

Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas de ríos y riberas continentales de Andalucía

M^a Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez y M^a Luisa Suárez Alonso

Universidad de Murcia

Septiembre 2011

Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas de ríos y riberas continentales de Andalucía

Resumen	3
0 . Mensajes clave	6
1. Introducción	10
2. Caracterización del sistema socioecológico ríos y riberas	11
3. Estado de conservación general del ecosistema ríos y riberas	15
4. Servicios suministrados. Métodos de evaluación y Fuente de datos	19
5. Condiciones y tendencias de los servicios evalu	31
5.1 Servicios de abastecimiento	31
5.1.1 Alimentos	31
5.1.2 Agua dulce.....	33
5.1.3 Materias primas de origen biológico	38
5.1.4 Materias primas de origen mineral.....	40
5.1.5 Energías renovables	43
5.1.6 Acervo genético	46
5.1.7 Medicinas naturales y principios activos	50
5.2 Servicios de regulación	52
5.2.1 Regulación climática local y regional.....	52
5.2.2 Regulación de la calidad del aire	54
5.2.3 Regulación hídrica	55
5.2.3.1 Regulación hídrica	55
5.2.3.2 Autodepuración del agua	61
5.2.4 Regulación morfosedimentaria	65
5.2.5 Formación y fertilidad del suelo	67
5.2.6 Regulación de las perturbaciones naturales	68
5.2.7 Control biológico	71

5.2.8 Polinización.....	73
5.3 Servicios culturales	75
5.3.1 Conocimiento científico.....	75
5.3.2 Conocimiento ecológico local.....	76
5.3.3 Identidad cultural y sentido de pertenencia	81
5.3.4 Disfrute espiritual y religioso	84
5.3.5 Paisaje-Servicio estético	86
5.3.6 Actividades recreativas y ecoturismo.....	89
5.3.7 Educación Ambiental	93
5.4 Tendencias generales	96
6. Impulsores de cambio de los ecosistemas ríos y riberas	98
7. Análisis de compromisos (trade-offs) y Sinergias.....	101
8. Respuestas e intervenciones de gestión.....	103
9. La conservación de ríos y riberas y el bienestar humano	106
10. Referencias bibliográficas.....	109

Estado y tendencia de los servicios de los ecosistemas de ríos y riberas continentales de Andalucía

Autoras: M^a Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez y M^a Luisa Suárez Alonso

Universidad de Murcia

Resumen

Andalucía es la Comunidad Autónoma que más cantidad de agua superficial posee (las cuencas atlánticas andaluzas presentan el 1,3% de su territorio con superficies de agua, la mayor de España, OSE-2010). En total los ríos y riberas andaluces no ocupan más del 3,03 % del territorio autonómico y sin embargo son los proveedores fundamentales del agua dulce vital para abastecimiento humano y para la totalidad de sus actividades. Proporcionan además muchos servicios de abastecimiento, como alimentos, materiales de distinto origen, energía, y biodiversidad y servicios culturales de recreo y ocio para el bienestar humano. Los ríos andaluces son el sello de identidad de muchas poblaciones y en torno a ellos se desarrolla todo un rico elenco de conocimientos y saberes ecológicos. No obstante, rara vez se percibe que son los servicios de regulación, los que más importancia tienen para el bienestar humano. Ríos y riberas participan en la regulación del clima local dado que al aumentar la evapotranspiración reducen las temperaturas extremas. Almacenan CO₂ y así contribuyen a disminuir el efecto invernadero. Las riberas controlan los procesos de erosión de las laderas y amortiguan las avenidas de agua y la acción conjunta de ríos y riberas promueve la alta capacidad autodepuradora que poseen, procesando la materia orgánica que proviene de las cuencas y controlando la entrada de nutrientes.

Pero además, los ríos y riberas andaluces son los ecosistemas que cohesionan el resto del territorio dando sentido a las cuencas hidrológicas. A través de los flujos de agua se transportan y redistribuyen materiales orgánicos, nutrientes y sedimentos que formarán los suelos fértiles de las vegas y harán funcionar los ciclos biogeoquímicos, de los cuales el hombre se beneficia, por ejemplo, al aumentar la fertilidad del suelo o depurando las aguas. Estos flujos generan una alta diversidad de hábitats permitiendo la supervivencia de muchas especies de ambientes más húmedos en zonas más áridas, actuando como corredores de biodiversidad. Así pues, mantener y conservar la interdependencia entre los ecosistemas fluviales y los terrestres es vital para el bienestar humano.

En Andalucía, el ciclo hidrológico proporciona anualmente unos 14.074,5 hm³, lo cual debería ser suficiente para satisfacer las necesidades de la población andaluza. Sin embargo, casi el 82 % del agua extraída de los ecosistemas acuáticos es utilizada en la agricultura que ocupa una superficie de 953.667 ha (10,93 % de la superficie total de la región) y que, aunque es una de las más productivas de España (Maestu et al., 2007), aporta como mucho 2,48 € por m³ de agua utilizada al VAB (valor añadido bruto) a precios de mercado. Además, Andalucía es, tras la Comunitat Valenciana, la que más consumo de agua urbana presenta (unos 156 litros/habitante/día en 2009) y el consumo de agua virtual en forma de productos cárnicos hace que presente la mayor huella hídrica de España (2.357 m³/habitante en 2007). La construcción de embalses para satisfacer esta demanda ha llevado a que los 163 embalses contabilizados en Andalucía puedan llegar a controlar hasta el 93,59 % del total de agua generada por el ciclo hidrológico. Además, la extracción de aguas subterráneas para abastecer el regadío se ha incrementado en un 237 % en los últimos 10 años y en un 216 % para abastecimiento urbano.

La tecnología ha desarrollado multitud de mecanismos para explotar a los ecosistemas acuáticos, llegando a sobrepasar su capacidad para proporcionar muchos servicios. El exhaustivo control del agua de los ríos andaluces ha llevado a que más del 69 % de los vertebrados que viven en sus aguas se encuentren en estado de conservación preocupante, muy preocupante o hayan desaparecido (fundamentalmente los peces), que la pesca fluvial del esturión haya desaparecido, que las poblaciones de anguilas se hayan reducido en un 98 % o que en los últimos 30 años en más del 20 % de las estaciones de control de la calidad del agua de los ríos andaluces hayan aumentado las concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

Los cambios de uso del suelo de laderas y llanuras fluviales, fundamentalmente para expandir y potenciar las superficies de olivar en regadío junto a los cultivos industriales de algodón y arroz, y la alteración de los caudales naturales para su mantenimiento, son los principales impulsores directos de cambio de los ríos y riberas en Andalucía, colapsando su capacidad para producir muchos servicios de regulación y culturales. De hecho, mantener dos servicios de regulación estratégicos, pero poco visibles, como la depuración del agua o el control de las inundaciones, les está costando a los andaluces buena parte de su presupuesto: en el año 2010 la Junta de Andalucía, dentro de la Estrategia de Saneamiento y Depuración de Andalucía, invirtió 1.765 millones de € (Consejería de Medio Ambiente, 2010) y hasta diciembre de 2010 lleva invertido 342 millones de € en el Plan de Prevención contra Avenidas e Inundaciones.

Andalucía, no obstante, es una de las comunidades autónomas donde mayor esfuerzo se ha realizado por conservar el capital natural que suponen sus ríos y riberas. De hecho en los últimos 20 años se ha realizado un importante esfuerzo, tanto en términos de gestión para mejorar la calidad de sus aguas, como legislativo desarrollando políticas de conservación. A pesar de ello la excesiva presión sobre los ríos y riberas extrayendo y controlando gran cantidad de agua para la agricultura, los cambios de uso del suelo de las llanuras fluviales que aceleran los procesos de erosión y contaminación y la introducción de especies exóticas acuáticas y ribereñas que ponen en peligro el acervo genético de estos ecosistemas, está dificultando enormemente mantener de forma sostenible muchos de los servicios que nos proporcionan y que, en definitiva, contribuyen al bienestar de los andaluces.

El ciclo del agua es el que genera el agua que fluye por los ríos andaluces y su capacidad para generar servicios en un futuro depende, en gran medida, del modelo de agricultura que se potencie y de la gestión de las interacciones agua-suelo-vegetación de las cuencas. Los ríos y sus riberas son las vías de conexión del territorio andaluz, por ello es necesario integrar las políticas de conservación de suelos, del agua y forestal.

0. Mensajes clave

El 77% (17 de 22) de los servicios de los ecosistemas ríos y riberas evaluados se están degradando o están siendo usados de manera insostenible. Los más afectados son los servicios de regulación (formación y fertilidad del suelo, regulación hídrica y de las perturbaciones naturales y control biológico) y los culturales (conocimiento ecológico local, identidad cultural y sentido de pertenencia y disfrute espiritual y religioso). Por el contrario, están mejorando los servicios de abastecimiento tecnificados y sobre todo los servicios culturales que responden a la demanda urbana (ecoturismo, ocio, educación ambiental) (*muy cierto*).

En los últimos 50 años se han alterado o degradado más ríos y riberas andaluces que en cualquier otro periodo de tiempo, especialmente para satisfacer las demandas de agua para la creciente agricultura de regadío (muy tecnificada) y la producción de energía. Esto ha generado una pérdida considerable de la biodiversidad de ríos y riberas (*muy cierto*) y una disminución de su capacidad para generar servicios de regulación, en especial los relacionados con el control de la contaminación difusa (*certeza alta*), la minimización de los efectos de las perturbaciones naturales (*certeza alta*) y la fertilidad del suelo de vega (*certeza alta*).

Las llanuras aluviales andaluzas prácticamente han desaparecido como ecosistemas naturales (*muy cierto*). Según datos del Mapa de Suelos de Andalucía (E: 1:400.000), la superficie de fluvisoles (los suelos que ocupan las llanuras aluviales) es de 332.410 ha, de las cuales 306.158 ha (92,1%) están ocupadas por la agricultura y 26.252 ha (7,9%) por zonas urbanas (según mapa de usos del suelo de 2007 (E: 1.25.000)). Aunque las escalas de ambas cartografías son diferentes, claramente se percibe el elevado nivel de ocupación y transformación de las llanuras aluviales andaluzas.

Andalucía posee una extraordinaria diversidad de tipos hidrogeocímicos de ríos (*muy cierto*). Ríos de caudal permanente, temporales, salinos, dulces, ramblas, etc, forman parte de la riqueza natural de los paisajes ligados al agua en Andalucía, lo que posibilita y explica la alta biodiversidad acuática. Sin embargo, el 69 % de los vertebrados que habitan estos ecosistemas (63 % en España), presenta algún nivel de amenaza o se han extinguido (*muy cierto*).

El acervo genético de especies acuáticas y ribereñas andaluzas es el más importante de España (*certeza alta*). El 76,4% del total de vertebrados de ríos y riberas españoles están presentes en Andalucía. El de los peces es el grupo con mayor número de especies (45 especies, el 42,5 % del total), de las cuales 20 son autóctonas. Los peces y los anfibios son los que mayor número de endemismos presentan (18 y 5 respectivamente). De las 576 especies de flora vascular que consta en Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, 2005), 80 son acuáticas o riparias, de las cuales 17 son endémicas (el 21,3 %). El estudio de la Flora ficológica de Andalucía lleva catalogadas, al día de hoy, 598 especies solo del grupo de las diatomeas. Estos datos son una muestra de la extraordinaria riqueza de especies de ríos y riberas andaluces.

