

Análisis integrado de cuencas piloto. Cuenca del Segura

(Contribución a: Informe Agua y Sostenibilidad en España. Funcionalidad de las Cuencas; Coordinación general: Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE))

Autores: Equipo del Observatorio de la Sostenibilidad en la Región de Murcia
(OSERM)

Julia Martínez
Francisca Carreño
Jesús Miñano
María Luisa Suárez
Francisco Robledano
M^a Rosario Vidal-Abarca
Miguel Angel Esteve

Mayo de 2008

Objeto y enfoque metodológico

Realizar una evaluación acerca de la funcionalidad del agua a escala de cuenca constituye un reto por varias razones: la información disponible para algunos aspectos, como los socioeconómicos, no siempre está disponible a escala de cuenca, dado que los datos de origen suelen generarse para otros ámbitos territoriales, como el municipal o el de comunidad autónoma; son muchos los temas implicados y éstos han de analizarse de forma integrada, dado que no necesariamente un conjunto de diagnósticos sectoriales ofrece una adecuada visión global y, finalmente, es necesario detectar las cuestiones clave, identificar la información y datos relevantes para las mismas y aplicar cuando ello es posible los indicadores pertinentes, evitando que la profusión de datos en algunos campos dificulte una visión de conjunto. Respondiendo a esta intencionalidad general, se ha realizado una primera propuesta de análisis integrado de la funcionalidad del agua a escala de cuenca, con el caso de estudio de la Cuenca del Segura.

El enfoque metodológico que se propone lleva a cabo un análisis integrado a escala de cuenca acerca de los usos, sostenibilidad, mantenimiento de las funciones ambientales del agua y eficacia de su gestión. Dicho análisis se organiza a través de la identificación de una serie de preguntas clave interrelacionadas, puesto que las respuestas a una cuestión suelen tener implicaciones importantes en la cuestión o cuestiones siguientes. A la hora de abordar estas preguntas se han identificado distintos datos cuantitativos e indicadores, cuando ello es posible, complementados con información cualitativa pertinente.

Se parte de la base de que un uso sostenible del agua a escala de cuenca es aquél que mantiene la multifuncionalidad del agua. Por tanto, saber si existe un uso sostenible del agua y que mantiene sus diversas funciones en la cuenca requiere contestar las siguientes preguntas:

1. La derivación de agua para usos humanos ¿se hace en una cuantía razonable?. ¿Cuánta agua gastamos y ello que representa?. Este diagnóstico, ¿mejora o empeora a lo largo del tiempo?
2. ¿Se hallan los usos del agua razonablemente integrados en el ciclo hidrológico natural?
3. ¿Se mantienen las principales funciones ambientales del agua (mantenimiento de paisajes, espacios naturales, biodiversidad)?
4. ¿Realizamos una gestión eficiente de los recursos y de las infraestructuras hidráulicas?
5. ¿Aplicamos una gestión adaptativa de los recursos hídricos y teniendo en cuenta el cambio climático?
6. ¿Fortalecemos las instituciones para una gestión más sostenible del agua?

La respuesta a tales preguntas se aborda atendiendo a distintos aspectos temáticos, que se detallan a continuación:

La derivación de agua para usos humanos ¿se hace en una cuantía razonable?. ¿Cuánta agua gastamos y ello que representa?. Este diagnóstico, ¿mejora o empeora a lo largo del tiempo?

- Cuentas del Agua. Agua disponible y consumos
- Índice de Consumo
- Proporción de masas de agua subterránea con extracciones superiores a las recargas
- Análisis histórico entre recursos disponibles y demandas en la cuenca del Segura

¿Se hallan los usos del agua razonablemente integrados en el ciclo hidrológico natural?

- Flujos de agua por cauces naturales y por canalizaciones artificiales
- Salidas de los acuíferos a través de manantiales y a través de bombeos
- Proporción de regadío ubicado fuera de fluvisoles
- Evolución de la salinidad de las aguas

¿Se mantienen las principales funciones ambientales del agua (mantenimiento de paisajes, espacios naturales, biodiversidad)?

- Los caudales circulantes
- Presión por extracciones
- Espacios naturales y flujos hídricos
- Estado ecológico de las riberas. Índice QBR
- Estado Ecológico

¿Realizamos una gestión eficiente de los recursos y de las infraestructuras hidráulicas?

- Capacidad de embalse respecto a los recursos renovables y evolución en el tiempo
- Pérdidas por evaporación directa desde embalses y balsas de riego
- El ahorro de de agua y la reducción de las pérdidas en el regadío y en los usos urbanos
- Gestión de la calidad del agua como un componente de su disponibilidad para los usos
- Productividad y eficiencia económica de los usos del agua

¿Aplicamos una gestión adaptativa de los recursos hídricos y teniendo en cuenta el cambio climático?

- La gestión adaptativa en la fase de planificación de los usos del agua
- La tendencia a la reducción de los recursos disponibles
- Medidas de adaptación al cambio climático

¿Fortalecemos las instituciones para una gestión más sostenible del agua?

- Gestión de acuíferos sobreexplotados
- Gestión de depuración y vertidos
- Recuperación de costes
- Información disponible sobre el agua

Es necesario hacer constar que el análisis realizado no constituye en absoluto una versión definitiva del enfoque metodológico propuesto, ni tampoco los temas abordados o la información utilizada tienen pretensión alguna de exhaustividad. Se trata más bien de una primera aportación que responde a la intención general enunciada acerca de cómo abordar la funcionalidad del agua a escala de cuenca desde una perspectiva integrada, aportación susceptible de mejoras en versiones posteriores de este enfoque. Una de tales líneas de mejora está constituida por nuevos avances en la aplicación de indicadores a escala de cuenca, tanto en relación con la reformulación y maduración de algunos de los aquí presentados, como en la definición y aplicación de nuevos indicadores.

En cualquier caso el enfoque aplicado ha permitido un diagnóstico comprensivo pero sintético acerca del estado general de la sostenibilidad y la funcionalidad del agua en la cuenca del Segura, enfoque que consideramos puede ser aplicable, con las oportunas adaptaciones, a otros territorios y cuencas.

Síntesis

Con una superficie de 18.938 km², la cuenca del Segura afecta a cuatro comunidades autónomas: prácticamente en su totalidad a la de Murcia y parcialmente a las comunidades de Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (Albacete) y Valencia (provincia de Alicante). La demarcación se caracteriza por una precipitación media anual de unos 400 mm y un régimen de precipitaciones con grandes desequilibrios espaciotemporales. La evapotranspiración potencial media es de unos 700 mm y la escorrentía media total del orden del 15%, la mas baja de la península ibérica. A excepción de la cabecera, el resto de la cuenca presenta un clima árido o semiárido con una generación de recursos hídricos muy limitada.

Un uso sostenible del agua a escala de cuenca es aquél que mantiene la multifuncionalidad del agua. Por tanto, saber si existe un uso sostenible del agua y que mantiene sus diversas funciones en la cuenca requiere contestar las siguientes cuestiones:

1. *La derivación de agua para usos humanos ¿se hace en una cuantía razonable?. ¿Cuánta agua gastamos y ello que representa?. Este diagnóstico, ¿mejora o empeora a lo largo del tiempo?*

Según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (PHCS) los recursos hídricos globales se situarían próximos a los 1.000 hm³, de los que 600 hm³ son aportados por flujos subterráneos a través de surgencias y manantiales en condiciones naturales y 400 hm³ en forma de escorrentía superficial. A los recursos renovables propios de la Demarcación cabría sumar como recursos utilizados el agua transferida desde la Demarcación que presenta una media entre sus inicios (1979) y el año hidrológico 2006/07 de 324 hm³.

En relación con los consumos, el regadío ha experimentado un incremento muy importante coincidiendo sobre todo con la puesta en marcha y desarrollo del trasvase Tajo-Segura, de forma que el regadío consume cerca del 90% del agua total utilizada en la cuenca. La población ha experimentado también un aumento muy notable, destacando el incremento en más de 157.000 viviendas secundarias en las zonas costeras de Murcia y Alicante, que aumentan la demanda de agua de forma no proporcional, dado su mayor consumo per cápita. El *Índice de Consumo* (proporción de agua captada para usos consuntivos) según los datos del PHCS se eleva a un 187%. La Agencia Europea de Medio Ambiente considera para el Índice de Explotación Hídrica que valores superiores al 20% indican estrés y superiores al 40% estrés severo. Un Índice de Consumo del 187% constituye un valor completamente insostenible y una presión difícilmente asumible por los sistemas naturales.

Por otra parte el 46% de las masas de agua subterránea presenta unas extracciones que superan las surgencias en régimen natural, lo que impide atender las funciones ambientales de tales masas. Los acuíferos en equilibrio o con recursos renovables disponibles son los que poseen una mayor valor funcionalidad ambiental, dado que dicha situación de equilibrio es la que permite mantener fuentes, manantiales y humedales, sistemas muy sensibles a la sobreexplotación inicial, es decir, a los descensos iniciales en los niveles piezométricos. La sobreexplotación inicial es la responsable de la pérdida de manantiales y humedales y en consecuencia de los valores

ecológicos, paisajísticos y de biodiversidad ligados a los mismos. Por ello, con tales acuíferos en situación de equilibrio debe aplicarse una cautela extrema, igual o mayor incluso que la necesaria en acuíferos ya sobreexplotados cuya funcionalidad ambiental actual suele ser considerablemente menor.

La situación de insostenibilidad del uso del agua actual en la Demarcación del Segura entronca con un proceso histórico de considerable inercia impulsado por el crecimiento del regadío por las expectativas de nuevos recursos hídricos a través de distintos proyectos hidráulicos. A este proceso de insostenibilidad creciente en los últimos años está contribuyendo el incremento de los usos urbanos y turísticos. La escasa contención de las fuerzas motrices (regadío y usos urbanos y turísticos) juega un papel fundamental en el aumento de presión sobre los sistemas naturales, lo que ha redundado en una reducción de la funcionalidad ambiental del agua.

2. ¿Se hallan los usos del agua razonablemente integrados en el ciclo hidrológico natural?

Para mantener las múltiples funcionalidades del agua es muy importante que los recursos hídricos se utilicen y gestionen, en la mayor medida posible, dentro de los flujos naturales del agua. La Demarcación del Segura se caracteriza por un gran desarrollo de los sistemas artificiales de conducción de agua a través de canales y tuberías, destacando la extensa red de canales para abastecimiento urbano de la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT) y en el ámbito del regadío las conducciones del Post-trasvase Tajo-Segura. Por otra parte, durante las últimas décadas el generalizado acceso a las aguas subterráneas ha favorecido el desarrollo de una densa red de tuberías que conducen el agua bombeada desde los acuíferos hacia perímetros de riego a veces muy distantes. La creciente utilización de canales artificiales para la conducción de agua implica en muchos casos la correspondiente reducción de los caudales circulantes por los cauces naturales y, en el caso de las tuberías de conducción de agua bombeada desde los acuíferos, de las surgencias a través de fuentes y manantiales, lo que implica una reducción, en ocasiones muy notable, de la funcionalidad ambiental de estos sistemas naturales. La red de canales de la MCT y los canales del Post-trasvase Tajo-Segura tienen una extensión conjunta de unos 734 km, un valor significativo si se compara con la longitud total de las masas de agua tipo río, dado que estos canales equivalen al 53% de la longitud total de tales masas.

La gestión de las aguas residuales y su reutilización incide también en el grado de integración de los usos del agua con el ciclo hidrológico natural. El 44% de todas las aguas residuales depuradas de la Demarcación no vuelve a los cauces y se reutiliza de forma directa para regadío y algún campo de golf, una proporción que puede seguir aumentando. La reutilización directa para riego del agua depurada, sin ser devuelta previamente a los ríos, imposibilita que estos volúmenes retornen a los cauces naturales y contribuyan a mantener los niveles adecuados de cantidad y calidad de sus aguas y por tanto su buen estado ecológico. Esto constituye también un signo claro de la paulatina desconexión entre la gestión del agua y la gestión del río Segura y resto de cauces naturales de la cuenca, lo que en última instancia se traduce en una pérdida de funcionalidad ambiental.

Un indicador relevante del grado de integración de los usos dentro del ciclo hidrológico es la comparación de las salidas de los acuíferos a través de manantiales respecto a las

salidas a través de bombeos. En el 66% de las unidades hidrogeológicas las salidas por bombeos superan a las salidas a través de manantiales. En áreas como Mazarrón y Aguilas, donde se puede comparar la situación a principios del siglo XX (1916) con la existente a finales de los años 80, se constata la pérdida del 83% de las descargas iniciales.

Otro indicador del grado de integración de los usos en el ciclo hidrológico natural se refiere a la ubicación espacial de los perímetros de regadío. De forma paralela al declive de los regadíos tradicionales situados en las vegas fluviales, preadaptadas de forma natural al regadío, los nuevos regadíos suelen ubicarse en áreas ajenas a las vegas fluviales y por tanto con peores condiciones en relación con la disponibilidad de recursos hídricos, de suelo fértil y de condiciones topográficas adecuadas, por lo que su transformación supone en general forzar la vocación natural de estos paisajes. Un posible indicador de interés es la *Proporción de regadío ubicado fuera de fluvisoles*, como indicador de la capacidad de acogida del regadío. El 75% del regadío total de la cuenca se encuentra fuera de áreas con fluvisol dominante. Esta traslación geográfica del regadío desde las vegas fluviales, sus áreas de vocación natural, hacia las cuencas neógenas, constituye una desubicación ecológica del mismo que se traduce en la ruptura y homogenización de los gradientes salinos a escala del paisaje (dulcificación de sistemas salinos e hipersalinos y salinización de suelos y masas de agua de bajo contenido salino). Esta modificación incluye por una parte el incremento de flujos de agua más dulce en ecosistemas hipersalinos de alto valor científico, lo que genera una banalización biológica de estos sistemas tan singulares.

Por otra parte, la modificación de los equilibrios salinos incluye también la salinización de las aguas y suelos de la Demarcación, provocada por el riego de depósitos margosos y saladares, sobre todo en las zonas regables del trasvase, y por el uso directo de aguas muy mineralizadas. En las aguas se ha duplicado el valor medio de salinidad y conductividad entre 1982-83 y 1998, pasando de 3 g/l a 6.4 g/l. A este incremento de la salinidad del agua ha la puesta en regadío de grandes extensiones de margas salinas e incluso solonchaks o saladares como los del Guadalentín, Albaterra y Blanca. El incremento de salinidad en el río Segura constituye un problema en los tramos medios y sobre todo en la Vega Baja, donde los altos valores de conductividad del agua constituye una limitación o condiciona negativamente muchos cultivos.

En definitiva la desubicación de los flujos de agua está favoreciendo un doble proceso: por un lado, la aridificación de las áreas de montaña, por la progresiva reducción o agotamiento de las fuentes y manantiales y por otro la concentración del agua en las áreas de nuevos regadíos y en los humedales del llano, a los que llegan los drenajes agrarios y con frecuencia suponen una importante transformación de los mismos. Ambos procesos afectan a la biodiversidad: la eliminación de manantiales, puntos de agua y caudal de los arroyos de montaña afecta a su importante papel en el mantenimiento de la flora y fauna que de forma directa o indirecta depende de los mismos, mientras que la dulcificación de sistemas salinos contribuye a su banalización, al eliminar las especies, habitats y comunidades más singulares, ligadas justamente a una elevada salinidad.

3. ¿Se mantienen las principales funciones ambientales del agua (mantenimiento de paisajes, espacios naturales, biodiversidad)?

Un indicador de interés es la *Capacidad acumulada de embalse respecto a las aportaciones naturales*. Existe presión significativa por regulación si la capacidad acumulada de embalse supera el 40% de las aportaciones naturales. Aplicando este criterio se identifican 28 masas de agua con riesgo de no alcanzar los objetivos ambientales de la DMA por presiones significativas por regulación, de las que 21 se corresponden con masas tipo río (32% del total).

De los 180 de puntos de captación de agua inventariados, 140 constituyen extracciones significativas (superiores al 40% de las aportaciones naturales en ese punto), lo que supone el 78% de los puntos totales de captación. Existen 16 masas de agua tipo río (un 23% del total) con riesgo de no cumplir los objetivos ambientales de la DMA por presiones significativas por extracciones. Estas masas se corresponden básicamente con los principales ríos de la Demarcación: el Segura y el Guadalentín.

Pese a la intensa presión sobre los flujos hídricos, los ríos y ramblas de la Demarcación del Segura mantienen todavía tramos de alto valor ecológico y ambiental, muchos de los cuales gozan de diversas figuras de protección y mantienen el hábitat de especies emblemáticas como la nutria. En una parte importante de estos espacios naturales los ecosistemas asociados al agua constituyen el núcleo central del espacio. De los 1.268 km de masas de agua tipo río no encauzado, más de la mitad (58%) discurren por un espacio protegido. En el caso de las masas tipo lago la casi totalidad de su superficie constituye un espacio protegido e igualmente en el caso de los embalses, considerados como masas Muy Modificadas, el 85% de su superficie se halla incluida en tales espacios. Esta estrecha conexión entre las masas de agua y los espacios naturales señala la importancia de tales flujos y masas de agua para el mantenimiento de la biodiversidad general y la necesidad de una estrecha coordinación entre la planificación y gestión del agua y las políticas ambientales.

En torno a un 50% de los 82 tramos de ribera estudiados presentan una calidad Buena o Muy Buena, aproximadamente un 20% de los mismos presentan una calidad Intermedia mientras que el 30% restante tiene una calidad Mala o Pésima. En general las riberas mantienen una calidad adecuada en las cabeceras y tramos altos mientras que los tramos bajos suelen presentar una calidad muy deficiente. Las canalizaciones y encauzamientos constituyen actuaciones que contribuyen considerablemente a la degradación o destrucción de las riberas fluviales y a la pérdida de la calidad hidromorfológica de los tramos fluviales, dado que normalmente suponen la eliminación completa o casi completa de las riberas. El 8,5% de la longitud total de masas de agua tipo se corresponde con tramos encauzados.

El 17% de las masas de agua tipo río presenta un estado Muy Bueno; el 30% un estado Bueno y el 53% un estado inferior a Bueno. Por tanto, una proporción significativa de las masas fluviales presenta un estado ecológico inferior al deseable por razones tanto cualitativas como derivadas del estado hidromorfológico y del volumen y dinámica de los caudales circulantes. Estos tramos se localizan en los sectores medio y bajo del río Segura, en el río Guadalentín y en algunos afluentes del río Segura, mientras que la mayoría de los tramos de cabecera presentan un estado ecológico Bueno o Muy Bueno.

4. ¿Realizamos una gestión eficiente de los recursos hídricos y de las infraestructuras hidráulicas?

En la Demarcación del Segura existe una capacidad de regulación de cerca de 770 hm³, lo que equivale a más del 90% de sus aportaciones naturales. Los embalses han atemperado la variabilidad interanual de los recursos disponibles durante las décadas de los años 60 y 70, pero a partir de 1980 la evolución de los desembalses sigue de cerca la evolución de las aportaciones, debido sobre todo al sustancial incremento del regadío, que ha provocado una fuerte presión sobre todos los recursos impidiendo su regulación interanual. Una gestión adaptativa a recursos muy fluctuantes y el mantenimiento de niveles de consumo en un cierto equilibrio dinámico con el agua disponible permitiría que la regulación hiperanual de los numerosos embalses de la cuenca recobrara su funcionalidad.

Un elemento fundamental de la eficiencia en la gestión del agua es el del ahorro y la reducción de las pérdidas de agua. El sustancial incremento de los embalses de riego en los últimos años ha contribuido a aumentar las pérdidas globales por evaporación directa. Utilizando los datos aportados por el Corine Land Cover del año 2000 relativos a la superficie total de láminas de agua (embalses y balsas de riego), estas pérdidas por evaporación directa serían un 28% superiores a las estimadas en el PHCS y podrían situarse en unos 77 hm³. La proliferación de un gran número de balsas de riego, con una elevada relación superficie/volumen, constituye un uso poco eficiente del agua, especialmente en territorios con una intensa insolación, como corresponde a buena parte de la demarcación del Segura.

En relación con la eficiencia del agua en el regadío, se han ido implantando de forma extensiva las técnicas que aumentan la eficiencia del riego y disminuyen las pérdidas de agua tanto en la distribución (utilizando conducciones cerradas) como a escala de parcela, a través del riego localizado y otras mejoras técnicas, a lo que está contribuyendo el fuerte impulso por parte de la Administración Pública a los Planes de Modernización de Regadíos. La contribución significativa al ahorro de agua está ligada sobre todo a la reducción de las pérdidas en los sistemas de transporte y distribución. El riego localizado mejora la eficiencia agronómica del agua a escala de parcela y otros aspectos tecno-económicos del regadío, como la reducción de los costes de mano de obra y de insumos como fertilizantes y pesticidas y una mayor productividad. Esta mejora tecnico-económica es probablemente más relevante que el propio ahorro de agua y su incidencia sobre las demandas de las comunidades de regantes y los recursos disponibles, ahorro que puede alcanzar en la práctica un valor muy variable y en general suele ser bastante limitado.

Las posibilidades de ahorro en el agua para usos urbanos depende de dos cuestiones: el agua requerida para cubrir los servicios, cuyo indicador es el *Consumo doméstico neto per cápita*, y la eficiencia del suministro, para el que se puede utilizar como indicador la *Proporción de pérdidas en las redes de distribución*. El consumo doméstico por habitante, unos 143 l/habitante día en 2001, es algo inferior al valor medio en España. No obstante, los datos muestran una clara tendencia de aumento entre cuyas causas probables cabe citar los mayores servicios en los hogares y un mayor proporción de viviendas unifamiliares y segundas residencias, con un gasto de agua per cápita entre dos y tres veces mayor que el existente en los cascos urbanos compactos. Por el contrario, se constata una clara mejora en la eficiencia de las redes de abastecimiento

con una sustancial reducción de las pérdidas tanto en alta (grandes infraestructuras de captación y distribución) como en baja (empresas de suministro a los hogares. Las pérdidas en alta se han reducido desde valores próximos al 10% a finales de la década de los setenta a valores inferiores al 2% a partir de mediados de los años noventa, mientras que las pérdidas en baja en la Región de Murcia, representativa del conjunto de la cuenca, han pasado de un 37% en 1990 a un 12% en 2005, una eficiencia bastante aceptable. Esta reducción de las pérdidas contribuye a absorber parte del incremento en el consumo provocado por el aumento de la población y el mayor gasto per cápita.

