



COLEGIO
LIBRE DE
EMÉRITOS

EL AGUA EN ESPAÑA

Director: Cristóbal Mateos



LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA Y LA
INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

(Conferencia IV)

Luis Garrote de Marco

Catedrático de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos,

Canales Y Puertos de Madrid

Resumen

En el artículo se presentan los retos pasados y futuros de la planificación hidrológica en España y se analiza la contribución de la infraestructura hidráulica para la consecución de los objetivos de la planificación. En el pasado, la planificación hidrológica se centró en el progresivo incremento de la disponibilidad del recurso para atender las necesidades básicas de la población y contribuir a otros fines económicos y sociales. En el futuro, la planificación deberá gestionar la escasez de agua en un escenario de reducción de la disponibilidad, debido a las crecientes necesidades de protección del medio ambiente y al posible efecto del cambio climático. En ambos casos resulta imprescindible contar con la infraestructura hidráulica adecuada para cumplir los objetivos que se persiguen. El ejemplo de los técnicos del siglo pasado, que concibieron sus obras con generosidad y visión de futuro, debe servir de modelo para racionalizar las actuaciones que se acometan ahora, cuando el país se encuentra en un contexto socioeconómico mucho más favorable.

Introducción

La planificación hidrológica ha sido considerada una cuestión central en la política Española desde hace ya muchos años (Hernández, 1994). A lo largo de este tiempo, la concepción de la planificación hidrológica ha ido variando en función de los retos que iba afrontando y las necesidades a las que daba respuesta. A pesar de esta evolución, la infraestructura hidráulica ha jugado siempre un papel protagonista como instrumento de la planificación. Desde los inicios, en los que los planes hidrológicos se concebían como catálogos de infraestructuras necesarias para la regulación de los ríos y el transporte del agua, hasta la actualidad, donde el protagonismo lo tiene la gestión de un sistema tan complejo como la cuenca hidrográfica, la infraestructura es el soporte básico del manejo que se hace del agua en España.

La utilización de recursos hídricos en España ha exigido el establecimiento de una potente Administración Hidráulica y una fuerte inversión en infraestructura de regulación, transporte, distribución y tratamiento de agua. Los usos actuales

del agua, de unos 40 km³/año, se logran por medio de una capacidad de embalse de 56 km³ (que permitiría acumular el 51 % de la escorrentía media anual), el desarrollo de una extensa red de transporte y distribución de agua, la explotación intensiva de muchos acuíferos, una creciente movilización de recursos no convencionales, como la reutilización de aguas residuales y la desalinización de agua de mar, y la aplicación de complejas normas de gestión. Todo ello ha exigido un enorme sacrificio a las generaciones que nos han precedido, tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista social y ambiental. La construcción de infraestructura ha consumido recursos públicos y privados, ha alterado profundamente la estructura territorial, ha desplazado poblaciones enteras y ha originado una profunda modificación del régimen hidrológico y las condiciones físico-químicas de los ríos españoles, con fuertes impactos sobre los ecosistemas acuáticos.

La paradoja de esta situación es que, después de un siglo de desarrollo de infraestructura hidráulica, con casi 1.500 grandes presas y miles de pozos, se ha conseguido llegar al aprovechamiento del 40% de los recursos en régimen natural, que es similar a la proporción que como media se obtiene en la Europa húmeda sin necesidad de más infraestructura que la de captación. En este artículo se describe el papel que ha jugado la infraestructura en la planificación hidrológica en España y se presentan algunos análisis cuantitativos que ilustran sobre los servicios que la infraestructura presta a la sociedad.

Los objetivos de la planificación hidrológica

Los objetivos de la planificación hidrológica han experimentado una evolución en paralelo a la situación socioeconómica del país. En las primeras décadas del siglo XX, el objetivo de la planificación era posibilitar el desarrollo de la agricultura de regadío, como instrumento de la política territorial para la redistribución de la riqueza, lo que dio lugar a inversiones en infraestructura de regulación y numerosas canales de riego. Además del regadío, en la segunda mitad del siglo XX se establecieron como prioridades de la planificación hidrológica el abastecimiento de agua potable para la población, la producción energética como respuesta al aislamiento internacional que sufrió España en la posguerra y la lucha contra las inundaciones para la protección de la población

y sus bienes. Esta fue la época de mayor desarrollo y diversificación de la infraestructura hidráulica, ejecutada gracias a la capacidad técnica de las Confederaciones Hidrográficas. Como consecuencia de la profunda alteración del régimen de los ríos, en el último cuarto del siglo XX la atención de la planificación se centró en el saneamiento de poblaciones y la depuración de aguas residuales, para evitar el deterioro de la calidad del agua, realizando un nuevo esfuerzo de proporciones considerables. Se elaboraron numerosos planes de saneamiento de poblaciones y de mejora de calidad de las aguas que dieron lugar a cuantiosas inversiones en estaciones de tratamiento de aguas residuales. En el pasado reciente, el énfasis de la planificación hidrológica se ha puesto en la movilización de recursos no convencionales: el aprovechamiento conjunto de aguas superficiales y subterráneas, la reutilización de aguas residuales, la desalinización de agua de mar y salobre, etc., habiéndose alcanzado un notorio grado de aprovechamiento de este tipo de recursos en algunas regiones. En la actualidad la planificación hidrológica se desarrolla en el contexto de la Directiva Marco del Agua y su objetivo primordial es el mantenimiento o la recuperación del buen estado ecológico de las masas de agua.

A lo largo del siglo XX las inversiones en infraestructura hidráulica fueron muy cuantiosas. Según el Libro Blanco del Agua (MMA, 2000), el patrimonio hidráulico del Estado alcanzaba en el año 2000 un valor aproximado de unos 30.000 millones de €, de los que un 15% corresponde a obras de defensa y el resto se reparte por igual entre presas y conducciones. A esto hay que añadir el resto del patrimonio de las Comunidades Autónomas, Municipios, empresas públicas de gestión, particulares, etc. Esta infraestructura no ha permitido mejorar progresivamente el aprovechamiento del recurso y otorga una gran capacidad de gestión a la Administración Hidráulica.

La utilidad de los embalses de regulación

Los estudios realizados sobre la necesidad y la utilidad de los embalses han sido muy numerosos, tanto en España (CEH 1980, Martín Mendiluce, 1996; López-Camacho, 1996; Alvarez y Mosquera, 1998, MMA, 2000, Vallarino y Garrote, 2000, Garrote et al., 2002), como en otros países (Hardison, 1972,

Vogel et al., 1999, McMahon et al., 2007). En este trabajo se presentan los resultados de un modelo construido sobre la base de datos recopilada por el Ministerio de medio Ambiente con ocasión de la redacción del Libro Blanco del Agua. Este modelo ha permitido realizar un conjunto de análisis cuantitativos objetivos que permiten poner de manifiesto el papel que ha jugado la infraestructura hidráulica en el incremento de la disponibilidad de agua a lo largo del siglo pasado. A continuación se describe el modelo empleado y se resumen algunas de las conclusiones más interesantes de dichos estudios.