La potenciación de algunos servicios de abastecimiento está forzando el capital natural que suponen los ríos y riberas andaluces (*muy cierto*). La pesca fluvial, prácticamente ha desaparecido de los ríos andaluces. En el año 1992 se capturó la última hembra de esturión en el Río Guadalquivir (Almaça & Elvira, 2000; Salvador, 2009), aunque a principios del siglo XX era muy abundante y en la Cuenca del Guadalquivir las poblaciones de anguila se han reducido en un 98 % y su hábitat en un 88% en las tres últimas décadas. Por el contrario, en el año 2009, el 81,9% del total de agua generada por los ríos andaluces se consumió en agricultura (*muy cierto*), lo cual es posible porque los embalses construidos son capaces de controlar hasta el 93,59 % del total de agua generada por el ciclo

hidrológico, lo cual deja poco margen para mantener un caudal mínimo que permita conservar otros servicios de abastecimiento, de regulación o culturales que los ríos y riberas nos proporcionan.

Andalucía consume el doble de la cantidad de agua que contabiliza (*certeza alta*). En el año 2007, el consumo de agua en Andalucía, según datos del INE-2010, fue de 4.629,08 hm³, pero la realidad es que consumió más del doble (9.384,97 hm³) si se contabiliza el agua verde y el agua virtual (Camarero et al., 2010). En el año 2007, casi el 90 % del agua consumida en agricultura fue agua azul (3.934,17 hm³) mientras que 394,9 hm³ se consumieron como agua verde. El espectacular aumento de las superficies de olivar en regadío, y de los cultivos industriales (algodón y arroz) son responsables de esta situación (Rodríguez Casado et al., 2008). La gran cantidad de agua consumida en ganadería (4.176,9 hm³) es agua virtual, puesto que el sector ganadero en Andalucía es muy dependiente de las importaciones dado que su producción ganadera es relativamente baja (Camarero et al., 2010).

La conservación del acervo genético que proporcionan ríos y riberas es un objetivo prioritario de las políticas medio ambientales de Andalucía, en las cuales invierte mucho esfuerzo y dinero (*muy cierto*). Desde el año 1998 hasta el 2009 la inversión de la Consejería de Medio Ambiente en materia de conservación de la biodiversidad se ha multiplicado por 4 (de 91.183,03 miles € en 1998 a 370.485,8 miles € en 2009), lo que supone entre el 59,9% y 25 % respectivamente del total de inversiones de la Consejería. Los resultados de estas actuaciones están siendo satisfactorios, en términos del aumento del número de individuos o de las poblaciones sobre las que se actúa, pero la conservación del hábitat hubiera sido suficiente para mantener en buen estado las poblaciones de muchas de estas especies.

Muchos servicios de abastecimiento hoy perdidos o excesivamente tecnificados hubieran contribuido al bienestar de los andaluces (*certeza alta*). La acuicultura, no se consolida como la alternativa a la pérdida de la **pesca fluvial tradicional**. De hecho entre los años 2001 y 2007 el número de puestos fijos se ha reducido en un 54,5% y el de eventuales en un 85,2% (REDIAM) y según la Unidad Técnica de Análisis Socioeconómico Pesquero y Acuícola, el VAB de la acuicultura continental andaluza ha pasado del 35,35 % en el año 2006, a tan solo el 9,18 % en 2007. La **sal continental** ha experimentado en los últimos años una importante revalorización, pero el abandono de más de 100 salinas continentales en Andalucía ha supuesto la pérdida de un servicio de abastecimiento que hubiera generado actualmente muchos ingresos y más puestos de trabajo. En Andalucía existe aún un buen conocimiento de las **plantas medicinales**, en general, parte de las cuales son proporcionadas por ríos y riberas, sin embargo se está perdiendo el conocimiento tradicional potenciándose solo unas pocas especies de las que se extraen sus principios activos para utilizarlas en farmacología, cosmética, etc. (Benitez et al., 2010).

La excesiva regulación de los caudales de los ríos andaluces ha afectado de manera significativa a las relaciones entre las riberas y el río, imposibilitando o dificultando los servicios de regulación de amortiguación de las avenidas y de formación de suelo que proporcionaban (*certeza alta*). En Andalucía están catalogados 1.099 puntos con riesgo de inundación según su grado de peligrosidad. Las soluciones dadas por la administración casi siempre son estructurales (limpieza de cauces, obras de encauzamientos, etc), obviando otras que contemplen la integración urbanística y ambiental y compatibilicen los distintos usos del territorio, lo cual ayudaría a amortiguar los efectos negativos de las avenidas y a potenciar la formación de suelo aluvial. Según el Plan Director de Riberas de Andalucía (Costa, 2003), el 20 % de la longitud de las riberas andaluzas sufre alteraciones importantes debido a cambios en el régimen hidrológico (inundación por embalses, canalizaciones, desconexión del nivel freático, etc) y la acumulación de sedimentos en los embalses de

Andalucía es del orden de 985 toneladas por km² de cuenca y año en la cuenca Mediterránea Andaluza y de 535 en la del Guadalquivir (Avendaño & Cobo, 1997).

Los cambios de uso del suelo impiden que ríos y riberas proporcionen servicios de regulación como el control de la calidad del aire o regulación morfosedimentaria (*certeza alta*). Según el Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía, el 44,1 % de su superficie está dedicada a la agricultura (19,5 % de regadío según MARM, 2010). Entre los años 1987 y 2000, las superficies urbanas difusas en Andalucía han aumentado un 282% y entre 1956 y 2007 se ha multiplicado por 5 su superficie artificial (el 3,1 % de la superficie autónoma). Según Muñoz-Rojas et al. (2011), los cambios en la cobertura vegetal del suelo, debidos al aumento en la superficie ocupada por cuerpos de agua artificiales, entre los años 1956 y 2007, ha supuesto la emisión a la atmosfera de 12.353 toneladas de carbono al año y entre los años 2004 y 2008 la cantidad de suelo erosionado por lluvias moderadas se ha incrementado en 2,4 veces, y en 2,8 veces los erosionados por lluvias de alta intensidad.

La depuración de las aguas residuales ha conseguido mantener un cierto nivel de calidad en las aguas de los ríos andaluces (*muy cierto*). En el año 2009 Andalucía contaba con 536 estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), que tratan un total de 70 m³ por habitante y año, a un coste de 0,45 € cada m³, y que han conseguido mantener, en cierta medida, la calidad del agua de los ríos. Sin embargo, los problemas de contaminación difusa derivados de la utilización de fertilizantes y fitosanitarios se han acusado. En el año 2009 se ha duplicado el número de estaciones de muestreo con concentraciones de nitratos superiores a 25 mg/l y ha disminuido a la mitad el número de estaciones con concentraciones de fosforo inferiores a 25 µg/l. Esta situación merma la capacidad de los ríos y riberas andaluces para realizar el servicio de autodepuración del agua.

El conocimiento científico sobre la estructura, funcionamiento y dinámica de los ríos y riberas andaluces es cada vez mayor (*muy cierto*). El número de publicaciones, documentos, tesis doctorales, etc sobre los ecosistemas de ríos y riberas andaluces ha aumentado significativamente en los últimos 20 años. De igual manera las inversiones en I+D en Andalucía se han multiplicado por 3 entre los años 2000 y 2009, así como el personal dedicado a programas de I+D (un incremento del 184 % entre los mismos años). Este aumento en el conocimiento científico ha servido, por ejemplo, para elaborar la estrategia andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad (2010) o poner en marcha actuaciones tan innovadoras como el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz, pero poco han servido para gestionar de forma más sostenible los ríos y riberas andaluces. Mejorar el conocimiento de las estrechas relaciones que existen entre los ríos y sus cuencas y la investigación en técnicas innovadoras que contribuyan al uso más sostenible de los servicios que nos proporcionan, serían deseables como líneas de investigación futuras a potenciar.

Se está perdiendo buena parte de la riqueza cultural, lingüística, etnobotánica, el conocimiento ecológico local y, en general, todos los servicios que identifican y dan sentido de pertenencia a los andaluces (*certeza alta*), a pesar de los esfuerzos que realiza la administración por recuperar este enorme elenco que posee el pueblo andaluz, en forma de patrimonio inmaterial

(http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/nav/navegacion.jsp?seccion=TEMATICAS&entrada=/portal/Tematicas/InformacionPH/patrimonio_inmaterial/atlas_patrimonio_inmaterial_andalucia/). Por el contrario, la potenciación de todos los servicios culturales que ríos y riberas proporcionan, relacionados con el ocio, ecoturismo o la educación ambiental demandados por la población más urbana, es obvia, pero en muchas ocasiones conduce a la pérdida del sentido de identidad y experiencia vital con el agua, que se manifiesta en costumbres y tradiciones (por ejemplo las romerías), muchas de las cuales han logrado salvaguardar tramos de ríos y de riberas andaluces hoy día inventariados y valorados para su

conservación (por ejemplo: “Riberas sobresalientes de Andalucía”; “Arboles y arboledas singulares de Andalucía”; “Geodiversidad andaluza”).

1. Introducción

La evaluación de los servicios que generan los ríos y riberas andaluces desde la perspectiva de los Ecosistemas del Milenio promovida por Naciones Unidas (MA, 2005a), permite entender los vínculos, no siempre perceptibles, entre la conservación de los ecosistemas y el bienestar de los andaluces por cuanto que les proporcionan agua, alimentos, energía, salud, relaciones sociales y libertades. De hecho, según los datos aportados por las encuestas del ecobarómetro de Andalucía (2010), la población andaluza percibe que la contaminación de los ríos es el tercer problema ambiental más grave en Andalucía pero raramente evidencia que de su buen estado de conservación depende buena parte de su bienestar. El agua dulce es, con mucho, el servicio básico que los ríos y riberas proveen (Acreman, 2001) y hoy por hoy no tiene alternativa sustituible. Del agua dependen los organismos que viven en ríos y riberas, la vida humana y prácticamente todas sus actividades, incluida su salud y bienestar. A pesar de ello muchos servicios que ríos y riberas nos proporcionan son desconocidos para gran parte de la población y generalmente infravalorados.

Evaluar el estado actual y las tendencias de los servicios que los ríos y riberas proporcionan a los andaluces permite, a) identificar los problemas de la interacción ecosistemas acuáticos-biodiversidad y bienestar humano, b) abordar estos problemas en toda su complejidad al hacer intervenir todos los elementos que interactúan entre sí, c) dar a conocer las consecuencias de las decisiones que se toman sobre la gestión del agua y sobre los ecosistemas acuáticos en relación con su capacidad para generar servicios, d) proponer distintas opciones a la hora de desarrollar estrategias de desarrollo que incluyen a las sociedades humanas y e) establecer las líneas de investigación más interesantes y prioritarias en el marco de las relaciones ser humano-naturaleza.

En definitiva, el objetivo básico es proporcionar información científica, interpretada y contrastada para poder evaluar el capital natural que suponen los ríos y riberas andaluces y las consecuencias que el cambio y la pérdida de biodiversidad que están sufriendo estos ecosistemas, como consecuencia de la presión humana, suponen para el bienestar de los andaluces.

