



## COMPENDIO DE IDEAS BASICAS SOBRE EL AGUA Y SUS USOS(\*)

Por MARIANO PALANCAR PENELLA

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

*Con ocasión de la "Conferencia Mundial del Agua", de las Naciones Unidas en Mar del Plata, Argentina (marzo de 1977), en la que se trató del agua con carácter general, se prepararon para su presentación como comunicación a la misma estos comentarios globales sobre los problemas que plantean los aprovechamientos hidráulicos, vistos desde la perspectiva de un ingeniero hidráulico con toda una vida dedicada a estos temas en sus diferentes aspectos: planificación de cuencas hidrográficas, proyectos y construcción de obras de riego, aprovechamientos hidroeléctricos, abastecimientos a grandes poblaciones y a medios rurales, obras de defensa contra avenidas, etc.*

*Esta experiencia la hemos resumido en la presente aportación, realizada con lenguaje sencillo y de modo muy resumido y que sin aportar ideas nuevas si pretende dar una visión global de los problemas del agua desde su experiencia real de los mismos.*

### 1. PREOCUPACION MUNDIAL POR EL AGUA

No es preciso insistir mucho sobre la creciente preocupación mundial por los problemas del agua, de la que es muestra esta conferencia.

Subrayemos algunos datos:

1.1. En materia de legislación ha habido una proliferación de nuevas leyes en la mayoría de los países, como lo demuestra el siguiente y apretado resumen:

1964. *Francia*: Ley de 16-12-64 sobre régimen y repartición de las aguas.

1969. *Chile*: Código de aguas de 15 de enero de 1969.

*Dinamarca*: Ley sobre abastecimiento de agua de 18-4-69.

*Perú*: Ley General de Aguas de 24-7-69.

*Holanda*: Ley de Aguas de 13-11-69.

1970. *Noruega*: Ley de 26-6-70.

*U.R.S.S.*: Ley de Aguas.

1971. *Bélgica*: Ley sobre protección de las aguas superficiales y subterráneas de 26-3-71.

*México*: Ley Federal de Aguas de 30-12-71.

*Suiza*: Ley de Aguas de 8-10-71.

1972. *Ecuador*: Ley de Aguas de 18-5-72.

1973. *Inglaterra*: Ley de Aguas.

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta revista hasta el 31 de enero de 1978.

1.2. Las reuniones y Congresos de carácter internacional sobre temas relacionados con el agua son importantes y cada vez más numerosos. Nos limitamos a citar los siguientes:

- Congresos Internacionales de Grandes Presas, organizados por la Comisión Internacional de Grandes Presas.
- Congresos Internacionales de Riegos y Drenajes, organizados por el Comité Internacional de Riegos y Drenajes.
- Congresos Internacionales sobre Abastecimientos de Agua, organizados por la I.W.S.A.
- Reuniones del Comité de la Gestión del Agua, de la O.E.C.D.E.
- Reuniones de la División de Fomento de Tierras y Aguas de la F.A.O.
- Reuniones del Comité de Problemas del Agua de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas.

1.3. A nivel político, la preocupación por estos mismos temas se ha traducido en los últimos años en reuniones e informes del más alto nivel:

- En 1965 y bajo el patrocinio de la UNESCO, se inició la *Década Hidrológica Internacional*, un programa de estudio e investigación sobre los principios fundamentales que afectan al agua, su distribución y movimiento en todo el mundo.
- En 1967, el presidente de los Estados Unidos de América convocó la célebre Conferencia Internacional *Water for Peace*.
- En 1968, el Consejo de Europa proclamó en Estrasburgo la *Carta Europea del Agua*, auténtica declaración de principios que viene a recordar que siendo el agua un recurso limitado indispensable para la supervivencia de la Humanidad, el tema de su utilización debe formularse con el máximo rigor y con la máxima severidad.

A nivel de informes al Gobierno y Libros Blancos, son dignos de mención los siguientes:

- En 1971, "The future management of water in England and Wales". Informe redactado por el Central Advisory Water Committee inglés.
- En 1974, "Le livre blanc de l'eau en France", redactado a petición del Comité Nacional del Agua francés.
- En 1975, "Westwide Study", un informe del Departamento del Interior U.S.A. sobre los problemas críticos de agua en los once Estados del Oeste americano.

## 2. LAS NUEVAS IDEAS SOBRE DESARROLLO

Al tratar los problemas del agua de manera global, aunque sea en forma resumida, no es posible pasar por alto los nuevos planteamientos económicos y filosóficos sobre nuevos modelos de desarrollo y aun formas de vida que el mundo está conociendo en los últimos años y que han dado lugar a informes tan famosos como el patrocinado por el Club de Roma.

Hemos de considerar estos informes como llamadas de atención de tipo cualitativo sobre las orientaciones de nuestra civilización, y hemos de convenir en que son importantes los defectos de una economía basada en el consumo y caracteri-

zada por el despilfarro, pero sin que esta apreciación crítica nos haga caer en la ingenuidad de preferir un naturalismo que no se puede identificar con el estado feliz.

En los temas relacionados con el agua no hay que plantear futuros apocalípticos, sino realidades derivadas de un bien escaso que necesita ser administrado adecuadamente. El objetivo suficiente e importante debe ser evitar el despilfarro.

### 3. EL AGUA EN EL MUNDO

Tras haber realizado en los apartados anteriores una breve introducción que consideramos justificada y necesaria, antes de entrar propiamente en materia vamos a dedicar este epigrafe a situar el problema en un marco global mundial.

El agua existente en el mundo hoy día es la misma que había en los principios de la creación.

Este volumen, del orden de 1.400 millones de kilómetros cúbicos, ha permanecido inalterable a lo largo de los cuatro o cinco mil millones de años de vida de nuestro planeta.

