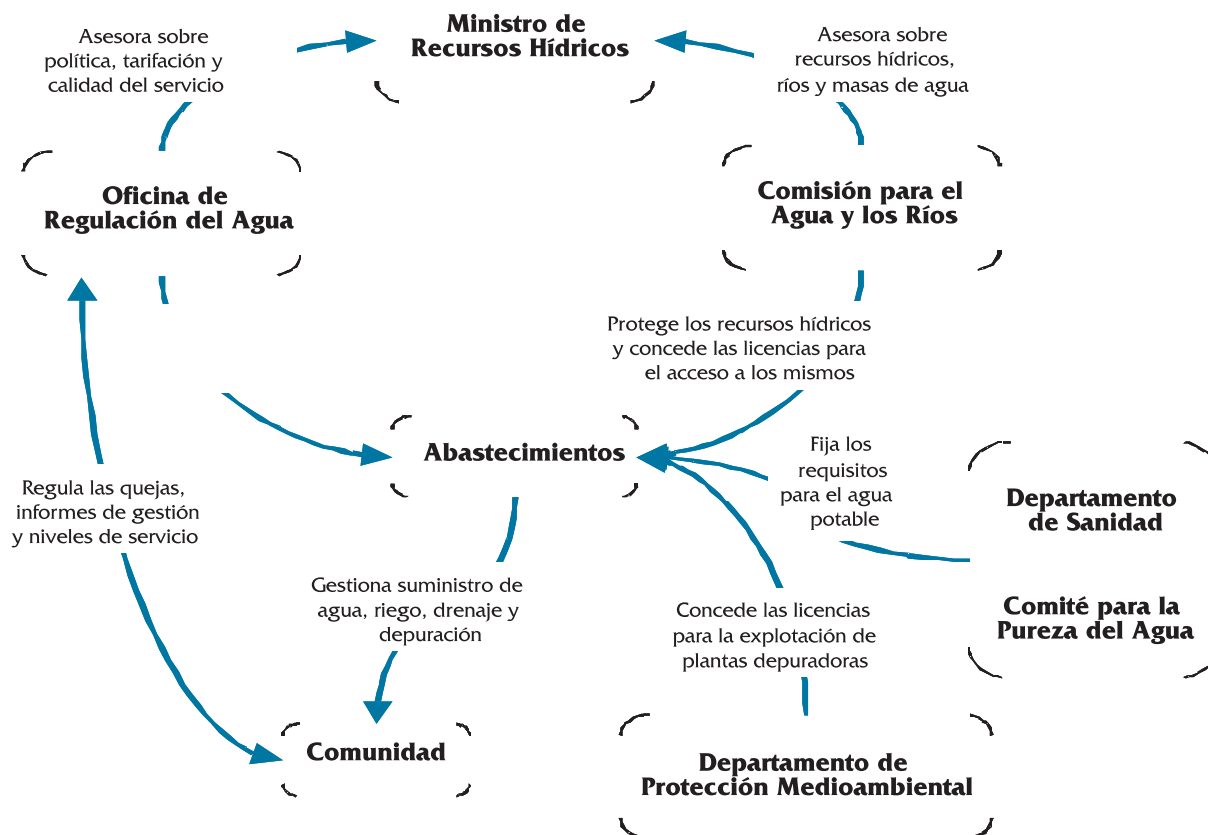


Figura 3.- La nueva administración del Estado Western Australia. (OWR, 1999)

debe haber una organización con capacidad y liderazgo que regule el proceso. O sea, debe haber lo que en inglés se llama *governance*, el cuarto y último punto subrayado por Trittin en el mentado discurso de clausura de Bonn. “*La gestión eficiente del agua depende en gran medida de la existencia de una buena gobernación*” escribe. Sin un claro liderazgo, bien estructurado, que tenga muy claro lo que se lleva entre manos es difícil cambiar una cultura secular y dar respuesta a los retos del siglo XXI. Y ese es el caso de España. La administración no tiene la estructura ni cree, mayoritariamente, en la necesidad de introducir un cambio de rumbo.