Además de afectar al estado ecológico de las masas, la calidad del agua influye en su disponibilidad, dado que condiciona los usos posibles. En la cuenca del Segura la progresiva contaminación urbana, industrial y agrícola fue convirtiendo al río Segura en uno de los ríos más contaminados de Europa. La continuada degradación de la calidad del agua llegó a afectar negativamente a los cultivos más sensibles de la Vega Baja como los hortícolas, especialmente durante las décadas de los años ochenta y noventa, en los que los valores medios anuales de *Demanda biológica de oxígeno*, indicadora de contaminación orgánica, superaron los 40 e incluso los 60 mg/l O₂. Desde finales de los años noventa comienza un proceso de recuperación de la calidad con una disminución de la carga orgánica, a lo que contribuyó la mejora de los sistemas de depuración y un aumento del control efectivo sobre los vertidos.

En relación con las aguas subterráneas, los bombeos han provocado en algunos acuíferos un proceso de salinización, por la extracción de aguas profundas muy mineralizadas, por intrusión marina en el caso de acuíferos costeros y por contacto con formaciones ricas en sales en el caso de acuíferos continentales. Esta salinización de acuíferos se tradujo en una reducción de los recursos disponibles para el riego en zonas como Mazarrón y Aguilas y en el Campo de Cartagena. A finales de 2005 un 37% de los puntos de control de las aguas subterráneas mantiene bajos valores de conductividad, inferiores a 1.000 µS/cm, mientras que la mitad de las muestras presentaban una conductividad superior a los 2.500 µS/cm, valor límite para el agua de abastecimiento y a partir del cual empiezan a manifestarse también efectos negativos en los cultivos. En un tercio de los puntos la conductividad supera los 4.000 µS/cm, lo que constituye una seria limitación para su uso agrícola. Por otra parte, una parte de las aguas subterráneas está afectada por contaminación agraria difusa, que se traduce en altos niveles de nitratos y pesticidas. El 22% de las muestras de la red oficial presenta un contenido en nitratos superior a 50 mg/l, límite máximo para su uso en abastecimiento, mientras que el 19% de las muestras presentó un contenido en plaguicidas superior a los límites legales.

Otro aspecto de interés en relación con la calidad del agua y los recursos disponibles es la gestión de la calidad diferencial de las aguas. Mantener los máximos valores de disponibilidad del agua para los usos requiere reservar el agua de mayor calidad para los usos más exigentes como el abastecimiento de boca y destinar el agua de calidades inferiores a usos sucesivamente menos exigentes. Por ejemplo, muchos acuíferos mantienen una calidad superior a la existente en las aguas superficiales y son menos vulnerables a los procesos de contaminación, de forma que su uso para abastecimiento reduce la intensidad del tratamiento requerido. Sin embargo en la cuenca del Segura, como en España en general, los usos urbanos se abastecen mayoritariamente de aguas superficiales, circunstancia que convive con una dedicación importante de las aguas subterráneas, incluyendo acuíferos con agua de alta calidad, a los usos agrícolas.

Un aspecto muy importante de la eficiencia de los usos del agua es el grado en que el consumo de recursos hídricos repercute en un mayor o menor nivel de riqueza económica. Con datos de 2001-2002, la productividad media del agua en España se sitúa en unos 27,5 €/m³ de Valor Añadido Bruto a precios de mercado (VAB_{pm}), al cual las actividades primarias aportan 1 €/m³, lo que contrasta con el hecho de que el 80% de las captaciones de agua son para regadío. En definitiva, con el consumo del 90% del agua utilizada para las actividades económicas, el sector primario aporta el 3,2% del VAB_{pm}. En la cuenca del Segura la contribución de la agricultura al VAB es mayor y también la productividad del agua en el regadío, que es la tercera más alta de España. El VAB_{pm} por metro cúbico de agua en el regadío de la cuenca del Segura es 0,77 €/m³, lo que supone un valor un 88% superior a la media en España. No obstante, hay que considerar también que la mayor rentabilidad del regadío en la cuenca del Segura no compensa el hecho de que se utilice una proporción mayor de agua que en el resto de España para la actividad agraria, un sector que contribuye al valor añadido bruto de forma muy modesta. El efecto de esto en la productividad global del agua puede ilustrarse con el caso de la Región de Murcia. Con datos de 2001 la productividad media del agua en la Región de Murcia se sitúa en unos 18,5 €/m³ de Valor Añadido Bruto a precios de mercado, un 33% inferior a la media en España, de 27,5 €/m³.

5. *¿Aplicamos una gestión adaptativa de los recursos hídricos y teniendo en cuenta el Cambio Climático?*

El agua disponible presenta una variabilidad natural a corto y largo plazo que en el caso de las cuencas mediterráneas, como la del Segura, se traduce en fluctuaciones interanuales muy intensas. Se requiere por tanto una gestión del agua y sus usos que tenga en cuenta y se adapte a dicha variabilidad natural. En la cuenca del Segura el propio proceso de planificación hidrológica ha alentado una evolución divergente entre recursos hídricos y una demanda rígida y creciente, al partir, en diferentes momentos de la planificación a lo largo del siglo XX, de valores poco realistas de recursos disponibles y sin tener en cuenta su alta variabilidad, mientras que se consolidaba una demanda agraria equivalente o superior a los máximos recursos posibles. La no adecuación de las demandas a los recursos y sus fluctuaciones puede afectar de forma importante a la eficiencia del uso del agua. Por ejemplo, el caso del trasvase Tajo-Segura muestra que los recursos de este origen han tenido un bajo nivel de garantía, dado que la normativa fija exclusivamente los valores máximos de transferencia. Múltiples factores inciden en el funcionamiento efectivo del trasvase, incluyendo sequías acopladas en las cuencas del Tajo y del Segura, entre otros factores climáticos e hidrológicos, aspectos ambientales y nuevos desarrollos normativos y la evolución de los contextos económicos, energéticos, sociales y políticos. El resultado final es un bajo nivel de garantía que ha de ser tenido en cuenta al analizar la eficiencia económica de los volúmenes reales trasvasados. En cualquier caso es necesaria una gestión adaptativa en todas las fases de planificación y gestión del agua y de sus usos, lo que en primer lugar requiere evitar una sobrevaloración del agua disponible y partir del régimen de variabilidad natural del agua así como de las tendencias de cambio a medio y largo plazo, más que de un valor constante de recursos

En los últimos 25 años tanto las precipitaciones como las aportaciones han disminuido de forma muy significativa, lo que se traduce en una estima de aportaciones medias progresivamente menores según se considere la serie desde el año 40/41 hasta 1989

contenida en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (PHCS) (871 hm^3), dicha serie completa en su posterior actualización hasta el año 2000 (830 hm^3) o hasta el año 2005 (823 hm^3) (CHS, 2007b). Utilizando la serie de aportaciones restituidas al régimen natural del PHCS y sus posteriores actualizaciones, la aportación media según la serie completa de 66 años (1940/41 a 2005/06) arroja valores sobreestimados en un 24% con respecto al valor obtenido utilizando los últimos 25 años. Esta reducción constituye un cambio de tendencia que con toda probabilidad se mantendrá a corto y largo plazo por la reducción de los coeficientes de escorrentía en cabecera por el aumento de las masas forestales, la probable reducción de las aportaciones subterráneas a la cabecera del río Segura por efecto de una mayor explotación de los acuíferos de cabecera y por el cambio climático, que mantendrá o acentuará la tendencia a la reducción de las aportaciones en la mitad sur de la península.

Los escenarios de cambio climático apuntan a un incremento progresivo de la temperatura y una disminución de las precipitaciones a lo largo del siglo XXI, tendencias que se acelerarán a partir de mediados de siglo en el caso de escenarios de emisiones globales más altas. Estas reducciones serán mayores en el tercio sur peninsular, donde se sitúa la cuenca del Segura, con reducciones superiores al 30% en el escenario de emisiones altas y en torno al 20% en el escenario de emisiones bajas. El efecto combinado de una reducción de los recursos y el aumento de los consumos por una mayor evapotranspiración tendrá un impacto notable en el agua y sus usos, que requiere diversas medidas de adaptación. Estas medidas están relacionadas tanto con las demandas (contención de las fuerzas motrices del consumo de agua, en particular el regadío y los desarrollos urbano-turísticos) como con los recursos (a través del impulso de los recursos no convencionales como la reutilización de aguas residuales y la desalación marina) y con el establecimiento de planes y herramientas específicas, como los planes frente a la sequía.

En 2004 se generó en la cuenca un volumen total de 140 Hm^3 de agua depurada. El 44% del caudal total depurado se reutiliza de forma directa para regadío y algún campo de golf. La Confederación está gestionando la concesión de la generalidad de caudales depurados para su reutilización directa. Aproximadamente unos 15 Hm^3 anuales proceden de depuradoras costeras que vierten directamente al Mar por razones diversas, como los problemas e insuficiencias de los colectores y de la red de alcantarillado, que provocan la salinización de las aguas residuales por contacto con aguas salinas, impidiendo su reutilización para riego, lo que requiere la mejora de estas infraestructuras de saneamiento.

En 2007 el volumen total de recursos hídricos procedentes de desalación marina fue de 64 hm^3 , de los que el 75% se dedica al abastecimiento. Las nuevas instalaciones y ampliaciones prevén incrementar el volumen total desalado en una primera fase hasta unos 400 hm^3 y en una segunda fase hasta unos 490 hm^3 , de los que un 63% estaría destinado a regadío. La desalación constituye una vía de incremento de recursos que posee una elevada garantía junto a una importante flexibilidad y capacidad de adaptación a las circunstancias concretas de recursos y demandas existentes en cada momento. En cualquier caso el significativo volumen previsto señala la necesidad de su análisis en el marco de los recursos y consumos globales de la cuenca, de forma que no se induzcan procesos de insostenibilidad.

El Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura incluye indicadores que clasifican el estado del sistema en los niveles de Normalidad, Prealerta, Alerta y Emergencia. Cada uno de estos niveles activa un conjunto de medidas prestablecidas de carácter estratégico, táctico o de emergencia. En los últimos cuatro años han dominado los periodos en los que el Índice de Estado se ha situado en valores definidos como de Emergencia.

6. *¿Fortalecemos las instituciones para una gestión más sostenible del agua?*

Un aspecto básico es aplicar medidas de respuesta y avanzar en el fortalecimiento institucional implicado en la gestión del agua, sin el cual es difícil asegurar la eficacia de tales medidas y el logro de los objetivos perseguidos. Son muchos los ámbitos y las líneas de actuación que han de analizarse desde esta perspectiva, de las que se mencionan algunos elementos relativos a la gestión de acuíferos sobreexplotados, la gestión de los vertidos y aguas residuales, la recuperación de costes y la información disponible sobre el agua.

En la cuenca del Segura se manifestaron de forma temprana síntomas de una excesiva explotación de las aguas subterráneas. Son fundamentales los instrumentos de control y ordenación de las extracciones, como la declaración oficial de acuíferos sobreexplotados que obliga, entre otros aspectos, a la elaboración y aplicación de planes de ordenación de las extracciones. De las 63 masas de agua subterránea de la Demarcación del Segura, un 46% de las mismas, es decir 29 masas, presenta unas extracciones que superan las surgencias en régimen natural. Sin embargo el número de acuíferos y unidades hidrogeológicas con declaración oficial de sobreexplotación no se corresponde con la extensión del problema. Entre 1986 y 1988 se llevó a cabo una declaración oficial de sobreexplotación en cinco unidades hidrogeológicas. En 2004 la declaración de sobreexplotación se amplió de cinco a trece, lo que supone un incremento notable y aproxima más el número de declaraciones de sobreexplotación a la realidad de este problema en la Demarcación del Segura, pese a lo cual no se llegó a cubrir las totalidad de unidades diagnosticadas. Por otra parte, hay que indicar que estas declaraciones tienen un carácter provisional y no definitivo, lo que dificulta la implementación de medidas más eficaces de control y gestión, como las que cabe aplicar dentro de un Plan de Ordenación de las Extracciones. Esta situación general de provisionalidad cabe interpretarla como un signo de insuficiente fortalecimiento institucional para una gestión sostenible de las aguas subterráneas.

Aunque existían infraestructuras anteriores, la construcción de depuradoras se impulsó hacia mediados de los años 80, especialmente a lo largo del río Segura y sus afluentes. Durante las décadas de los años 80 y 90 las importantes inversiones en depuración no se tradujeron en una mejora significativa de la calidad de las aguas superficiales por diversas entre las que destacan la descoordinación entre las administraciones, la mezcla de vertidos industriales y domésticos, la falta de mantenimiento de las infraestructuras, la escasez de caudales circulantes y la degradación de la vegetación de ribera, factores que contribuyen a la autodepuración natural. En los últimos años nuevas inversiones y la mejora en los sistemas de gestión de las infraestructuras han permitido avances importantes en el número y eficacia de las infraestructuras de tratamiento y depuración. El 82% de las plantas actuales tienen tratamiento secundario, un 11,4% tienen un tratamiento terciario y sólo un 6,5% presenta únicamente tratamiento primario. Sin embargo hay que tener en cuenta que la mejora global en el tratamiento de las aguas

residuales no necesariamente se traduce en una mejora equivalente en la calidad de las aguas circulantes, dada la elevada proporción de aguas depuradas que son reutilizadas para riego de forma directa sin ser devueltas a los cauces naturales, proporción que se está elevando rápidamente conforme aumenta el volumen de las aguas depuradas y la eficiencia general del proceso de depuración. Otro elemento fundamental para mantener la calidad de las aguas superficiales, muy ligado al grado de fortalecimiento institucional, es el control de los vertidos. Uno de los posibles indicadores que pueden ser es la *Proporción de autorizaciones de vertido provisionales frente a definitivas*. Mientras que el valor medio en España del número de autorizaciones provisionales de vertido se sitúa en un 53% del total, dicha proporción se eleva en la Demarcación del Segura al 97%. La utilización generalizada de la figura de autorización provisional de vertido cabría interpretarla como un signo de insuficiente fortalecimiento institucional.

La *Recuperación de costes* es un indicador fundamental en el ámbito de las medidas de respuesta para una gestión sostenible del agua. En la Demarcación del Segura la recuperación de costes para los usos urbano e industrial en 2002 se sitúa en un 88%, un valor alto respecto a la media en España. En el caso de los usos agrarios la recuperación de costes en 2001 se sitúa en un valor aún más elevado, en torno al 92 %, un valor medio respecto al conjunto de demarcaciones, cuyo rango se sitúa entre el 85 y el 98%. Respecto a la recuperación de costes en los usos agrarios, en 2005 se situó en el 87%, con un porcentaje de subvención pública de un 13%. Estas cifras indican que la agricultura de la cuenca del Segura tiene un alto porcentaje de recuperación de costes y un proporción relativamente pequeña de subvención pública, dada la general elevada productividad y eficiencia del regadío respecto al existente en otras cuencas.

Un aspecto clave para una gestión sostenible del agua es disponer de la necesaria información en la cantidad, calidad y accesibilidad requeridas. Un indicador de interés es la *Densidad de estaciones hidrológicas*. En general la densidad de estaciones en la Demarcación del Segura es equivalente o supera la densidad media del conjunto de demarcaciones a excepción de la red ICA (calidad de las aguas superficiales), cuya densidad es inferior a la media. Por otra parte, pese a la importancia del agua en la cuenca del Segura, la información disponible ha sido con frecuencia escasa, poco actualizada o difícilmente accesible. En los últimos años se están haciendo importantes esfuerzos por mejorar el volumen, calidad y accesibilidad de dicha información. No obstante, la información disponible sigue siendo insuficiente, especialmente en algunos ámbitos como el relativo a una caracterización completa de las aguas costeras y de transición, entre otros aspectos. Otro aspecto es la accesibilidad de la información. Hasta hace pocos años no ha existido un acceso sencillo y disponible para los ciudadanos en general a información básica como los caudales circulantes, los datos de calidad del agua, la información socioeconómica sobre el agua o información desagregada y actualizada sobre los consumos de agua en los diferentes usos. En los últimos años se ha realizado un avance muy importante en la accesibilidad, destacando la labor del Ministerio de Medio Ambiente a través de iniciativas como el Libro Digital del Agua (LDA) y el Sistema de Información del Agua (SIA). La Confederación Hidrográfica del Segura ha realizado también avances en la provisión de información de la cuenca a través de internet, si bien la accesibilidad a los datos de la cuenca se encuentra todavía muy en sus inicios. Aunque es necesario seguir avanzando en esta línea, esta creciente accesibilidad es esencial para aportar información básica y de calidad a todos los agentes implicados para avanzar hacia un uso más sostenible del agua, desde los ámbitos más especializados hasta los ciudadanos en general.

Datos básicos de la Demarcación del Segura

Con una superficie de 18.938 km², la cuenca del Segura afecta a cuatro comunidades autónomas (figura 1): prácticamente en su totalidad a la de Murcia y parcialmente a las comunidades de Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (Albacete) y Valencia (provincia de Alicante). La figura 2 muestra las masas de agua identificadas en la Demarcación en aplicación de la Directiva Marco de Aguas (DMA).

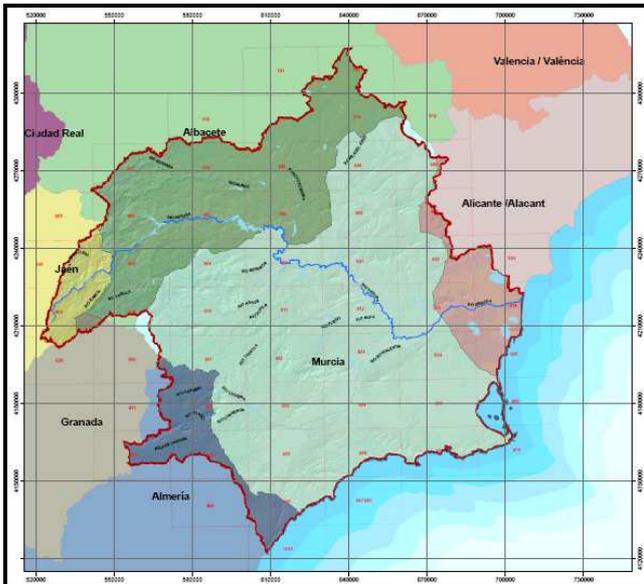


Figura 1. Localización de la cuenca del Segura. Fuente: CHS.

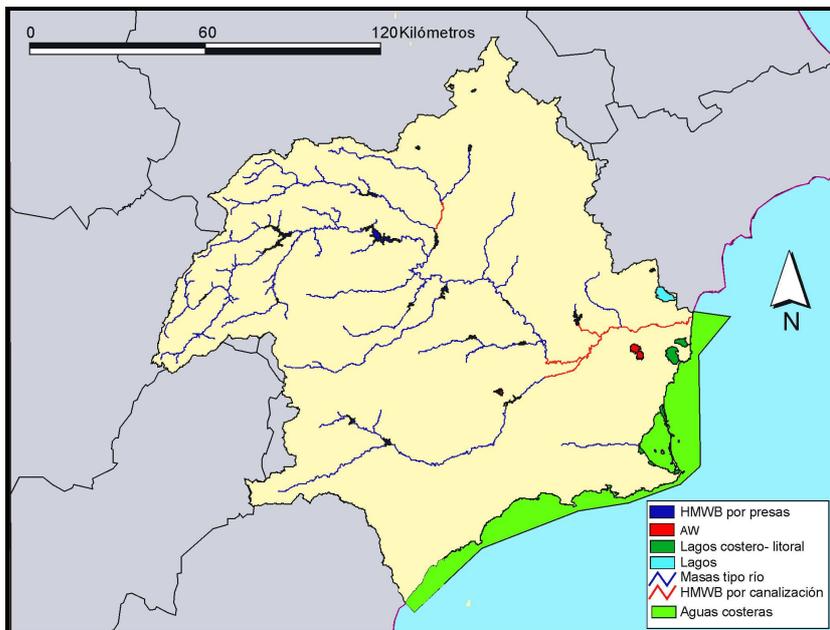


Figura 2. Masas de agua identificadas en la Demarcación del Segura en aplicación de la DMA. Fuente: CHS (2007a)

La demarcación se caracteriza por una precipitación media anual de unos 400 mm, un régimen de precipitaciones con grandes desequilibrios espaciotemporales y un claro contraste entre las zonas de cabecera (Mundo y Segura hasta su confluencia) y los sectores medio y bajo de la cuenca. La evapotranspiración potencial media es de unos 700 mm y la escurrimiento media total del orden del 15%, la mas baja de la península ibérica. Existen numerosos acuíferos que presentan una gran complejidad estructural. La cabecera (ríos Segura y Mundo hasta su confluencia) constituye la fuente principal de flujos y recursos hídricos de la cuenca. Estas aportaciones se corresponden mayoritariamente con un importante caudal base procedente tanto de las escurrimientos de cabecera como del drenaje de los grandes acuíferos calizos. A excepción de la cabecera, el resto de la cuenca presenta un clima árido o semiárido con una generación de recursos hídricos muy limitada.

1. La derivación de agua para usos humanos ¿se hace en una cuantía razonable?. ¿Cuánta agua gastamos y ello que representa?. Este diagnóstico, ¿mejora o empeora a lo largo del tiempo?