Cuando la tierra era joven, prácticamente todo el agua estaba en forma de vapor, pues la superficie de la tierra estaba demasiado caliente para aceptar agua. La que caía se convertía inmediatamente en vapor, y la tierra, que se iba enfriando lentamente, estaba rodeada de espesas capas de nubes.

Después de miles de años, la superficie de la Tierra se enfrió lo suficiente para mantener sobre ella el agua de lluvia. Año tras año, siglo tras siglo, llovió abundantemente.

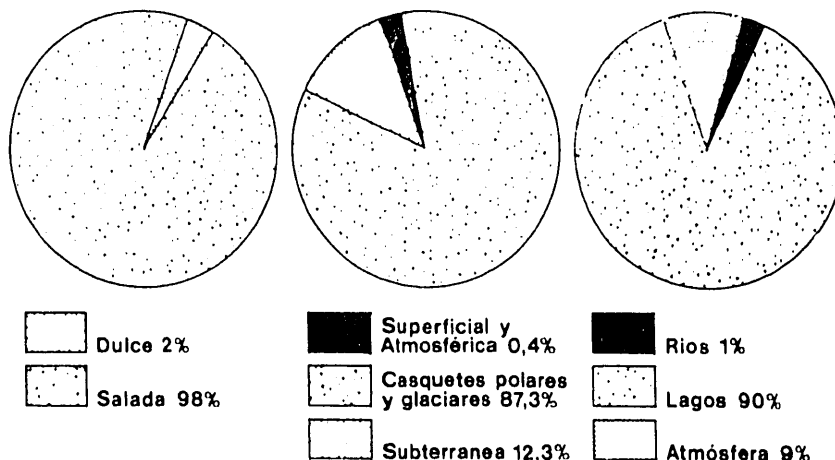
Este diluvio constante, empezó a arrastrar y disolver rocas y minerales, transportándolos a los océanos, que en los primeros tiempos no eran muy salinos, pero los arrastres fueron aumentando la salinidad.

## EL AGUA EN EL MUNDO

**AGUA EN TOTAL**  
1.400 millones de Km<sup>3</sup>

**AGUA DULCE**  
33 millones Km<sup>3</sup>

**AGUA DULCE UTILIZABLE**  
Superficial y atmosférica 140.000 Km<sup>3</sup>



Aproximadamente el 98 por 100 del agua del mundo es agua salada y el 2 por 100 agua dulce.

De este pequeño porcentaje, que representa la reserva mundial de agua dulce, el 87 por 100 está en forma de hielo (en los casquetes polares y glaciares, principalmente en el Antártico), el 12 por 100 es agua subterránea de difícil utilización, y queda una fracción, pequeña pero esencial para la vida en este planeta, que se estima en 140.000 Km<sup>3</sup>, aproximadamente, de la cual el 90 por 100 corresponde a los lagos y el resto está en los ríos y en la atmósfera.

La característica más importante de esta masa de agua no es su cantidad, sino su aspecto dinámico. Está continuamente en movimiento.

Este amplio e incesante ciclo, vital para la vida en este planeta, es conocido como el "ciclo hidrológico".

Como hemos visto, la mayor parte del agua de la tierra es inaprovechable para el consumo por ser salada o estar permanentemente helada.

#### 4. IMPORTANCIA DE LA GEOGRAFIA

Al enfrentarnos con los problemas del agua, encontramos en la geografía el condicionante más importante.

Como dice el profesor Retortillo, "la regulación jurídica de los recursos hidráulicos aparece directamente condicionada por las características geográficas y naturales de los distintos países".

Es evidente que no pueden ser los mismos los problemas y sus soluciones de países "húmedos" y de países "secos".

Así, en general, la legislación se orienta por caminos distintos y en los países secos predomina el derecho a usar las aguas por el sistema de concesión, en tanto que en los países húmedos son usuarias los "riparian rights" o derechos de los ribereños.

Pero son otros muchos los aspectos en que la geografía se impone.

En los países de Europa Central, los problemas fundamentales son los de navegación y defensa contra las inundaciones, en tanto que en el área mediterránea privan los problemas de riego.

Y se comprende que sea diferente el planteamiento de los problemas hidráulicos de un país como Holanda, en lucha permanente contra los excesos de agua, que de países como Israel o Australia.

En definitiva, queremos subrayar que en este campo, como en tantos otros, no hay recetas de aplicación generalizada.

#### 6. USOS DEL AGUA

La dependencia de la Sociedad moderna respecto al agua, se pone de manifiesto al pasar revista a sus diferentes usos:

— El más obvio y antiguo es el abastecimiento doméstico para bebida, cocina y lavado, que abarca desde modestas instalaciones rurales a sistemas complejos y costosos para abastecimiento de grandes poblaciones.

— En la industria forma parte importante de casi todos los procesos de manufacturación y en el sector de la energía es fundamental su importancia, no

sólo en los saltos hidroeléctricos, sino también en la refrigeración de centrales térmicas y nucleares.

- En el sector del transporte, la nevegación es todavía el más económico de todos los sistemas conocidos y constituye la infraestructura básica de la economía de importantes regiones.
- En la agricultura el agua, ya como aportación natural o por medio del riego, es vital en el proceso productivo.
- La pesca es un factor económico de gran importancia y de muchas posibilidades.
- El agua proporciona también el medio de diluir y evacuar los residuos de nuestras actividades.
- Y en el aspecto recreativo y de protección del medio ambiente, cada vez es mayor la importancia de los temas relacionados con el agua.