Pero no hay por ello que dramatizar, pues son muchos países los que aún no han adecuado al actual contexto ni las estructuras ni la mentalidad. En el Portafolio de Medidas del Agua incluidas en la red aprobada en Kyoto, tres países muy cuidadosos con la gestión ambiental (Suecia, Alemania y Austria) incluyen entre sus objetivos inmediatos la reforma de su administración. Gleick, en otra de sus comparecencias ante la subcomisión de agua y energía del congreso de los USA, se refiere a la necesidad de crear una nueva Comisión Nacional del Agua con capacidad para coordinar las actuaciones de las agencias federales (Gleick, 2003a).

Hay ejemplos recientes que pueden aportar luz al modo de operar unos cambios que no deberían perder de vista las directrices desgranadas. A título de ejemplo (Figura 3) se adjunta la estructura de una administración reformada recientemente en el Estado Western Australia, en la que un ente superior coordina las instancias, situadas en un mismo nivel, que controlan recursos y usos.

CONCLUSIÓN

España ha tenido ocho años de bonanza hídrica. Desde el invierno de 1996 hasta el momento en que este artículo se redacta (agosto de 2003). Un período, sin tensión entre usuarios, ideal para avanzar por la senda de la sostenibilidad, periodo de algún modo perdido. Porque repasando la precedente relación de características que debe reunir una política sostenible poco, prácticamente nada, se ha hecho. Sería triste tener que recuperar el tiempo perdido en un marco más adverso, crispado por una próxima sequía. Pero tal vez, como Kissinger decía, la solución esté en la crisis. Y es que así es la condición humana.

En cualquier caso, con el final en el 2006 de los fondos europeos, ampliamente utilizados para subsidiar el agua, con el aumento de los costes sociales (España envejece) que condicionarán y limitarán de manera importante las inversiones del Estado, con la DMA y su progresiva entrada en vigor, (la fecha prevista para que el artículo 9 sea operativo es el 2012) y, en fin, ante la evidencia de que la actual política del agua no es capaz de dar respuesta a los retos que el futuro plantea, el cambio va a llegar. Y sería muy conveniente que el mismo se operara con prudencia y buen tino y soportado por un pacto de Estado. Es muy triste ver como oposición y gobierno intercambian sus papeles (lo vivido con relación al PHN es palmario) en función de la responsabilidad que en cada momento tengan. Hay, pues, que apartar este precioso recurso natural de la arena política y, mediante criterios profesionales y objetivos, ir caminando en la senda de una sostenibilidad que, cada vez con más precisión, la comunidad internacional viene estableciendo.

REFERENCIAS

- ASCE Task Committee on Hydraulic Engineering Research Advocacy, 1996. Environmental hydraulics: new research directions for the 21st century. Journal of Hydraulic Engineering. ASCE. April 1996. pp 180 - 183.
- Barraqué B., 2003. La nueva política del agua en Europa, tras la Directiva Marco del Agua. Ingeniería del Agua, volumen 10 nº 3. Septiembre 2003
- BOE, (Boletín Oficial del Estado) 2001. Ley de Aguas. Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de Julio. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Bogardi J.J. y Szollosi-Nagi A., 2003. Las Políticas del Agua en el Siglo XXI. Una revisión tras la cumbre de Johannesburgo. Ingeniería del Agua, volumen 10 nº 3. Septiembre 2003
- Bonnin J., 1984. L'eau dans l'antiquité. L'hydraulique avant notre ère. Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricite de France. Editions Eyrolles. Paris. 1984
- Burgi P.H. (1998). Change in Emphasis for Hydraulic Research at Bureau of Reclamation. Journal of Hydraulic Engineering, July 1998, pp 658 - 661
- CMMAD (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo), 1988. Nuestro Futuro Común. Editorial Alianza. Madrid, 1988, 1989, 1992
- COICCP, (Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos), 1975. Política hidráulica. Misión social de los riegos. Publicación póstuma de los discursos de Joaquín Costa.. Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. 1975