Cuentas del agua. Agua disponible y consumos

Para saber si derivamos una cantidad razonable de agua de los sistemas naturales para satisfacer los diferentes usos socioeconómicos, hemos de conocer cuál es el agua disponible y cuál es el agua derivada y consumida, lo que viene siendo conocido como balance de recursos hídricos. Una primera cuestión a señalar es la insuficiencia de los datos disponibles para establecer balances rigurosos y actualizados y en particular la notable confusión existente en torno a los datos de superficie de regadío en la cuenca del Segura. Como ejemplo la tabla 1 presenta algunas estimas de regadío en la cuenca del Segura según distintas fuentes.

Fuente	Año	Superficie regada (ha)	Superficie regable (ha)
PHCS	1997	269.000	
Plan Nacional de Regadíos	1996	276.316	
Censo Agrario. INE	1999	248.069	270.353
Corine Land Cover	2000	307.656*	
Estudio General de la Demarcación (sobre Hojas 1-T de 2001)	2001	242.041	
MCA_MAPA	2003		347.236
Instituto de Desarrollo Regional. IDR-UCLM	2003	315.646	350.201

* Se han considerado sólo los polígonos permanentemente irrigados.

Tabla 1. Estimaciones de regadío total en la cuenca del Segura según distintas fuentes. PHCS: Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura; INE: Instituto Nacional de Estadística; MCA-MAPA: Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; IDR-UCLM: Instituto de Desarrollo Regional, Universidad de Castilla La Mancha.

Disponer de datos actualizados, detallados y de alta fiabilidad tanto en relación con el agua disponible como en relación con los consumos existentes constituye un requisito imprescindible para elaborar diagnósticos rigurosos sobre la sostenibilidad del uso del agua. En cualquier caso los datos existentes permiten ya una primera aproximación a esta cuestión y la elaboración de algunos indicadores de sostenibilidad.

Según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (CHS, 1997), la media interanual de las aportaciones restituidas al régimen natural en la desembocadura del río Segura (Guardamar), utilizando valores de la serie de años hidrológicos 1940/41 -1989/90 es de 871 hm³. Si se incluyen las aportaciones de las ramblas costeras los recursos hídricos globales se situarían próximos a los 1.000 hm³. Del total de recursos, 600 hm³ son aportados por flujos subterráneos a través de surgencias y manantiales, en condiciones naturales, y 400 hm³ en forma de escorrentía superficial. Estos datos presentan sin embargo una cierta sobreestimación dado que no incluyen los años posteriores a 1990, más secos que los valores medios de la serie (figura 3), como se comentará más adelante.

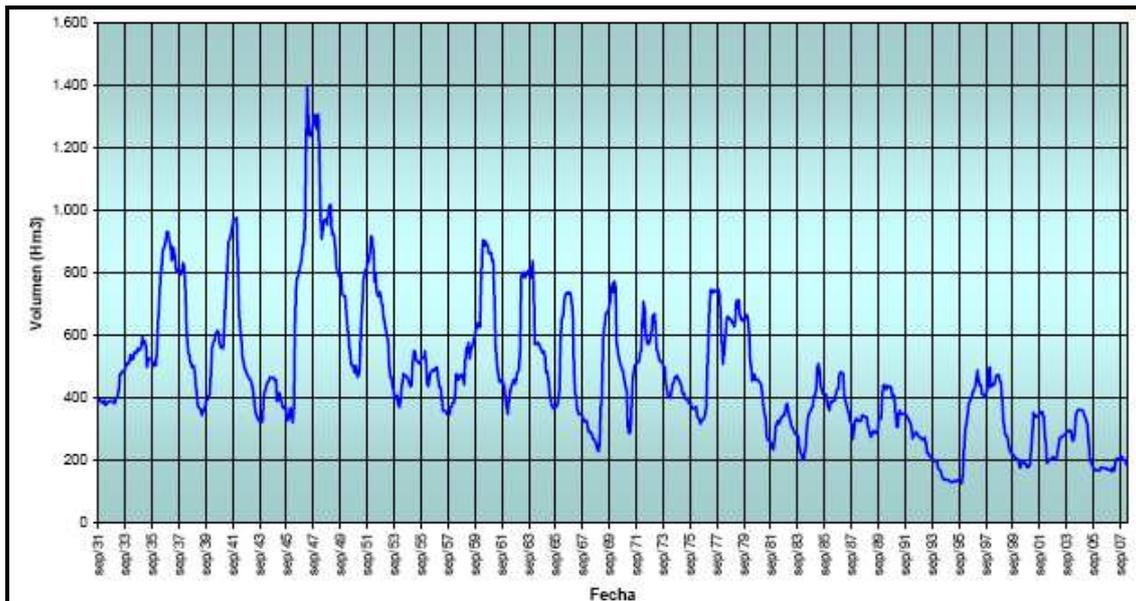


Figura 3. Evolución de las aportaciones naturales en la Demarcación del Segura entre 1931 y 2007. Fuente: CHS

Por otra parte hay que considerar las pérdidas por evaporación desde embalses y directa de acuíferos. Según el PHCS, estas pérdidas se sitúan en torno a unos 60 hm^3 , pero según otras estimaciones, que se comentan en posteriores apartados, la evaporación total desde cuerpos de agua se situó en torno a unos 70 hm^3 en 1990 y en torno a 77 hm^3 en el año 2000.

A los recursos renovables propios de la Demarcación cabría sumar como recursos utilizados el agua transferida desde la Demarcación del Tajo (figura 4) y que con un máximo anual de 540 hm^3 (excluidas las pérdidas) presenta una media entre sus inicios (1979) y el año hidrológico 2006/07 de 324 hm^3 .

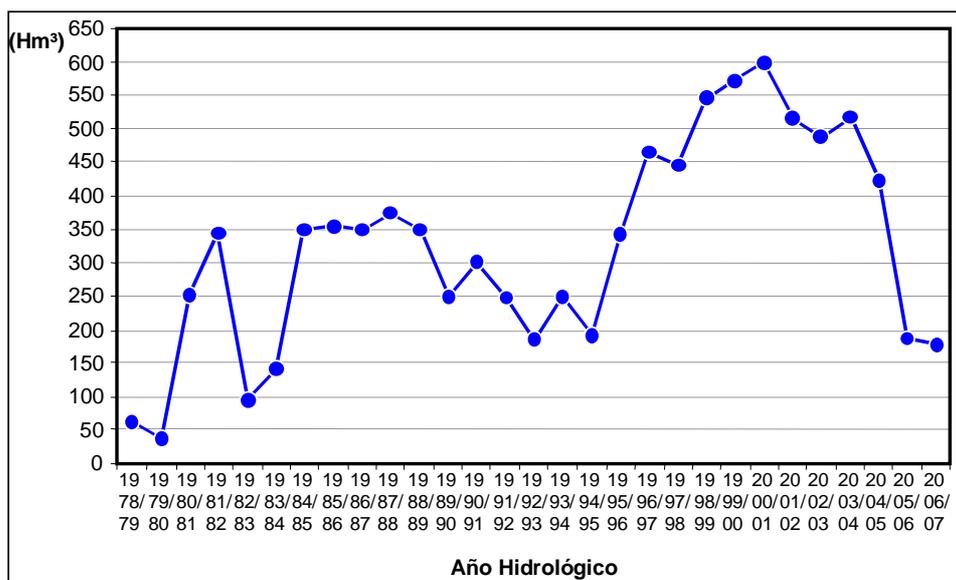


Figura 4. Volumen anual del trasvase Tajo-Segura. Fuente: CHS y Elaboración propia.

En relación con los consumos, el regadío en la demarcación del Segura ha experimentado un incremento muy importante en las últimas décadas, coincidiendo sobre todo con la puesta en marcha y desarrollo del trasvase Tajo-Segura (figura 5), de forma que el regadío consume cerca del 90% del agua total utilizada en la cuenca (Maestu *et al.*, 2007).

La población ha experimentado también un aumento muy notable, especialmente en los últimos años (figura 6). En este último periodo se ha producido un aumento de más de 370.000 viviendas destacando el incremento en más de 157.000 viviendas secundarias en las zonas costeras de Murcia y Alicante (CHS, 2007a). Estas viviendas secundarias incrementan la demanda de agua de forma no proporcional, dado su mayor consumo per cápita. Los estudios realizados (Capellades *et al.*, 2002) muestran que el modelo de ciudad compacta mediterránea consume entre 110 y 140 litros por persona y día, mientras que la ciudad difusa, de viviendas unifamiliares consume unos 400 litros por persona y día (tres veces más). El valor medio en la Demarcación es de unos 186 litros por habitante y día (CHS, 2007a). A consecuencia de todo ello, los usos consuntivos del agua han sufrido un incremento igualmente significativo, lo que ha requerido una mayor derivación de agua y por tanto una mayor presión sobre los sistemas naturales.

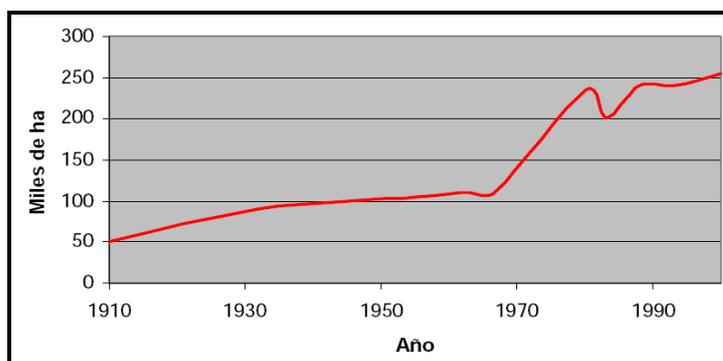


Figura 5. Evolución histórica del regadío en la cuenca del Segura. Fuente: Plan Hidrológico Nacional.

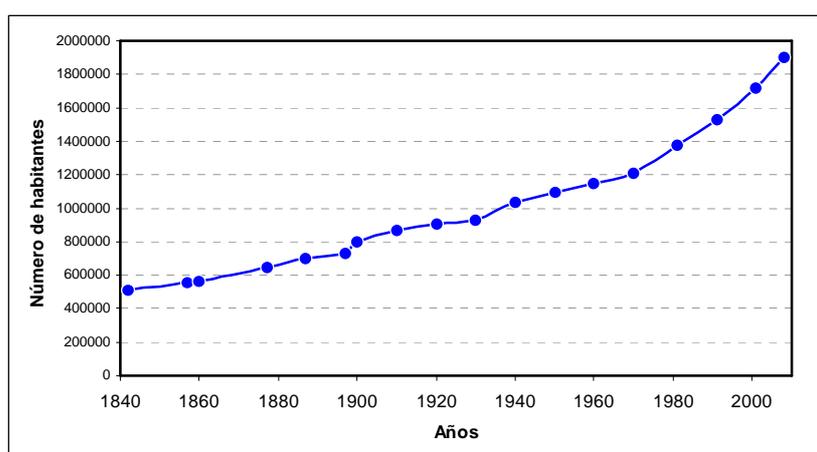


Figura 6. Evolución de la población total en la demarcación del Segura. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) y elaboración propia.

El PHCS considera para 1997 un consumo en regadío de 1.571 hm^3 (correspondiente a

las 269.000 ha de regadío consideradas por el Plan), un consumo para abastecimiento urbano de 217 hm³ (de los que 45 hm³ se aplican en la Demarcación del Júcar) y una demanda industrial no conectada a abastecimiento de 23 hm³. El consumo total de agua, excluyendo el abastecimiento urbano aplicado en el Júcar, está cifrado en el PHCS en unos 1.760 hm³.

Indice de Consumo

Existen dos indicadores de gran utilidad para una primera evaluación de la sostenibilidad del uso del agua: el *Indice de Explotación Hídrica* (proporción de agua captada para usos consuntivos y no consuntivos respecto al total de recursos renovables) y el *Indice de Consumo* (proporción de agua captada para usos consuntivos). En el caso de la Demarcación del Segura la derivación para usos no consuntivos (hidroeléctricos) tiene un papel poco relevante, por lo que tiene más interés el Índice de Consumo. Utilizando los datos del PHCS (1.000 hm³ de recursos renovables totales, pérdidas por evaporación directa de 60 hm³ y consumo total de 1.760 hm³), el Índice de Consumo se eleva a un 187%. La Agencia Europea de Medio Ambiente considera para el Índice de Explotación Hídrica que valores superiores al 20% indican estrés y superiores al 40% estrés severo. Un Índice de Consumo del 187% constituye un valor completamente insostenible y una presión difícilmente asumible por los sistemas naturales. Este elevado consumo de agua se debe mayoritariamente al regadío y supone la mayor presión sobre los sistemas naturales de todos los países mediterráneos (Institute for Prospective Technological Studies, 1997).

Un Índice de Consumo que supera la totalidad de los recursos renovables es posible principalmente por la utilización de volúmenes adicionales de agua, que en el caso de la Demarcación del Segura se corresponden con el trasvase Tajo-Segura y el consumo de aguas subterráneas no renovables. Si a los recursos renovables propios se añade el volumen medio trasvasado del Tajo-Segura, el consumo total sigue siendo casi un 40% superior.

Es posible calcular el Índice de Consumo utilizando algunos datos más actualizados procedentes del Corine Land Cover del año 2.000, tanto para determinar tanto el agua disponible como los consumos. Por una parte, como se ha indicado, las pérdidas por evaporación directa desde embalses y balsas de riego serían un 28% superiores al valor considerado en el PHCS y podrían situarse en unos 77 hm³, por lo que los recursos renovables netos de la cuenca serían unos 923 Hm³. Por otra parte, el consumo de agua en regadío en el año 2.000 se situaría, utilizando la dotación media de 6.176 m³/ha (CHS, 1997), en unos 1.900 hm³, lo que eleva el consumo total a unos 2.095 hm³ anuales incluyendo el abastecimiento urbano e industrial. Con estos valores el Índice de Consumo se sitúa en torno al 227% de los recursos renovables propios de la Demarcación. Estos datos refuerzan la marcada insostenibilidad de la actual derivación y consumo de agua, claramente incompatible con el mantenimiento de las funciones esenciales del agua a escala de cuenca.

Otro indicador de interés es la *Proporción total de agua utilizada per cápita*. Los valores indicadores representan para el año 2.000 un consumo total de unos 1.220 m³ por persona al año, lo que representa un valor un 35% superior a la media en España en 2001 para la captación total de agua y un 123% superior para el uso final de agua (Maestu *et al.*, 2007) es decir, excluidos los usos energéticos y correspondiente por

tanto a usos consuntivos. Este indicador muestra un elevado consumo total de agua per cápita en la Demarcación del Segura en comparación con el valor medio en España.

Proporción de masas de agua subterránea con extracciones superiores a las recargas

No están disponibles datos recientes sobre captaciones y balances hídricos en los acuíferos de la Demarcación. Es posible no obstante, realizar un primer diagnóstico con la información existente. La *Proporción de masas de agua subterránea que presentan unas extracciones superiores a las recargas* constituye un indicador de interés en relación con la sostenibilidad del uso del agua. En la Demarcación del Segura se han definido 63 masas (CHS, 2007a), de las cuales un 46% presentan unas extracciones que superan las surgencias en régimen natural. El 78% de las extracciones suponen una presión significativa (Informe art. 5, 6, y 7 de la Directiva Marco de Agua) por superar el 40% de la aportación natural. Si se consideran los recursos subterráneos disponibles una vez descontadas las reservas ambientales (para mantenimiento de humedales y aportaciones a ríos fundamentalmente), el Estudio General de la Demarcación considera que existe presión significativa en el 41% de las masas de agua subterránea por presentar unas extracciones superiores a los recursos disponibles y por tanto impedir atender las funciones ambientales de estas masas de agua subterránea (figura 7).

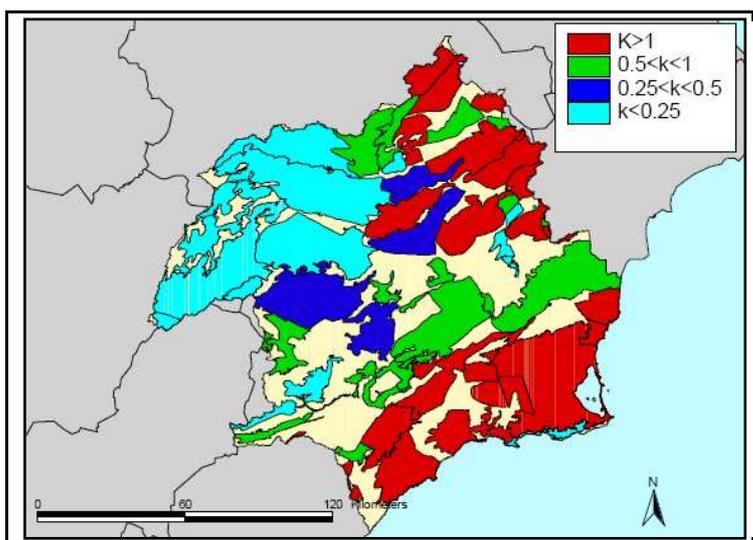


Figura 7. Masas de agua subterránea con presión significativa ($k > 1$) por impedir atender las funciones ambientales asignadas a las mismas. Fuente: CHS (2007a).

Los acuíferos de la cuenca del Segura caracterizados como en equilibrio o con recursos renovables disponibles son los que poseen una mayor valor funcionalidad ambiental, dado que dicha situación de equilibrio es la que permite mantener fuentes, manantiales, humedales y otros puntos de agua asociados a la dinámica natural del acuífero, los cuales son muy sensibles a la sobreexplotación inicial del mismo, es decir, a los descensos iniciales en los niveles piezométricos. Esta sobreexplotación inicial y los primeros descensos de los niveles piezométricos son los responsables de la pérdida de manantiales y humedales y en consecuencia de los valores ecológicos, paisajísticos y de biodiversidad ligados a los mismos. Por ello, con tales acuíferos en situación de equilibrio hidrogeológico debe aplicarse una cautela extrema, igual o mayor incluso que

la necesaria en acuíferos ya sobreexplotados cuya funcionalidad ambiental actual suele ser considerablemente menor.

El descenso de los niveles piezométricos inducido por un extracciones superiores a las recargas puede tener otros efectos, además de los ambientales ligado a la pérdida de manantiales, humedales y biodiversidad de los ecosistemas ligados al agua. En algunos casos se han generado efectos socioeconómicos no esperados y muy importantes, como los producidos en la ciudad de Murcia con ocasión de la sequía de mediados de los años 90 y el brusco aumento de los bombeos del acuífero aluvial de la Vega Media, sobre el que se asienta la ciudad. El descenso del nivel freático ocasionó problemas estructurales a un número significativo de edificaciones, lo que requirió cuantiosas inversiones.

Por otra parte existe presión significativa por contaminación en el 29% de las masas de agua subterránea, fundamentalmente por contaminación difusa agraria. Globalmente, según el Estudio General de la Demarcación el 68% de las masas subterráneas tienen riesgo seguro de incumplir la DMA; el 21% tienen riesgo nulo y en 11% está en estudio.

Análisis histórico entre recursos disponibles y demandas en la cuenca del Segura

Los datos presentados hasta aquí evidencian la existencia de un claro problema de uso insostenible del agua en la Demarcación del Segura que compromete seriamente las funciones ambientales del agua y también los usos sociales y económicos. Este insostenibilidad deriva de un marcado desequilibrio entre el agua disponible y los usos consuntivos, fundamentalmente por parte del regadío, que lógicamente se ha ido construyendo y acentuando a lo largo de mucho tiempo a través de procesos de gran inercia y capacidad de realimentación que se podrían describir como espiral de insostenibilidad (figura 8).

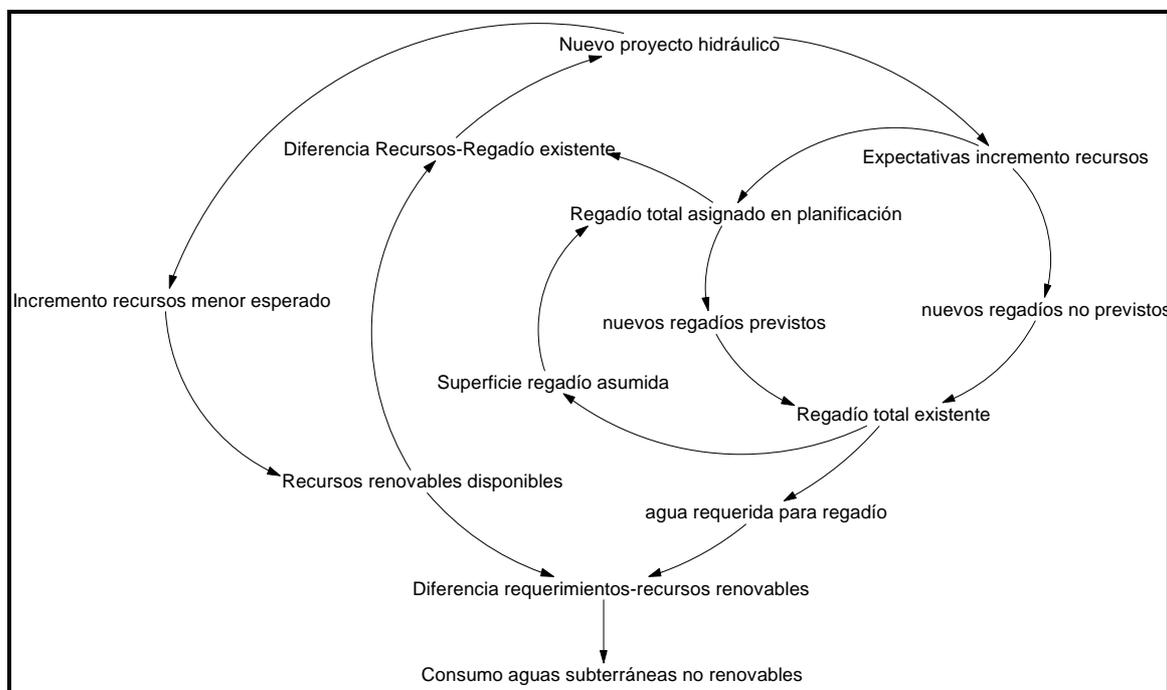


Figura 8. Esquema de la espiral de insostenibilidad alentada por las expectativas generadas en torno a cada nuevo proyecto hidráulico para aumentar la oferta de recursos hídricos en la cuenca del Segura. Fuente: Martínez Fernández y Esteve Selma (2002).