## 7. PRINCIPIOS BASICOS

En la mayoría de las numerosas leyes modernas de diferentes países sobre el agua se observa el respeto a unas ideas básicas que comentamos brevemente:

- El dominio público de las aguas. El agua es un bien público.
- Su carácter de recurso limitado, cuyo uso requiere autorización administrativa.
- La unidad del ciclo hidrológico.
- El carácter tradicional del derecho de aguas.

El carácter público de las aguas es natural en todos los países socialistas y se generaliza igualmente en la mayoría de las legislaciones modernas de países de otro sistema económico, aunque existan matices en el tratamiento de algunos aspectos de cómo pueden ser las aguas subterráneas o el tema de los derechos adquiridos. Ejemplo de esta tendencia son las modernas leyes de agua de México, Chile, Perú, Irán, Israel.

La consideración del agua como un recurso limitado es relativamente reciente, como consecuencia del tremendo crecimiento de la demanda en las últimas décadas. Se impone, por tanto, la necesidad de establecer las reglas para la adecuada utilización de los recursos hidráulicos y se justifica así la generalización de la autorización administrativa para su uso incluso en los países húmedos.

También es hoy en día un principio generalmente admitido la "unidad del ciclo hidrológico", fundamento de la ciencia hidrológica y del que es obligado deducir las oportunas consecuencias. Aunque nos ocuparemos en otro epígrafe de este tema, queremos subrayar ya que una de las consecuencias del carácter unitario del ciclo del agua, es la necesidad de considerar globalmente los problemas de "cantidad" y "calidad", como han reconocido las recientes leyes de aguas de Francia e Inglaterra.

Finalmente, conviene subrayar, como hace el profesor Retortillo, el carácter tradicional del derecho de aguas, cuyas soluciones presentan con frecuencia hondas raíces sociológicas que no pueden desconocerse. Por eso, en este tema del derecho de aguas hay que partir de la realidad concreta de cada país, que es preciso contemplar y ordenar como dato básico.

## 8. ORDEN DE PREFERENCIA EN LOS APROVECHAMIENTOS

La antigua y venerable Ley de Aguas española establece en su artículo 160 el siguiente orden de preferencias:

1. Abastecimiento de poblaciones.
2. Abastecimiento de ferrocarriles.
3. Riegos.
4. Canales de navegación.
5. Molinos y otras fábricas, barcas de paso y puentes flotantes.
6. Estanques para viveros o criaderos de peces.

Se trata de una verdadera jerarquía de valores con la consecuencia de que si se solicitan varias concesiones para usos distintos, la Administración debe otorgar, en caso de incompatibilidad entre ellas, aquel que según el orden legal tenga preferencia. Y en caso de varias peticiones del mismo grupo, se atiende al proyecto de mayor importancia y utilidad y en igualdad de circunstancias, al que se hubiera presentado antes.

Este esquema, indudablemente lógico y coherente, ofrece actualmente, ante una situación económica caracterizada por su dinamismo, problemas derivados de su excesiva rigidez.

Aunque se sigue tendiendo en las modernas leyes de agua a conservar la preferencia de los abastecimientos sobre los regadíos y de éstos sobre los usos industriales, se abre en general la posibilidad de alterar esta preferencia en casos concretos por la Administración, atendiendo al interés general.

Lo cual, evidentemente, planteará tensiones entre distintas fuerzas socioeconómicas a la hora de determinar las preferencias efectivas por parte de la Administración.

## 9. LA UNIDAD DEL AGUA

Vale la pena volver sobre este tema dedicándole un comentario más amplio. Hoy día es un hecho científico bien conocido el ciclo hidrológico.

El agua es, en general, siempre la misma y responde a un ciclo constante y eterno que se inicia con la lluvia. El agua —y la nieve— precipitada sobre la superficie terrestre pasa por diversos estados dentro del ciclo hidrológico hasta volver a evaporarse o precipitarse en el mar. Puede discurrir por la superficie, por los cauces de ríos o canales, puede infiltrarse, puede aflorar por un manantial o ser bombeada desde un pozo para volver a fluir como agua superficial y volver a infiltrarse, pero su estado circunstancial no altera la identidad de una sola agua en su ciclo dinámico.

Este principio, que tuvo dificultades de aceptación en tiempos pasados, hoy es reconocido universalmente y se incorpora a las nuevas leyes. De modo tajante, la moderna Ley de Aguas de 1970 de la U.R.S.S. dice, en su artículo 4: "Todas las aguas constituyen un solo recurso único e indivisible."

Y como dice el profesor Retortillo: "Si la base científica del tema nos conduce precisamente al reconocimiento de la unidad del ciclo hidrológico, la respuesta que el Derecho da al mismo no puede sino partir de tales presupuestos".

Una consecuencia práctica importante es la unidad del régimen jurídico de las aguas y la unidad de su administración.

Otra consecuencia es la necesidad de contemplar con visión global los problemas de "cantidad" y "calidad" de las aguas, como hacen las legislaciones de Francia (1964) e Inglaterra (1973), y de modo muy claro y coherente la Ley de Aguas de la U.R.S.S. de 1970, que en su artículo 1.º al definir los fines perseguidos por la ley, establece junto a la "regulación de los recursos" la de "proteger el agua contra la polución, obstrucción y agotamiento".

## 10. LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Como hemos dicho anteriormente, las aguas subterráneas en su lento movimiento forman parte del ciclo hidrológico, pero tienen características peculiares que se han traducido en diferentes tratamientos legales y en problemas específicos.