La construcción del modelo de explotación se basa en la definición de la red fluvial. En los esquemas de simulación de cada cuenca se han representado todos los ríos cuya aportación media supera los 50 hm³/año y los ríos que sustentan demandas de importancia en la actualidad o en escenarios futuros. En conjunto, los ríos incluidos en el modelo suponen un 86% de la aportación total natural de la península. La figura 1 muestra las subcuencas con las que se ha trabajado. También se ha representado la mayor parte de la infraestructura de regulación existente en cada cuenca. En conjunto, los embalses incorporados al modelo suponen el 89% de la capacidad total de embalse en la España peninsular. En la figura 2 se presenta la red fluvial considerada junto con la capacidad de almacenamiento disponible, expresada en porcentaje de la aportación media anual mediante un código de colores.

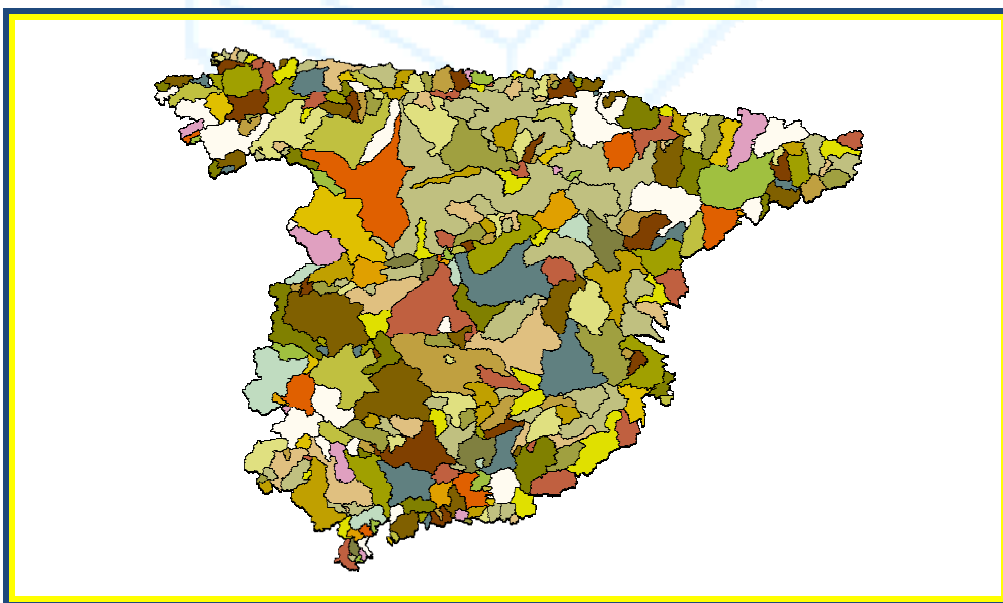


Figura 1: Delimitación de las subcuencas con las que se ha trabajado en el modelo.

Con esta topología básica el modelo permite realizar un análisis de la disponibilidad de agua para atender una determinada combinación de demandas en cada nudo de la red fluvial. Se pueden analizar los casos de demanda urbana, demanda de regadío, demanda mixta urbana-regadío y dos demandas, una urbana y otra de regadío, que se atienden simultáneamente dando prioridad a la urbana. En cada caso se puede definir un criterio de garantía específico, bien como garantía en volumen, garantía en tiempo a distintas escalas o garantía mixta tipo UTAH, como la considerada en la Instrucción de Planificación Hidrológica. En el proceso de cálculo, el modelo simula la explotación del sistema de embalses mediante dos alternativas de gestión, considerando las pérdidas por evaporación. Las alternativas de gestión disponibles son las siguientes

- a) Gestión local. Cada embalse se explota para atender la demanda local de la subcuenca con los recursos de la cuenca propia más los vertidos de las cuencas de aguas arriba. Corresponde a un escenario en el que no están conectados ni los embalses ni las demandas.
- b) Gestión conjunta. En cada punto de la red fluvial todos los embalses de la cuenca de aguas arriba se explotan coordinadamente para atender el conjunto de las demandas de la cuenca. Corresponde a un escenario en el que todas las demandas están interconectadas y cada una de ellas se puede atender desde cualquier embalse de la cuenca.

Durante el proceso de cálculo se va modificando la demanda hasta encontrar el mayor valor de demanda que puede suministrarse en cada nudo de la red respetando el criterio de garantía especificado.

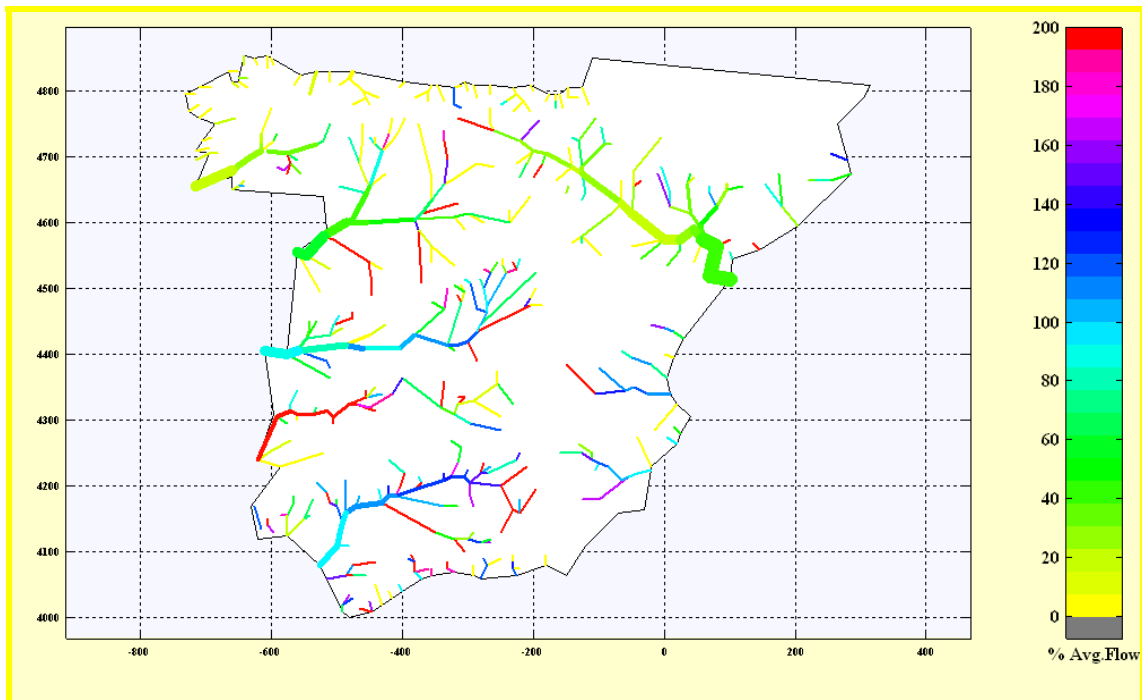


Figura 2: Red fluvial considerada en el modelo de cálculo. La aportación media anual se indica mediante el grosor del trazo y la capacidad de regulación, en porcentaje de la aportación media anual, mediante un código de colores.