En la cuenca del Segura, los sistemas socioeconómicos tradicionales, en particular el regadío, han tenido que adaptarse de diversas formas a unos recursos escasos y fluctuantes. Sin embargo desde principios del siglo XX un conjunto de cambios tecnológicos y socioeconómicos han supuesto un cambio de estrategia en el regadío, desde la adaptación a unos recursos escasos y fluctuantes hacia los intentos de transformación de tales condicionantes naturales, a través de sucesivas iniciativas destinadas a aumentar los recursos disponibles y reducir la variabilidad de los mismos.

Durante las primeras décadas del siglo XX tales iniciativas se concretaron en la construcción de diversos embalses como el de la Fuensanta, inaugurado en 1932, y posteriormente el del Cenajo, inaugurado en 1960. Los objetivos de tales embalses, especialmente el del Cenajo, se centraban en la solución definitiva del déficit hídrico, la eliminación de la variabilidad e incertidumbres ligadas a la disponibilidad de agua y la obtención de recursos adicionales para la ampliación de la superficie de regadío. Sin embargo el embalse del Cenajo no proporcionó recursos suficientes para el regadío existente y los nuevos perímetros creados, de forma similar a lo que ocurrió veinte años más tarde con un nuevo proyecto hidráulico: el trasvase Tajo-Segura. Las expectativas creadas por el trasvase alentaron la ampliación de regadíos más allá de los previstos, a pesar de lo cual fueron asumidos por la vía de los hechos. Estos nuevos regadíos irregulares, que continúan la tradición de los riegos abusivos de antaño, fueron paulatinamente incorporados en la planificación hidráulica oficial, constituyendo un ejemplo de erosión de objetivos, fenómeno recurrente en múltiples sistemas socioambientales. La tabla 2 muestra cómo los distintos instrumentos de planificación generados para ordenar la distribución de los recursos del trasvase Tajo-Segura van asumiendo una superficie progresivamente mayor.

FECHA	DOCUMENTO	REDOTACION REGADIO EXISTENTE (ha)	CREACION NUEVOS REGADIOS (ha)	SUPERFICIE TOTAL ATENDIDA (ha)
1972-1974	Declaración de Interés Nacional de distintas Zonas Regables	90.230	50.880	141.110
1980-1986	Planes Coordinados	70.379	76.876	147.255
1997	Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura	110.353	87.825	198.178

Tabla 2. Comparación de cifras relativas a las superficies atendibles por el Trasvase Tajo-Segura. Fuente: CHS (1997). Los datos de 1997 están referidos a superficies brutas por ser las más comparables con los datos de los documentos anteriores.

Por otra parte, el trasvase previsto tiene asignado legalmente sólo su techo máximo. A pesar de ello, las superficies previstas, tanto de consolidación de regadíos existentes como de creación de otros nuevos, tomaron como referencia una disponibilidad equivalente al valor máximo, en contraste con los volúmenes realmente trasvasados que de media han resultado considerablemente inferiores. El resultado final es una divergente evolución entre recursos superficiales disponibles y consumo agrario total (figura 9) derivada de una sobreestimación de tales recursos y un aumento no esperado del regadío de hecho, motivado por la generación de expectativas que suele conducir a la proposición de un nuevo proyecto hidráulico y a la acentuación de la espiral de

insostenibilidad que conlleva también una sobreexplotación creciente de los acuíferos (Figura 10).

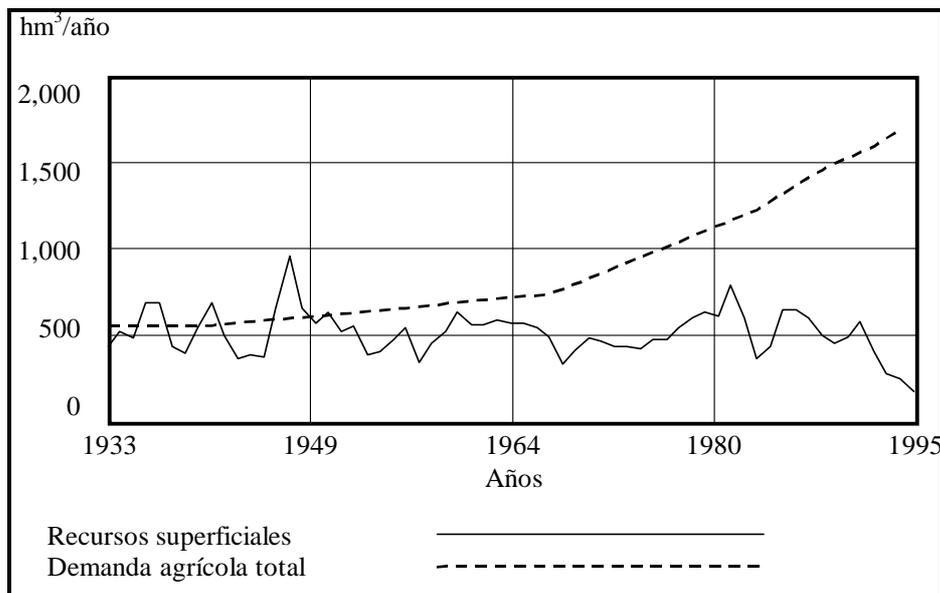


Figura 9. Evolución de los recursos anuales superficiales disponibles para regadío en la Cuenca del Segura, incluyendo la aportación del Trasvase, y de la demanda agrícola total. Fuente: Martínez Fernández y Esteve Selma (2005).

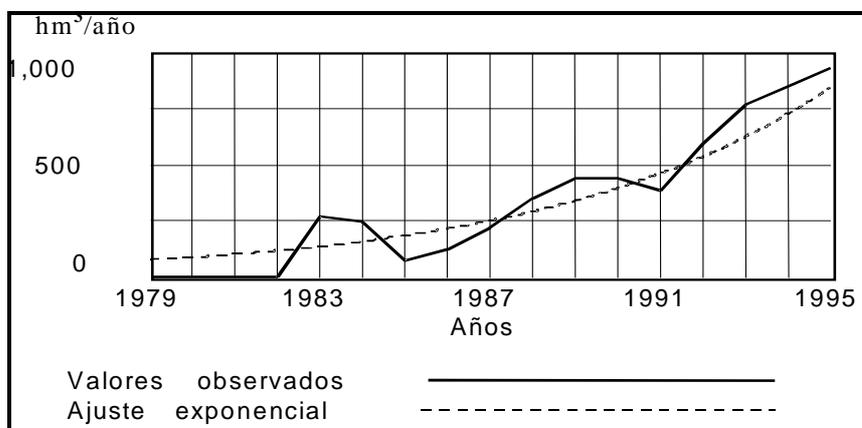


Figura 10. Sobreexplotación global de los acuíferos de la cuenca durante el periodo 1930-1995, estimada por diferencia entre los recursos renovables anuales totales y el consumo agraria total, y ajuste exponencial de la misma. ($r^2_{\text{ajust.}} = 0,72$, $p < 0,0001$). Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, la situación de insostenibilidad del uso del agua actual en la Demarcación del Segura entronca con un proceso histórico de considerable inercia, al que en los últimos años está contribuyendo el incremento de los usos urbanos y turísticos y el significativo aumento del consumo para abastecimiento. La escasa contención de las fuerzas motrices (regadío y usos urbanos y turísticos) juega un papel fundamental en la situación de creciente insostenibilidad descrita y el consiguiente aumento de presión sobre los sistemas naturales, lo que ha redundado en una reducción de la funcionalidad ambiental del agua. Uno de los aspectos clave para el mantenimiento de las funciones ambientales del agua a escala de cuenca es el grado de funcionalidad del ciclo

hidrológico, es decir, el grado de integración de los usos del agua dentro del ciclo hidrológico natural, cuestión que se analiza en el apartado siguiente.

2. ¿Se hallan los usos del agua razonablemente integrados en el ciclo hidrológico natural?

Flujos de agua por cauces naturales y por canalizaciones artificiales

Para mantener las múltiples funcionalidades del agua es muy importante que los recursos hídricos se utilicen y gestionen, en la mayor medida posible, dentro de los flujos naturales del agua, dado que un uso, transporte y consumo de tales recursos fuera de tales flujos naturales (a través por ejemplo de bombeos y canalizaciones) conlleva una pérdida muy considerable de su funcionalidad ambiental. La Demarcación del Segura se caracteriza por un gran desarrollo de los sistemas artificiales de conducción de agua a través de canales y tuberías. Las necesidades de abastecimiento urbano en poblaciones muy alejadas de fuentes y cauces naturales impulsó el desarrollo de una extensa red de canales para abastecimiento urbano, la Mancomunidad de Canales del Taibilla. Cabe destacar que la Mancomunidad toma el nombre de uno de los afluentes del Segura, el río Taibilla, el cual es derivado poco después de su nacimiento y destinado en exclusiva al abastecimiento, lo que ha supuesto la pérdida de la funcionalidad de este río a partir del punto de derivación.

En el ámbito del regadío el trasvase Tajo-Segura impulsó asimismo una extensa red de canales que conforman las conducciones del Post-trasvase Tajo-Segura. Por otra parte, durante las últimas décadas el generalizado acceso a las aguas subterráneas ha favorecido el desarrollo, en general a través de la iniciativa privada, de una densa red de tuberías, de la que se dispone una información notablemente fragmentaria y poco actualizada, que conducen el agua bombeada desde los acuíferos hacia perímetros de riego a veces muy distantes de los puntos de extracción.

La creciente utilización de canales artificiales para la conducción de agua implica en muchos casos la correspondiente reducción de los caudales circulantes por los cauces naturales y, en el caso de las tuberías de conducción de agua bombeada desde los acuíferos, de las surgencias a través de fuentes y manantiales, lo que implica una reducción, en ocasiones muy notable, de la funcionalidad ambiental de estos sistemas naturales. La figura 11 presenta la red de cauces naturales recogida en la delimitación de masas de agua tipo río según la Directiva Marco de Agua y dos de los sistemas de canales artificiales mencionados: la red de la Mancomunidad de Canales del Taibilla y los canales del Post-trasvase Tajo-Segura. Estos dos sistemas de canales tienen una extensión conjunta de unos 734 km, un valor significativo si se compara con la longitud total de las masas de agua tipo río delimitadas en aplicación de la Directiva Marco de Agua (1386 km), dado que estos canales equivalen al 53% de la longitud total de tales masas.

La gestión de las aguas residuales y su reutilización incide también en el grado de integración de los usos del agua con el ciclo hidrológico natural. En la Demarcación del Segura la reutilización directa de las aguas depuradas, sin ser vertidas previamente a un cauce natural ha ido aumentando progresivamente. El 44% de todas las aguas residuales depuradas de la Demarcación no vuelve a los cauces y se reutiliza de forma directa para

regadío y algún campo de golf (CHS, 2007b), una proporción que puede seguir aumentando dado que el aumento y mejora de las plantas de tratamiento está incrementando las peticiones de concesión de aguas residuales por parte de usuarios de regadío y campos de golf. La reutilización directa para riego del agua depurada a través de conducciones desde las plantas de tratamiento, sin ser devuelta previamente a los ríos, imposibilita que estos volúmenes retornen a los cauces naturales y contribuyan a mantener los niveles adecuados de cantidad y calidad de sus aguas y por tanto su buen estado ecológico. Esto constituye también un signo claro de la paulatina desconexión entre la gestión del agua y la gestión del río Segura y resto de cauces naturales de la cuenca, lo que en última instancia se traduce en una pérdida de funcionalidad ambiental.

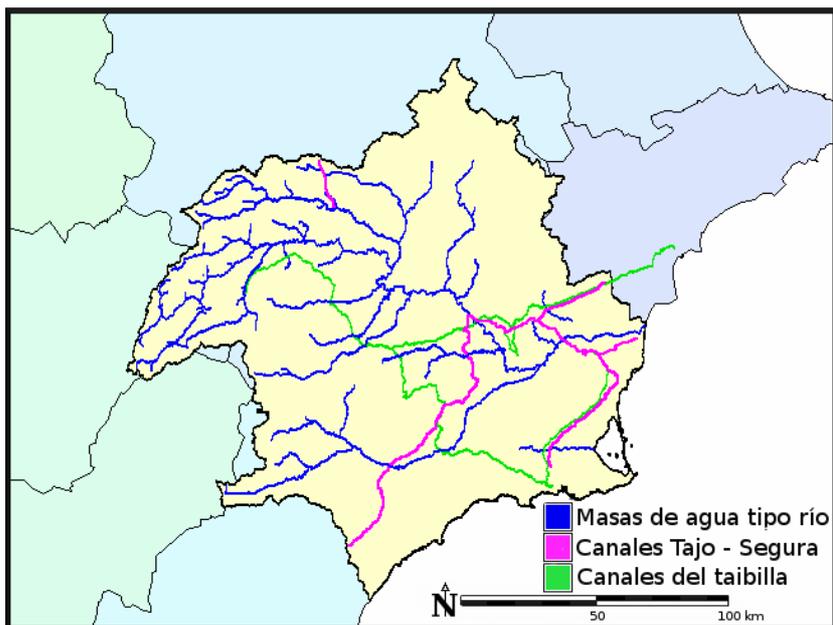


Figura 11. Masas de agua tipo río delimitadas en aplicación de la Directiva Marco de Agua y canalizaciones artificiales de los sistemas Mancomunidad de Canales del Taibilla y conducciones del Post-trasvase Tajo-Segura.. Fuente: Elaboración propia.

Salidas de los acuíferos a través de manantiales y a través de bombeos

Un indicador relevante del grado de integración de los usos dentro del ciclo hidrológico lo proporcionaría la comparación de las salidas de los acuíferos a través de manantiales (figura 12) respecto a las salidas a través de bombeos. De nuevo hay que indicar las importantes lagunas de información detallada y actualizada en esta materia. Según la información aportada por el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) del Ministerio de Medio Ambiente, el grado de conocimiento de las unidades hidrogeológicas de la Demarcación del Segura es alto tan sólo en el 5% de las mismas, medio en el 41% y bajo o muy bajo en el 53% de las unidades, lo que constituye una cifra muy considerable. En cualquier caso se puede indicar que según los datos del Sistema Automático de Información Hidrológica, básicamente coincidentes con los contenidos en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, en el 66% de las unidades hidrogeológicas las salidas por bombeos superan a las salidas a través de manantiales.

Se dispone de una estadística completa de manantiales aprovechados para regadío hace casi un siglo, en 1916 (CES, 1996), en el cual figuraban 243 puntos de agua en la Región de Murcia. No es posible realizar una comparación global con las descargas

naturales estimadas en la década de los años 80, pero si pueden realizarse algunas comparaciones en ámbitos territoriales más pequeños y donde las salidas naturales de los acuíferos no pueden ser confundidas con la descarga en ríos, como es el caso de las unidades hidrogeológicas de Mazarrón y Aguilas. En estas unidades, la descarga estimada a finales de los años 80 se sitúa en unos $0,6 \text{ hm}^3$ anuales, mientras que las salidas por manantiales en 1916 en esta área se elevaban a $3,6 \text{ hm}^3$ anuales, lo que implica una pérdida del 83% de las descargas iniciales.

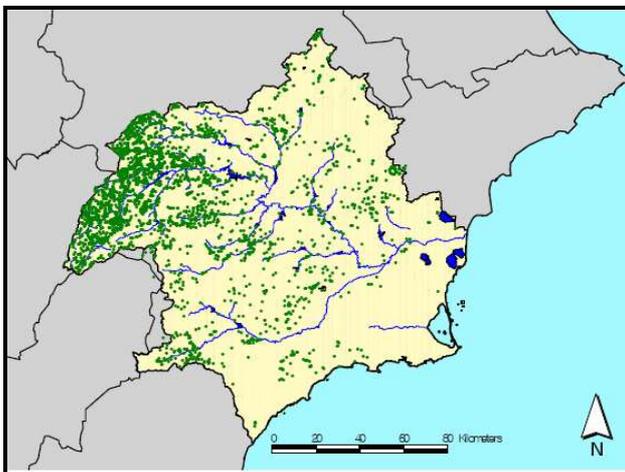


Figura 12. Ubicación de los manantiales inventariados en la Demarcación del Segura. Fuente: CHS (2007a).

Proporción de regadío ubicado fuera de fluvisoles

Otro indicador del grado de integración de los usos en el ciclo hidrológico natural se refiere a la ubicación espacial de los perímetros de regadío. Los regadíos han surgido históricamente en torno a los puntos y áreas - cuantitativamente escasas - con disponibilidad de agua, en particular en las vegas fluviales de inundación de los ríos mediterráneos y de forma más puntual, asociados a pequeñas fuentes y manantiales. Estas zonas se encuentran preadaptadas a dicha función productiva por varias razones: disponen de recursos hídricos renovables a través del ciclo natural del agua; disponen de suelo fértil de alta calidad agrobiológica, mantenida en el tiempo a través de las periódicas inundaciones, que aportan limos y nutrientes; por ser llanuras de inundación presentan características topográficas especialmente adecuadas para su cultivo e irrigación y finalmente se hallan espacial y funcionalmente conectadas al conjunto del sistema fluvial y ecosistemas asociados. Así, las superficies de riego dispuestas secuencialmente a lo largo de la vega, las acequias de aporte de agua, los sistemas de recogida de excedentes y drenajes de riego, el río, los flujos subsuperficiales y el acuífero subálveo constituyen compartimentos íntimamente conectados entre sí a través de distintos flujos de agua y nutrientes, de modo que el sistema general muestra una elevada recirculación de tales elementos. Por tanto, los regadíos tradicionales mediterráneos se ubican en zonas cuyas características naturales determinan una elevada vocación agrícola, y en particular una elevada vocación para el regadío. Esta elevada vocación natural para el regadío implica no sólo su gran interés desde un punto de vista socioeconómico y productivo, sino también la existencia de una serie de valores ambientales derivados de la gran proximidad espacial y ecológica del regadío respecto a los ecosistemas riparios naturales. Esta proximidad conduce a una gran integración entre el regadío y los ecosistemas adyacentes a tres niveles: paisajístico, de procesos

ecológicos fundamentales y de funciones ambientales. En relación con los procesos ecológicos fundamentales, los ciclos hídricos no son modificados en exceso en el conjunto del sistema río-vega-acuífero aluvial, que exhibe una elevada recirculación interna del agua y nutrientes y de forma más global una exportación neta ligada a un comportamiento vectorial desde la cuenca hacia la costa, más o menos similar al que pueden presentar los sistemas fluviales naturales.

De forma paralela al declive de los regadíos tradicionales (Martínez Fernández *et al.*, 2000), recientes cambios socioeconómicos están propiciando la aparición de nuevas superficies de regadío con unas características ambientales, sociales y económicas totalmente diferentes. Estos nuevos regadíos suelen ubicarse en áreas ajenas a las vegas fluviales y por tanto con peores condiciones en relación con la disponibilidad de recursos hídricos, de suelo fértil y de condiciones topográficas adecuadas. Así, durante las últimas décadas el regadío se ha ido extendiendo a cuencas neógenas dominadas por margas e incluso a las faldas y piedemontes de diversas sierras, espacios todos ellos de baja capacidad agrológica. La escasa adecuación de las condiciones naturales de estas zonas a su nueva función productiva deriva de la gran distancia ecológica existente entre tales espacios y los nuevos sistemas de regadío, por lo que su transformación supone en general forzar la vocación natural de estos paisajes.

En este contexto, un posible indicador de interés es la *Proporción de regadío ubicado fuera de fluvisoles*, como indicador de la capacidad de acogida del regadío. Los fluvisoles son suelos de carácter aluvial generados en los valles fluviales, se hallan íntimamente conectados a la dinámica de los ríos y presentan la máxima calidad agrológica para el regadío. Según los datos del Corine Land Cover de 2000, el Mapa de Suelos de Europa de la Agencia Europea de Medio Ambiente y el Mapa de Suelos de la Región de Murcia, de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, en la Demarcación del Segura existen unas 74.500 hectáreas de regadío situadas en áreas donde el fluvisol es el suelo dominante y por tanto donde el suelo aluvial de vega presenta una dinámica activa conectada con los flujos hídricos. Estos regadíos se ubican a lo largo de las vegas de los ríos Segura y Guadalentín, Mula, Quipar y otros enclaves de menor extensión ligados a otros cauces. El resto del regadío de la demarcación, unas 229.000 ha según el Corine Land Cover, se encuentra fuera de áreas con fluvisol dominante (figura 13), lo que supone en torno al 75% del regadío total de la cuenca. Estos perímetros ubicados fuera de los fluvisoles se corresponden con pequeños regadíos tradicionales asociados a manantiales y sobre todo con nuevas superficies de riego generadas a partir de los recursos del trasvase Tajo-Segura y de la explotación de aguas subterráneas. La creación durante las décadas recientes de estos nuevos regadíos ha sido paralela al paulatino declive y progresiva disminución del regadío tradicional por el avance de los usos urbanos y terciarios. Esta traslación geográfica del regadío desde las vegas fluviales, sus áreas de vocación natural, hacia las cuencas neógenas, constituye una desubicación ecológica del mismo que se traduce, entre otros aspectos, en la ruptura y homogenización de los gradientes salinos a escala del paisaje (dulcificación de sistemas salinos e hipersalinos y salinización de suelos y masas de agua de bajo contenido salino).