Las razones principales que explican esta situación son las siguientes:

- Los rudimentarios sistemas de extracción de las aguas subterráneas han limitado durante siglos los caudales obtenidos a cifras reducidas, sin gran afección a los acuíferos, por lo que no se planteaban graves problemas. La utilización de las bombas de aspiración aumentó sensiblemente la importancia de las extracciones y como consecuencia, los problemas de afecciones, pero han sido las bombas profundas las que representan un mayor avance tecnológico y al mismo tiempo una posibilidad clara de afección a los acuíferos, detrayendo de los mismos caudales de importancia.
- El conocimiento científico del funcionamiento de los acuíferos se ha desarrollado en las últimas décadas, no existiendo anteriormente una base adecuada en qué asentar el derecho.
- El conocimiento riguroso de los caudales a obtener de los acuíferos, requiere en general una explotación previa de los mismos, lo cual, indudablemente, suponía un freno a su desarrollo.

Estos antecedentes históricos explican la situación actual, caracterizada, en general, por una legislación inadecuada en materia de aguas subterráneas, falta de control en su explotación y problemas generales de sobreexplotación de acuíferos, con riesgos de salinización en muchos casos.

Siendo evidente el interés de utilización de las aguas subterráneas, que además son en general de buena calidad por su filtrado a través del subsuelo, es claro que su mejor aprovechamiento está basado en la aceptación del hecho mismo de su integración en el ciclo unitario del agua.

Una legislación basada en este hecho real debe traducirse en una gestión unitaria o al menos coordinada de las aguas superficiales y subterráneas, y como consecuencia, en una explotación conjunta que permita obtener el mayor rendimiento de los recursos superficiales regulados o afluentes, de la sobre-explotación de los acuíferos y su posible recarga.

## 11. LA ADMINISTRACION DEL AGUA

La preocupación generalizada por la escasez de recursos hidráulicos frente a la demanda futura previsible, escasez que es ya real en algunas regiones, ha he-

cho prestar una gran atención en los últimos años al problema de la administración del agua.

Vamos a considerar tres niveles de actuación: el local, el regional y el nacional.

11.1.<sup>b</sup> A nivel local, las organizaciones más caracterizadas para la administración del agua son las asociaciones de regantes, previstas en gran parte de legislaciones, de las que citaremos, por su eficacia, dos ejemplos muy diferentes: las comunidades de regantes españolas, organismos seculares anteriores a la propia Ley de Aguas de 1868, y los modernos distritos de riego norteamericanos.

11.2. A nivel regional entendemos que la solución española del año 1926, las Confederaciones Hidrográficas, establece los principios básicos, hoy plenamente vigentes y no superados, para abordar este problema:

- El concepto de "cuenca hidrográfica" como delimitación natural de una región, superando delimitaciones puramente administrativas.
- La idea de unidad en el aprovechamiento integral de todos los recursos hidráulicos de la cuenca.
- La autonomía deseable de estos organismos.
- La participación de los usuarios en el gobierno del organismo.

El concepto de cuenca hidrográfica tiene un claro fundamento físico y está generalmente adoptado y recomendado por los organismos internacionales especializados. La Carta Europea del Agua dice en su punto 11.

"La administración de los recursos hidráulicos debiera encuadrarse más bien en el marco de las cuencas naturales que en el de las fronteras administrativas y políticas."

Francia lo recoge en la Ley de 1964, que crea las "agencias financieras de cuenca", así como Inglaterra en la Ley de 1973, que crea las "autoridades regionales del agua".

En el reciente plan hidráulico mexicano (1975) también se prevén organismos de este tipo, con una pequeña variante de detalle, al modificar ligeramente los límites de la cuenca para hacerlos coincidir con términos municipales completos.

Naturalmente, esta idea de cuenca se desvirtúa en los casos extremos de falta de un río importante o bien en los grandes ríos de carácter internacional.

La idea de unidad en la gestión del agua a nivel regional es una consecuencia del carácter unitario del ciclo del agua, reiteradamente subrayado en este trabajo.

En este aspecto, es realmente impresionante y aleccionador el pragmatismo con que Inglaterra hace frente a sus problemas en la reciente Ley de 1973, en la que a pesar de la fuerte personalidad de las organizaciones locales que tenían encomendadas las funciones de abastecimiento y saneamiento de poblaciones, no han dudado en integrar todas estas organizaciones en las "Regional Water Authorities", que agrupan y unifican todas las funciones hidráulicas en cada cuenca.

Recientemente, la Conferencia Internacional sobre los Sistemas de Derechos de Aguas en el Mundo (Valencia, septiembre 1975), han reiterado recomendaciones en el sentido de que debe existir unidad en la administración hídrica a nivel nacional, segundo a nivel de cuenca y tercero a nivel local.

La "autonomía" es importante como concepto, pero necesita ser enmarcada en el contexto económico y político de cada país. Con frecuencia puede ser suficiente y aun preferible, una autonomía parcial o una mera descentralización, pues



sobre todo en regiones subdesarrolladas puede ser engañosa y peligrosa una autonomía limitada a las propias fuerzas.

Finalmente, sobre la participación de los usuarios, es conveniente hacer algunos comentarios.

En general, se considera importante y necesaria, pero haciéndola compatible con la eficacia de una gestión cada vez más tecnificada y compleja, que requiere continuidad y rigor.