A continuación se presentan los resultados obtenidos considerando una demanda continua (abastecimiento urbano) y un criterio de garantía volumétrica al 100%, explotando el sistema en gestión local. En la figura 3 se presenta la disponibilidad de agua en la red fluvial en el caso de que no hubiera embalses de regulación, expresada en porcentaje de la aportación media anual. En el conjunto de la España peninsular, esta disponibilidad media es únicamente del 9.2%, lo que supone unos 9.000 hm³/año.

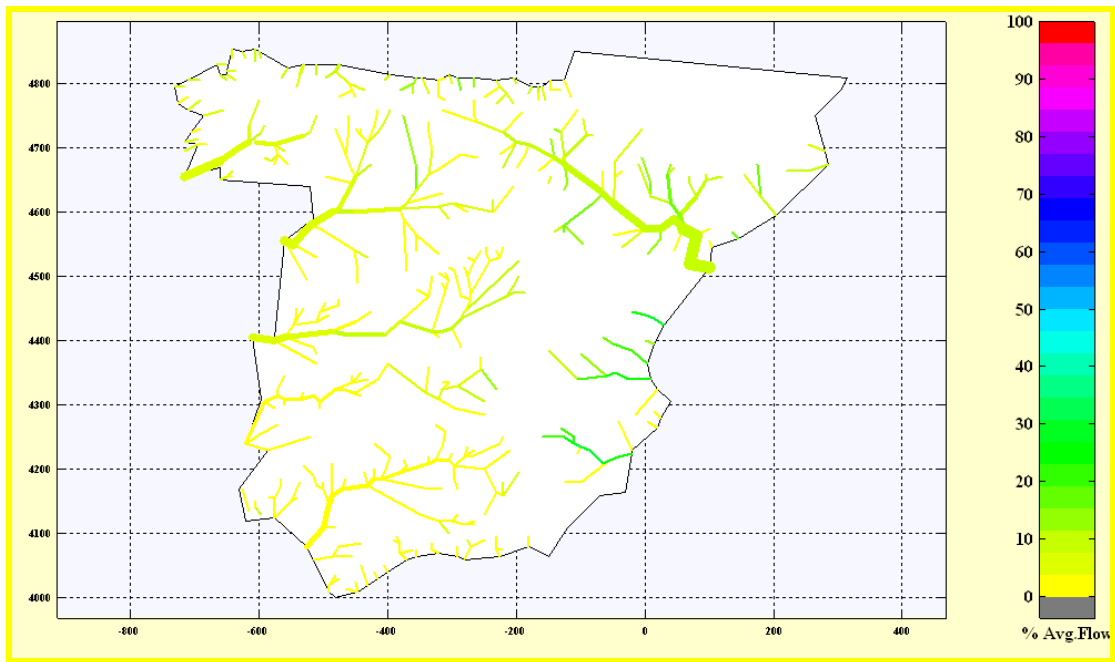


Figura 3: Disponibilidad de agua a lo largo de la red fluvial sin considerar los embalses de regulación, expresada en porcentaje de la aportación media anual en cada punto.

Si se realiza el análisis considerando la capacidad de regulación que existe actualmente, la disponibilidad media asciende hasta unos 40.000 hm³/año, que es una cifra muy similar a la demanda que efectivamente se atiende. Los resultados se presentan gráficamente en la figura 4, donde puede apreciarse el alto grado de regulación de la aportación natural alcanzado en la mayor parte de las cuencas españolas.

En la tabla 1 se presenta la distribución de los resultados del cálculo por cuencas hidrográficas. También se incluye una columna con el incremento de disponibilidad que es atribuible a la regulación proporcionada por los embalses.

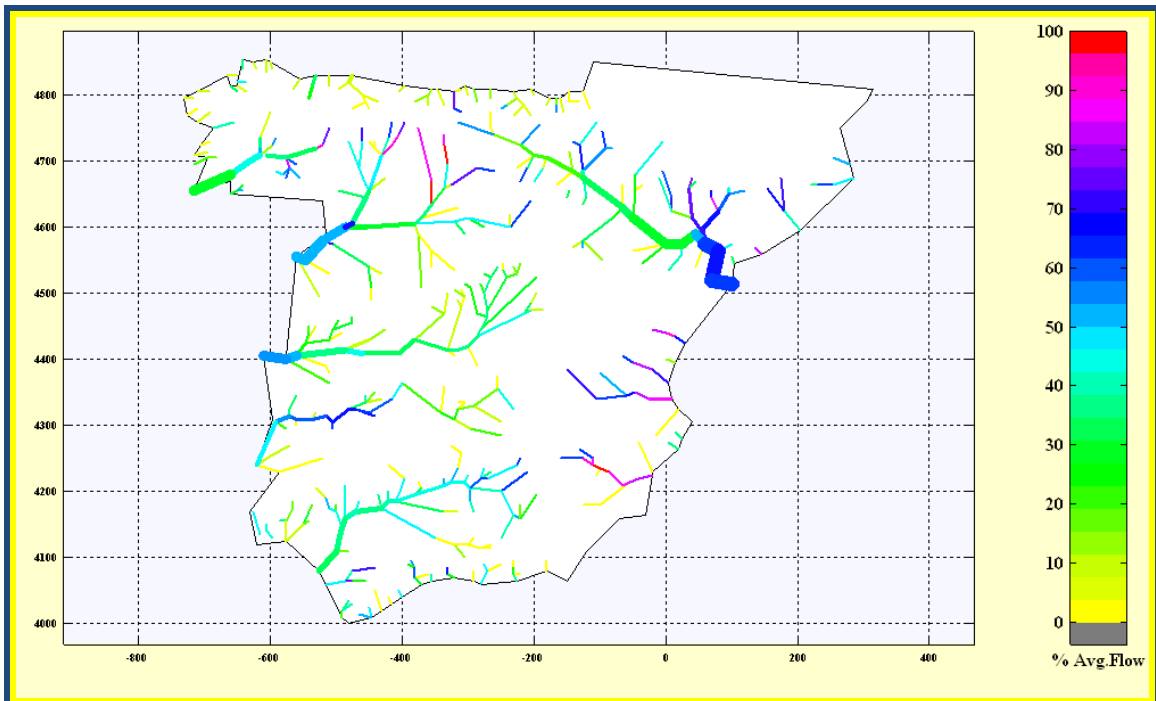


Figura 4: Disponibilidad de agua a lo largo de la red fluvial considerando los embalses de regulación existentes actualmente, expresada en porcentaje de la aportación media anual en cada punto.