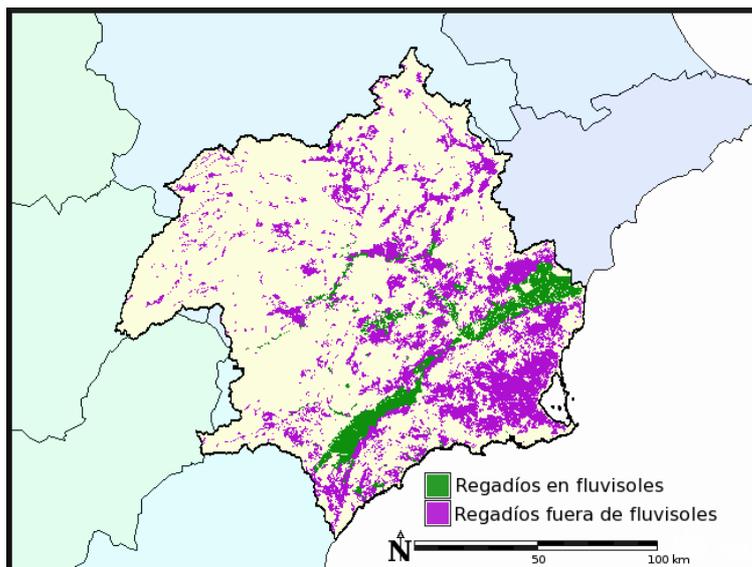


Figura 13. Regadíos situados dentro y fuera de fluvisoles. Fuente: Elaboración propia utilizando datos del Corine Land Cover 2000, el Mapa Europeo de Suelos de la Agencia Europea de Medio Ambiente y el Mapa de Suelos de la Región de Murcia.

Evolución de la salinidad de las aguas

La desubicación de una parte de los regadíos y sus drenajes no deseados está contribuyendo a la modificación de los equilibrios salinos de la Demarcación del Segura. Esta modificación incluye por una parte el incremento de flujos de agua más dulce en ecosistemas hipersalinos de alto valor científico y ecológico (Suárez *et al.*, 1996; Varios Autores, 2001), lo que genera una banalización biológica de estos sistemas tan singulares por sus comunidades vegetales halófilas, tapetes microbianos y comunidades de invertebrados muy exclusivas. Un ejemplo de ello son los regadíos de la zona regable del trasvase de Fortuna-Abanilla, cuyos drenajes están modificando las características salinas de ecosistemas singulares incluidos en el Paisaje Protegido de Ajauque-Rambla Salada. Los humedales del Mar Menor ilustran otro ejemplo de este proceso. En el Campo de Cartagena, la expansión del regadío favorecida por el trasvase Tajo-Segura ha aumentado los drenajes agrícolas, parte de los cuales llegan a los humedales del Mar Menor como la Marina del Carmolí. Este aumento de los flujos de agua hacia el humedal ha modificado sus hábitat naturales, induciendo entre 1984 y 2001 la reducción a la mitad de la estepa salina, un hábitat de Interés Prioritario según la Directiva Hábitat y considerado en España como Raro y la reducción del saladar, de Interés Comunitario, a expensas del carrizal (Figura 14), sin interés desde el punto de vista de dicha Directiva (Carreño *et al.*, 2008).

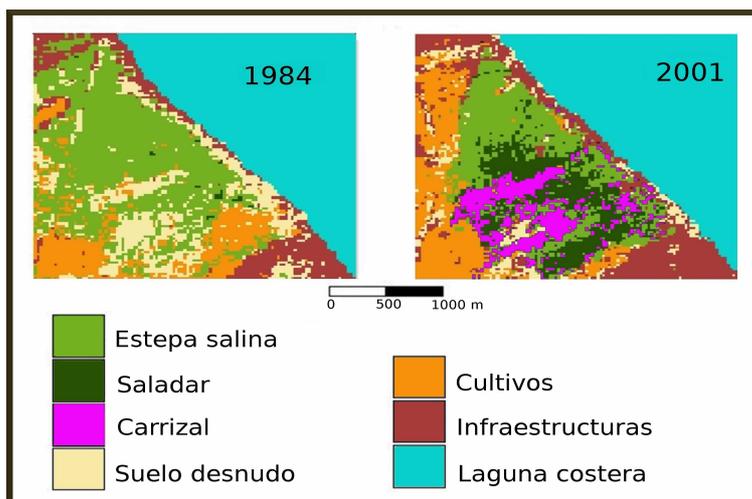


Figura 14. Cambios en los hábitat del humedal Marina del Carmolí, en la ribera del Mar Menor, entre 1984 y 2001. Fuente: Elaboración propia.

Como indicador de su interés desde el punto de vista de la Directiva Habitat, se ha calculado un índice como la media ponderada de la superficie de cada hábitat en el conjunto de humedales y asignando los valores 0, 1 y 2 al carrizal, saladar (Interés Comunitario) y estepa salina (Interés Prioritario) respectivamente. Como se muestra (figura 15), el incremento de los flujos de agua en Marina del Carmolí ha favorecido el retroceso de sus características más singulares y una pérdida de aproximadamente un 38% de su interés desde la perspectiva de la Directiva Habitat.

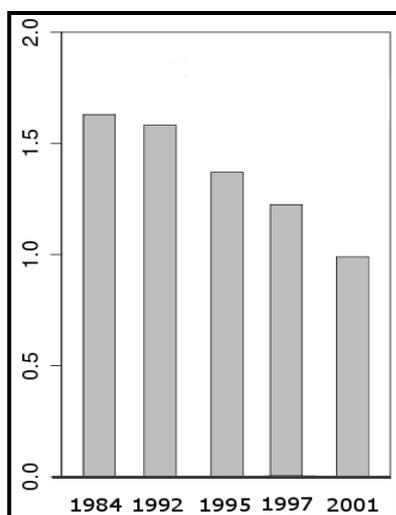


Figura 15. Evolución entre 1984 y 2001 del indicador del interés del conjunto de humedales del Mar Menor desde la perspectiva de la Directiva Hábitat. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la modificación de los equilibrios salinos incluye también la salinización de las aguas y suelos de la Demarcación, provocada por el riego de depósitos margosos y saladares, sobre todo en las zonas regables del trasvase, y por el uso directo de aguas muy mineralizadas. En este sentido la *Salinidad general de las aguas superficiales* constituye un indicador de gran interés en el seguimiento del estado general de la cuenca. En la cuenca del Segura, se han podido comparar (Espinosa *et al.* 2001) dos series de datos muy completas (entre 55 y 80 estaciones de muestreo), una obtenida en

1982-83, en la fase inicial de extensión de los regadíos y otra en 1998. En las aguas superficiales de la cuenca del Segura se ha duplicado el valor medio de salinidad y conductividad entre 1982-83 y 1998, pasando de 3 g/l y 3.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 6.4 g/l y 7.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La figura 16 muestra el aumento continuado de la conductividad del agua de 1979 a 2007 en la Vega Media y Baja, mientras que los tramos altos del ríos no quedan afectados por este proceso. La tendencia al aumento continuado de la conductividad en las vegas media y baja se corresponde con el proceso de salinización de base mientras que los picos coinciden con años de sequía, en los que menores caudales y el riego con aguas más salinizadas contribuyen a aumentos bruscos de la conductividad.

A este incremento de la salinidad del agua ha contribuido con toda seguridad la puesta en regadío de grandes extensiones de margas salinas e incluso solonchaks o saladares como los del Guadalentín, Albatera y Blanca. El incremento de salinidad en el río Segura constituye un problema en los tramos medios y sobre todo en la Vega Baja, donde los altos valores de conductividad del agua constituye una limitación o condiciona negativamente muchos cultivos.

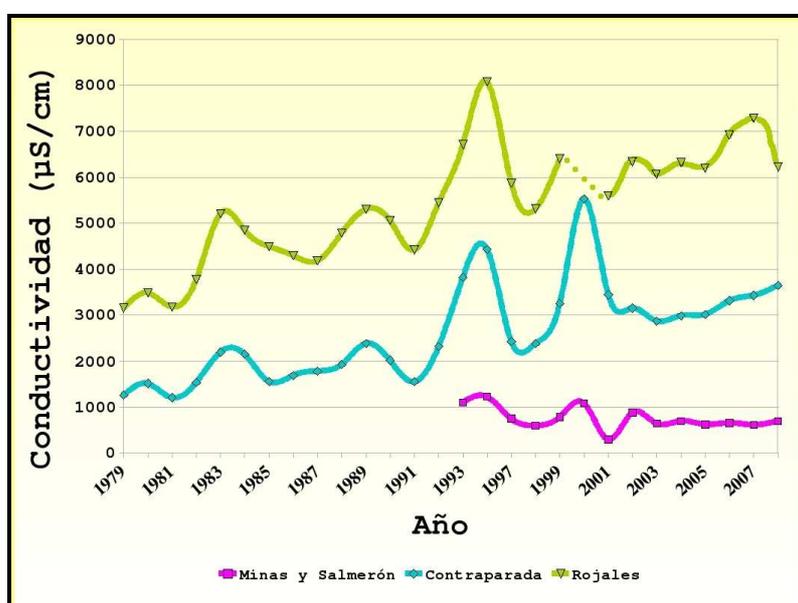


Figura 16. Evolución de la conductividad entre 1979 y 2007 en tres estaciones del río Segura situadas en la Vega Alta (Minas y Salmerón), Vega Media (Contraparada) y Vega Baja (Rojales). Fuente: CHS y elaboración propia.

En definitiva, la desubicación de los flujos de agua está favoreciendo un doble proceso: por un lado, la aridificación de las áreas de montaña, por la progresiva reducción o agotamiento de las fuentes y manantiales, como se han indicado en los párrafos anteriores y por otro, la concentración del agua en las áreas de nuevos regadíos y en los humedales del llano, a los que llegan los drenajes agrarios y con frecuencia suponen una importante transformación de los mismos. Ambos procesos afectan a la biodiversidad: la eliminación de manantiales, puntos de agua y caudal de los arroyos de montaña afecta a su importante papel en el mantenimiento de la flora y fauna que de forma directa o indirecta depende de los mismos, mientras que la dulcificación de sistemas salinos contribuye a su banalización, al eliminar las especies, habitats y comunidades más singulares, ligadas justamente a una elevada salinidad.

El mantenimiento de los flujos hídricos dentro del ciclo natural del agua a escala de cuenca se halla estrechamente ligado al mantenimiento de las funcionalidades ambientales del agua, por lo que cabe pensar que unos flujos poco coherentes con dicho ciclo natural deben afectar a tales funcionalidades ambientales. Este aspecto se revisa en el apartado siguiente.

3. ¿Se mantienen las principales funciones ambientales del agua (mantenimiento de paisajes, espacios naturales, biodiversidad)?

Los caudales circulantes.

El Estudio General de la Demarcación del Segura (CHS, 2007a) aplica un indicador de interés en relación con los caudales circulantes: la *Proporción de agua soltada en los embalses respecto a las aportaciones naturales restituidas a caudal continuo* en dicho punto. Aplicando el método Montana, considera como Buen Estado los embalses cuyos desembalses alcanzan al menos el 30% de las aportaciones naturales en invierno (de octubre a marzo) y el 50% en verano (de abril a septiembre). En invierno sólo el embalse de la Fuensanta de los ocho embalses analizados presenta un volumen de desembalses que puede considerarse como Buen Estado mientras que en verano, coincidiendo con el calendario de riegos, este indicador mejora sensiblemente y cuatro de los ocho embalses alcanzan un estado Bueno o Muy Bueno.

Si bien en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (CHS, 1997) se indicaron unos valores provisionales de caudales circulantes mínimos de carácter ambiental, tales valores no eran de obligado cumplimiento, no fueron establecidos a partir de estudios específicos y no responden a los conceptos y funciones que la Directiva Marco de Agua y la normativa vigente otorgan en la actualidad al régimen de caudales ambientales. En respuesta está en elaboración un estudio para la determinación de dicho régimen de caudales ambientales en la Demarcación del Segura, el cual ha de garantizar el Buen Estado ecológico en todas las masas de agua tipo río de la Demarcación.

Otro indicador de interés en relación con la presión por regulación es la *Capacidad acumulada de embalse respecto a las aportaciones naturales*. Según el Informe de los Artículos 5, 6 y 7 de la DMA (CHS, 2005), existe presión significativa por regulación si la capacidad acumulada de embalse supera el 40% de las aportaciones naturales. Aplicando este criterio se identifican 28 masas de agua con riesgo de no alcanzar los objetivos ambientales de la DMA por presiones significativas por regulación, de las que 21 se corresponden con masas tipo río (32% del total).

Presión por extracciones

El Informe de los Artículos 5, 6 y 7 de la DMA considera que existe una presión significativa por captaciones sobre los flujos de agua cuando la concesión equivale o supera el 40% de las aportaciones naturales en ese punto. Aplicando este criterio, de los 180 de puntos de captación inventariados, 140 constituyen extracciones significativas, lo que supone el 78% de los puntos totales de captación. El análisis IMPRESS (presiones e impactos) realizado por Comisaría de Aguas del Segura determinó la existencia de 16 masas de agua tipo río (un 23% del total) con riesgo de no cumplir los objetivos ambientales de la DMA por presiones significativas por extracciones. Estas

masas se corresponden básicamente con los principales ríos de la Demarcación: el Segura y el Guadalentín (figura 17).



Figura 17. Localización de las masas de agua tipo río con presiones significativas por extracciones. Fuente: CHS (2005).

Espacios naturales y flujos hídricos

Pese a la intensa presión sobre los flujos hídricos, los ríos y ramblas de la Demarcación del Segura mantienen todavía tramos de alto valor ecológico y ambiental, muchos de los cuales gozan de diversas figuras de protección y mantienen el hábitat de especies emblemáticas como la nutria. En una parte importante de estos espacios naturales los ecosistemas asociados al agua constituyen el núcleo central del espacio. Es el caso de la Reserva Natural de Cañaverosa, en el río Segura; el espacio protegido del Cañon de Almadenes; el Humedal de Ajauque-Rambla Salada, el LIC Vega Alta del Segura y los LIC de Ojos del Luchena, río Chícamo y río Benamor, entre otros.

El análisis espacial de las masas de agua superficiales y los espacios protegidos (Espacios Naturales Protegidos y áreas LIC y ZEPA) incluidos de la Demarcación del Segura muestran una estrecha conexión entre ambos. De los 1.268 km de masas de agua tipo río no encauzado, más de la mitad (58%) discurren por un espacio protegido. En el caso de las masas tipo lago la casi totalidad de su superficie constituye un espacio protegido e igualmente en el caso de los embalses, considerados como masas Muy Modificadas, el 85% de su superficie se halla incluida en tales espacios. Tan sólo los tramos fluviales encauzados y las masas de agua artificiales quedan mayoritariamente excluidas de la red de espacios protegidos. La figura 18 muestra las masas de agua tipo río, lagos y embalses delimitadas en aplicación de la Directiva Marco de Agua y su relación con los espacios protegidos.

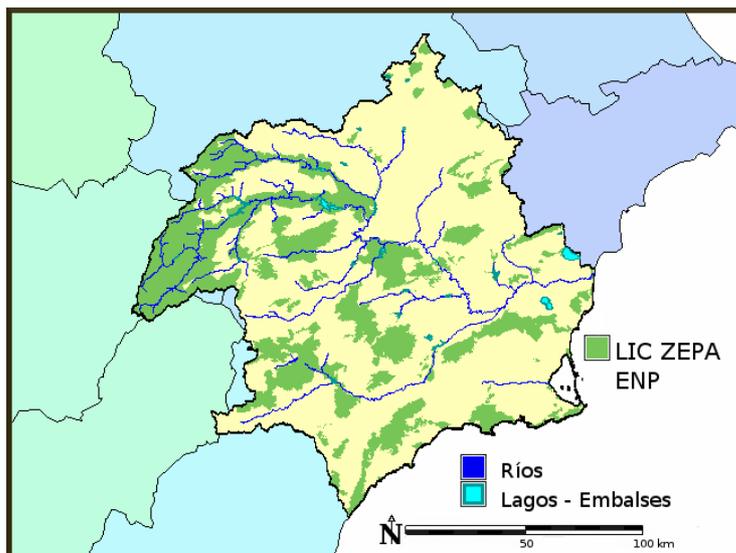


Figura 18. Masas de agua tipo río, lagos y embalses delimitadas en aplicación de la Directiva Marco de Agua y espacios protegidos en la Demarcación del Segura. ENP: Espacio Natural Protegido; LIC: Lugar de Importancia Comunitaria; ZEPA: Zona Especial de Protección de las Aves. Fuente: Elaboración propia.

Esta estrecha conexión entre las masas de agua y los espacios naturales señala la importancia de tales flujos y masas de agua para el mantenimiento de la biodiversidad general de la Demarcación del Segura. Ello señala la necesidad de una estrecha coordinación entre la planificación y gestión del agua y las políticas ambientales y entre las administraciones con competencias en estas materias. Así, de acuerdo con la normativa reciente el régimen de caudales ambientales ha de garantizar los requisitos específicos de los hábitats y especies presentes en los espacios de la Red Natura 2000.

Estado ecológico de las riberas. Índice QBR

Uno de los indicadores de calidad de las riberas más utilizados es el *QBR*, que evalúa entre otros aspectos diversas características relativas a la vegetación, hábitats, aspectos morfológicos de los márgenes y del cauce, grado de naturalidad y presencia de canalizaciones y otros elementos de artificialización del cauce. Los estudios realizados (INITEC, 2006) indican que en torno a un 50% de los 82 tramos de ribera estudiados en la Demarcación del Segura presentan una calidad Buena o Muy Buena, aproximadamente un 20% de los mismos presentan una calidad Intermedia mientras que el 30% restante tiene una calidad Mala o Pésima. En general las riberas mantienen una calidad adecuada en las cabeceras y tramos altos mientras que los tramos bajos suelen presentar una calidad muy deficiente, como se ilustra con las estaciones situadas a lo largo del río Segura (Figura 19).

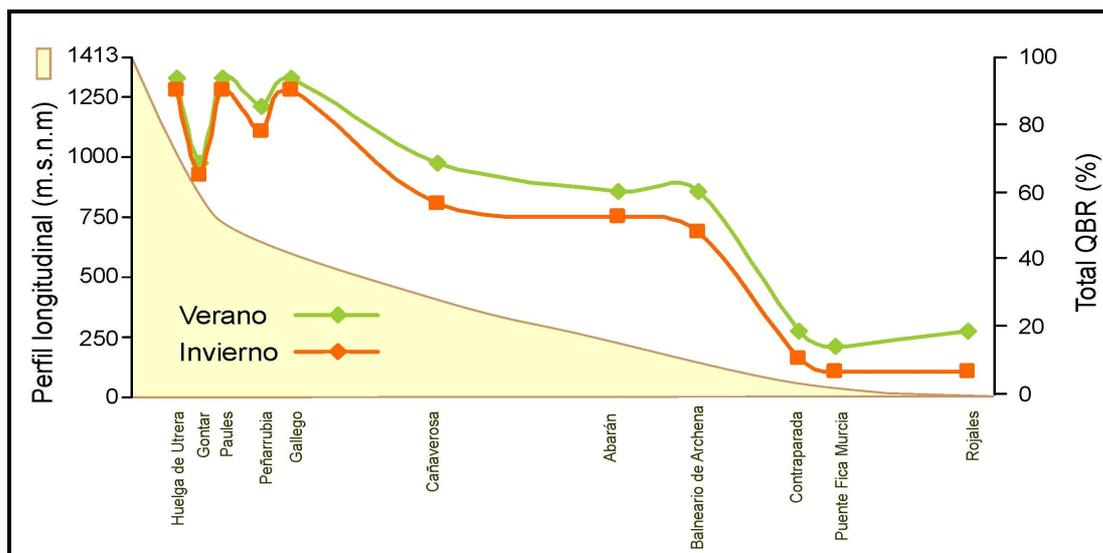


Figura 19. Índice QBR a lo largo de las estaciones situadas en el río Segura en invierno y en verano. Se muestra el perfil longitudinal del río y los nombres de las estaciones. Fuente: INITEC (2006) y elaboración propia.

Las canalizaciones y encauzamientos constituyen actuaciones que contribuyen considerablemente a la degradación o destrucción de las riberas fluviales y a la pérdida de la calidad hidromorfológica de los tramos fluviales, dado que normalmente suponen la eliminación completa o casi completa de las riberas. De los 1.386 km de longitud de masas de agua tipo río de la Demarcación del Segura, 118 km se corresponden con tramos encauzados, lo que supone un 8,5% del total. Por otra parte las masas de agua tipo río afectadas por embalses tienen una longitud total de 271 km, lo que representa en torno a un 20% del total.

Las presas (dique de más de 10 m de altura) y azudes (ente 2 y 10 m) constituyen otro factor de reducción de la calidad hidromorfológica de los ríos, al constituir barreras u obstáculos transversales a la dinámica longitudinal de los mismos. Según el Informe de los Artículos 5, 6 y 7 de la DMA existen 28 masas de agua con alteraciones hidromorfológicas por canalizaciones, presas y azudes (figura 20), 21 de las cuales corresponden a masas de agua tipo río (30% del total) y el resto a masas de agua Muy Modificadas o Artificiales.

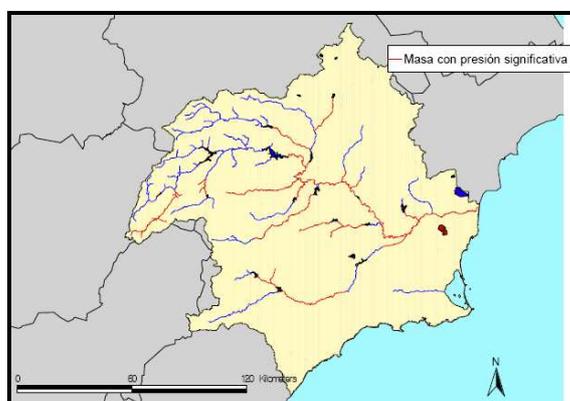


Figura 20. Masas de agua con alteraciones hidromorfológicas por encauzamientos, presas y azudes. Fuente: CHS (2005).