En el contexto europeo, únicamente Portugal (Pereira *et al.*, 2009) e Inglaterra (UK-National Ecosystem Assessment, 2010; 2011), han elaborado estudios que aborden los servicios de los ríos y riberas como capital natural. En España, acaba de finalizar la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME), en el que se evalúan los servicios que proporcionan ríos y riberas españoles y sus tendencias.

2. Caracterización del sistema socioecológico ríos y riberas

Ríos y riberas son los ecosistemas que cohesionan el territorio constituyendo una unidad funcional (la cuenca hidrológica) que, a través de los flujos hídricos, intercambian materia y energía, de tal manera que son interdependientes (Dodds, 2002; Naiman *et al.*, 2005). Los flujos de agua conectan cabeceras con desembocaduras (componente longitudinal), riberas con cauces y viceversa (componente horizontal) y aguas subterráneas con los anteriores (componente vertical) (Jones y Mulholland, 2000; Ward y Wiens, 2001). Estas conexiones son las que generan los servicios básicos de estos ecosistemas. Los flujos longitudinales les permiten actuar como corredores para la dispersión de organismos y semillas y para la distribución de nutrientes, sales, sustancias disueltas y en suspensión y otros materiales orgánicos e inorgánicos. La componente vertical mantiene el intercambio de estos materiales entre los distintos compartimentos, y el movimiento de organismos que actúan sobre el procesado de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes (por ejemplo, nitrificación o desnitrificación). La componente horizontal es la que intercepta los flujos laterales limitando, por ejemplo, los procesos erosivos o la expansión de algunas especies, filtrando nutrientes, o facilitando la recarga de agua. No siempre estas componentes actúan al tiempo, de manera que la importancia relativa de cada una de ellas depende de la dominancia y dirección de los flujos hídricos predominantes (González del Tánago y García de Jalón, 2007). Así, por ejemplo, durante las avenidas de agua se establecen conexiones laterales desde el cauce a las riberas que contribuyen a la fertilización de los suelos de las llanuras aluviales (Junk *et al.*, 1989).

Los ríos y riberas andaluces presentan rasgos propios que tienen su origen en el clima, la fisonomía y modelado del territorio, los materiales geológicos-litológicos y su geodinámica. Aunque prácticamente la totalidad del territorio andaluz se encuentra dentro del ámbito mediterráneo, éste adquiere rasgos distintivos matizados, bien por la influencia marina y oceánica, bien por la escasez e irregularidad de las precipitaciones, lo cual se relaciona directamente con los diversos modelos hidrológicos existentes. Así, en Andalucía coexisten toda la gama de modelos hidrológicos (Costa, 2004) que van desde ríos de caudales permanentes hasta ríos completamente secos (ramblas) (Gómez *et al.*, 2005) y en este sentido, buena parte de los servicios que generan se debe a las aguas subterráneas. Estas son mucho más resistentes que las superficiales, lo cual hace que sean, en muchos casos, claves para mantener la conectividad del ecosistema río-ribera y así, las aguas subterráneas han sido fundamentales en la organización de las comunidades humanas en Andalucía (García Mora & Montes, 2010).

La fisonomía del territorio andaluz está marcada por la extensa llanura del valle del Guadalquivir, de materiales sedimentarios históricamente dedicados a la agricultura. El Guadalquivir es el eje vertebrador del territorio andaluz y su sello de identidad. Al norte, los relieves de Sierra Morena, de materiales metamórficos, generan una red fluvial de cauces cortos y erosivos y al sur las altas montañas de las Cordilleras Béticas, de materiales básicamente calizos, configuran paisajes kársticos fisurados por el que se infiltra y acumula el agua dando lugar a los grandes acuíferos andaluces. Entre estos relieves accidentados se suceden valles y depresiones más o menos extensas por donde discurre una red de cauces fluviales de distinta tipología (Figura 1).

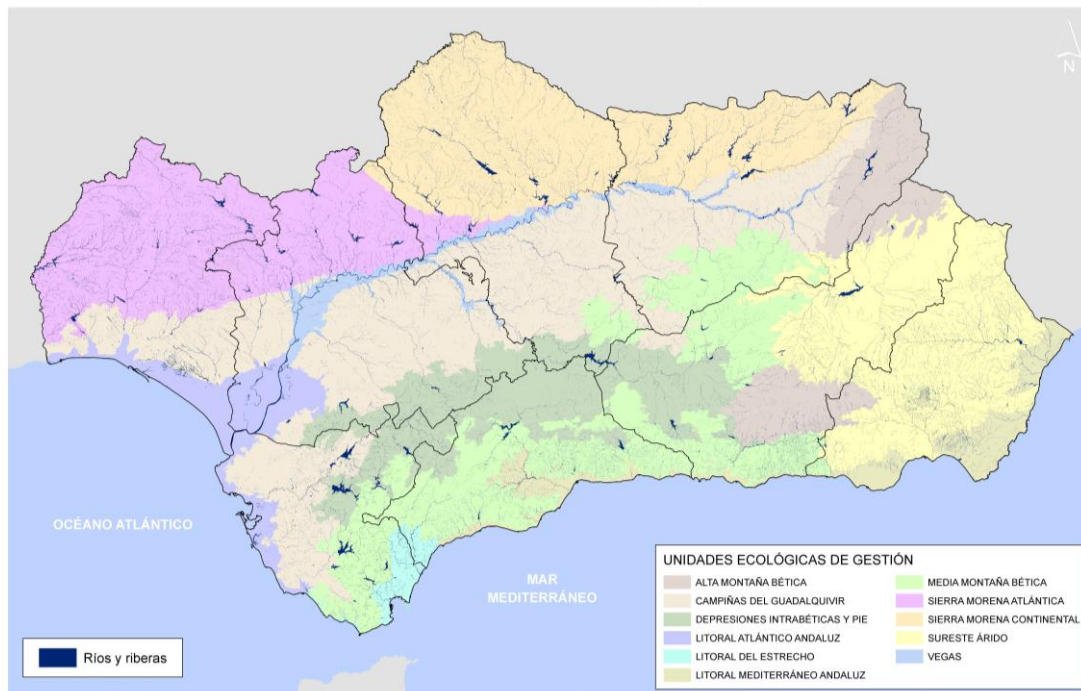


Figura 1. La Cuenca del Guadalquivir vertebraba buena parte del territorio andaluz. En el resto del territorio los cauces fluviales adquieren características diferentes en función de los rasgos biofísicos dominantes. Los matices del clima mediterráneo en Andalucía, la diversidad de materiales litológicos y la geodinámica del territorial, imprimen un carácter especial a los ecosistemas ríos-ribera, en relación con su origen, funcionamiento hidrológico y calidad del agua.

Los ríos y sus riberas forman parte de los paisajes terrestres de todo el territorio andaluz conectándolos a través de sus cuencas de drenaje y proporcionando muchos servicios que redundan en el bienestar del ser humano (Tabla 1). Andalucía participa de tres grandes cuencas hidrológicas españolas: Guadalquivir, Guadiana y Segura. Actualmente y tras las distintas reformas de las demarcaciones hidrográficas, Andalucía incluye buena parte de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir (90,22% de su superficie), los distritos hidrográficos del Mediterráneo, Guadalete-Barbate y Tinto, Odiel y Piedras, todos ellos con participación del 100 % de su superficie y pequeños territorios de las cuencas hidrográficas del Guadiana (10,12 %) y del Segura (9,43 %) (Figura 1). Con la entrada en vigor del Art. 15 de los nuevos Estatutos de la Agencia Andaluza del Agua (Decreto 2/2009, de 7 de enero, por el que se aprueban los Estatutos de la Agencia Andaluza del Agua), se crea el concepto de **distrito hidrográfico** para homogeneizar las denominaciones existentes en Andalucía. Actualmente existen cuatro distritos hidrográficos: Distrito del Guadalquivir que incluye el territorio andaluz de la cuenca del Guadalquivir; Distrito Mediterráneo, que corresponde a la cuenca Mediterránea Andaluza; Distrito Tinto-Odiel-Piedras, que se corresponde con la parte onubense de la cuenca Atlántica Andaluza y Distrito Guadalete-Barbate, que es la parte gaditana de la cuenca Atlántica Andaluza (Figura 2).

Tabla 1. Rasgos básicos y límites cartográficos que definen a los ecosistemas ríos y riberas andaluces.

ECOSISTEMA	RASGOS ESENCIALES QUE LO DEFINEN	LIMITES PARA LA CARTOGRAFIA
Ríos y riberas	Ecosistemas que conectan y cohesionan las cuencas de drenaje. Alta densidad de población y desarrollo de agricultura de regadío.	Su carácter vectorial hace que sean líneas en la cartografía.

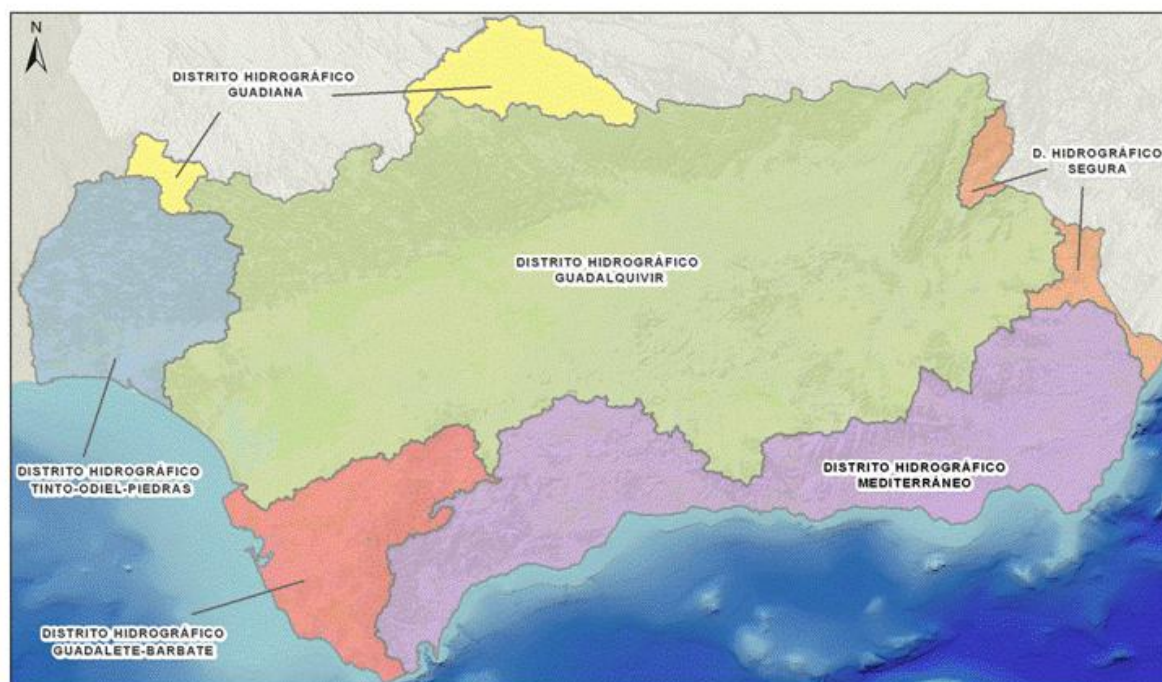


Figura 2. Además de los cuatro distritos hidrográficos creados por los estatutos de la Agencia Andaluza del Agua, parte de la cuenca del Segura y del Guadiana se encuentran en territorio andaluz. (Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.007f046e4f455ec58ba9d8105510e1ca/?vgnextoid=563252c7076e3210VgnVCM1000001325e50aRCRD>).