El profesor Cano, de la Argentina, resumió en la conferencia de Zaragoza (España), en octubre de 1976, sus experiencias en esta materia de la siguiente manera:

- a) La participación de los usuarios en la etapa final de la distribución de las aguas, consistente en que funcionarios electos por ellos hagan las tareas de reparto del agua, trabajos de mantenimiento y conservación de los canales y obras hidráulicas, e impartan justicia en problemas vinculados a la distribución del agua en conflictos entre los propios usuarios, es un sistema vastamente aplicado en muchas partes del mundo, que funciona eficientemente.
- b) La participación de los usuarios en la administración de ríos o cuencas, a través de representantes electos, es practicada en menor grado y en algunos casos resistida por los Gobiernos centrales o nacionales. En todo caso, una participación consultiva si les es reconocida con más generalidad.
- c) La audiencia al público y otros sistemas de consulta a la opinión pública, en los procesos de toma de decisiones políticas y de planificación, es practicada en algunos países, sin que se reconozca a las opiniones del público un poder obligatorio. Pero es recomendada como una práctica sana, que conduce a la toma de decisiones más acertadas.
- d) En la experiencia argentina, cuando son los usuarios quienes cumplen por sí mismos las actividades mencionadas en a) precedente, ello resulta considerablemente más eficiente y barato que cuando las realizan organismos administrativos directamente.
- e) Existe una tendencia burocrática a menguar la participación de los usuarios y conviene revertirla.

11.3. A nivel nacional, las recomendaciones de los organismos internacionales son a favor de la unidad, aunque se encuentran en los diferentes países diferentes fórmulas de aplicación.

Las Naciones Unidas, al establecer su programa de acción para el desarrollo en la década de los 60, al tratar de los "recursos naturales", dice textualmente.

"Si se quiere planear efectivamente el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de un país dado, es esencial hacer una evaluación general de los recursos hidráulicos necesarios actualmente y en el futuro de cada una de las regiones del país, así como reunir información acerca de los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos de que se dispone. La experiencia ha demostrado que, en muchos casos, un estudio nacional efectuado con éxito, con la colaboración de los diversos departamentos ministeriales, pondrá de relieve la necesidad de que una oficina central del Estado determine la política hidráulica general y coordine el aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

Creando esa oficina central, los países en curso de desarrollo pueden evitar que proliferen los organismos de la ordenación de los recursos hidráulicos, como ha ocurrido en algunas partes."

En todo caso, en la mayoría de los países encontramos soluciones que intentan la coordinación de la política hidráulica a nivel nacional, mediante órganos del tipo del Comité Nacional del Agua francés o el Consejo Nacional del Agua en Inglaterra, órganos en los que están representados todos los sectores relacionados directamente con el agua.

## 12. PLANIFICACION

La Carta Europea del Agua dice en sus puntos 7 y 8:

"Los recursos hídricos deben inventariarse."

"Para una adecuada administración del agua es preciso que las autoridades competentes establezcan el correspondiente plan."

Esta necesidad de una planificación como punto de partida para una actuación seria y rigurosa de la Administración, se ha recogido en las recientes leyes de aguas de muchos países y se reiteró recientemente en la II Conferencia Internacional sobre Derecho y Administración de Aguas en Caracas (Venezuela), febrero 1976.

Copiamos los apartados siguientes de las conclusiones, en las que se recomienda a los Gobiernos:

"17. El aprovechamiento y la administración de los recursos hidráulicos deben hacerse de una forma planificada dentro del contexto del desarrollo integral del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. El plan hidráulico debe ser de obligatorio cumplimiento."

"20. Los planes de ordenación del territorio deben considerar, en general, la utilización óptima de los recursos naturales como elementos esenciales y del agua en particular."

"35. Para evitar los conflictos de competencia entre la administración central de los recursos hidráulicos y las áreas de jurisdicción de los Gobiernos locales, debería centralizarse la planificación de los recursos hidráulicos a nivel de cuenca u otras zonas hidrográficas de gestión, atribuyendo la formulación del plan a un cuerpo multidisciplinario, representante de todos los grupos de interés, tanto públicos como privados. Las operaciones administrativas para implantar el plan deberían ser distribuidas entre las instituciones públicas y privadas dentro de sus respectivas áreas de jurisdicción, bajo el control y poderes regulatorios de la organización administrativa de la cuenca pertinente."

Subrayemos el acierto de esta última recomendación, que encomienda a las propias cuencas hidrográficas su planificación, con independencia de la labor necesaria de coordinación a nivel nacional.

En España y siguiendo esta línea de actuación, en la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir estamos redactando un plan general de la cuenca, bajo los auspicios de la Dirección General de Obras Hidráulicas y con la supervisión del Centro de Estudios Hidrográficos, órganos de nivel nacional.

Como ejemplo notable y reciente de planificación hidráulica, nos parece obli-

gado citar el magnífico Plan Nacional Hidráulico de México, terminado en 1975, al que hemos dedicado un artículo informativo en el *Boletín* del Ministerio de Obras Públicas español.

### 13. EL INCREMENTO DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

La Carta Europea del Agua dice en su punto 2:

"Los recursos en agua dulce no son inagotables. Es indispensable preservarlos, controlarlos y, si es posible, acrecentarlos."

Realmente, el incremento de los recursos hidráulicos utilizables constituye un objetivo prioritario en la mayoría de los países y muy especialmente en los de clima seco.

Con independencia de las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías —desalación de agua marina, modificación del tiempo atmosférico, aprovechamiento de icebergs, etc.— las líneas convencionales de actuación son:

- Aumento de la regulación mediante embalses.
- Utilización coordinada de recursos superficiales y subterráneos.
- Mayor eficacia en la utilización de los recursos.

De los dos últimos temas nos ocupamos en otros epígrafes de este trabajo, por lo que vamos a referirnos sólo aquí al tema de embalses de regulación.

Su técnica está muy desarrollada y hoy en día se construyen grandes presas con sistemas de control muy elaborados y este aspecto no requiere comentario.

Se generaliza también en los proyectos la debida consideración a los aspectos ecológicos que son importantes, aunque siempre es preciso guardar una escala de valores y no pasar del extremo equivocado de no tener en cuenta las consecuencias ecológicas de una gran obra, al otro extremo, igualmente equivocado, de pretender la intangibilidad de la Naturaleza.