Estado Ecológico

El Estudio General de la Demarcación (CHS, 2007a) incluye una valoración provisional del *Estado Ecológico* de las masas de agua tipo río. Para ello se aplica un indicador integrado con la información aportada por el índice *QBR* ya comentado (basado en la calidad de las riberas), el índice *IBMWP* (basado en la comunidad de invertebrados) y el índice *IHF* (basado en la calidad y heterogeneidad de los hábitats fluviales presentes). Como ejemplo se muestra el valor del índice *IBMWP* en las estaciones situadas a lo largo del río Segura (Figura 21), que indica una clara reducción de la calidad según el índice *IBMWP* de cabecera a desembocadura.

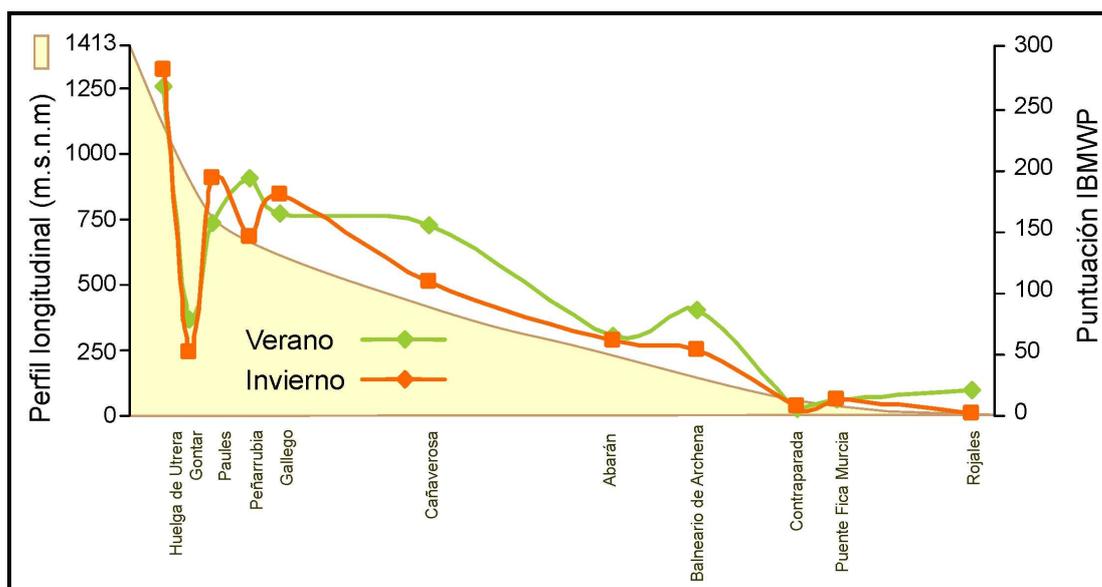


Figura 21. Índice IBMWP a lo largo de las estaciones situadas en el río Segura en invierno y en verano. Se muestra el perfil longitudinal del río y los nombres de las estaciones. Fuente: INITEC (2006) y elaboración propia.

De las 72 masas de agua tipo río incluyendo los tramos encauzados y designados como Muy Modificadas, el 17% presentan un estado Muy Bueno; el 30% un estado Bueno y el 53% un estado inferior a Bueno. En términos de kilómetros fluviales el 16% de la longitud total de masas tipo río presenta un estado Muy Bueno, el 37% un estado Bueno y el 37% un estado inferior a Bueno. Por tanto, una proporción significativa de los tramos y masas fluviales presenta un estado ecológico inferior al deseable por razones tanto cualitativas como derivadas del estado hidromorfológico y del volumen y dinámica de los caudales circulantes. Estos tramos se localizan en los sectores medio y bajo del río Segura, en el río Guadalentín y en algunos afluentes del río Segura, mientras que la mayoría de los tramos de cabecera presentan un estado ecológico Bueno o Muy Bueno (figura 22).

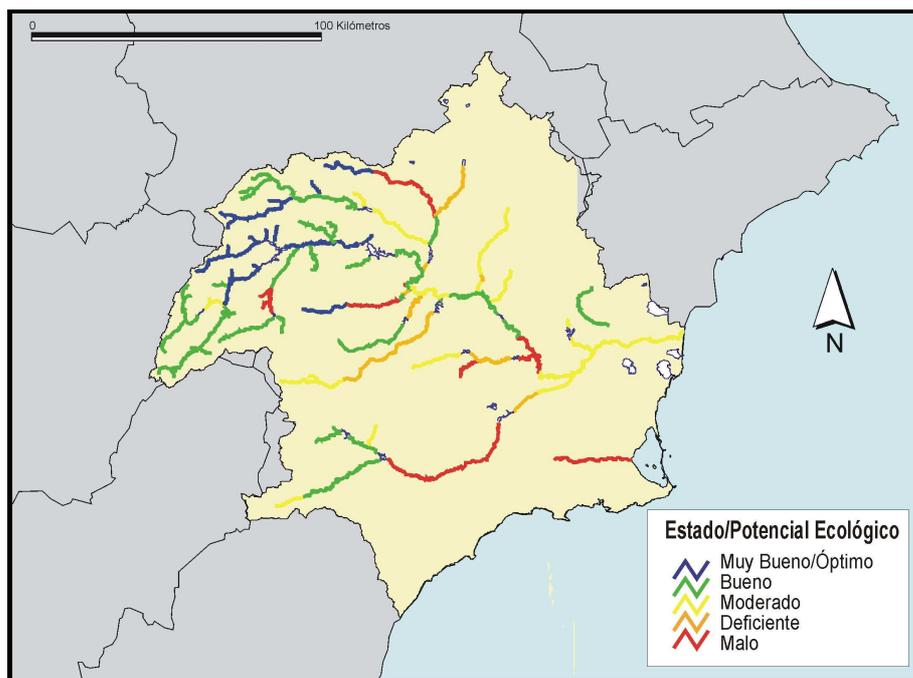


Figura 22. Evaluación provisional de las masas de agua tipo río. Fuente: CHS (2007a).

Junto a la contención de las fuerzas motrices que inducen la elevada presión sobre los flujos hídricos en la Demarcación del Segura (regadío fundamentalmente y demandas urbanas y turísticas) y reducen o comprometen el estado ecológico de las masas de agua y las funcionalidades ambientales de los flujos hídricos, una vía efectiva para reducir los impactos sobre los sistemas naturales es la realización de una gestión eficiente del agua, aspecto que se analiza en el apartado siguiente.

4. ¿Realizamos una gestión eficiente de los recursos hídricos y de las infraestructuras hidráulicas?

Capacidad de embalse y evolución en el tiempo.

En la Demarcación del Segura existe una capacidad de regulación de cerca de 770 hm³, lo que equivale a más del 90% de sus aportaciones naturales. Junto a esta elevada capacidad de regulación de las aguas propias de la cuenca, existe un importante volumen de regulación (cerca de 325 hm³) de recursos procedentes del río Tajo. Cabe preguntarse por la eficiencia de las infraestructuras hidráulicas, en este caso de los embalses, en relación con su función reguladora. Si bien los embalses siguen cumpliendo su función de regulación intraanual (distribución en verano de las aportaciones obtenidas en invierno), el análisis de las aportaciones y desembalses globales muestra efectivamente una pérdida progresiva de su regulación efectiva interanual. Como muestra la figura 23, los embalses de la demarcación del Segura han atemperado la variabilidad interanual de los recursos disponibles durante las décadas de los años 60 y 70, pero a partir de 1980, la evolución de los desembalses de recursos propios de la cuenca sigue de cerca la evolución de las aportaciones. Esta pérdida de regulación interanual efectiva se debe sobre todo al sustancial incremento de la superficie de regadío a partir de dicha fecha, que provocó una fuerte presión sobre todos

los recursos disponibles, impidiendo su regulación interanual, tal y como ha ocurrido en otros regadíos españoles (Corominas, 1999) y en otros países (Bird & Wallace, 2001).

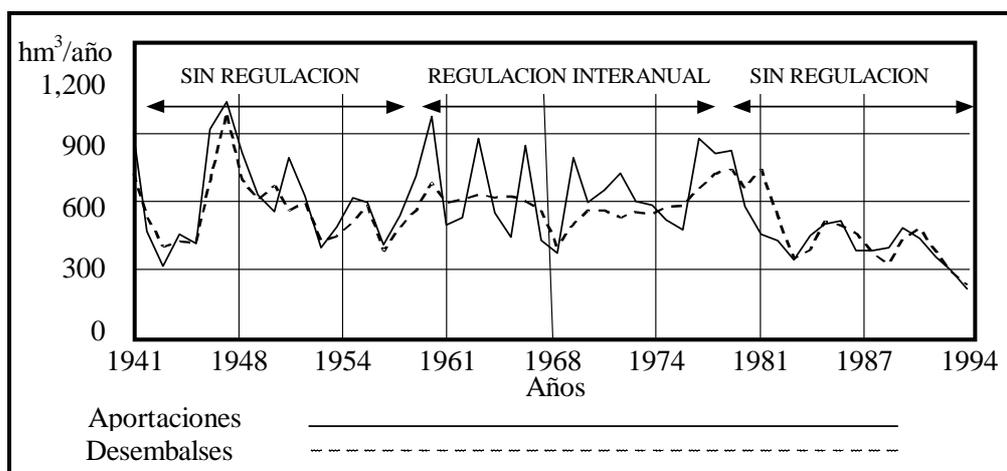


Figura 23. Evolución de las aportaciones anuales a la cuenca y desembalses totales. Fuente: CES (1996) y elaboración propia

En este sentido, los embalses han perdido una parte de su funcionalidad de regulación hiperanual. La aplicación de conceptos tales como niveles de garantía, el principio de precaución o la gestión adaptativa a recursos muy fluctuantes apuntan siempre en la dirección de mantener unos niveles de consumo en un cierto equilibrio dinámico con el agua disponible, escenario en el que la regulación hiperanual de los numerosos embalses de la cuenca recobraría toda su funcionalidad.

Pérdidas por evaporación directa desde embalses y balsas de riego.

Un elemento fundamental de la eficiencia en la gestión del agua es el del ahorro y la reducción de las pérdidas de agua. Esto es aplicable no sólo a escala de los usos individuales de riego y domésticos, sino a todos los niveles de la gestión, incluyendo las pérdidas por evaporación directa desde embalses y balsas de riego. El sustancial incremento de los embalses de riego en los últimos años ha contribuido a aumentar las pérdidas globales por evaporación directa a escala de cuenca. Utilizando los datos aportados por el Corine Land Cover del año 2000 relativos a la superficie total de láminas de agua (embalses y balsas de riego), estas pérdidas por evaporación directa serían un 28% superiores a las estimadas en el PHCS y podrían situarse en unos 77 hm³, utilizando un valor medio de evaporación de unos 1.550 mm (Vera Muñoz, 1990). En este sentido, la proliferación de un gran número de balsas de riego, con una elevada relación superficie/volumen, constituye un uso poco eficiente del agua, especialmente en territorios con una intensa insolación, como corresponde a buena parte de la demarcación del Segura.

El ahorro de agua y la reducción de las pérdidas en el regadío y en los usos urbanos

En la Demarcación del Segura, especialmente en el ámbito de la Región de Murcia, se han ido implantando de forma extensiva las técnicas que aumentan la eficiencia del riego y disminuyen las pérdidas de agua tanto en la distribución (utilizando conducciones cerradas) como a escala de parcela, a través del riego localizado, especialmente el riego por goteo y otras mejoras técnicas asociadas, incluyendo

medidores volumétricos y control automatizado. Los Planes de Modernización de Regadíos, que han recibido un fuerte impulso en los últimos años por parte de la Administración Pública, han incrementado sustancialmente la superficie total con riego localizado. La figura 24 muestra la evolución del riego localizado en la Región de Murcia, que comienza a inicios de los años 80 y alcanza en la actualidad una proporción muy elevada del regadío total en dicha región.

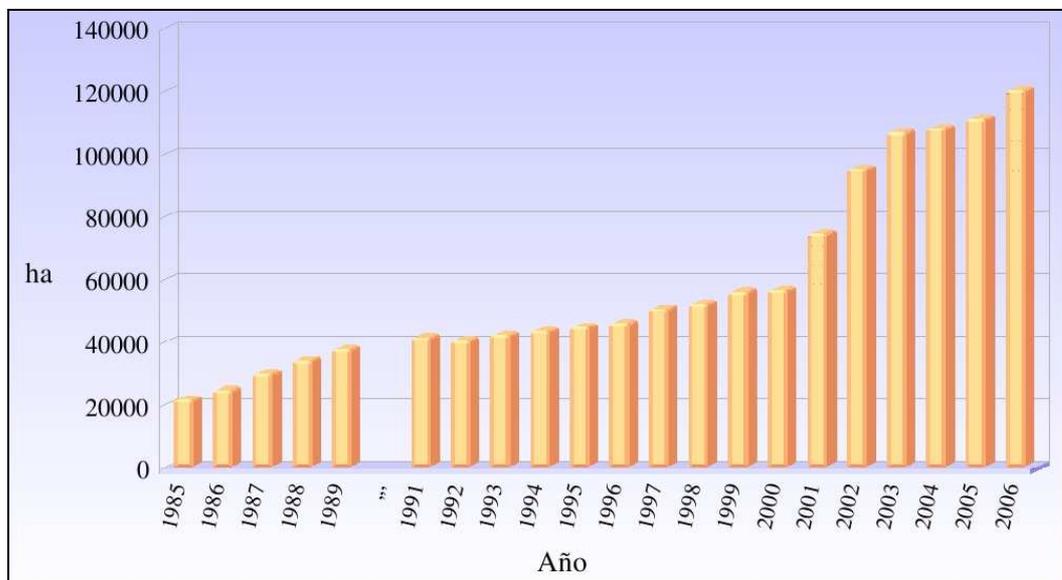


Figura 24. Riego localizado en la Región de Murcia. Fuente: Centro Regional de Estadística de Murcia y Estadística Agraria Regional y elaboración propia.

El riego localizado mejora la eficiencia agronómica del agua a escala de parcela y otros aspectos tecno-económicos del regadío, como la reducción de los costes de mano de obra y de insumos como fertilizantes y pesticidas y una mayor intensificación de los cultivos, todo lo cual deriva en una mayor productividad. Esta mejora tecnico-económica es probablemente más relevante que el propio ahorro de agua, el cual puede alcanzar en la práctica un valor muy variable y en general suele ser bastante limitado (Cánovas Cuenca, 2008), de forma que la contribución significativa al ahorro de agua está ligada a la reducción de las pérdidas en los sistemas de transporte y distribución. Si bien el riego localizado mejora la eficiencia del mismo a escala de parcela, ello no necesariamente se traduce en ahorro de agua a una escala global. En primer lugar, la intensificación del cultivo a la que suele dar lugar puede traducirse en un aumento de la producción pero no en una reducción del consumo de agua. Por otra parte, el riego localizado reduce los retornos y las infiltraciones a los acuíferos, flujos que forman parte del ciclo integrado del agua en regadíos tradicionales, asociados a sistemas fluviales y acuíferos aluviales, por lo que en este tipo de regadíos, no siempre el riego por goteo se traduce en una reducción de las demandas hídricas de las zonas regables ni en un aumento de los recursos hídricos disponibles (CES, 1996). No obstante, la modernización de regadíos tradicionales sí incide en objetivos fundamentales de estas actuaciones como la mejora de las condiciones de producción, productividad y rentabilidad de los mismos (CES, 1996). En cualquier caso, el riego localizado, especialmente en las áreas de nuevos regadíos, que en general no están conectados con flujos naturales de agua como ríos o acuíferos aluviales, puede contribuir a reducir los drenajes no deseados y sus efectos sobre los equilibrios hídricos salinos, comentados en apartados anteriores.

En definitiva, la modernización de regadíos y la generalización del riego localizado aumenta sustancialmente la eficiencia a escala de parcela y constituye una considerable mejora técnico-económica que redonda en la rentabilidad, pero ello no se traduce necesariamente en un ahorro significativo de agua a escala global. En cualquier caso en la cuenca del Segura una proporción muy elevada del regadío dispone ya de estas mejoras técnicas (que en 1999 abarcaba ya la mitad del regadío, frente a un 27% de media en España), por lo que una reducción significativa en el consumo global de agua en regadío en esta cuenca habría de esperarse por otras vías, especialmente a través de la contención y reordenación de la propia fuerza motriz, el regadío. ¿Cuál es el caso de los abastecimientos urbanos?. Al margen de las fuerzas motrices (evolución de la población total y usos industriales y turísticos con consumo de agua), ya comentadas en apartados anteriores, las posibilidades de ahorro en el agua para usos urbanos depende de dos cuestiones: el agua requerida para cubrir los servicios, cuyo indicador es el *Consumo doméstico neto per cápita*, y la eficiencia del suministro, para el que se puede utilizar como indicador la *Proporción de pérdidas en las redes de distribución*.

Respecto a la primera cuestión, según los datos de consumo por vivienda y número medio de habitantes por vivienda principal (Maestu *et al.*, 2007), en 2001 el consumo doméstico neto por habitante en la cuenca del Segura (unos 143 l/habitante día) es algo inferior al valor medio en España, (unos 157 l/habitante día). No obstante, los datos muestran una clara tendencia de aumento, tal y como ilustra el caso de la Región de Murcia (figura 25), representativo del conjunto de la cuenca. Muchos aspectos pueden estar favoreciendo un mayor consumo doméstico per cápita, entre los que figuran mayores servicios en los hogares y un mayor proporción de viviendas unifamiliares y segundas residencias, que como se indicó en apartados anteriores, presentan un gasto de agua per cápita entre dos y tres veces mayor que el existente en los cascos urbanos compactos por el mantenimiento de servicios adicionales como jardines y piscinas.

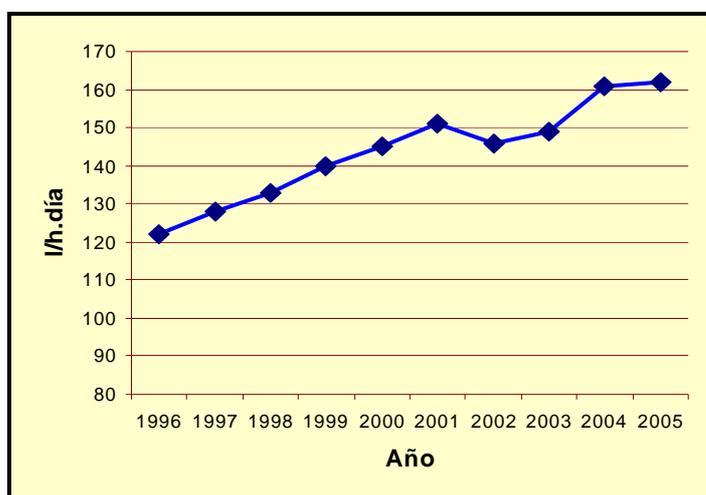


Figura 25. Evolución del consumo de agua en los hogares (l/hab.día) en la Región de Murcia entre 1996 y 2005. Fuente: Centro Regional de Estadística de Murcia y Elaboración propia.

Por el contrario, en relación con la proporción de pérdidas en las redes de distribución, la información disponible señala una clara mejora en la eficiencia de las redes de abastecimiento con una sustancial reducción de dichas pérdidas. El sistema de distribución en alta, gestionado por la Mancomunidad de Canales del Taibilla, exhibe una reducción sostenida de las pérdidas desde valores próximos al 10% a finales de la

década de los setenta a valores inferiores al 2% a partir de mediados de los años noventa (CES, 1996). El sistema de distribución en baja (empresas de suministro de agua a los hogares) presenta igualmente una reducción muy significativa de las pérdidas. La figura 26 muestra la reducción de estas pérdidas en el suministro urbano en baja en la Región de Murcia, el cual se puede considerar bastante representativo del conjunto de la cuenca. Entre 1990 y 2005 estas pérdidas se han reducido a un tercio de su valor inicial, pasando de un 37% en 1990 a un 12% aproximadamente en 2005, lo que supone una eficiencia media en las redes de abastecimiento bastante aceptable. Esta reducción continuada de las pérdidas en las redes de abastecimiento contribuye a absorber parte del incremento en el consumo provocado por el aumento de la población y el mayor gasto per cápita. En definitiva, en el agua para abastecimiento no cabe esperar futuros ahorros importantes por una mayor reducción de las pérdidas en la red, aunque siempre permanecen ciertos márgenes de mejora. En cambio, existe un amplio margen para la contención y reducción del consumo doméstico per cápita a través de distintas líneas de actuación.

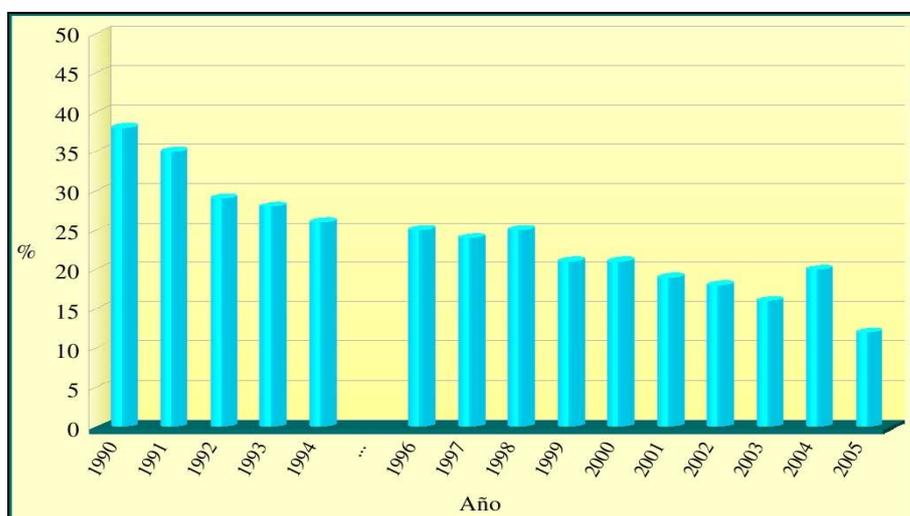


Figura 26. Evolución del porcentaje de pérdidas en las redes de abastecimiento urbano en la Región de Murcia. Fuente: CES, 1996 (años 1990-1994) e INE (años 1996-2005) y elaboración propia.