Según el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, la longitud total de cauces que recorren Andalucía es de 45.836 km, aunque los datos que constan en la Consejería de Medio Ambiente y en la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) es de 22.793 km que ocupan una superficie aproximada de 2.654,2 km², lo que representa el 3,03 de la superficie autonómica (Tabla 2). El 43 % de estos cauces son temporales (permanecen secos en el estiaje), el 40 % son permanentes (el agua circula durante todo el ciclo hidrológico) y el resto (el 17 %) son ramblas que permanecen secas durante buena parte o la totalidad del ciclo hidrológico anual (Varios Autores, 2003). La mayor parte de los ríos temporales se localiza, principalmente, en la Cordillera Subbética y en Sierra Morena, los permanentes en el valle del Guadalquivir y las ramblas en la Cordillera Penibética.

Los más de ocho millones de habitantes de Andalucía (8.370.975 en 2010) dependen del agua que se genera en el territorio. La densidad de población en los distritos oscila entre los 26,6 habitantes/km² en el Guadiana y los 158,3 habitantes/km² en el de Guadalete y Barbate. En el

Distrito Hidrográfico Mediterráneo es donde más ha aumentado la población (el 25,70 % entre 2000 y 2009).

En todas las cuencas hidrológicas el sector económico dominante es el de servicios, aunque en la del Guadalquivir, Guadiana y Atlántica Andaluza existe una fuerte presencia del sector agrícola, mientras que en la Mediterránea lo es el de la construcción (OSE-2010). Hay que destacar la fuerte artificialización del territorio andaluz entre 1987 y 2006, sobre todo en las cuencas Mediterránea Andaluza (504,7 %), Atlántica Andaluza (345 %) y Guadalquivir (228,4 %) (OSE-2010).

Tabla 2. Rasgos biofísicos y socioecológicos de las cuencas y demarcaciones hidrográficas andaluzas. (Datos procedentes de: * SIMA (Sistema de Información Municipal de Andalucía). Instituto de Estadística de Andalucía.** OSE-2010. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2010. Propuesta de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. 417 pp. (<http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalcg/planHidrologicoDemarcacion/participacionPublica/consultaPublica/>); Agencia Andaluza del Agua. Memoria-Proyecto del Plan Hidrológico de la demarcación de las cuencas mediterráneas andaluzas. 327 pp. (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=c00b8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD>); Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras. 354 pp. (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=a53b8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD>); Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Guadalete_Barbate. 364 pp. (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=bd5c8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD>)).

Cuencas/ Demarcaciones Hidrográficas	Características biofísicas						Características socioeconómicas			
	Superficie total (km ²)	Superficie en Andalucía (km ²) (%)	Longitud cauces (km)	Agua superficial (Hm ³ /año)	Agua subterránea (Hm ³ /año)	clima	Dominio geológico dominante	Población (nº hab)	Densidad de población (hab/km ²)	Sector económico dominante
Segura	18.870	1.780 (9,43)	1.469	1	5	Mediterráneo Continental y Semidesértico	Arcilloso	1.944.690 (2008)	96,7	Servicios Agricultura**
Guadiana	55.528	5.618 (10,12)	8.046	1	6	Mediterráneo Continental	Silíceo	1.472.800 (2005)	26,6	Servicios Agricultura**
Cuenca Mediterránea Andaluza	18.425*	18.425 (100)*	2.145	347	392	Mediterráneo y M. Alta montaña y Semidesértico	Silíceo	2.281.000 (2007)*	123,8	Turismo Agricultura intensiva Construcción**
Guadalquivir	57.527	51.900 (90,22)	9.327	2.255	437	Mediterráneo Continental	Silíceo y Arcilloso	4.066.000 (2007)*	71,2	Servicios Agricultura**
Distrito Guadalete y Barbate	6.445*	6.445 (100)*	1.022,65	375	74	Mediterráneo de tendencia atlántica	Calizo	1.020.000 (2007) *	158,3	Servicios Agricultura**
Distrito Tinto, Odiel y Piedras	6.871*	6.871 (100)*	783,37	276	47	Mediterráneo subhúmedo de tendencia atlántica	Silíceo	388.000 (2007)*	56,5	Servicios Agricultura**

3. Estado de conservación general del ecosistema ríos y riberas

Prácticamente la mitad de los ríos y riberas andaluzes se encuentra en mal estado. Según datos de la Secretaría General de Aguas (antigua Agencia Andaluza del Agua) y de la CHG, el 43,6 % de los tramos de los ríos andaluzes analizados según las indicaciones de la Directiva Marco del Agua (DMA), presentan un mal estado ecológico (valor muy superior a la media de España que es del 33 % y de Portugal donde el 40 % de sus ríos presentan una calidad mala o muy mala (Pereira *et al.*, 2009)), el 47,2 % presentan un buen estado y el 9,3 % están sin clasificar. Por distritos, el de Guadalete-Barbate es el que presenta peor estado dado que el 53 % de sus masas están clasificadas con estado ecológico inferior a bueno, seguido de la cuenca Mediterránea Andaluza, con un 48 % de sus masas. Tanto en los distritos de Guadalete y Barbate como en el de Tinto, Odiel y Piedras, quedan aún muchas masas sin clasificar (Figura 3).

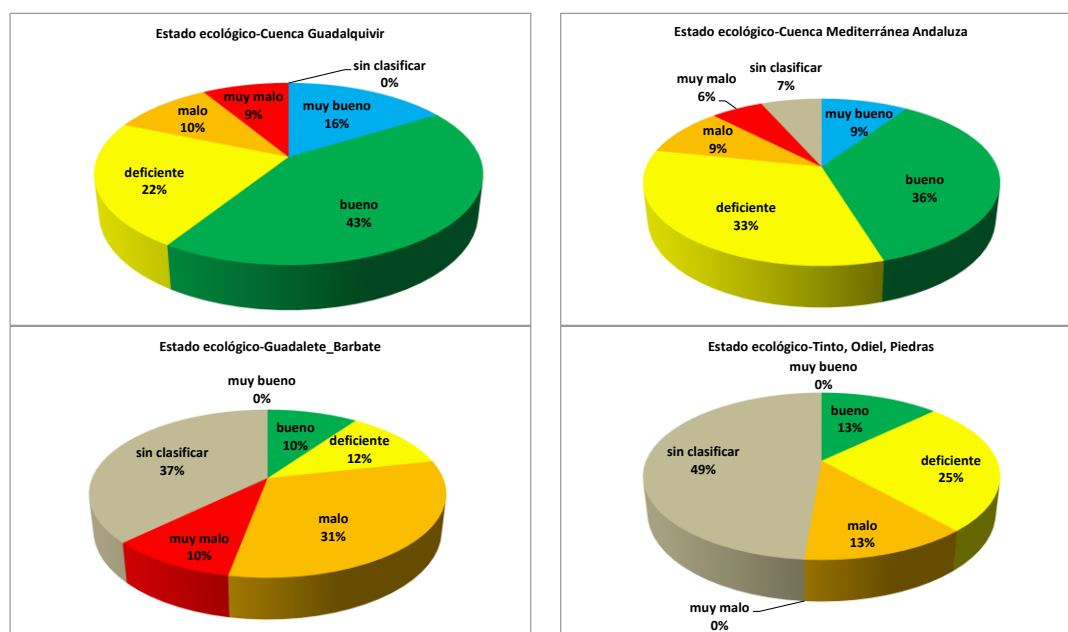


Figura 3. En las cuatro demarcaciones de Andalucía se han definido un total de 462 tramos de ríos (masas) según criterios de la Directiva Marco del Agua (DMA) que suponen el 12,2 % del total definidos en España (3.792 masas) de las cuales más del 44 % no cumplen el buen estado ecológico. (Datos extraídos de: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2010. Propuesta de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. 417 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria-Proyecto del Plan Hidrológico de la demarcación de las cuencas mediterráneas andaluzas. 327 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras. 354 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Guadalete_Barbate.364 pp.).

Esta situación está provocada por la cantidad de impactos que sufren los ríos andaluzes. El 89,2 % de las masas de agua de la cuenca Mediterránea Andaluza, casi el 77 % de las del Guadalquivir y el 66,4 % de las cuencas Atlánticas sufren presiones e impactos detectados. El principal problema es el de la contaminación difusa debida a la incorporación de fertilizantes a los suelos agrícolas que afecta al 36%, 32% y 23% de las masas de agua de las cuencas Atlánticas, Guadalquivir y Mediterránea Andaluza, respectivamente, seguido de la contaminación puntual que afecta al 23%, 24% y 12% de los tramos de las cuencas anteriores (Figura 4). Hay que destacar el alto porcentaje de masas de agua de la cuenca del Guadalquivir afectadas por problemas de regulación hídrica (22 %).

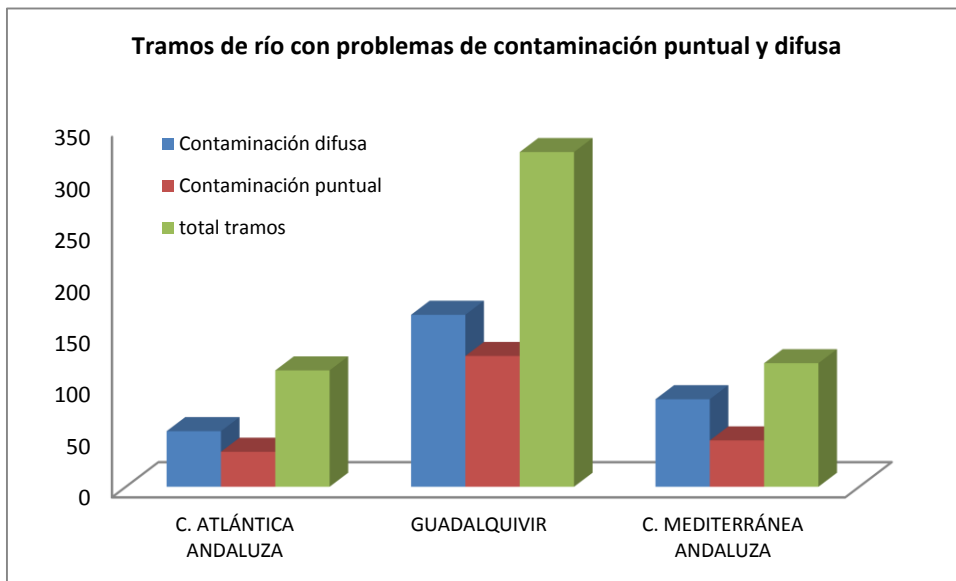


Figura 4. . La contaminación difusa, debida a la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a los suelos agrícolas está afectando a más del 30 % de los tramos de ríos andaluces analizados según los criterios de la DMA. (Datos extraídos de: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2010. Propuesta de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. 417 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria-Proyecto del Plan Hidrológico de la demarcación de las cuencas mediterráneas andaluzas. 327 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras. 354 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Guadalete_Barbate.364 pp.).

En cuanto a las riberas fluviales, según el estudio del Plan Director de Riberas de Andalucía (Costa, 2003), el 31 % de las riberas andaluzas (7.413 km) se encuentran en estado malo o pésimo y solo el 17 % (4.119 km) se encuentra en estado natural (Figura 5).