En conjunto, se puede argumentar que los embalses proporcionan más del 80% de los recursos superficiales que consumimos, aunque el rendimiento de los embalses es muy irregular, dependiendo del régimen hidrológico, de la relación entre la capacidad de embalse y la aportación natural y del reparto del volumen de embalse en la cuenca.

En las cuencas del Segura, Júcar y Ebro se alcanzan los mayores porcentajes de regulación superficial, destacando la primera de ellas, que regula más del 50% de su aportación natural. En el otro extremo se hallan las cuencas del Cantábrico y Sur con volúmenes regulados muy inferiores.

Estas cifras globales ilustran sobre las disponibilidades de cada ámbito de planificación en su conjunto, pero no permiten analizar la disponibilidad real para las demandas repartidas por la cuenca, puesto que, en sistemas como el Duero o Tajo, gran parte de los recursos teóricamente disponibles se regulan

en embalses situados en el curso bajo del río, y no pueden ser utilizados por las demandas de la cuenca.

Ámbito	Aportación de cálculo (hm ³ /año)	Disponibilidad sin regulación (% Ap.Media)	Capacidad de embalse (% Ap.Media)	Disponibilidad con regulación (% Ap.Media)	Incremento de disponibilidad (% Ap.Media)
Miño-Sil	12509	6.3	20.0	31.2	24.9
Cantábrico	11661	9.8	2.9	15.0	5.2
Galicia Costa	9207	9.4	4.9	19.6	10.1
Duero	12344	6.1	54.6	41.7	35.7
Tajo	10348	5.1	96.2	49.4	44.3
Guadiana	4873	0.8	162.2	32.6	31.9
Guadalquivir	8077	1.4	98.6	27.9	26.5
Sur	1446	1.1	84.8	20.5	19.4
Segura	760	24.2	97.2	58.4	34.3
Júcar	2749	32.0	81.1	57.4	25.4
Ebro	16922	17.3	37.5	55.6	38.3
Cataluña	2387	11.6	29.7	33.2	21.6
TOTAL	97293	9.2	48.5	35.6	26.5

Tabla 1: Distribución del recurso disponible en gestión local por cuencas hidrográficas.

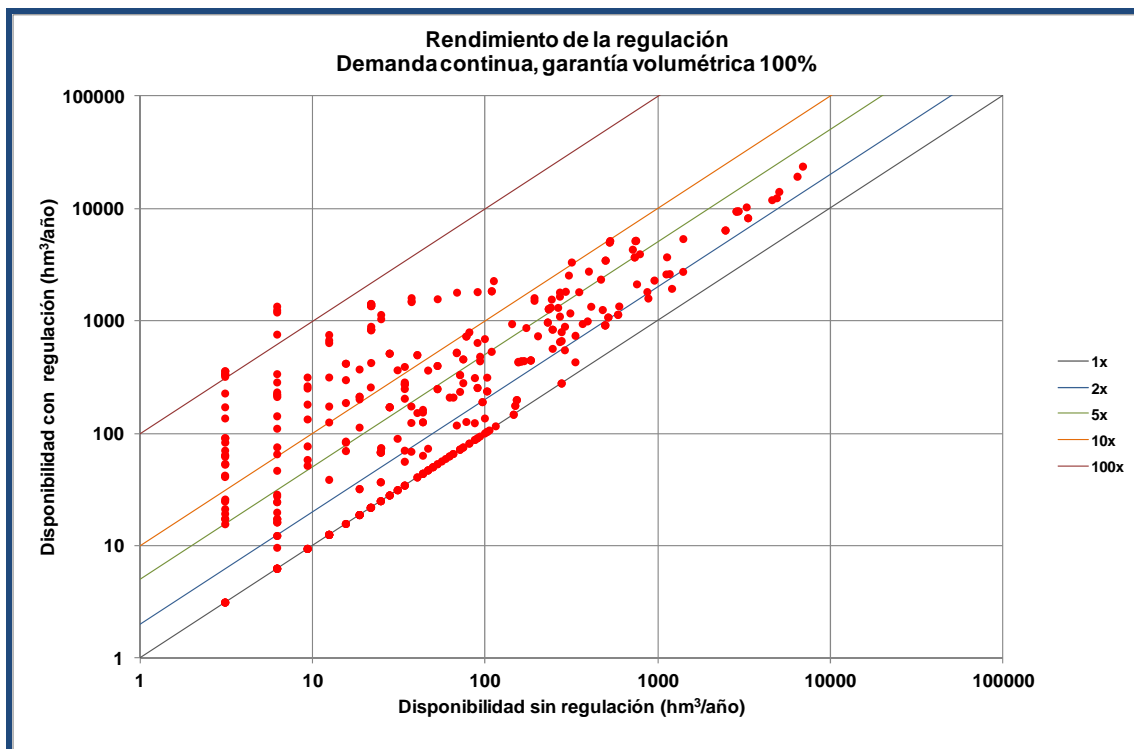


Figura 5: Comparación entre la disponibilidad de recurso sin regulación y con regulación en todos los puntos de la red fluvial analizados en este trabajo.

Al objeto de ilustrar este aspecto, la figura 5 presenta una comparación entre la disponibilidad sin regulación y la disponibilidad con regulación en todos los puntos analizados. Como referencia se han marcado las líneas que corresponden incrementos de disponibilidad de 2, 5, 10 y 100 veces.

En el gráfico puede apreciarse que el efecto multiplicador de los embalses en la disponibilidad del recurso puede llegar a ser muy importante, especialmente en cuencas de cabecera con gran irregularidad de aportaciones.

También resulta interesante analizar cómo han evolucionado estas disponibilidades a medida que se ha incrementado la capacidad de embalse en España. La figura 6 presenta la evolución en el tiempo de la capacidad de embalse y la disponibilidad de agua para todo el territorio peninsular a lo largo del siglo XX. Los resultados se han obtenido considerando la capacidad de embalse efectivamente disponible en cada década. A lo largo del siglo XX se incrementó la disponibilidad de agua en España en casi un 400%, desde los valores correspondientes al régimen natural hasta prácticamente la demanda

que tenemos en la actualidad. En la tabla y el gráfico puede comprobarse el incremento espectacular conseguido en las décadas de los 50 y 60, y la amortiguación de este crecimiento en los últimos 25 años.