Gestión de la calidad del agua como un componente de su disponibilidad para los usos

Además de afectar al estado ecológico de las masas, la calidad del agua influye en su disponibilidad, dado que condiciona los usos posibles. En primer lugar puede limitar las opciones de potabilización para el abastecimiento urbano, pero si la calidad del agua es muy baja, puede también impedir o condicionar el uso agrícola, bien por un exceso de contaminación orgánica, microbiológica, de metales pesados o por un exceso de salinidad, aspecto este último ya comentado en apartados anteriores. La degradación de la calidad del agua impide algunos usos y obliga a realizar tratamientos adicionales con un coste económico añadido. Desde esta perspectiva, la pérdida de la calidad del agua supone una reducción de los recursos disponibles, de forma que prevenir la contaminación o recuperar la calidad de las ya utilizadas (ya sea de las aguas residuales urbanas, industriales y en ocasiones de los drenajes agrícolas, a través de las estrategias adecuadas en cada caso), supone permitir de nuevo su uso en el ciclo económico y por tanto aumentar su disponibilidad como recurso.

En la cuenca del Segura se han constatado casos significativos de reducción de los recursos disponibles por degradación de su calidad tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas, aunque a través de procesos diferentes. En relación con las aguas superficiales, en la cuenca del Segura la progresiva contaminación urbana, industrial y agrícola fue convirtiendo al río Segura en uno de los ríos más contaminados de Europa. La continuada degradación de la calidad del agua llegó a afectar negativamente a los cultivos más sensibles de la Vega Baja como los hortícolas, especialmente durante las décadas de los años ochenta y noventa, en los que los valores medios anuales de *Demanda biológica de oxígeno*, indicadora de contaminación orgánica, superaron los 40 e incluso los 60 mg/l O₂ (figura 27). Desde finales de los años noventa comienza un proceso de recuperación de la calidad con una disminución de la carga orgánica, a lo que sin duda contribuyó la mejora de los sistemas de depuración y un aumento del control efectivo sobre los vertidos, al que se unió una progresiva reducción del volumen total de vertidos autorizado (figura 28).

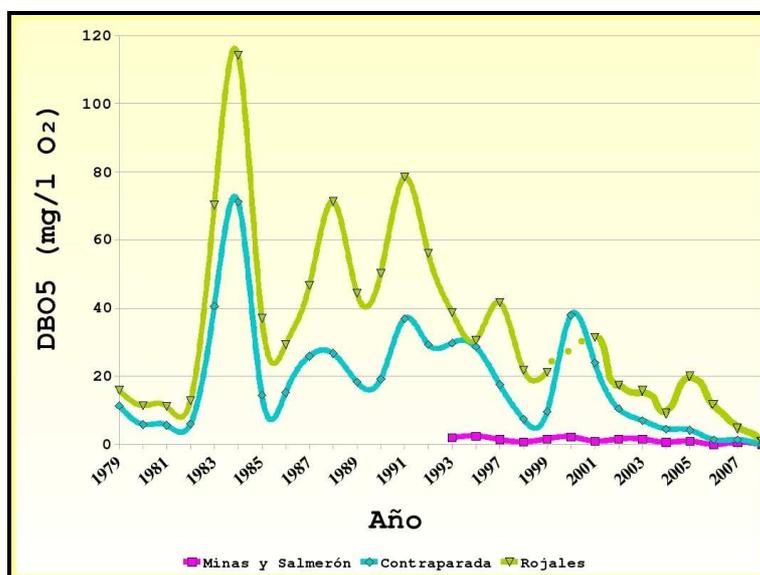


Figura 27. Evolución entre 1979 y 2007 de la demanda biológica de oxígeno en los tramos alto (Minas y Salmerón), medio (Contraparada) y bajo (Rojales) del río Segura. Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura y elaboración propia.

En relación con las aguas subterráneas, los bombeos han provocado en algunos acuíferos un proceso de salinización, por la extracción de aguas profundas muy mineralizadas, por intrusión marina en el caso de acuíferos costeros y por contacto con formaciones ricas en sales en el caso de acuíferos continentales. Esta salinización de acuíferos se tradujo en una reducción de los recursos disponibles para el riego en zonas como Mazarrón y Aguilas y en el Campo de Cartagena. Sólo recientemente, a partir de mediados de los años noventa, estos recursos recobraron el carácter de disponibles a través de tratamientos específicos, en particular la desalobración, lógicamente con un importante coste añadido. A finales de 2005 un 37% de los puntos de control de las aguas subterráneas (CHS, 2006) mantiene bajos valores de conductividad, inferiores a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que la mitad de las muestras presentaban una conductividad superior a los 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor límite para el agua de abastecimiento y a partir del cual empiezan a manifestarse también efectos negativos en los cultivos. En un tercio de los puntos la conductividad supera los 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que constituye una seria limitación para su uso agrícola. Por otra parte, una proporción significativa de las aguas

subterráneas en la Demarcación del Segura está afectada por procesos de contaminación agraria difusa, que se traduce en altos niveles de nitratos y pesticidas. El 22% de las muestras de la red oficial de control de las aguas subterránea (CHS, 2006) presenta un contenido en nitratos superior a 50 mg/l, límite máximo para su uso en abastecimiento, mientras que el 19% de las muestras presentó un contenido en plaguicidas superior a los límites legales. La contaminación por nitratos, que además de condicionar o impedir el uso para el abastecimiento urbano favorece procesos de eutrofización, es debida principalmente a la agricultura por el uso de fertilizantes, a la ganadería y en menor medida a los vertidos urbanos (MMA, 2006).

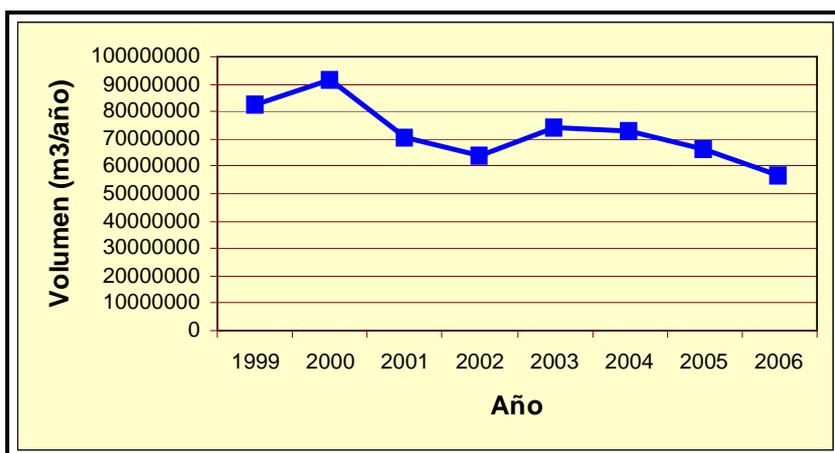


Figura 28. Evolución del volumen autorizado de vertidos urbanos en la Demarcación del Segura. Fuente: Libro Digital del Agua, Ministerio de Medio Ambiente y elaboración propia.

Otro aspecto importante en relación con la calidad del agua y los recursos disponibles es la gestión de la calidad diferencial de las aguas. Mantener los máximos valores de disponibilidad del agua para los usos requiere reservar el agua de mayor calidad para los usos más exigentes como el abastecimiento de boca y destinar el agua de calidades inferiores a usos sucesivamente menos exigentes. Por ejemplo, muchos acuíferos mantienen una calidad superior a la existente en las aguas superficiales y son menos vulnerables a los procesos de contaminación, de forma que su uso para abastecimiento reduce la intensidad del tratamiento requerido. Sin embargo en la cuenca del Segura, como en España en general, los usos urbanos se abastecen mayoritariamente de aguas superficiales, circunstancia que convive con una dedicación importante de las aguas subterráneas, incluyendo acuíferos con agua de alta calidad, a los usos agrícolas. En el caso de la cuenca del Segura el 98 % de todas las extracciones son utilizadas para regadío (MOPTMA, 1994), un valor muy elevado comparado con la proporción media de todas las cuencas, situada en torno al 65 %. Si bien, como se ha indicado, una proporción importante de las aguas subterráneas de la cuenca Segura presentan una calidad degradada, existen algunos acuíferos con volúmenes significativos que mantienen una calidad muy elevada, con conductividades inferiores a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una gran aptitud para su uso en abastecimiento respecto a otros usos menos exigentes en calidad.

Productividad y eficiencia económica de los usos del agua

¿El bienestar económico requiere un cantidad elevada de agua?. Un aspecto muy importante de la eficiencia de los usos del agua es el grado en que el consumo de

recursos hídricos repercute en un mayor o menor nivel de riqueza económica. Con datos de 2001-2002, la productividad media del agua en España se sitúa en unos 27,5 €/m³ de Valor Añadido Bruto a precios de mercado (VAB_{pm}), al cual las actividades primarias (agricultura, ganadería, pesca y silvicultura) aportan 1 €/m³ (Maestu *et al.*, 2007), lo que contrasta con el hecho de que el 80% de las captaciones de agua son para regadío. En definitiva, con el consumo del 90% del agua utilizada para las actividades económicas, el sector primario aporta el 3,2% del VAB_{pm}. (Maestu *et al.*, 2007).

En la cuenca del Segura la contribución de la agricultura al VAB es mayor y también la productividad del agua en el regadío, que es la tercera más alta de España, por detrás de la cuenca del Sur y de Canarias. El VAB_{pm} por metro cúbico de agua en el regadío de la cuenca del Segura es 0,77 €/m³, lo que supone un valor un 88% superior a la media en España (Maestu *et al.*, 2007). No obstante, hay que considerar también que la mayor rentabilidad del regadío en la cuenca del Segura no compensa el hecho de que se utilice una proporción mayor de agua que en el resto de España para la actividad agraria, un sector que contribuye al valor añadido bruto de forma muy modesta. El efecto de esto en la productividad global del agua puede ilustrarse con el caso de la Región de Murcia, bastante representativo de la cuenca. Con datos de 2001 (INE y Cuentas Satélite del Agua), la productividad media del agua en la Región de Murcia se sitúa en unos 18,5 €/m³ de Valor Añadido Bruto a precios de mercado, un 33% inferior a la media en España, de 27,5 €/m³.

Utilizar de forma eficiente el agua es fundamental para mantener valores equivalentes de servicios con el menor consumo posible de recursos hídricos. Pero además, es necesario tener en cuenta que los recursos disponibles no constituyen en general un valor constante y por tanto es necesario integrar en la gestión del agua su variabilidad así como las perspectivas que para los recursos hídricos se derivan del cambio climático. Estos aspectos se analizan a continuación.

5. ¿Aplicamos una gestión adaptativa de los recursos hídricos y teniendo en cuenta el Cambio Climático?

La gestión adaptativa en la fase de planificación de los usos del agua

El agua disponible presenta una variabilidad natural a corto y largo plazo que en el caso de las cuencas mediterráneas, como la del Segura, se traduce en fluctuaciones interanuales muy intensas. Se requiere por tanto una gestión del agua y sus usos que tenga en cuenta y se adapte a dicha variabilidad natural. Aunque históricamente dicha adaptación ha constituido una necesidad, en periodos recientes los sistemas socioeconómicos se han ido desarrollando sobre una demanda de recursos hídricos cada vez menos flexible. El regadío ha adoptado modelos cada vez más intensivos en capital, lo que se traduce en una demanda rígida y que exige altos niveles de garantía, poco compatibles con grandes fluctuaciones de los recursos disponibles, sobre todo si dicha demanda se sitúa al nivel de los máximos valores posibles de tales recursos. Como se describió en apartados anteriores, en la cuenca del Segura el propio proceso de planificación hidrológica ha alentado esta evolución divergente entre recursos y una demanda rígida y creciente. En sucesivos ejercicios de planificación a lo largo del siglo XX se partió de valores poco realistas de los recursos por estar sobrevalorados y por no

tener en cuenta su alta variabilidad, mientras que se consolidó una demanda agraria equivalente o superior a los máximos recursos posibles.

La no adecuación de las demandas a los recursos y sus fluctuaciones puede afectar de forma importante a la eficiencia del uso del agua. Por ejemplo, el caso del trasvase Tajo-Segura muestra que los recursos de este origen han tenido un bajo nivel de garantía, dado que la normativa fija exclusivamente los valores máximos de transferencia. Múltiples factores inciden en el funcionamiento efectivo del trasvase, incluyendo sequías acopladas en las cuencas del Tajo y del Segura, entre otros factores climáticos e hidrológicos, aspectos ambientales y nuevos desarrollos normativos y la evolución de los contextos económicos, energéticos, sociales y políticos. El resultado final es un bajo nivel de garantía que ha de ser tenido en cuenta al analizar la eficiencia económica de los volúmenes reales trasvasados.

En cualquier caso es necesaria una gestión adaptativa en todas las fases de planificación y gestión del agua y de sus usos, lo que en primer lugar requiere evitar una sobrevaloración del agua disponible y partir del régimen de variabilidad natural del agua así como de las tendencias de cambio a medio y largo plazo, más que de un valor constante de recursos. Estos aspectos cobran especial importancia a la luz de las previsiones del cambio climático, como se comenta a continuación.

La tendencia a la reducción de los recursos disponibles

En los últimos 25 años tanto las precipitaciones como las aportaciones han disminuido de forma muy significativa, especialmente en el área mediterránea y en el sur de la península y resulta particularmente visible en la Demarcación del Segura. Esta reducción en los últimos 25 años se traduce en una estima de aportaciones medias progresivamente menores según se considere la serie desde el año 40/41 hasta 1989 contenida en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (PHCS) (871 hm³), dicha serie completa en su posterior actualización hasta el año 2000 (830 hm³) o hasta el año 2005 (823 hm³) (CHS, 2007b). Utilizando la serie de aportaciones restituidas al régimen natural del PHCS y sus posteriores actualizaciones, la aportación media según la serie completa de 66 años (1940/41 a 2005/06) arroja valores sobreestimados en un 24% con respecto al valor obtenido utilizando los últimos 25 años.

Esta reducción, constatada a lo largo de veinticinco años, un periodo suficientemente amplio, constituye realmente un cambio de tendencia que con toda probabilidad se mantendrá a corto y largo plazo porque, más allá de la variabilidad climática, existen varios procesos que inciden de forma importante en dicha reducción, procesos que continuarán activos en el futuro. Entre ellos hay que destacar la reducción de los coeficientes de escorrentía en cabecera por el aumento de las masas forestales. En efecto, en la cabecera del Segura tales coeficientes se han reducido en los últimos años en un treinta por ciento, habiendo pasado de un coeficiente de escorrentía del 20 al 13 % (CES, 1996). A ello se une igualmente la probable reducción de las aportaciones subterráneas a la cabecera del río Segura por efecto de una mayor explotación de los acuíferos de cabecera y el cambio climático, que mantendrá o acentuará la tendencia a la reducción de las aportaciones en la mitad sur de la península por el efecto combinado de menores precipitaciones y una mayor evapotranspiración.

En definitiva es necesario incorporar las previsiones del cambio climático en la planificación y gestión del agua, y en particular la tendencia a la reducción de las aportaciones, con el fin de prevenir diversos riesgos, como la asignación de unos recursos más virtuales que reales, la generación de posibles tensiones socioambientales y las dificultades prácticas para establecer y cumplir con un adecuado régimen de caudales ambientales.

Medidas de adaptación al Cambio Climático

Los escenarios de cambio climático apuntan a un incremento progresivo de la temperatura y una disminución de las precipitaciones a lo largo del siglo XXI, tendencias que se acelerarán a partir de mediados de siglo en el caso de escenarios de emisiones globales más altas. Estas reducciones serán mayores en el tercio sur peninsular, donde se sitúa la cuenca del Segura, con reducciones superiores al 30% en el escenario de emisiones altas y en torno al 20% en el escenario de emisiones bajas (VVAA, 2007). Esto se traduce según los modelos en una disminución drástica de la esorrentía en la cuenca mediterránea, uno de los lugares del mundo donde los impactos proyectados son más intensos, siendo el efecto especialmente acusado en las cuencas de la mitad sur peninsular, como la del Segura. El efecto combinado de una reducción de los recursos y el aumento de los consumos por una mayor evapotranspiración tendrá un impacto notable en el agua y sus usos, que requiere diversas medidas de adaptación. Estas medidas están relacionadas tanto con las demandas (contención de las fuerzas motrices del consumo de agua, en particular el regadío y los desarrollos urbano-turísticos, aspecto ya comentado en apartados anteriores) como con los recursos (a través del impulso de los recursos no convencionales como la reutilización de aguas residuales y la desalación marina) y con el establecimiento de planes y herramientas específicas, como los planes frente a la sequía.

En relación con los recursos no convencionales, en la cuenca del Segura han existido tempranas iniciativas de reutilización de aguas residuales para el riego. De hecho, una parte significativa de las infraestructuras para el tratamiento y depuración de las aguas residuales fueron financiadas con fondos procedentes de programas de lucha contra la sequía, entendiendo la depuración como requisito para el objetivo de incrementar los recursos disponibles para el regadío. El número de depuradoras ha ido aumentando progresivamente y en 2004 generaron un total de 140 Hm³. Como se ha indicado en apartados anteriores, el 44% de todas las aguas residuales depuradas se reutiliza de forma directa para regadío y algún campo de golf. La Confederación está gestionando la concesión de la generalidad de caudales procedentes de las depuradoras para su reutilización directa para riego sin pasar por un cauce natural, aspecto ya comentado en apartados anteriores en relación con la integración de los usos en los flujos naturales del agua. Del volumen total depurado, aproximadamente unos 15 Hm³ anuales proceden de depuradoras costeras que vierten directamente al Mar (CHS, 2007b), por razones diversas. En algunos casos, como las depuradoras costeras del área del Mar Menor, la no reutilización de sus aguas depuradas se debe a los problemas e insuficiencias de los colectores y de la propia red de alcantarillado, que provocan la salinización de las aguas residuales por contacto con aguas salinas, un fenómeno muy habitual en esta zona. Los agricultores han desestimado el uso para riego de las aguas depuradas procedentes de estas depuradoras debido a su elevada salinidad. En este sentido, la mejora de estas infraestructuras de saneamiento para impedir la salinización de las aguas residuales, supondría un aumento no desdeñable del volumen total de aguas residuales reutilizadas

y por tanto un aumento de la disponibilidad del agua, en la línea de lo comentado en referencia a la gestión de la calidad como un componente de su disponibilidad para los usos.

En 2007 el volumen total de recursos hídricos procedentes de desalación marina fue de 64 hm³, de los que el 75% se dedica al abastecimiento (CHS, 2007a). Las nuevas instalaciones y ampliaciones prevén incrementar el volumen total desalado en una primera fase hasta unos 400 hm³ y en una segunda fase hasta unos 490 hm³, de los que un 63% estaría destinado a regadío. La desalación constituye una vía de incremento de recursos que posee una elevada garantía junto a una importante flexibilidad y capacidad de adaptación a las circunstancias concretas de recursos y demandas existentes en cada momento. En cualquier caso el significativo volumen previsto señala la necesidad de su análisis en el marco de los recursos y consumos globales de la cuenca, de forma que no se induzcan procesos de insostenibilidad, en la línea de lo comentado en los apartados iniciales de este capítulo.

Por otra parte los planes frente a las situaciones de sequía constituyen herramientas importantes para la planificación y alerta temprana de los periodos de sequía a través de indicadores contrastables que permitan detectar con suficiente anticipación situaciones de alerta y activar distintas medidas en función de su severidad. Como en el resto de cuencas, el Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura (CHS, 2007b) incluye indicadores, basados en las existencias y aportaciones de recursos hídricos en cada momento, que clasifican el estado del sistema en los niveles de Normalidad, Prealerta, Alerta y Emergencia. Cada uno de estos niveles activa un conjunto de medidas prestablecidas de carácter estratégico, táctico o de emergencia. La figura 29 presenta la evolución mensual de este indicador, el *Indice de Estado del Sistema Cuenca*, de julio de 2004 a marzo de 2008, en los que se suceden los cuatro niveles mencionados. Como muestra la figura 29, en estos últimos cuatro años dominan los periodos en los que el Índice de Estado es inferior a 0,2, umbral por debajo del cual se define el estado de Emergencia.

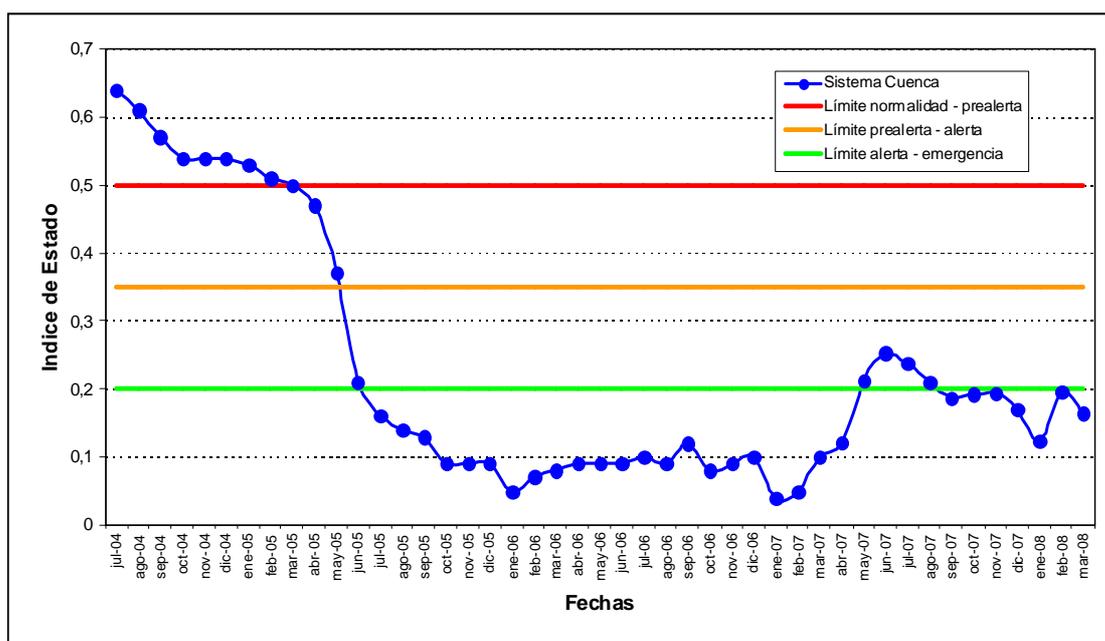


Figura 29. Evolución mensual del Índice de Estado respecto a la sequía. Fuente: CHS (2007b)

Una gestión adaptativa, que tenga en cuenta el cambio climático y la tendencia a la reducción de los recursos disponibles constituye un elemento de respuesta fundamental para una mayor sostenibilidad del agua. Pero junto a ello es necesario abordar el fortalecimiento de las instituciones para una gestión más sostenible del agua, cuestión que se aborda en el siguiente apartado.