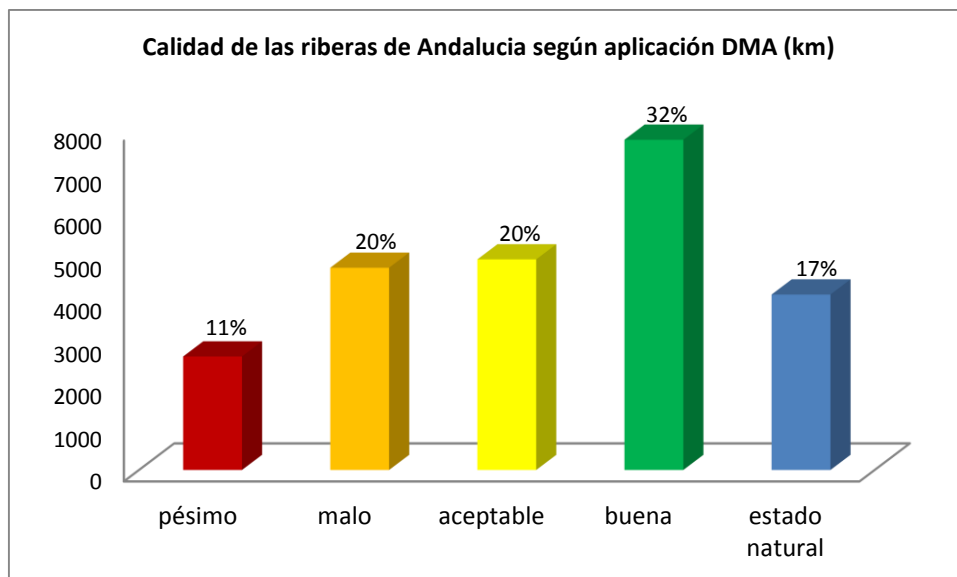


Figura 5.-La aplicación del QBR (Índice de calidad de las riberas, Munné et al., 2003), en los ríos andaluces indica que menos de la mitad de los puntos analizados presentan un buen estado de conservación. (Datos extraídos del Plan Director de Riberas de Andalucía, Costa, 2003).

En cuanto a las aguas subterráneas, la situación es aún peor. De las 145 masas de aguas subterráneas identificadas en las cuatro demarcaciones andaluzas (60 en el Guadalquivir; 67 en la cuenca Mediterránea Andaluza, 14 en Guadalete-Barbate y 4 en Tinto, Odiel y Piedras), 54 de ellas (el 37,2 %) tienen problemas de sobreexplotación (mal estado cuantitativo) y 81 de ellas (el 55,9 %) tienen problemas de contaminación (mal estado cualitativo). De hecho el 75 % de las masas subterráneas del distrito de los ríos Tinto, Odiel y Piedras; el 53,45 % de las del Guadalquivir; el 43,28 % de la cuenca Mediterránea Andaluza y el 30,77% de las de Guadalete-Barbate, presentan alto riesgo de no alcanzar los objetivos de la DMA (Figura 6).

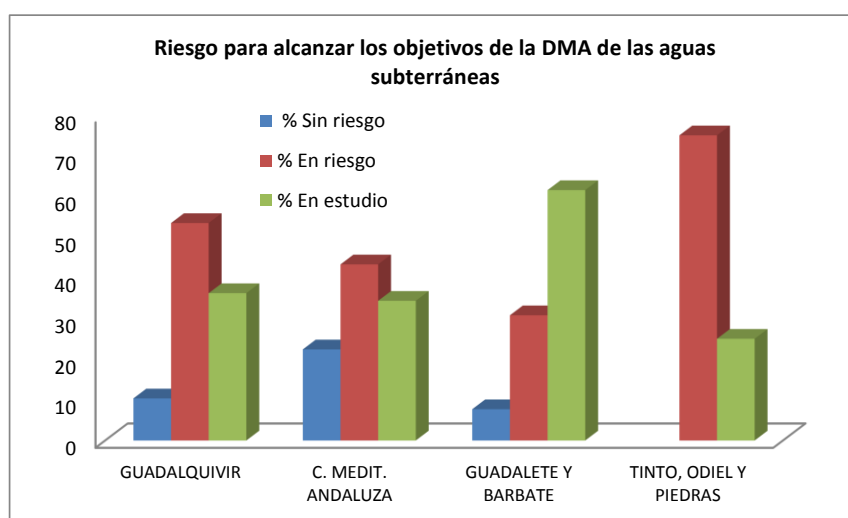


Figura 6. La situación de las aguas subterráneas en Andalucía debe considerarse alarmante. Más de la mitad de las masas de aguas subterráneas analizadas según criterios de la DMA presentan problemas de contaminación, cifra que puede aumentar dado la cantidad de masas subterráneas que aún se encuentran en estudio. (Datos extraídos de: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2010. Propuesta de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. 417 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria-Proyecto del Plan Hidrológico de la demarcación de las cuencas mediterráneas andaluzas. 327 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras. 354 pp.; Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Guadalete-Barbate.364 pp.).

4. Servicios suministrados. Métodos de evaluación y Fuente de datos

Los ecosistemas fluviales andaluces son los que, fundamentalmente, proporcionan el agua de abastecimiento de la población humana, el servicio más tangible de todos los que realmente proveen. Las interrelaciones que se producen entre procesos físicos, químicos y biológicos, y la predominancia de cada uno de ellos a distintas escalas espaciales y temporales en estos ecosistemas, son los que, en definitiva, proporcionan todos los servicios de los que el hombre se beneficia. Por ejemplo, las riberas regulan los procesos de erosión y sedimentación, depositando suelo fértil en las vegas fluviales, limitando la pérdida de suelo, controlando las avenidas de agua, regulando el clima local y son uno de los paisajes más atractivos para el desarrollo de actividades de ocio y recreo. Conjuntamente ríos y riberas controlan la calidad del agua con su capacidad autodepuradora. Además los ríos son vías de dispersión de nutrientes y organismos, conectando distintos hábitats y actuando como amortiguadores y/o colonizadores de otros ecosistemas adyacentes (Tabla 3).

Los ríos y sus riberas constituyen el sello de identidad de muchas poblaciones humanas. En torno a ellos se han desarrollado modos, costumbres y usos del agua que forman parte del acervo cultural de estos pueblos y que constituyen importantes valores para la conservación, recreo, turismo, educación e inspiración para el arte, la religión y el bienestar espiritual. A pesar de ello, muchos ríos y riberas andaluces han sido transformados para potenciar solo unos pocos de los múltiples servicios que proporcionan a la sociedad (Tabla 3).

Para evaluar los servicios que generan los ríos y riberas andaluces se han utilizado un total de 149 indicadores, 55 de ellos permiten evaluar los servicios de abastecimiento, 57 los de regulación y 37 los culturales (Tabla 4).

Las fuentes de información utilizadas son muy diversas incluyendo las bases de datos de organismos oficiales europeos, españoles, autonómicos y locales y las de asociaciones naturalistas, conservacionistas y ONG y publicaciones científicas de distinta índole.

Tabla 3. Tipos de servicios y ejemplos que proporcionan ríos y riberas de Andalucía. La importancia de cada uno de ellos se expresa por una gama de color.

SERVICIOS: TIPOS/SUBTIPOS	CATEGORIA	DEFINICION	EJEMPLOS
ABASTECIMIENTO			
1.-Alimentos	Tradicional	Productos derivados de los ríos que son consumidos por la población humana como fuente de energía.	Peces de agua dulce: truchas, anguilas, carpas, etc. Cangrejos de ríos.
	Tecnificado		
2.-Agua		Agua dulce de calidad que suministran los ríos, acuíferos, etc para consumo humano y para todas sus actividades.	Agua para beber, para la agricultura, para la industria, para refrigerar las centrales térmicas, etc
3.-Materias primas de origen biológico		Materiales cuyo origen son los organismos que viven en ríos y riberas que se transforman para elaborar bienes de consumo.	Madera de sauces, álamos, chopos, fresnos, etc. Leña. Mimbre, enea, caña y juncos. Especies ornamentales.
4.-Materias primas de origen mineral		Materiales de origen mineral que son extraídos de ríos y riberas que se transforman para elaborar bienes de consumo.	Sal continental de mesa, Grava y arena aluviales,
5.-Energía renovable	Energía hidráulica	Materiales de origen biótico o geótico que sirven como fuente de energía: el agua	Energía hidráulica; Energía para mover molinos de agua; Energía para mover norias y aceñas.

6.-Acervo genético		Diversidad genética de una especie o población. Diversidad total que aportan los organismos autóctonos de ríos y riberas.	Especies autóctonas de plantas de ribera; Especies autóctonas de animales acuáticos y de ribera; Especies endémicas.
7.-Medicinas naturales y principios activos		Materiales de origen biótico o geótico que se utilizan en medicina natural	Plantas medicinales de ribera, aguas termales, baños de lodos.
REGULACION			
8.-Regulación climática		Influencia de ríos y riberas en el clima a distintas escalas	Regulación de la amplitud térmica local. La destrucción de los bosques ribereños impacta sobre el régimen de precipitaciones y el microclima.
		Emisión o absorción de gases con efecto invernadero	Almacenamiento de Carbono en la biomasa vegetal de ribera, acuática y fluvisoles.
9.-Regulación de la calidad del aire		Minimización de contaminantes atmosféricos /pérdida de capacidad para extraer contaminantes	Emisión de gases efecto invernadero como metano (CH ₄) u óxido nitroso (N ₂ O). Pérdida de capacidad para controlar contaminantes.
10.-Regulación hídrica		Las cuencas bien conservadas tienen una alta capacidad para regular el ciclo del agua. Los cambios de uso de suelo afectan al hidropereodo, escorrentía y capacidad de almacenamiento del agua.	Almacenamiento de agua en el suelo; Almacenamiento de agua en forma de nieve; Recarga de acuíferos; Capacidad autodepuradora. Control de nutrientes.
11.-Regulación morfosedimentaria		Las riberas bien conservadas tienen una alta capacidad para controlar los procesos erosivos y la desertización	Control de la erosión; colmatación de embalses
12.-Formación y fertilidad del suelo		La fertilidad de los suelos aluviales es una de las más altas por lo que suelen ser apropiados para la agricultura.	Suelo fértil de vega; Nutrientes (nitrógeno y fósforo)
13.- Amortiguación de perturbaciones		Los ecosistemas tienen capacidad para amortiguar los efectos de las perturbaciones naturales, sobre todo las dependientes del clima.	Reservas de agua en suelo y acuíferos para control de las sequías. Llanuras de inundación bien conservadas reducen los picos de avenidas.
14.-Control biológico		Los ríos y riberas pierden su diversidad cuando se introducen especies invasoras	Especies introducidas.
15.-Polinización		Algunas especies polinizadoras son básicas para la producción de frutos y semillas y para la dispersión de las plantas acuáticas	Mariposas
CULTURALES			
16.-Conocimiento científico		Evolución del conocimiento sobre la estructura, funcionamiento, efectos de los impactos, etc de los ríos y riberas	Artículos publicados sobre ríos y riberas de Andalucía. Congresos, cursos, tesis doctorales sobre ríos y riberas. Proyectos de investigación.
17.-Conocimiento ecológico local		Saber popular sobre los bienes y servicios que generan ríos y riberas	Plantas medicinales de ríos y riberas. Oficios del agua. Modos tradicionales del

			uso del agua. Modos de pesca tradicional
18.-Identidad cultural y sentido de pertenencia		Las tradiciones que emanan de las vivencias del hombre con su entorno forman parte de su identidad y sentido de pertenencia	Vocablos relacionados con el agua (Riqueza lingüística) Folklore, fiestas y danzas.
19.-Disfrute espiritual y religioso		Ritos, creencias y culto religioso forman parte del acervo cultural de las poblaciones, muchos de ellos ligados a ríos y riberas	Lugares de culto (ermitas e iglesias ligadas a fuentes, ríos y arroyos). Romerías.
20.-Paisaje-Servicio estético		Los paisajes de ríos y riberas son probablemente de los espacios que mayor sensación de placer y bienestar producen en el ser humano	Paisajes y espacios protegidos que incluyen ríos y riberas. Visitantes de parques y espacios que incluyen ríos y riberas.
21.-Actividades recreativas y ecoturismo		El ocio y turismo de naturaleza es una de las actividades más requeridas actualmente por el hombre y ríos y riberas tienen una alta capacidad para proporcionar este servicio	Cotos de pesca fluvial Observatorios de aves Deportes de agua: Piragüismo, barranquismo, etc. Playas fluviales Balnearios.
22.-Educación ambiental		Los ríos y riberas proporcionan medios diversos para diseñar programas de educación ambiental	Programas de Educación Ambiental dedicados al agua