- Corominas J., 2000. El papel económico de las aguas subterráneas en Andalucía. Fundación Marcelino Botín. Madrid.
- Davis C.V., Sorensen K.E.(1.965). Handbook of applied hydraulics, 3ª edition. Mac Graw Hill, New York, 1.965.
- Garbrecht G., 1987. "Hydrologic and hydraulic concepts in antiquity". Hydraulics and Hydraulic Research. An Historical Review, pp 1 - 22, Publicado por la IAHR y editado por Günter Garbrecht. Balkema. Rotterdam. Holanda.
- Gleick P.H., 2003 a. On the need for a National Water Commission for the 21st century. Pacific Institute. Oakland. California. USA. www.pacinst.org
- Gleick P.H., 2003 b. Hearing: Water: Is it the 'Oil? Of the 21st century. Pacific Institute. Oakland. California. USA. www.pacinst.org
- Griegg N.S., 1.986. "Urban Water Infrastructure. Planning, Management and Operations". John Wiley & Sons. New York, 1.986
- GWP (Global Water Partnership), 2002. Dialogue on Effective Water Governance. Global Water Partnership, GWP Secretariat. Stockholm. Sweden. IAHR (International Association of Hydraulic Research), 1.987
- "Hydraulics and Hydraulic Research. An Historical Review" Publicado por la IAHR y editado por Günter Garbrecht. Balkema. Rotterdam. Holanda.
- IAHR (International Association of Hydraulic and Engineering Research), 2003. Newsletter 4, Volume 20/2003(Supplement to JHR – Vol 41 – n 4). IAHR Secretariat. Madrid.
- Kennedy J.F., 1987. "Hydraulic trends towards the year 2.000". Hydraulics and Hydraulic Research. An Historical Review, pp 357 – 362. Publicado por la IAHR y editado por Günter Garbrecht. Balkema. Rotterdam. Holanda.
- Llamas R., 1997. Declaración y financiación de obras de interés general, mercado del agua, aguas subterráneas, planificación hidrológica. Ingeniería del Agua, Volumen 4, número 3, páginas 33-44, Septiembre 1997
- Mataix, C., 1975. "Mturbo máquinas hidráulicas". Editorial ICAI. Madrid. 1.975.
- Massarutto A., 2003. El precio del agua: ¿herramienta básica para una política sostenible del agua?. Ingeniería del Agua, volumen 10 nº 3. Septiembre 2003
- Mehan G.T., 2003. Water Challenges in the 21st century. EWRI 2003, World Water and Environmental Congress, ASCE, Filadelfia, Junio 2003
- Merkel, W. 2003. El Futuro de la Industria de Agua en el mundo. Ingeniería del Agua, volumen 10 nº 3. Septiembre 2003
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente), 1998 . El Libro Blanco del Agua. MMA. Madrid
- OWR (Office of Water Regulation), 1999. Water Services Regulation in Western Australia. The Office of Water Regulation, Perth. Australia
- Paz Maroto J. y Paz Casañé J.M., 1969. Abastecimiento y depuración de agua potable. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Madrid.
- Plate E., 1987. Opening address. Hydraulics and Hydraulic Research. An Historical Review, página IX Publicado por la IAHR y editado por Günter Garbrecht. Balkema. Rotterdam. Holanda.
- Raabe J., 1987. Great names and the development of hydraulic machinery. Hydraulics and Hydraulic Research. An Historical Review, pp 251 – 266. Publicado por la IAHR y editado por Günter Garbrecht. Balkema. Rotterdam. Holanda.
- Rouse, H. (1.963). "History of Hydraulics". Dover. New York
- Rouse H., 1987. "Hydraulics' latest golden age". Hydraulics and Hydraulic Research. An Historical Review, pp 307- 314. Publicado por la IAHR y editado por Günter Garbrecht. Balkema. Rotterdam. Holanda.
- Sahuquillo A., 1989. Posibilidades de utilización y necesidades de gestión de las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. El agua en la Comunidad Valenciana. Pp 83-100. E. Cabrera y A. Sahuquillo, editores. Generalitat Valenciana.
- Schnitter J., 1994. A History of Dams. The useful pyramids-Balkema. Rotterdam. Holanda. Steel E. W., 1972. Abastecimiento y saneamiento urbano. Gustavo Gili. Barcelona
- UE, (Unión Europea), 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de Octubre de 2000 (Directiva Marco del Agua). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, de 22.12.2000. Páginas L 327/1 a L 327/72
- UN (United Nations), 1992. Agenda 21: Chapter 18: Protection of the quality and supply of freshwater resources. Conference on Environmental and Development, Rio de Janeiro, Junio, 1.992