6. ¿Fortalecemos las instituciones para una gestión más sostenible del agua?

Un aspecto básico para avanzar en la sostenibilidad del agua a escala de cuenca y por tanto mantener o mejorar su funcionalidad ambiental se relaciona con la aplicación de medidas de respuesta y con el fortalecimiento institucional implicado en la gestión del agua, sin el cual es difícil asegurar la eficacia de tales medidas y el logro de los objetivos perseguidos. Son muchos los ámbitos y las líneas de actuación que han de analizarse desde esta perspectiva de medidas de respuesta y fortalecimiento institucional. De todas ellas mencionamos a título ilustrativo algunos elementos en relación con la gestión de acuíferos sobreexplotados, la gestión de los vertidos y aguas residuales, la recuperación de costes y la información disponible sobre el agua.

Gestión de acuíferos sobreexplotados

En la cuenca del Segura se manifestaron de forma temprana síntomas de una excesiva explotación de las aguas subterráneas en algunos acuíferos, sobreexplotación que progresivamente se ha ido extendiendo a un número creciente de acuíferos. En este contexto son fundamentales los instrumentos de control y ordenación de las extracciones de aguas subterráneas y en general las medidas de gestión de la demanda, como la declaración oficial de acuíferos sobreexplotados que obliga, entre otros aspectos, a la elaboración y aplicación de planes de ordenación de las extracciones. De las 63 masas de agua subterránea de la Demarcación del Segura, un 46% de las mismas, es decir 29 masas, presenta unas extracciones que superan las surgencias en régimen natural (CHS, 2007a). Sin embargo el número de acuíferos y unidades hidrogeológicas con declaración oficial de sobreexplotación no se corresponde con la extensión del problema. La figura 30 muestra la evolución entre 1986 y 2004 del número de unidades hidrogeológicas diagnosticadas con sobreexplotación y las que en cada momento tenían una declaración oficial de sobreexplotación.

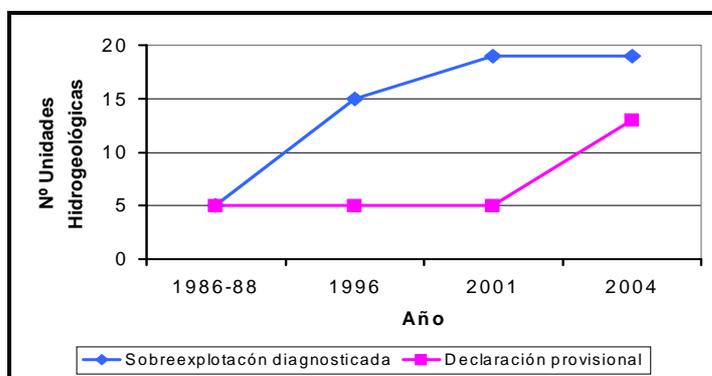


Figura 30. Evolución entre 1986 y 2004 del número de unidades hidrogeológicas diagnosticadas con sobreexplotación y el número de las que tenían una declaración oficial provisional de sobreexplotación en la Demarcación del Segura. Fuente: CHS (2007b) y elaboración propia.

Entre 1986 y 1988 se llevó a cabo una declaración oficial de sobreexplotación en cinco unidades hidrogeológicas. Una década más tarde, entre 1996 y 2001 diversos estudios del Instituto Tecnológico y Geominero de España diagnosticaron una situación de sobreexplotación en 19 unidades hidrogeológicas. En 2004 la declaración de sobreexplotación se amplió de cinco a trece, lo que supone un incremento notable y aproxima más el número de declaraciones de sobreexplotación a la realidad de este problema en la Demarcación del Segura, pese a lo cual no se llegó a cubrir las totalidad de unidades diagnosticadas.

Por otra parte, hay que indicar que estas declaraciones tienen un carácter provisional y no definitivo, lo que dificulta la implementación de medidas más eficaces de control y gestión, como las que cabe aplicar en el marco de un Plan de Ordenación de las Extracciones. Esta situación general de provisionalidad cabe interpretarla como un signo de insuficiente fortalecimiento institucional para una gestión sostenible en este caso de las aguas subterráneas.

Gestión de depuración y vertidos

Aunque existían infraestructuras anteriores, la construcción de depuradoras se impulsó hacia mediados de los años 80, especialmente a lo largo del río Segura y sus afluentes. Desde entonces se vienen realizando importantes inversiones, tanto en la construcción de colectores como en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Urbanas (EDAR), cuyo número actual en la Demarcación del Segura es de 122. Durante las décadas de los años 80 y 90 las importantes inversiones en depuración no se tradujeron en una mejora significativa de la calidad de las aguas superficiales, como se ha comentado en apartados anteriores. Diversas razones influyeron en esta baja eficacia en el logro de tal objetivo ambiental, entre las que destacan la descoordinación entre las administraciones estatal, regional y municipal; las insuficiencias del sistema de control de vertidos, inspecciones y medidas disciplinarias; la mezcla de vertidos industriales y domésticos, que suelen reducir o anular la eficacia de las plantas de tratamiento; el infradimensionamiento de las depuradoras, que impiden su adecuado funcionamiento; la frecuente escasez de medios humanos y presupuestarios destinados al mantenimiento de las depuradoras y los insuficientes caudales circulantes y la degradación de la vegetación de ribera en los cauces naturales, factores que contribuyen de forma importante a la autodepuración natural y a la reducción de la carga contaminante.

En los últimos años nuevas inversiones y la mejora en los sistemas de gestión de las infraestructuras han permitido avances importantes en el número y eficacia de las infraestructuras de tratamiento y depuración de las aguas residuales de la cuenca. El 82% de las plantas actuales tienen tratamiento secundario, un 11,4% tienen un tratamiento terciario y sólo un 6,5% presenta únicamente tratamiento primario. Sin embargo hay que tener en cuenta que la mejora global en el tratamiento de las aguas residuales no necesariamente se traduce en una mejora equivalente en la calidad de las aguas circulantes, dada la elevada proporción de aguas depuradas que son reutilizadas para riego de forma directa sin ser devueltas a los cauces naturales, proporción que se está elevando rápidamente conforme aumenta el volumen de las aguas depuradas y la eficiencia general del proceso de depuración.

Junto a disponer de sistemas eficientes de depuración, otro elemento fundamental para mantener la calidad de las aguas superficiales, muy ligado al grado de fortalecimiento

institucional, es el control de los vertidos. Uno de los posibles indicadores que pueden utilizarse en este sentido es la *Proporción de autorizaciones de vertido provisionales frente a definitivas*. Según los datos del Ministerio de Medio Ambiente (2004), mientras que en las Demarcaciones consideradas el valor medio de autorizaciones provisionales de vertido se sitúa en un 53% del total en número, y en un 15% del total en volumen de vertido autorizado, dicha proporción se eleva en la Demarcación del Segura al 97% tanto en número como en volumen de vertido autorizado. De forma similar a lo indicado en relación con las declaraciones provisionales de sobreexplotación, la utilización generalizada, respecto a la media en el resto de demarcaciones, de la figura de autorización provisional de vertido cabría interpretarla como un signo de insuficiente fortalecimiento institucional.

Recuperación de costes

Dentro de las medidas de respuesta para una gestión sostenible del agua la *Recuperación de costes* es sin duda un indicador fundamental, además de constituir una de las directrices importantes de la Directiva Marco de Agua. En la Demarcación del Segura la estimación del grado de recuperación de costes de los servicios del agua para los usos urbano e industrial en el año 2002 se sitúa en un 88% (CHS, 2007a), lo que supone un valor alto en relación con la recuperación media de costes en el conjunto de las demarcaciones, que se sitúa en el rango 57-96% (Maestu *et al.*, 2007). En el caso de los usos agrarios la estimación del grado de recuperación de costes en el año 2001 se sitúa en un valor aún más elevado, en torno al 92 %, lo que constituye un valor medio en comparación con el conjunto de las demarcaciones, cuyo rango de recuperación de costes se sitúa entre el 85 y el 98%. Los servicios en alta (es decir, la gestión de las grandes infraestructuras para la captación, aprovisionamiento y distribución de agua) están básicamente gestionados en la Demarcación del Segura por la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT). Los datos disponibles indican que el grado de recuperación de costes de la MCT en 2002 se situó próximo al 100%. La recuperación de costes de los servicios urbanos de agua en baja (suministro, distribución, saneamiento y depuración) se situó en 2002 en torno al 87,8%.

En relación con la recuperación de costes de los usos agrarios, los datos del escenario 2001 indican una recuperación de costes de casi el 92%, siendo por tanto el porcentaje de subvención pública del 8,14%. Para el escenario del año 2005, la recuperación de costes baja al 87%, y el porcentaje de subvención pública aumenta hasta el 13,15%. (CHS, 2007a). Estas cifras indican en cualquier caso que la agricultura de la cuenca del Segura tiene un alto porcentaje de recuperación de costes y un proporción relativamente pequeña de subvención pública, dada la general elevada productividad y eficiencia del regadío respecto al existente en otras cuencas.

Información disponible sobre el agua

Un aspecto clave para una gestión sostenible del agua es disponer de la necesaria información en la cantidad, calidad y accesibilidad requeridas. Un elemento básico de dicha información lo constituye el conjunto de estaciones de muestreo y control de distintos aspectos del agua a escala de cuenca en relación con el estado ecológico de las masas de agua, incluyendo los caudales circulantes, la calidad de las aguas superficiales, los niveles piezométricos, la calidad de las aguas subterráneas y distintos aspectos específicos como el control de sustancias peligrosas. En este contexto un indicador de

interés es la *Densidad de estaciones hidrológicas*. Se trata de un indicador de respuesta referido al grado de conocimiento de las aguas superficiales que ha sido incluido en diversos catálogos de indicadores de sostenibilidad, como los indicadores de desarrollo sostenible elaborados en 1996 por la Comisión para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, los cuales incluyen un total de 10 indicadores relativos a los recursos hídricos. La figura 31 muestra la densidad de estaciones de muestreo en un conjunto de redes de control: la Red ICA (Red Integrada de la Calidad de las Aguas; la Red COCA (Utilizada como control indirecto de vertidos); la red SAICA (Red de Estaciones automáticas de Alerta de la Calidad del Agua); la Red de control de sustancias peligrosas, específicamente la red de sustancias preferentes (sustancias peligrosas procedentes de focos puntuales) y la Red de control de calidad de las aguas subterráneas.

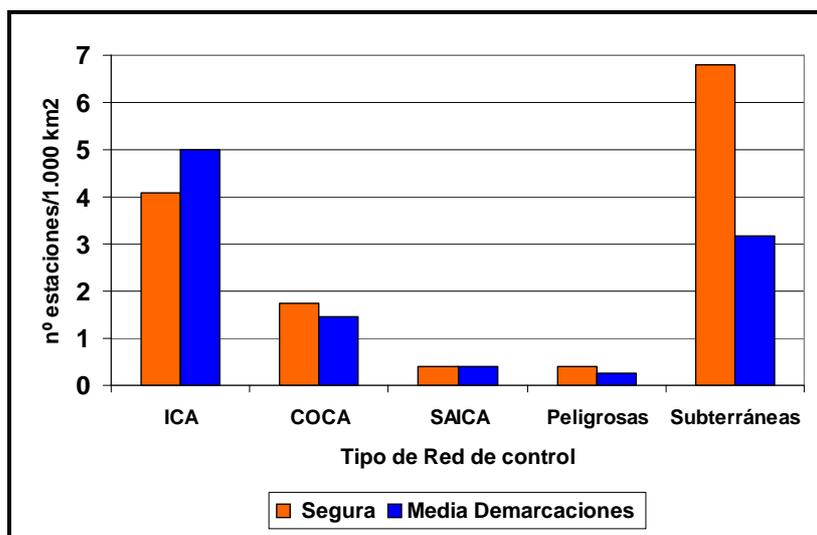


Figura 31. Densidad de estaciones de (nº estaciones / 1.000 km²) de distintas redes de control en la Demarcación del Segura y comparación con la densidad media en el conjunto de demarcaciones. ICA: Red Integrada de la Calidad de las Aguas; COCA: Red para el control indirecto de vertidos; SAICA: Red de Estaciones automáticas de Alerta de la calidad del agua; Peligrosas: Red de control de sustancias peligrosas (sustancias preferentes); Subterráneas: Red de control de calidad de las aguas subterráneas. Fuente: Anuarios de Medio Ambiente 2003-2006 (Ministerio de Medio Ambiente 2003, 2004, 2005, 2006) y elaboración propia.

La figura muestra que en general la densidad de estaciones en la Demarcación del Segura es equivalente o supera la densidad media del conjunto de demarcaciones a excepción de la red ICA, cuya densidad es inferior a la media. No obstante, cabe realizar varias consideraciones. En primer lugar, de las demarcaciones dependientes del Estado, la del Segura es la única que no posee una red de control de calidad del agua para la vida piscícola, por no tener declarados tramos protegidos para la misma. Por otra parte, aún con una densidad de estaciones equiparable al conjunto de Demarcaciones, algunas red de control cuentan con un bajo número de puntos de medida, como es el caso de la Red de control de sustancias peligrosas (con 8 estaciones para el control de sustancias preferentes y 5 estaciones para el control de plaguicidas en toda la Demarcación) o la red SAICA (que cuenta con 8 estaciones en toda la Demarcación).

Pese a la importancia del agua en un territorio naturalmente escaso en recursos hídricos como es la cuenca del Segura, la información disponible ha sido con frecuencia escasa, poco actualizada o difícilmente accesible. En los últimos años se están haciendo

importantes esfuerzos por mejorar el volumen, calidad y accesibilidad de dicha información, a lo que está contribuyendo de forma notable la implementación de la Directiva Marco de Agua. No obstante, la información disponible sigue siendo insuficiente, especialmente en algunos ámbitos como el relativo a una caracterización completa de las aguas costeras y de transición, las insuficiencias de la red de piezómetros y puntos de control de calidad de las aguas subterráneas (pese a que la densidad de estaciones duplica el valor medio en España) y la insuficiencia de la red de calidad ICA, entre otros aspectos (CHS, 2005).

Otro aspecto importante en relación con la información para un uso sostenible del agua es el de la accesibilidad de la información. Pese a la profusión de publicaciones que de un modo u otro han tratado cuestiones relativas al agua en la cuenca del Segura, hasta hace pocos años no ha existido un acceso sencillo y disponible para los ciudadanos en general a información básica como los caudales circulantes, los datos de calidad del agua aportados por las distintas estaciones de muestreo, la información socioeconómica sobre el agua o información desagregada y actualizada sobre los consumos de agua en los diferentes usos. En los últimos años se ha realizado un avance muy importante en la accesibilidad de la información sobre la cuenca utilizando las nuevas tecnologías, en particular los recursos de internet, destacando la información ofrecida desde el Ministerio de Medio Ambiente a través de iniciativas como el Libro Digital del Agua (LDA) y el Sistema de Información del Agua (SIA). La Confederación Hidrográfica del Segura ha realizado también avances en la accesibilidad general a la información de la cuenca a través de internet, especialmente en aspectos formales y en el acceso directo a algunos datos y series temporales, si bien la accesibilidad general a los datos de la cuenca se encuentra todavía muy en sus inicios. Aunque es necesario seguir avanzando en esta línea, esta creciente accesibilidad es esencial para aportar información básica y de calidad a todos los agentes implicados para avanzar hacia un uso más sostenible del agua, desde los ámbitos más especializados hasta los ciudadanos en general.

Referencias

Bird, J.; Wallace, P. 2001. Dams and development – An insight to the report of the World Commission on Dams. *Irrigation and Drainage*, 50, 53-64.

Cánovas Cuenca, J. 2008. Modernización de los regadíos. Ahorro de agua. *Foros de ciencia y tecnología. Jornada sobre ahorro, eficiencia en el uso del agua y gestión de la demanda*. Alcalá de Henares, Marzo de 2008.

Capellades, M.; Rivera, M.; Saurí, D. 2002. Luces y sombras en la gestión de la demanda urbana de agua: el caso de la Región Metropolitana de Barcelona. En: *III Congreso Ibérico de Planificación y Gestión de Aguas*. Fundación Nueva Cultura del Agua. Sevilla. 13-17 Noviembre de 2002.

Carreño, M.F.; Esteve, M.A.; Martínez, J.; Palazón, J.A.; Pardo, M.T. 2008. Dynamics of coastal wetlands associated to hydrological changes in the watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77, 475- 483.

CES. 1996. *Recursos Hídricos y su importancia en el desarrollo de la Región de Murcia*. Consejo Económico y Social de la Región de Murcia.

CHS. 1997. *Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Medio Ambiente.

CHS. 2005. *Demarcación Hidrográfica del Segura. Informe de los artículos 5, 6, y 7 de la Directiva Marco de Agua*. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Medio Ambiente.

CHS. 2006. *Muestreo y análisis de la red Oficial de Aguas Subterráneas de la cuenca del Segura*. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Medio Ambiente.

CHS. 2007a. *Estudio general sobre la Demarcación Hidrográfica del Segura*. Julio de 2007. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Medio Ambiente.

CHS. 2007b. *Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura (PES)*. Confederación Hidrográfica del Segura. Ministerio de Medio Ambiente.

Corominas, J. 1999. Los regadíos de Andalucía después de la sequía y ante la Agenda del 2000. En: P. Arrojo y F.J. Martínez Gil (coords). *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. Zaragoza. Institución Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza.

Espinosa, M.I., Vidal-Abarca, M.R.; Suárez, M.L. 2001. Comparative study of water physicochemical quality of the rivers and streams of the Segura basin (SE of Spain). *Symposium for European Freshwater Sciences: SEFS-2*. University Paul Sabatier. 8-12 July 2001, Tolouse (Francia)

INITEC. 2006. *Establecimiento de la red provisional de estaciones de referencia en ríos y embalses en aplicación de la Directiva Marco de Aguas en la Cuenca del Segura. Documento de Síntesis*. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General del Agua. Noviembre 2006.

Institute for Prospective Technological Studies. 1997. *Towards a sustainable/strategic management of water resources: evaluation of present policies and orientations for the future*. European Commission. General Directorate XVI. Institute For Prospective Technological Studies. Joint Research Centre. Technical report.

Ministerio de Medio Ambiente. 2003. *El estado del medio ambiente y su evolución*. www.mma.es

Ministerio de Medio Ambiente. 2004. *Medio Ambiente en España*. . www.mma.es

Ministerio de Medio Ambiente. 2005. *Estado y evolución del medio ambiente*. . www.mma.es

Ministerio de Medio Ambiente. 2006. *Estado y evolución del medio ambiente*. www.mma.es

Maestu, J.; Mario Gómez, C.; Gutiérrez, C.; Martínez Valderrama, J. 2007. *El agua en la economía española: situación y perspectivas. Informe integrado del análisis económico de los usos del agua. Artículo 5 y Anejos II y III de la Directiva Marco de Agua*. Ministerio de Medio Ambiente.

Martínez Fernández, J., M.A. Esteve Selma, J.F., Calvo Sendín. 2000. Environmental and socioeconomical interactions in the evolution of traditional irrigated lands: a dynamic system model. *Human Ecology*, 28, 279-299.

Martínez Fernández y Esteve Selma. 2002. *Agua, regadío y Sostenibilidad en el Sudeste Ibérico*. Bilbao. Bakeaz-Fundación Nueva Cultura del Agua.

Martínez Fernández, J.; Esteve Selma, M.A. 2005. Recursos hídricos y vulnerabilidad socioambiental en sistemas áridos: el caso de la cuenca del Segura. *Indicadores y metodologías para el uso sustentable del agua en Iberoamérica*. CYTED. Mendoza. (Argentina). pp. 155-167

MOPTMA. 1994. *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*. Madrid.

Suárez, M.L., M.R. Vidal-Abarca, J.F. Calvo, J.A. Palazón, M.A. Esteve, R. Gómez, A. Giménez, J.A. Pujol, J.A. Sánchez, M. Pardo, J. Contreras y L. Ramírez. 1996. Zone Humide d'Ajauque-Rambla Salada, Espagne. En: *Management of Mediterranean Wetlands*. Vol 3. pp. 39-55.

Varios Autores. 2001. *Las Ramblas de la Región de Murcia. Caracterización preliminar*. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua & Fundación Universidad-Empresa, Murcia.

VVAA, 2007. *El cambio climático en España. Estado de Situación. Documento Resumen*. Documento resumen del Informe elaborado por expertos en cambio climático para el Presidente del gobierno http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/pdf/ad_hoc_resumen.pdf.

Vera Muñoz, 1990. *Notas sobre el regadío de la Región de Murcia*. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. CSIC. Murcia