Pero queremos referirnos ahora a otra idea de carácter general relacionada con el proyecto de grandes embalses, vistos desde una perspectiva general.

Nos referimos a la necesidad de que los grandes embalses de regulación se integren en el marco de una planificación general que contemple aspectos como el de "ordenación del territorio" y con programas de "utilización múltiple", pues la escasez de agua debe obligar a su utilización coordinada en diferentes usos.

### 14. REGADIOS

Entre los diferentes usos del agua el regadío constituye el más importante. Según estudios de la F.A.O., se considera que el riego absorbe del 0,6 al 0,7 por 100 del agua total consumida en el mundo.

El cuadro siguiente, tomado de un artículo publicado en el *Boletín de la I.C.I.D.* por I. Zonn, resume las superficies de riego en todo el mundo. Estima que a final de siglo la cifra será del orden de 300 millones de hectáreas.

Dada la preocupación general por la crisis de materias primas y las perspectivas mundiales de problemas futuros de alimentación, la política de regadíos, que permite incrementar notablemente la producción agraria, sigue siendo clave en gran número de países.

## SUPERFICIES REGADAS EN EL MUNDO

(Millones de hectáreas)

	Tierra agrícola cultivada	Regada	%
U.R.S.S. ....	233	12	5
Europa (sin U.R.S.S.) ....	145	13	9
Asia (sin U.R.S.S.) ....	463	165	35
Africa ....	214	9	4
América del Norte y Central ....	271	27	10
América del Sur ....	84	7	8
Australia y Oceanía ....	47	2	4
<i>Total</i> .....	1.457	233	16

En el desarrollo de estas políticas, hemos de indicar que se cuenta con avances técnicos importantes, que nos limitaremos a enumerar:

- Los estudios previos de viabilidad analizan las calidades de suelo, problemas de drenaje, aspectos económicos, etc.
- La técnica de construcción de canales se ha enriquecido con el empleo de máquinas continuas deslizantes.
- Los prefabricados de hormigón y el empleo de materiales plásticos permiten nuevos planteamientos.
- El automatismo en compuertas y el telemando ofrecen nuevas soluciones para la explotación.
- El riego por aspersión y por goteo permiten ahorros importantes de agua.

Una vez enumerados los avances técnicos a nuestra disposición, conviene subrayar un aspecto al que no se le presta, en general, la atención debida y es el de la eficaz utilización del agua en el riego.

Estimamos que un programa encaminado a obtener mayor eficacia en el empleo de agua para el riego tiene los siguientes campos de actuación:

- Mayor atención a las necesidades de agua de los cultivos a la hora de su elección, en relación con los objetivos económicos perseguidos.
- Tarifas de riego que tengan en cuenta el consumo para que la reducción de éste represente un incentivo económico.
- Mejoras en las técnicas de almacenamiento, conducción y aplicación a la tierra del agua.
- Mayor eficacia en la explotación.

En este programa de actuaciones probablemente sea el último apartado el menos atendido a pesar de que la explotación representa el objetivo último y fundamental de un proyecto de regadío.

Por esta razón, hemos recomendado en nuestro país que todo proyecto de regadío debería llevar un anejo dedicado a la explotación, justificando cómo se prevé que funcionará el sistema.

En este campo consideramos importantísimo el programa iniciado hace pocos años por el Bureau of Reclamation americano, denominado I. M. S. (Irrigation Management Service), en cuyo desarrollo colabora España desde 1975.

Es un programa destinado a aumentar la eficiencia en todo el proceso del regadío: aplicación del agua en parcela y en el sistema de conducción-distribución.

Para mejorar la eficiencia en la aplicación del agua a la parcela, se determina el momento adecuado de aplicar los riegos y el caudal a utilizar. Es decir, *cuándo* regar y *cuánto* regar.

Se basa en el conocimiento de la humedad del suelo (mediante tensiómetros, electrómetros, sonda de neutrones, etc.), el conocimiento de las características climáticas (temperatura, radiación, vientos, etc.). condiciones del suelo y curvas de consumo de los diferentes cultivos.

Mediante el tratamiento de estos datos en ordenador se logra la programación científica del riego en grandes zonas.

Para mejorar la eficiencia en los sistemas de conducción y distribución, el programa se basa en los avances tecnológicos en automatismo y telemando, y en el uso de ordenadores para analizar los numerosos datos que intervienen.

Se comprende que con un programa de necesidades analizado en ordenador y un mando a distancia de las compuertas que condicionan el funcionamiento de la red, se puede lograr que ésta responda eficazmente a las necesidades, con la ventaja fundamental de que las decisiones de explotación podrían tomarse con una visión global del problema.

Sin necesidad de llegar a una explotación integrada, se puede mejorar el funcionamiento automático de las compuertas en función de los niveles de agua en más de un punto del canal y con una velocidad de transmisión de órdenes por corriente eléctrica en lugar de hacerlo por ondas hidráulicas de la superficie del canal.

En este campo, que ofrece grandes posibilidades, el VIII Congreso de Riegos y Drenajes dio a conocer realizaciones prácticas de gran interés de Clark y Wood, basadas en el concepto de "volumen constante del canal" de Ditzler, basadas en el concepto de "almacenamiento y distribución" y control de niveles aguas arriba y aguas abajo, el sistema HyFLO aplicado al Corning Canal y las realizaciones generales de la URSS y de Estados Unidos.

Terminamos este apartado con un comentario que consideramos fundamental: probablemente la actuación de mayor rendimiento global en el campo del regadío sea la mejora de la eficiencia en los sistemas de riego convencionales que representan, con mucho, la mayoría de la superficie en riego.