	Alta		Media-baja
	Alta-media		Baja

Tabla 4. Servicios, indicadores, fuentes de información y unidades de medida utilizados para la evaluación de ríos y riberas andaluzas.

Tipo Servicio	Subtipo	Categoría	Indicador	Fuente	Unidades
ABASTECIMIENTO	Alimentación	Pesca	Captura de esturión	Salvador (2009) y Almacá & Elvira (2000)	Nº de hembras
		Acuicultura	Evolución del número de instalaciones de acuicultura de agua dulce	REDIAM.Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía; Informe de acuicultura continental. ESACUA. 2010	Nº
			Producción total en acuicultura	REDIAM.Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. 2007; http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/produccion.htm ; http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/produccion_2007.htm#3 ; e Instituto de Estudios de Cajamar (2006); ESACUA. 2010	toneladas
			Producción de trucha arco iris para consumo humano	REDIAM.Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía; Informe de acuicultura continental. ESACUA. 2010	toneladas
			Producción anguila para consumo humano	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía y La acuicultura continental en Andalucía (2003)	toneladas
			Producción de esturión para consumo humano	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2003).	toneladas
			Producción de caviar	empresa de Río Frio (Granada)	kg
			Producción de otras especies mediante acuicultura	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía	Toneladas y nº
			Puestos de trabajo generados por la acuicultura	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. 2008	Nº
			Valor de la producción en acuicultura	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. 2008; ESACUA. 2010; Maestu et al. 2007.	€
	Agua dulce	Recursos hídricos renovables en Andalucía	CEDEX y Sistema de indicadores de MARM; Sánchez & Miguez-Macho (2010).	mm	
		Escorrentía superficial	CEDEX y Sistema de indicadores de MARM;) Gallart & Llorens. 2003; Vidal-Abarca, et al. 2002.	mm	
		Cantidad de agua y origen	SEA (Servicio estadístico de Andalucía)	hm3 y %	
		Consumo total de agua	INE- 2010, SEA (Servicio estadístico de Andalucía)	hm3 y %	
		Captación de agua para consumo humano	INE- 2010	hm ³	
		Consumo urbano de agua	INE- 2010, SEA (Servicio estadístico de Andalucía); Maestu et al. 2007.	hm3, l/hab/día, m3/hab	
		Captura y origen del agua para la agricultura	INE- 2010, SEA (Servicio estadístico de Andalucía)	hm ³	
		Consumo de agua por la agricultura	INE- 2010, SEA (Servicio estadístico de Andalucía); Camarero, et al. (2010).	hm ³	
		Consumo de agua por la industria	INE- 2010, SEA (Servicio estadístico de Andalucía)	hm ³	
		Agua utilizada en producción de energía hidroeléctrica	CHG (http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/laDemarcacion/guadalquivir/gestionAgua/) y de Martín et al. (2007)	hm ³ /año	
		Agua consumida en los campos de golf	http://www.andalucia-web.net/golf.htm , los datos de 2005 de REDIAM; Duran et al. 2001; Martín, et al. 2007; Maestu, et al. 2007; Priego de Montiano, et al. 2006.	hm ³	
		Uso de agua en acuicultura y actividades recreativas	http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/laDemarcacion/guadalquivir/gestionAgua/ ; Martín, et al. 2007; Martín, et al. 2006.	hm ³	
		Agua producida por desalación	INE- 2010, y comunidades autónomas: http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/sia/indicadores.htm ; Camarero, et al. (2010).	hm ³	
		Índice de consumo	INE-2010	%	
		La huella hídrica en Andalucía	Camarero et al. 2010; Madrid, 2007; Rodríguez et al., 2008	hm ³	
		Precio del agua	INE- 2010	€/m ³	

		Precio del agua de consumo humano en Andalucía	http://www.ocu.org/cuanto-cuesta-el-agua-en-2011-s537104.htm	€/m ³
		VAB que genera el agua en Andalucía	Martín et al., 2007; Maestu et al., 2007	% y €
		Relación entre el PIB y agua distribuida para abastecimiento y agricultura	INE- 2010 y Banco Mundial	hm ³ y Millones €
Materias primas de origen biológico		Madera y leña producida por los bosques de ribera	Inventario Forestal Nacional-II. http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ifn/ifn2/existencia_por_especie.htm	M ³
		Producción de caña común para artesanías	Anuarios de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía (años 2000-2008)	toneladas
		Evolución de la superficie de caña común	Anuarios de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía (años 2000-2008)	Hectáreas y nº
		Producción de mimbre para artesanías	Anuarios de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía (años 2000-2008)	toneladas
		Evolución de la superficie de mimbre	Anuarios de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía (años 2000-2008)	Hectáreas y nº
		Producción artesanal con fibras procedentes de especies vegetales riparias	Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93 REV.1); Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2009).	Nº, €
Materiales primas de origen mineral	Gravas y arenas	Número de explotaciones de áreas y gravas	Estadística de la producción minera en Andalucía; Federación andaluza de asociaciones de explotaciones mineras (FAEMI). 2005. Guía de Canteras; Regueiro, M. 2007. http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=1466	Nº
		Producción de arenas y gravas	Estadística de la producción minera en Andalucía; Federación andaluza de asociaciones de explotaciones mineras (FAEMI). 2005. Guía de Canteras; Regueiro, M. 2007. http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=1466	toneladas
		Consumo de áridos en Andalucía	http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/2000_02/minerales/aridos03.htm , ANEFA (Asociación nacional de empresarios fabricantes de áridos) y FAEMI (Federación andaluza de asociaciones de explotaciones mineras). Los datos de producción de la Estadística de la producción minera en Andalucía.	toneladas
		Empleo derivados de la explotación de arenas y gravas	Estadística de la producción minera en Andalucía	Nº
	Salinas continentales	Número de salinas continentales en uso	Estadística Minera de España (http://www.mityc.es/energia/mineria/Estadistica/Paginas/Consulta.aspx); de la Asociación de Amigos de las Salinas de Interior (http://ong.consumer.es/asociacion-de-amigos-de-las-salinas-de-interior.434) y de la Estadística de la Producción minera en Andalucía	Nº
		Producción de sal común	Estadística Minera de España (http://www.mityc.es/energia/mineria/Estadistica/Paginas/Consulta.aspx)	toneladas
		Valor de la producción de sal continental	Estadística Minera de España (http://www.mityc.es/energia/mineria/Estadistica/Paginas/Consulta.aspx)	€
		Empleo generado por las salinas de interior	Estadística Minera de España (http://www.mityc.es/energia/mineria/Estadistica/Paginas/Consulta.aspx); del Instituto de la sal (ISAL). http://www.institutodelasal.com/index.php?page=main) y de la estadística de la producción minera en Andalucía.	Nº
	Aguas minerales	Producción y consumo de aguas minerales en Andalucía	IGME (http://aguas.igme.es/AguasMinerales/plantas.asp?Comu=0) y Asociación Nacional de Empresas de Aguas de Bebida Envasadas (ANEABE) (http://www.aneabe.com) y de Andalucía del Instituto de Estadística de Andalucía (BADEA) http://www.juntadeandalucia.es:9002/badea/index.html ; Espejo, 2001.	litros
		Valor del agua envasada en Andalucía	Instituto de Estadística de Andalucía (BADEA) http://www.juntadeandalucia.es:9002/badea/index.html	Miles de €
Energías renovables	Energía hidráulica	Producción hidroeléctrica en Andalucía	Informes anuales Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, 2006), del Sistema Eléctrico Español (http://www.ree.es) y del Plan de Energías Renovables en España: PER 2005-2010.	GWh
		Consumo de energía hidroeléctrica en Andalucía	IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, 2010), Estadística energética de Andalucía 2009	GWh
		Potencia instalada y producción de las centrales minihidráulicas	Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), 2010 y de Díaz et al. (2011)	MW

	Acervo genético		Nº de especies total, endemismos y en peligro de vertebrados de ríos y riberas	http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/jsp/biodiv/datos_usu_publico.jsp y de las listas rojas de Vertebrados de Andalucía; Diagnóstico sobre el estado de conservación de los peces continentales autóctonos e inventario de los tramos fluviales importantes en Andalucía (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=ad7bb4ca765ba110VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=dd0c84f252eac110VgnVCM1000001325e50aRCD); Andreu-Soler & Torralva, 2007.	Nº	
			Nº de especies total, endemismos y estado de conservación de la flora de ríos y riberas	http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/jsp/biodiv/datos_usu_publico.jsp Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (2005); Helechos amenazados de Andalucía (2006); García & Montes, 2010.	Nº	
			Hábitats de ríos y riberas de interés comunitario en Andalucía	Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres; García & Montes, 2010.	Nº y hectáreas	
			Nº de especies total, endemismos y en peligro de invertebrados acuáticos	http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/jsp/biodiv/datos_usu_publico.jsp y del libro rojo de los invertebrados de Andalucía (2008); Ribera, 2000	Nº	
			Programas de conservación de especies de ríos y riberas	Programas de conservación y reintroducción de la fauna amenazada http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=def74c2cb29c5010VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=28fdc5e68cc8b110VgnVCM1000000624e50aRCD&lr=lang_es Programa de Conservación de Anfibios http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=30cbc309e368d110VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=1cd0d8c67de3e010VgnVCM1000000624e50aRCD Programa de Actuaciones para la Conservación de Invertebrados http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=7fd7d531efa5a110VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=bc21d8c67de3e010VgnVCM1000000624e50aRCD	Nº	
			Inversiones en conservación de especies de ríos y riberas de Andalucía	Consejería de Economía y Hacienda (http://www.juntadeandalucia.es/haciendayadministracionpublica/servicios/publicaciones/07_contabilidad_control_interno.htm)	Miles €	
	Medicinas naturales y principios activos		Especies vegetales de ríos y riberas de interés medicinal	Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. 2005. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=07db9f89b02ba010VgnVCM1000000624e50aRCD&vgnnextchannel=023efe1a2c9c6010VgnVCM1000000624e50aRCD ; Benítez et al. (2010); Martínez-Lirola et al. (1997); Andreu, et al. (2001)	Nº	
REGULACION	Regulación climática	Regional y local	Variación de la precipitación anual	Agencia Estatal de Meteorología y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y del SEA (Servicio Estadístico de Andalucía); Sánchez & Miguez-Macho (2010).	mm	
			Variación de la temperatura media anual	SEA (Servicio Estadístico de Andalucía)	°C	
			Variación de la evapotranspiración anual	Datos del modelo de Simulación Precipitación-Aportación (SIMPA), Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).	mm	
			Agua evaporada por los embalses de las cuencas hidrográficas de Andalucía	Los datos de superficie de los embalses han sido extraídos de: http://www.embalses.net/cuenca-4-guadalquivir ; http://www.embalses.net/cuenca-13-c-atl-andaluza.html ; http://www.embalses.net/cuenca-9-c-med-andaluza.html . Los de evaporación (mm) de cada cuenca del Libro Blanco del Agua (MMA, 1998)	hm ³	
			Índice de Humedad	http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/sia/indicadores.htm	adimensional	
			Emisiones de CO ₂ de las aguas residuales	Los datos desde 1190 a 2004 se han extraído del Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/00000624e50aRCD&vgnnextchannel=5849185968f04010VgnVCM1000001625e50aRCD y los del año 2007 de Álvarez, S. (2010); Ministerio de Medio Ambiente. 2010.	Toneladas de CO ₂ -eq	10VgnVCM10