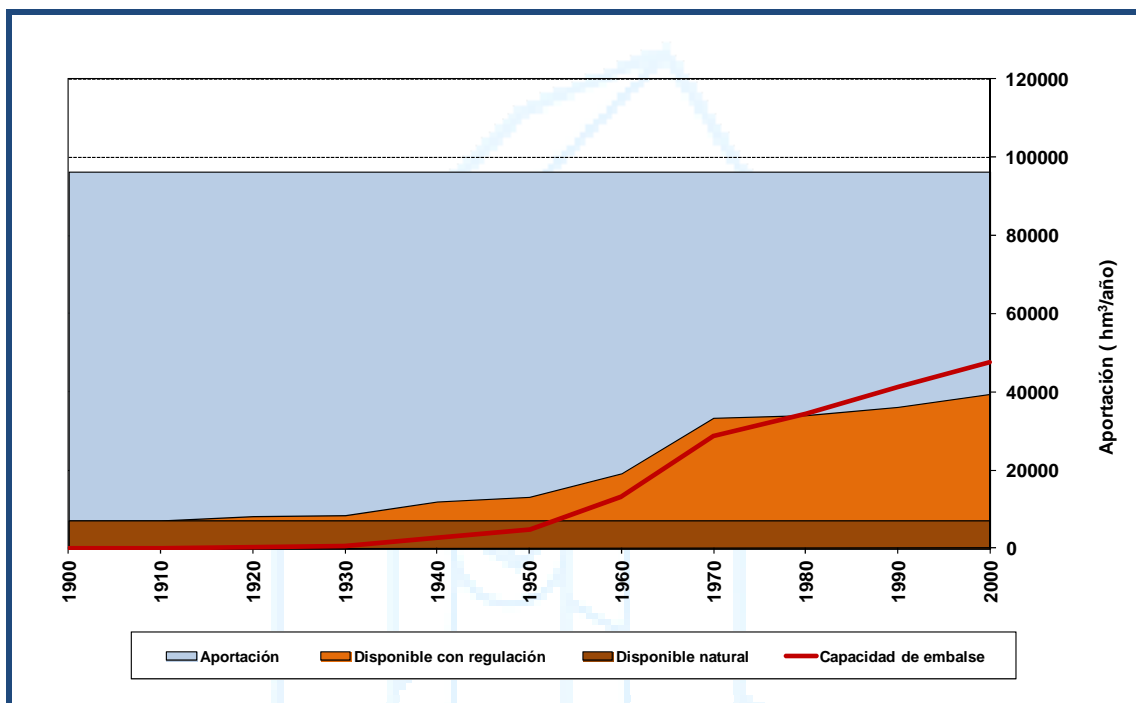


Figura 6: Evolución de la capacidad de embalse y del recurso disponible a lo largo del siglo XX.

A pesar de las evidentes dificultades económicas que atravesó la España de la posguerra, el decidido impulso de las obras de regulación por parte de los poderes públicos consiguió incrementar significativamente la disponibilidad de agua. Para ello hubo que poner en marcha una de las mejores administraciones hidráulicas del mundo y dotarla de capital económico, recursos humanos y medios materiales para que pudiera desempeñar su función.

La utilidad de la infraestructura de transporte y distribución de agua

El valor del patrimonio en infraestructura de transporte y distribución de agua es comparable al de la infraestructura de regulación. Los recursos hídricos de España presentan gran irregularidad espacial y la orografía no es favorable, por lo que ha sido necesario en muchos casos transportar el agua a grandes distancias y la infraestructura ha resultado costosa.

Inicialmente, la infraestructura de transporte y distribución de agua se empleó para conducir los volúmenes derivados en los cauces hasta los puntos de utilización. La infraestructura de transporte no aumentaba la disponibilidad de agua, sino que la reducía, debido a las inevitables pérdidas en el transporte. En la actualidad esta infraestructura juega además un papel importante en el incremento de la disponibilidad de agua y en la mejora de su garantía, por lo que su mejora y desarrollo tiene carácter estratégico de cara al futuro. En un escenario en el que el incremento de la regulación es ya muy difícil y costoso, la mejor alternativa para mejorar la disponibilidad es optimizar la gestión conjunta de la oferta y demanda, procurando la ampliación y diversificación de las fuentes de suministro y su integración sistemas únicos, para lo que la infraestructura de transporte resulta imprescindible.

Las fuentes de suministro de recursos hídricos de distinta procedencia pueden tener características muy diferentes entre sí. Recursos de distinta naturaleza (por ejemplo aguas superficiales y subterráneas) presentan diferencias muy significativas en cuanto a variabilidad y fiabilidad. Incluso recursos de la misma naturaleza (por ejemplo, procedentes de la regulación de aguas superficiales), pero correspondientes a distintos emplazamientos, presentarán las diferencias lógicas en función del régimen hidrológico de cada emplazamiento y de las características del sistema hidráulico de aprovechamiento. Los sistemas que integran un número importante de fuentes de suministro y de demandas pueden responder mejor a situaciones de escasez, ya que en ellos es posible el aprovechamiento conjunto de los recursos hídricos, utilizando cada fuente de recursos para los fines que son más apropiados, en función de su cuantía, regularidad y fiabilidad. Un sistema que puede utilizar recursos de distinta procedencia ofrece un amplio abanico de estrategias de gestión, que puede adaptarse a cada situación concreta. Los recursos pueden clasificarse en ordinarios, extraordinarios, estratégicos y de emergencia, y activar su utilización en función de las previsiones de evolución de la coyuntura. De este modo se puede garantizar disponibilidades en distinta cuantía en función de la gravedad de la situación. Igualmente, la integración de demandas de distinta naturaleza en sistemas únicos permite mejorar la robustez del sistema, puesto que permite una mejor asignación de recursos en cada circunstancia de

explotación. Por ejemplo, si una demanda de abastecimiento y una demanda de regadío se explotan conjuntamente en un sistema único se puede mejorar el rendimiento conjunto de ambos sistemas frente a una situación en la que se explotan por separado. En situación de escasez puede hacerse una asignación óptima de los recursos, mediante el empleo de mecanismos como el intercambio de derechos de uso.

Para ilustrar la influencia que tiene la interconexión de sistemas se ha obtenido la disponibilidad de agua en la hipótesis de gestión conjunta; es decir, suponiendo que en cada punto de la red fluvial todos los embalses de la cuenca de aguas arriba se explotan coordinadamente para atender la totalidad de la demanda. Los resultados se presentan en la tabla 2. Como se aprecia en la tabla, la gestión coordinada de todos los embalses integrados en grandes sistemas de explotación podría dar lugar a incrementos de disponibilidad muy sustanciales. Para ello sería necesario que se densificaran las redes de transporte y distribución de agua y se mejoraran los procedimientos de control y gestión de los sistemas hidráulicos, de forma que pudiera alcanzarse el óptimo de la explotación. Para conseguir esta integración de fuentes de suministro y demandas en sistemas más robustos se debe garantizar que pueda ser realmente efectiva la utilización alternativa de varias fuentes de suministro o el intercambio de agua entre distintos usuarios. Esto exige un red de transporte y distribución de agua densa y versátil, que permita conseguir interconectar el mayor número posible de fuentes de suministro y demandas. En muchos casos, las redes cubrirán extensiones territoriales significativas, en función de las dimensiones del problema.