Sin necesidad de tecnologías modernas, de riego por aspersión o gota a gota o de empleo de ordenadores, hay un amplio campo de actuación elemental y sencilla para reducir los despilfarros de agua en los regadíos convencionales.

Ejemplo de una actuación encaminada a este fin es el Plan de Mejora Parcelario (PLAMEPA), iniciado hace algunos años por México.

## 15. ABASTECIMIENTOS

El uso del agua para abastecimientos tiene, en general, una preferencia absoluta en la legislación, basado en la necesidad fundamental del agua para la vida humana. aunque hemos de admitir que en el caso de los grandes abastecimientos urbanos, las demandas incluyen componentes industriales, suntuarias y urbanísticas que pueden justificar menos esta preferencia.

Es frecuente considerar el tema del abastecimiento de agua desglosado en

dos grandes grupos, el rural y el urbano, que en muchos países dependen de Ministerios diferentes.

En el sector rural los problemas suelen estar más definidos, las dotaciones por habitante y día oscilan de 150 litros por habitante y día a 200 y las soluciones técnicas suelen ser más estereotipadas.

En las aglomeraciones urbanas el crecimiento ha sido desbordante en las últimas décadas, los consumos unitarios se han elevado a cifras de 400 ó 500 litros por habitante y día, llegando a superar los 1.000 litros en ocasiones.

En una comunicación presentada al Congreso de la I. W. S. A., en Amsterdam, en 1976, resumíamos así algunos de los principales problemas de este campo:

- Dificultades de prever el crecimiento demográfico y especialmente el cómo se asentará esta nueva población en la ciudad.
- Los horizontes de planificación y la conveniencia de acudir a la "reserva de caudales" para su utilización futura con horizontes del orden de veinticinco años.
- Las etapas de ampliación deben conjugar la garantía de un adecuado suministro con el adecuado planteamiento económico que evite inversiones excesivamente anticipadas.

Es prudente, a nuestro juicio, en materia de servicio público como ésta pecar por exceso y que las obras de ampliación vayan claramente por delante de las necesidades; se justifica además esta postura por la inflación generalizada, así como por los mecanismos de financiación.

- En presas de embalse pueden abordarse soluciones que permitan recrecimientos futuros; en captaciones y estaciones de tratamiento debe contarse con amplitud de terrenos de cara al futuro, aunque las instalaciones se realicen por fases; en conducciones a presión pueden ejecutarse las obras de fábrica y túneles para la capacidad final desdoblado la conducción y, en general, es siempre recomendable resolver con visión global los problemas de trazado, propiedad, derechos, etc., que reduzcan las fases siguientes a los aspectos técnicos y económicos más sencillos de desarrollar de acuerdo con un programa.
- Insistiendo en ideas ya expuestas, hay que integrar la planificación de los grandes abastecimientos en una planificación global de recursos hidráulicos.
- Otro aspecto de interés es el de fomentar una política de "adecuación de la calidad del agua a los usos" a que está destinada, reservando el agua de mejor calidad para los abastecimientos.

No es lógico que aguas subterráneas de calidad se dediquen masivamente a la agricultura o a la industria, mientras hay que gastar mucho dinero en el tratamiento de aguas superficiales para abastecimiento de poblaciones inmediatas.

En cambio, es interesante, mediante tratamientos más sencillos, dedicar aguas residuales de abastecimientos con fines agrícolas, industriales o recreativos, aspecto importante de la reutilización que tenemos que contemplar ya antes de pensar en la reutilización del agua para el propio abastecimiento.

- Otro aspecto digno de considerar en una planificación a largo plazo debe

ser la instrumentación de una política de "lucha contra el despilfarro", verdadera lacra de nuestra sociedad, pues es evidente que una mejora en este aspecto —bien sea por medidas técnicas, mentalización del usuario o incentivos económicos— equivale a un aumento de recursos.

- En este mismo sentido es de interés el estudio y programación de "medidas prácticas para épocas de escasez", pues tenemos experiencia de que una respuesta eficaz de los usuarios permite ahorros importantes en repercusiones graves del servicio y esto en definitiva puede permitir economías al pretender un servicio garantizado al 100 por 100 puesto que cabe sustituir parte de las garantías en recursos o instalaciones por una bien ordenada programación del funcionamiento en épocas de escasez.
- Terminamos este apartado con una recomendación de tipo general que se viene adoptando en las ciudades importantes y que consiste en la conveniencia de unificar los servicios de abastecimiento de aguas y alcantarillado para reunir en una sola unidad de gestión las funciones urbanas de suministro y evacuación de aguas.

## 16. USOS INDUSTRIALES

Si bien hemos indicado antes que la Agricultura representa el mayor consumidor de agua, y esto naturalmente está muy acusado en países de economía agraria, hay que tener presente que en los países muy desarrollados la Industria y los Servicios necesitan agua en grandes proporciones, y así en los Estados Unidos de América, que representan el arquetipo de nación desarrollada, supone aproximadamente el mismo porcentaje la Agricultura que la Industria más Servicios.

Las necesidades de agua en los procesos industriales son mal conocidas, y las cifras que suelen encontrarse en los manuales son susceptibles de cambios importantes cuando la escasez o el precio del agua dan pie a innovaciones tecnológicas en el proceso industrial.

Dentro de los usos industriales consideramos obligado un comentario específico sobre el binomio agua-energía. Si tradicionalmente ha habido una vinculación directa en el campo de la energía hidroeléctrica, hemos de subrayar que a pesar de la explotación de nuevas fuentes de energía sigue existiendo una fuerte relación. Pensemos en la necesidad de agua de refrigeración para centrales térmicas o nucleares, energía necesaria para plantas desaladoras, energía necesaria para grandes obras de transvase, centrales reversibles, etc.