	Almacenamiento de carbono	Incremento anual de captura de carbono en biomasa viva de los árboles ripícolas	Inventario Forestal Nacional-II y III; Ministerio de Medio Ambiente. 2007.	t Carbono/ha/año y Giga-gramos CO ₂ /ha/año
		Almacén de Carbono orgánico en los fluvisoles	Los datos de la superficie de fluvisoles en las cuencas hidrológicas provienen de Corine Europe soil database version 2. European environment Agency (http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/soil-type) y los de la superficie de fluvisoles total de Andalucía del Mapa de suelos de Andalucía a escala 1:4000:000 publicado en 1989 por la Consejería de Agricultura y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Para realizar la valoración del contenido de carbono orgánico se ha utilizado los datos obtenidos por Díaz-Hernández et al. (2003)	t C/ha
Regulación de la calidad del aire		Pérdida de capacidad de acumulación de CO ₂ por ríos y riberas	Muñoz-Rojas, et al. (2011); Boyero, et al. (34 autores más)(2011).	toneladas
		Emisión de metano (CH ₄) de las aguas residuales	Emisiones atmosféricas en Andalucía, por provincia, contaminante y sector” (Fuente: Consejería de Medio Ambiente. 2008); Ministerio de Medio Ambiente. 2010; Ministerio de Medio Ambiente. 2007.	Toneladas/año
		Emisión de óxido nitroso (N ₂ O) por los ríos y las aguas residuales	Los datos se han extraído de “Emisiones atmosféricas en Andalucía, por provincia, contaminante y sector” (Fuente: Consejería de Medio Ambiente. 2008) y de Beaulieu et al. (26 autores más) (2011).	Toneladas/año
Regulación hídrica y depuración del agua	Regulación hídrica	Agua en forma de nieve	http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/sia/indicadores.htm ; http://www.marm.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/09047122801e0427_tcm7-28805.pdf	hm ³
		Almacenaje en las aguas subterráneas	http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/sia/indicadores.htm y de REDIAM; MMARM. 2010; Martín, 2000; Pulido, 2006; Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2009 (IMA 2009).	Nº y m
		Humedad del suelo	http://servicios2.marm.es/sia/indicadores/ind/ficha.jsp?cod_indicador=08&factor=estado	Litros/m ²
		Estado hidrológico	http://servicios3.mma.es/siagua/visualizacion/descargas/series.jsp	adimensional
		Regulación por los embalses	Los datos del número de embalses y su capacidad se han extraído de: http://www.embalses.net/cuenca-4-guadalquivir.html ; http://www.embalses.net/cuenca-9-c-med-andaluz.html ; http://www.embalses.net/cuenca-13-c-atl-andaluz.html y los del agua acumulada de la Agencia Andaluza del Agua (2010) y de los Informes del Medio Ambiente de Andalucía.	hm ³
		Capacidad de regulación del agua generada	Agencia del Agua Andaluza (2010)	%
		Pérdidas de agua en los sistemas de distribución	INE (2010)	hm ³
		Agua reutilizada	INE (2010). Indicadores Sociales 2010. Entorno físico. Tablas nacionales. http://www.ine.es/daco/daco42/sociales09/sociales.htm La cantidad de agua reutilizada por cuenca hidrológica se han extraído de: http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/sia/indicadores.htm	hm ³ /año
		Trasvases de agua entre cuencas hidrológicas	http://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/recursoshidricos/trasvaseTajoSegura.html ; Agencia del Agua de Andalucía (2010) y Agencia Estatal de Meteorología y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX); Gómez Orea, 1997; Ibáñez, 2001.	hm ³
		Depuración del agua	Número de vertidos	http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/sia/indicadores.htm
	Rendimiento de las depuradoras de aguas residuales (EDAR)		Agencia Andaluza del Agua (2010) y de los Informes de Medio Ambiente de Andalucía.	Nº
	Volumen de aguas tratadas por las depuradoras de aguas residuales (EDAR)		INE (2010) y Agencia Andaluza del Agua (2010) e Informes de Medio Ambiente de Andalucía	hm ³ /año
Estado de la contaminación puntual y difusa en los ríos andaluces	MMA. 2007 (http://www.mma.es/portal/secciones/acm/politica_agua/directiva_marco_aguas/Publicaciones.htm)		Nº de tramos	
Consumo de fertilizantes	Estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía de la Consejería de Pesca y Agricultura		toneladas	
Consumo de fitosanitarios	Estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía de la Consejería de Pesca y Agricultura		toneladas	

		Evolución de la DBO ₅ en las aguas de los ríos andaluces	Red ICA , REDIAM, e informe del Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino de España (2009)	Mg/l
		Concentración de fósforo en las aguas de los ríos andaluces	Red ICA e informe del Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino de España (2009)	µg/l P-PO ₄
		Evolución de la concentración de nitratos en las aguas de los ríos andaluces	Red ICA , REDIAM, e informe del Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino de España (2009)	Mg/l
		Evolución del ICG (Índice de Calidad General)	Red ICA y REDIAM	0-100
		Estado ecológico de los ríos	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2010. Propuesta de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. 417 pp.	adimensional
		Presiones-impactos sobre los ríos andaluces	http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/planHidrologicoDemarcacion/participacionPublica/consultaPublica/	%
		Calidad de las aguas subterráneas	Agencia Andaluza del Agua. Memoria-Proyecto del Plan Hidrológico de la demarcación de las cuencas mediterráneas andaluzas. 327 pp. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=c00b8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras. 354 pp. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=a53b8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Guadalete_ Barbate. 364 pp. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=bd5c8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD	Nº y %
		Concentración de cloruros en las aguas subterráneas	Informe del MARM (2009)	Mg/l
		Evolución de la concentración de nitratos en las aguas subterráneas	MARM (2009) y http://servicios2.marm.es/sia/indicadores/ind/ficha.jsp?cod_indicador=32&factor=estado	Mg/l
		Número de depuradoras de aguas residuales (EDAR)	Agencia Andaluza del Agua (2010) e Informes de Medio Ambiente de Andalucía	Nº
		Precio de la depuración de aguas	INE (2010)	€/m ³
		Inversiones en tratamiento de agua y recuperación de costes	estadísticas del INE (2010) y de la Consejería de Hacienda y Administración Pública de Andalucía (http://www.juntadeandalucia.es/haciendayadministracionpublica/servicios/publicaciones/07_contabilidad_control_interno.htm)	Miles €
	Regulación morfosedimentaria	Riesgo de erosión en cárcavas y barrancos	Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012). (http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ines/modulos/ines.htm); Rodríguez, et al. (2008):	Toneladas/hectárea/año
		Colmatación de embalses	Plan Andaluz de Control de la Desertificación. (2003); Palau, (2004); De Antonio, et al. (1995); Maestu, et al. 2007; García Ruíz & López Bermúdez. 2009.	%
		Degradación específica de las cuencas hidrográficas andaluzas	Avendaño & Cobo (1997)	Toneladas/km ² /año
		Erosividad de la lluvia	Erosividad de la lluvia en Andalucía. Evolución provincial, 2004-2008. (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=249f66ad0c378010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=a1d9e2df6aad110VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es).	Megajulios.mm/ha/hora/año

		Pérdidas de suelo	Anuarios de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía; Junta de Andalucía. 2005. (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Publicaciones_Periodicas/IMA/2005/pdfs/008_Capitulo_03_Suelo.pdf); Junta de Andalucía. (2003).	Toneladas/hectárea/año
Formación y fertilidad del suelo		Suelos fluviales	del Mapa de suelos de Andalucía (E: 1:400.000), datos de suelo agrícola de Medio Ambiente en Andalucía. Memoria 2009.	hectáreas
		Uso de los suelos aluviales en las márgenes de los ríos	Plan Director de Riberas de Andalucía (2003)	Km
		Aportación de los lodos de las EDAR a suelos agrícolas	Registro Nacional de Lodos (http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia/pdf/RESLodos.pdf); Ministerio de Medio Ambiente. 2006; Navalón & Valor, 2008.	toneladas materia seca
Amortiguación de perturbaciones		Número de avenidas	Barriendos & Rodrigo (2006) y Cuevas (2006)	Nº
		Puntos con riesgo de inundación en Andalucía	DECRETO 189/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces. BOJA núm. 91 Sevilla, 3 de agosto 2002; González, 1995; Cuevas, 2006. (http://www.egmasa.es/europa/florispre/Documentos%5CPonenciasEventoEspana%3%B1a%5CEncuentroDeEspecialistas-18-19Octubre2006%5C18-10-2006%5CRAFAELCUEVASNAVAS-EstrategiaAntelInundacionesEnAndalucia.pdf)	Nº
		Índice de Estado Hidrológico en función de la incidencia de la sequía	informes de sequía de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/servicios/politicaGestionSequias/informeSequias/index.html); OSE. 2008	0-1
		Costes económicos de las inundaciones	INFORME S BALANCE DEL AÑO HIDROLÓGICO 2004-05,2005-06, 2006-07, 2007-08 y 2009-10 (MMA) (http://www.mma.es/portal/secciones/aguas_continent_zonas_asoc/ons/mapa_informe_ons/informes_cuenca.htm). Los datos de las indemnizaciones de Consorcio de compensación de seguros: (http://www.conorseguros.es/web/guest/ad_re_ere); http://www.diariodesevilla.es/article/provincia/346250/la/inversion/contra/inundaciones/supera/los/millones/euros/desde.html ; http://www.huelvainformacion.es/article/noticias/686075/inversioacuten/millones/obras/prevencioacuten/inundaciones.html ; http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=326ae8a67dc2d210VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=c4aeb19c7acf2010VgnVCM1000001625e50aRCRD ; http://www.adurcal.com/mancomunidad/guia/riesgosn/inun.htm ; MARM. 2010.	€
		Costes económicos de las sequías	INFORME S BALANCE DEL AÑO HIDROLÓGICO 2004-05,2005-06, 2006-07, 2007-08 y 2009-10 (MMA) (http://www.mma.es/portal/secciones/aguas_continent_zonas_asoc/ons/mapa_informe_ons/informes_cuenca.htm) y de MARM.2008. La gestión de la sequía de los años 2004 a 2007. I.S.B.N.- 13: 978-84-8320-419-1. (http://www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/ons/mapa_informe_ons/pdf/SequiaPub2004-2007.pdf). http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=399f5f7b74c46210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=733b0a41fc795210VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es ; Martínez Cachá, (2004)	€
		Estado de conservación de las riberas fluviales	Plan Director de riberas de Andalucía. 2003; Munné et al. 2003	adimensional
	Superficie de suelo artificializada	Estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía y de los informes de Medio Ambiente de Andalucía; http://193.146.56.6/NR/rdonlyres/6B680D68-76E9-4456-B22E-D8DFB0E85E72/118/0701ANDALUCIA2.pdf ; Molini & Salgado. 2010.	hectáreas	