Ámbito	Aportación de cálculo (hm ³ /año)	Disponibilidad ad gestión local (% Ap.Media)	Disponibilidad gestión conjunta (% Ap.Media)	Incremento de disponibilidad (% Ap.Media)
Miño-Sil	12509	31.2	44.1	12.9
Cantábrico	11661	15.0	22.7	7.7
Galicia Costa	9207	19.6	25.1	5.5
Duero	12344	41.7	59.7	18.0
Tajo	10348	49.4	58.9	9.5
Guadiana	4873	32.6	37.9	5.2
Guadalquivir	8077	27.9	32.2	4.2
Sur	1446	20.5	37.0	16.4
Segura	760	58.4	69.6	11.2
Júcar	2749	57.4	75.4	18.0
Ebro	16922	55.6	66.0	10.5
Cataluña	2387	33.2	48.5	15.3
TOTAL	97293	35.6	46.0	10.4

Tabla 2: Comparación de la disponibilidad en gestión local y gestión conjunta por cuencas hidrográficas.

Además de una cuantiosa inversión en infraestructura, ello exigiría probablemente la modificación del ordenamiento legal del derecho al uso del agua, para eliminar las barreras que actualmente existen a una explotación óptima de los recursos.

En algunas cuencas, como las del Júcar o Segura, ya se dan en la actualidad las condiciones para alcanzar esa situación de explotación óptima. Existe la infraestructura necesaria de transporte y distribución de agua, y los usuarios cooperan para obtener el máximo rendimiento de la explotación de los recursos. En otras cuencas de mayor tamaño será necesaria una gran inversión en infraestructura de transporte y distribución, recursos humanos y medios de gestión para conseguir que todas las demandas de la cuenca se exploten de manera coordinada.

En la figura 7 se presenta un gráfico similar al de la figura 5, en el que se compara la disponibilidad en gestión local y gestión global en todos los puntos del sistema analizado en el presente trabajo. En ese caso, es difícil que la disponibilidad de la infraestructura de transporte y distribución y las reglas apropiadas de operación del sistema logren incrementar la disponibilidad a más del doble de la conseguida mediante la explotación aislada de cada uno de los sistemas.

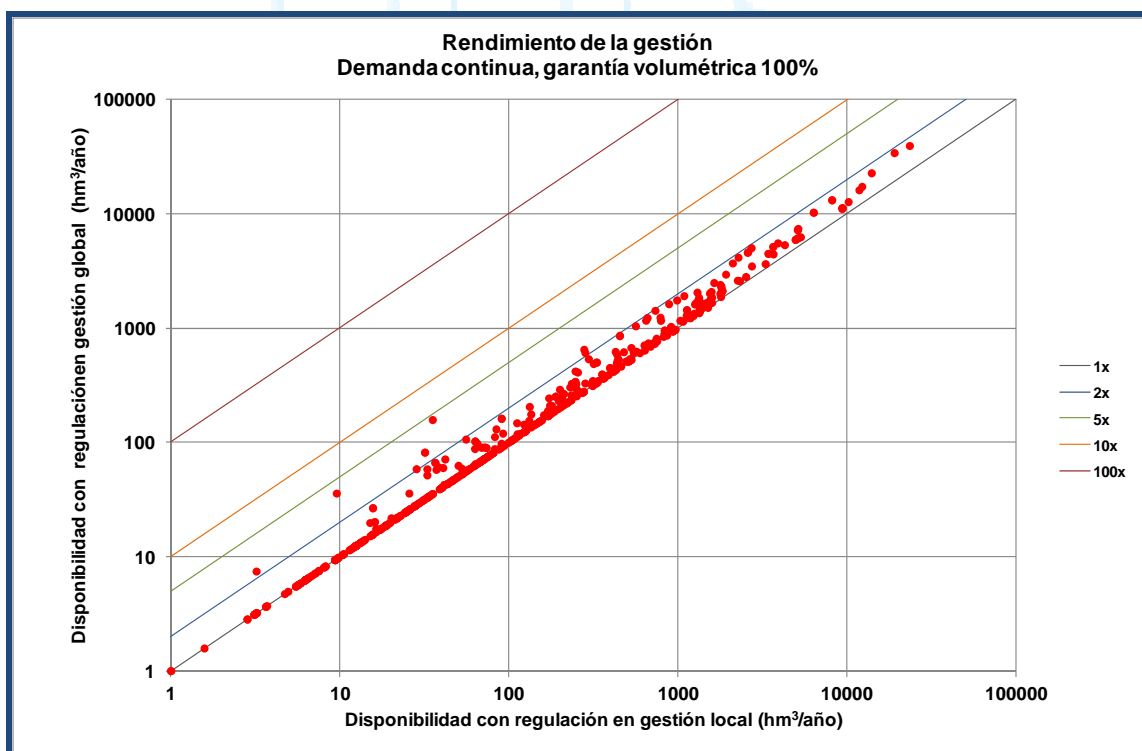


Figura 7: Comparación entre la disponibilidad de recurso con regulación en gestión local y en gestión global en todos los puntos de la red fluvial analizados en este trabajo.

Al objeto de ilustrar la evolución de la situación a lo largo del territorio de la cuenca, las figuras 8 y 9 presentan la distribución de las disponibilidades a lo largo de los dos ríos principales de la península, el más caudaloso (Ebro) y el más largo (Tajo). En los gráficos puede apreciarse la evolución de la aportación natural, la capacidad de embalse y la disponibilidad del recurso en gestión local y gestión global a lo largo del río. La situación relativa de las líneas de aportación, capacidad de embalse y disponibilidad permite apreciar el distinto comportamiento del Ebro, que es una cuenca de regulación anual donde la capacidad de embalse tiene un buen rendimiento en términos de regulación, y el Tajo, cuya regulación es hiperanual y cuya capacidad de embalse presenta un rendimiento notablemente inferior.