En definitiva, queremos subrayar la necesidad de establecer la debida coordinación entre los programas energéticos e hidráulicos de un país o región.

## 17. LA CONTAMINACION

La Carta Europea del Agua dice en su punto 4:

"La calidad del agua debe ser preservada de acuerdo con normas adaptadas a los diversos usos previstos y satisfacer, especialmente, las exigencias sanitarias:

La preocupación mundial por el fenómeno de la polución del agua es probablemente el tema más importante en la historia reciente de los problemas de agua y el hecho que más los ha condicionado.

La importancia y trascendencia del tema, originado por el tremendo desarrollo económico de la época postindustrial, radica en que:

a) Coincide con la preocupación por los problemas ecológicos y el replanteamiento de un sistema de vida.

b) Afecta fundamentalmente a los países más industrializados y avanzados, para los que el agua no había supuesto problema anteriormente, y que se ven forzados así a dedicar parte de su capacidad tecnológica y de organización a los problemas del agua.

Quizá la primera afirmación que convenga hacer es que la contaminación de las aguas es un fenómeno que puede y debe ser controlado y limitado a niveles admisibles por la sociedad. Para ello, es preciso tiempo y programas bien estudiados, lo que a su vez requiere una legislación adecuada, un sistema financiero y, en definitiva, una mentalización general.

Los países industrializados con problemas graves de polución, como Alemania, Francia e Inglaterra, han abordado este tema bajo principios de unidad en el tratamiento de los problemas de "calidad" y "cantidad" de agua, de aportación económica de los agentes contaminantes —"el que contamina paga"— y de la aportación general de un esfuerzo común de la sociedad para la resolución del problema.

En general, se han establecido programas con objetivos concretos y realistas para ir logrando mejoras paulatinas.

## 18. NAVEGACION

La navegación en cauces de agua dulce representa un uso muy importante del agua por la economía de transporte que representa, pero prácticamente no afecta directamente a los aspectos de "cantidad" y "calidad", salvo circunstanciales contaminaciones.

Por este motivo, es natural que su tratamiento sea específico, y así, hasta organizaciones tan integrales como la Regional Water Authority inglesa no incluyan las funciones de navegación, que en Inglaterra están encomendadas a un organismo tradicional, el British Waterways Board.

En España no tenemos prácticamente experiencia en este tema.

## 19. USOS RECREATIVOS

El aumento indudable del nivel de vida en la Humanidad se traduce en mayor disponibilidad de tiempo libre y al mismo tiempo se acentúa el carácter urbano de nuestra civilización, que como contraste busca cada vez más el contacto con la Naturaleza y la práctica de deportes al aire libre.

En este campo, las aguas de ríos y lagos naturales o artificiales ofrecen ocasión de practicar la pesca, deportes náuticos, excursiones, etc.

Ha sido realmente explosivo este tipo de aprovechamientos, y en los últimos años los gobiernos de muchos países dedican al tema una gran atención.

Es muy expresivo el comentario siguiente que tomamos de Roger Revelle en su trabajo "El Agua", del libro "El hombre y la ecosfera", Madrid, 1971:



“Según Nathaniel Wollman, de la Universidad de Nuevo Méjico, el valor medio añadido a la economía del Suroeste por el empleo del agua es, para 1.000 metros cúbicos de agua:

- Treinta y seis a cuarenta y tres dólares por el empleo en regadío.
- Doscientos dólares por utilización de tipo recreativo.
- Dos mil cuatrocientos a tres mil doscientos dólares por usos industriales.”

\* \* \*

Terminamos ya este apretado resumen de comentarios con unas palabras que representan el “leit-motiv” de todo este trabajo y su verdadera justificación: la absoluta necesidad de abordar los problemas del agua desde una perspectiva global que supere la visión parcial del especialista.

La unidad del agua y su carácter vital y condicionante de tantas actividades obligan a este planteamiento amplio y general que hemos venido recomendando a lo largo de estos comentarios.

El magnífico estudio del Departamento del Interior de los Estados Unidos de América sobre los problemas de agua en el oeste americano —Westwide Study, abril 1975—, al comentar las tendencias futuras en la planificación hidráulica, termina con estas palabras:

“Una planificación total de los usos del agua con participación de organismos hidráulicos, tanto estatales como federales, será cada vez más la norma de actuación para aprovechar los recursos hidráulicos todavía disponibles en el Oeste.”

#### REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Comite National de l'Eau: *Le livre blanc de l'eau en France*. París, 1974.
- National Water Commision: *Water Policies for the future*. Report to the President. Washington, 1973.
- Department of the Interior U.S.A.: *Westwide Study*, abril 1975.
- RONDIERE: *La muerte del agua*.
- R. FURON: *El agua en el mundo*.
- MARTIN RETORTILLO: *Problemas actuales de la ordenación jurídica de los recursos hidráulicos*. COPLANARH. Venezuela, 1976.
- Dirección de Fomento de Tierra y Agua: *La influencia del hombre en el ciclo hidrológico*. Publicación número 17 de la F.A.O.
- Department of the Environment: *The future management of water in England and Wales*. Londres, 1971.
- O.E.C.D.: *Water Management*. París, 1972.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos: *Plan Nacional Hidráulico 1975*. Méjico.
- B. SHTEPA: *Mejoramiento del terreno en la U.R.S.S.* Moscú, 1975.
- PALANCAR: “Economía de agua en los riegos”. Comunicación al IX Congreso de Riegos y Drenajes. Moscú, 1975.
- PALANCAR: “Planes de abastecimiento a largo plazo”. Ponencia al Congreso de Amsterdam de la I.W.S.A.
- KNEESE: *Economie et gestion de la qualite des eaux*. Dunod. París, 1967.