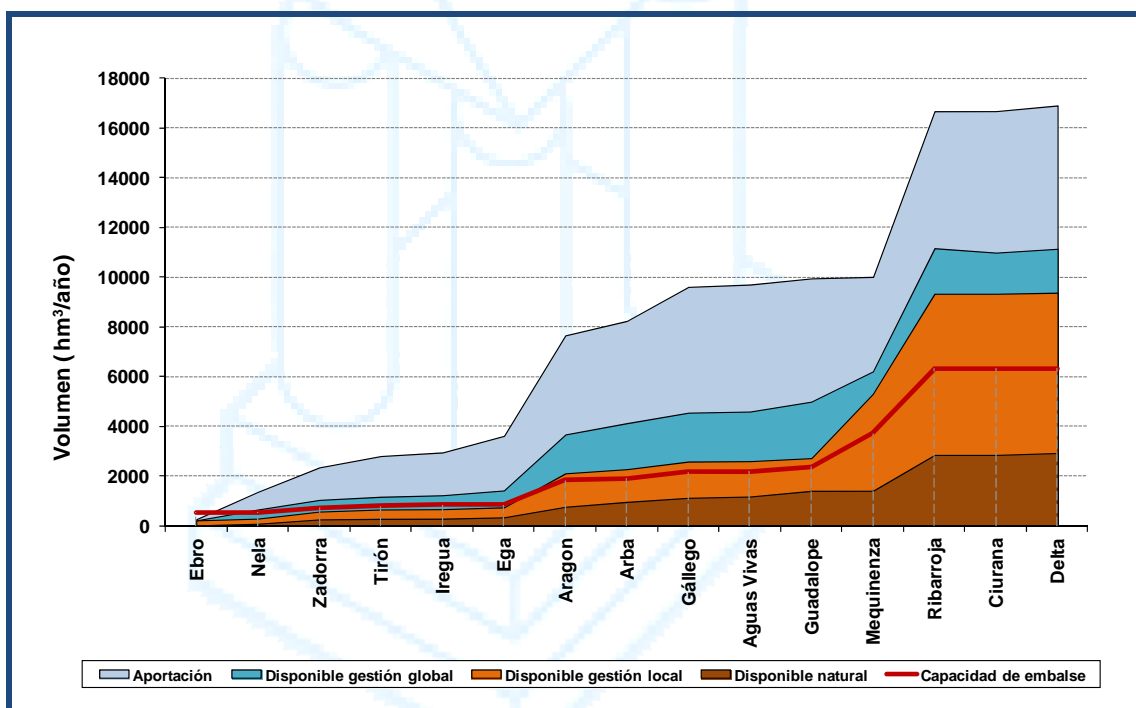


Figura 8: Aportación natural, capacidad de embalse y disponibilidad de agua a lo largo del río Ebro.

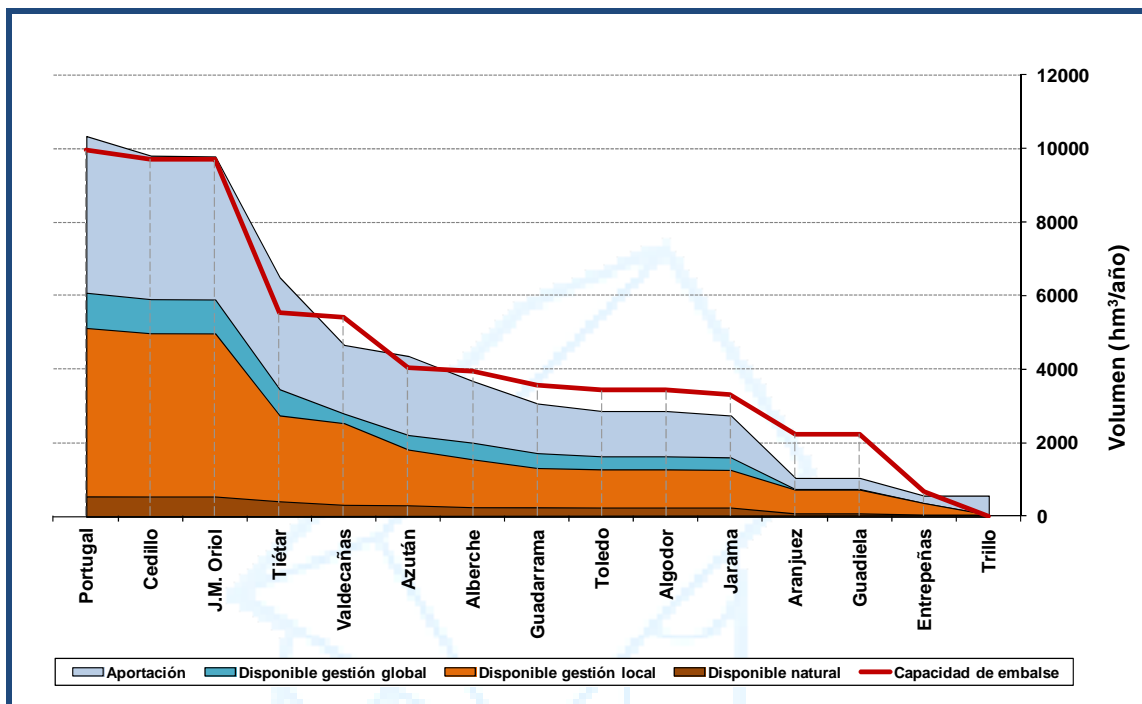


Figura 9: Aportación natural, capacidad de embalse y disponibilidad de agua a lo largo del río Tajo.

La utilidad de la infraestructura de tratamiento de agua

El tercer gran grupo de obras de infraestructura hidráulica lo constituyen las estaciones de tratamiento de agua, bien sea de potabilización, depuración de aguas residuales o desalinización de aguas salobres o marinas. A partir del último tercio del siglo XX esta infraestructura ha experimentado un gran crecimiento, en parte como consecuencia de la trasposición de la Directiva 91/27. La inversión prevista en el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de 1995 superaba los 11.400 M €. y el Plan Nacional de calidad de las Aguas 2007.2015 contempla unas inversiones próximas a los 20.000 M € (MMA, 2007). En total hay en España 2.533 estaciones de tratamiento de aguas residuales, que tratan 3.375 hm³/año (MMA, 2010). En el futuro, la Directiva Marco del Agua supondrá un impulso adicional a las obras de mejora de la calidad del agua, junto con otras medidas complementarias de control de las fuentes de contaminación.

La infraestructura de tratamiento de agua también tiene un carácter estratégico en el incremento de la disponibilidad del recurso, ya que resulta imprescindible para el desarrollo de los recursos no convencionales, en especial la

reutilización de las aguas residuales depuradas. Mediante esta técnica pueden atenderse demandas de regadío, usos recreativos, como el riego de campos de golf, servicios urbanos, como el baldeo de calles o riego de parques y jardines, recarga de acuíferos o usos industriales. La reutilización directa de aguas residuales alcanzó en 2006 la cifra de 368 hm³/año, lo que supone el 11% del caudal total depurado (MMA, 2010). El Real Decreto 1620/2007 sobre “Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas” sentó las bases jurídicas y técnicas para el desarrollo futuro de este recurso, y el Plan Nacional de Reutilización de Aguas (MMA 2010) establece los instrumentos financieros para alcanzar un volumen reutilizado de 11.30 hm³/año mediante una inversión de unos 650 M €.

En las zonas que se encuentran ya en la actualidad con graves problemas de escasez, el incremento de disponibilidad de recursos se consigue mediante la desalinización de agua de mar, cuyo rendimiento energético ha progresado espectacularmente en los últimos años. La inversión prevista en instalaciones de desalinización en el programa A.G.U.A. del Ministerio del Medio Ambiente era de casi 2.000 M €, pretendiendo alcanzar una capacidad de tratamiento de 700 hm³/año.

La infraestructura en la futura planificación hidrológica

En el futuro la planificación hidrológica deberá hacer frente a los problemas de escasez planteados por el aumento continuado de la demanda de agua en el sector agrícola y de servicios, todo ello bajo la amenaza de un posible efecto negativo del cambio climático. La infraestructura está llamada a jugar un papel determinante en la planificación hidrológica del futuro. La mayor parte de los problemas que se anticipan son una intensificación de problemas estructurales debidos a la escasez de agua que ya han aparecido en la actualidad en distintas regiones. Tradicionalmente, la Administración Hidráulica ha abordado estos problemas mediante la construcción de nueva infraestructura para garantizar e incrementar la disponibilidad de recursos hídricos. La creciente importancia de los usos de naturaleza medioambiental junto con las presiones sociales contra la construcción de nuevos embalses hacen pensar que las actuaciones de incremento de regulación serán escasas. Por este motivo, la

Administración Hidráulica deberá gestionar los recursos con las obras de regulación actualmente disponibles. El margen de mejora se obtendrá mediante la inversión en infraestructura convencional de tratamiento, transporte y distribución de agua e infraestructura de adquisición y proceso de la información.

La clave del futuro será la optimización de la gestión, sacando el mejor partido posible a los recursos disponibles mediante la asignación a los usos con un mayor beneficio social. Los procesos de toma de decisiones en la gestión del agua serán mucho más complejos que en la actualidad, y es previsible que dependan en mayor medida de los resultados de modelos de simulación del ciclo hidrológico y de optimización de sistemas de explotación de recursos hídricos. Esto exigirá una mayor tecnificación de la gestión del agua, con un mejor conocimiento de las variables que intervienen y una mejor capacidad de actuación. Para mejorar el conocimiento resulta esencial invertir en infraestructura para la gestión integrada de la información, partiendo del actual Sistema Automático de Información Hidrológica, los registros de usuarios y demandas, inventarios de infraestructuras, sistemas de indicadores hidrológicos, cartografías temáticas, etc.

Desde el punto de vista tecnológico, debe desarrollarse infraestructura de tratamiento, transporte y distribución de agua que mejore la eficiencia de los usos del agua en el consumo domiciliario, los procesos industriales y el regadío. Deben mejorarse las técnicas de tratamiento de aguas residuales, la eficiencia energética de la desalinización y las tecnologías para la corrección de impactos ambientales de las obras de captación, regulación, depuración y vertido.

A pesar de que las presiones a las que pueden sometidos los recursos hídricos en el futuro son muy significativas, los efectos de las políticas públicas de gestión pueden ser comparativamente mucho mayores, por lo que existe un gran potencial para adaptar la gestión a un escenario de mayor escasez de recursos que, además de compensar su efectos, pueda incluso mejorar sustancialmente la realidad actual. Basta con volver la vista atrás y analizar la situación de los recursos hídricos en España a principios del siglo XX en

comparación con la situación actual para verificar que, con una adecuada orientación, las políticas públicas pueden originar una profunda transformación de la situación de partida en función de las necesidades sociales. En este caso se trataba de una política de incremento de disponibilidad de recursos para hacer frente a las necesidades crecientes de la población, la agricultura y la energía. En una situación económica comparativamente mucho más difícil, se consiguió en un plazo de pocas décadas incrementar la disponibilidad del recurso en un 400%, a costa de un profundo sacrificio económico, social y medioambiental que fue gestionado desde los poderes públicos. En el siglo XXI los retos de la política hidráulica son sustancialmente diferentes, pero persiste la capacidad de organizar racionalmente el proceso desde las Administraciones Públicas en función de los fines que se persigan. Si se establecen claramente los objetivos a largo plazo de la planificación hidrológica, existen medios técnicos para llevarlos a cabo originando una profunda transformación del sector, que, al igual que sucedió en el pasado, no estará exenta de dificultades. En el sector del agua, el reto al que se enfrenta la sociedad española es de una envergadura similar al proceso que se afrontó durante el siglo pasado de desarrollo y aprovechamiento de los recursos hídricos, y exigirá unos niveles similares de planificación, organización, esfuerzo y sacrificio.

Referencias

Álvarez Martínez, Alfonso y Juan Carlos Mosquera Feijoo: "En España, ¿son necesarias nuevas presas?", Revista de Obras Públicas, Nº 3373, Feb, 1998.

CEH (1980): El Agua en España. Centro de Estudios Hidrográficos

Garrote L., Rodríguez I. y Estrada F. (2002): Una evaluación de la capacidad de regulación de las cuencas de la España Peninsular. VI Jornadas Españolas de Presas. Vol 2, 645-656.

Hardison, C. (1972): "Potential United States water supply development", Journal of the Irrigation and Drainage Division, A.S.C.E., 98(3), 479-492.

Hernández, J.M. (1994): La planificación hidrológica en España. Revista de Estudios Agro-Sociales, Núm. 167, 13-25.

López Camacho, B. (1996): ¿Nuevas infraestructuras hidráulicas o conservación del agua? Revista de Obras Públicas, Vol 143(3356), 19-42.

Martín Mendiluce, J.M. (1996): Los embalses en España. Su necesidad y trascendencia económica. Revista de Obras Públicas, Vol 143(3354), 7-24.

McMahon, T.A.; Pegram, G., Vogel, R.; Peel, M. (2007): Revisiting reservoir storage-yield relationships using a global streamflow database. Advances in Water Resources, Vol 30, 1858-1872.

MMA (2000): Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente.

MMA (2007): Plan Nacional de Calidad de las Aguas. Saneamiento y Depuración 2015. Ministerio de Medio Ambiente.

MMA (2010): Plan Nacional de Reutilización de Aguas. versión Preliminar del Plan. Ministerio de Medio Ambiente.

Vallarino, E. y Garrote L. (2000) Posibilidades de aprovechamiento. Límites de la regulación. Revista O.P. Ingeniería y Territorio Vol 50, 54-63.

Vogel, R.M.; Lane, M.; Ravindiran, R.S.; Kirshen, P. (1999): Storage Reservoir Behavior in the United States, *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol 125(5), 245-254.