	Control biológico	Especies de flora y fauna acuáticas introducidas	Especies exóticas invasoras en Andalucía. (2004-2006); Muñoz, J. (2004-2006). Plantas exóticas en Andalucía; Dana, E. (2004-2006). Especies vegetales invasoras en Andalucía; Aguirre, A. (2004-2006); Green, A., H. Rodríguez, D. Frisch. (2004-2006); González-Ortegón, E., J.A. Cuesta, P. Drake. (2004-2006); Ferrero, J.L., S. Algarín. (2004-2006); Fernández Delgado, C. (2004-2006); Prenda, J., F. Blanco; V. Hermoso. (2004-2006); Prenda, J., F. Blanco; M. Clavero, A. Menor, J.A. Alvarez, V. Hermoso. (2004-2006); Díaz-Paniagua, C., N. Pérez, J. Hidalgo, A. Portheault, X. Ruiz, A. Marco, A.C. Andreu. (2004-2006); Doadrio, I., M. Aldeguer (Coord.). (2007)	Nº
		Coefficiente de integridad zoogeográfica para peces continentales	Doadrio & Aldeguer (2007); Bianco, 1990.	
		Coste del control de especies invasoras	http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.10586ad317e7ccab047be3a160425ea0/?vgnextoid=10cc5f621505c110VgnVCM1000001325e50aRCD&vgnnextchannel=9b80fe1a2c9c6010VgnVCM100000624e50aRCD&vgnnextfmt=versionImprimible&lr=lang_es	€
Polinización		Mariposas polinizadoras	Red de Seguimiento Andaluz de las Mariposas (RSAM): http://www.plebejus.org/index.html y del Libro rojo de invertebrados de Andalucía; Gómez, 2002; HERRERA, (1997)	Nº
CULTURALES	Conocimiento científico	Referencias en google-scholar	google-scholar	Nº
		Artículos científicos sobre ríos y riberas de Andalucía en Limnética	http://www.limnologia.eu/	Nº
		Proyectos I+D relacionados con el agua y los ecosistemas acuáticos	https://cv.mec.es/tramites_audiencia_2010/ctm_tecno_listado.htm	Nº
		Inversiones en I+D	REDIAM (Investigación e información ambiental)	Nº
		Evolución del personal dedicado a I+D	REDIAM (Investigación e información ambiental)	
	Conocimiento ecológico local	Artulugios y sistemas hidráulicos tradicionales	Bestué & Gonzalez, (2006); http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/arquitectura_rural/molinos_harineros.htm	adimensional
		Oficios ligados a ríos y riberas	Fernández (1995); Araque Jiménez (2007); WWW.BOLANOSDECALATRAVA.ES ; http://www.oficiotradicionales.net/es/urbanos/lavanderas/lavanderas.asp ; http://www.hoy.es/20080504/plasencia/muestra-oficios-agua-rescata-20080504.html ; http://zaragozame.com/2008/09/05/el-agua-en-las-leyendas-y-tradiciones-de-aragon/ ; Orden de 31 de enero de 2008, por la que se determinan las fases del proceso productivo, los útiles y materiales, empleados y los productos resultantes de cada uno de los oficios artesanos del Repertorio, aprobado por el Decreto 4/2008, de 8 de enero.	adimensional
		Plantas de ríos y riberas usadas en gastronomía	http://fichas.infojardin.com/condimentos/nasturtium-officinale-berro-mastuerzo-agua-acuatico.htm ; Fajardo, et al. (2000); Rivera, et al. (2006); Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía (2005); http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=07db9f89b02ba010VgnVCM100000624e50aRCD&vgnnextchannel=023efe1a2c9c6010VgnVCM100000624e50aRCD ; Verde, et al. (1998); Benítez et al. (2010).	adimensional
		Plantas medicinales de ríos y riberas	Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. (2005); http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=07db9f89b02ba010VgnVCM100000624e50aRCD&vgnnextchannel=023efe1a2c9c6010VgnVCM100000624e50aRCD ; Fajardo et al. (2000); Rivera, et al. (2006); Verde, et al. (1998); Andreu, et al (2001); http://www.igme.es/internet/novedades/congresos/post_con/AguasMine/pdfs%20aguas%20minerales/Antoni%20Castillo%20Mart%C3%ADn.pdf	adimensional
		Plantas medicinales de ríos y riberas en Granada	Benítez, et al. (2010).	adimensional

		Plantas de ríos y riberas usadas en construcción, cestería y herramientas	Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. (2005); http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=07db9f89b02ba010VgnVCM100000624e50aRCRD&vgnnextchannel=023efe1a2c9c6010VgnVCM100000624e50aRCRD ; Fajardo, et al (2000); Orden de 31 de enero de 2008, por la que se determinan las fases del proceso productivo, los útiles y materiales, empleados y los productos resultantes de cada uno de los oficios artesanos del Repertorio, aprobado por el Decreto 4/2008, de 8 de enero; Verde et al (1998).	adimensional
		Plantas de ríos y riberas utilizadas en otras actividades productivas y lúdicas	Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. (2005); http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=07db9f89b02ba010VgnVCM100000624e50aRCRD&vgnnextchannel=023efe1a2c9c6010VgnVCM100000624e50aRCRD ; Fajardo et al (2000); Orden de 31 de enero de 2008, por la que se determinan las fases del proceso productivo, los útiles y materiales, empleados y los productos resultantes de cada uno de los oficios artesanos del Repertorio, aprobado por el Decreto 4/2008, de 8 de enero; Fernández (1995); Verde, et al (1998); González (1995); Andreu, et al. (2001)	adimensional
Identidad cultural y sentido de pertenencia		Evolución de la población andaluza	INE-2011	Clases de edad
		Riqueza lingüística: Vocablos del agua	http://es.wiktionary.org/wiki/Wikcionario:Andalucismos http://www.eloihr.net/andaluz/index.php?page=main http://huelvayork.com/diccionario/animales http://www.cabradelsantocristo.com/curiosidades/vocabulariopopular.htm http://www.portalarjenero.com/lexico.htm http://personales.ya.com/refranero/principal.htm	adimensional
		Refranes andaluces relacionados con el agua	RODRÍGUEZ MARÍN, F. (1894)	adimensional
		Fiestas andaluzas relacionadas con el agua	http://fiestas.edreams.es/fiestas-locales/fiesta-del-agua-y-del-jamon/ Cantero (1995) http://enigmasdehuelva.blogspot.com/2009/05/rituales-de-agua-y-de-fuego-ancestrales.html http://www.cambil.es/el-municipio/fiestas.html	adimensional
		Ritos y creencias ligadas al agua	CASTILLO MARTÍN, A. (Coord.) (2008); Rodríguez Becerra (2000)	adimensional
Disfrute espiritual y religioso		Lugares de culto ligados a ríos y riberas: Las Romerías	http://www.lasromerias.com/pages/map.htm	Nº
		Rituales con plantas de ribera	Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. (2005); Benítez et al. (2010); Verde, et al. (1997; 1998)	adimensional
		Espacios naturales protegidos con ríos y riberas en Andalucía	http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc2/visorEstadisticas/es.juntadeandalucia.cma.VisorEstadisticas/index.html?grupo=2009&lr=lang_es	Nº y hectáreas
Paisaje-Disfrute estético		Número de visitantes al Parque Nacional Sierra Nevada que incluye cauces fluviales	INE-2010	Nº
		Riberas sobresalientes de Andalucía	Inventario de Riberas Sobresalientes de Andalucía (2004b); MMA, 2008.	Nº
		Árboles y arboledas de ribera singulares de Andalucía	INVENTARIO DE ÁRBOLES Y ARBOLEDAS SINGULARES DE ANDALUCÍA (2003)	Nº
		Georrecurso y ecosistemas acuáticos de Andalucía	Inventario de la Geodiversidad Andaluza (2004a)	Nº
		Longitud de río con alteraciones hidrológicas	Plan Director de Riberas de Andalucía (2003)	Km y %
		Longitud de riberas alteradas por cambio de uso	Plan Director de Riberas de Andalucía (2003)	Km y %
		Cotos de pesca fluvial	REDIAM (Cotos de pesca en Andalucía según tipo y provincia, 2009) y del Inventario Nacional Forestal-2007 (http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/produccion_2007.htm#3)	Nº y km
Actividades recreativas y ecoturismo				

		Calidad piscícola de las aguas fluviales andaluzas	Red ICA ; http://servicios2.marm.es/sia/visualizacion/descargas/series.jsp	Nº
		Número e importe de las licencias de pesca fluvial	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. 2008 (Licencias de pesca continental expedidas por la Consejería de Medio Ambiente).	Nº y €
		Repoblaciones en cotos de pesca deportiva	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. 2008 (Repoblaciones y sueltas en cotos de pesca continental deportiva de Andalucía, por provincia y especie).	Nº, kg y €
		Producción de trucha arco iris para repoblación	REDIAM. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía	Nº y toneladas
		Calidad del agua de las playas fluviales	http://dd.eionet.europa.eu/ ; Quality of bathing water — 2009 bathing season. EEA Report No 3/2010. (http://www.eea.europa.eu/publications/quality-of-bathing-water-2009-bathing-season)	adimensional
		Número de balnearios	http://hispagua.cedex.es/datos.php?c=result_busqueda&pg=0&localizacion=Balnearios%20espa%F1oles	Nº
		Deportes del agua	http://www.yumping.com/busc.php	Nº
		Equipamiento para actividades recreativas en Andalucía	SEA (Sistema Estadística de Andalucía). Consejería de Medio Ambiente (2010)	Nº
		Equipamiento para actividades ecoculturales en Andalucía	SEA (Sistema Estadística de Andalucía). Consejería de Medio Ambiente (2010)	Nº
	Educación ambiental	Programas de Educación Ambiental sobre el agua y los ecosistemas acuáticos	Informes "Anadarríos" 2007, 2008, 2009, 2010. http://www.educa.org/argos/guadiamar.htm ; http://www.aguasdesevilla.com/index.php?id=321	adimensional

5. Condiciones y tendencias de los servicios evaluados

5.1. Servicios de abastecimiento

5.1.1. Alimentos

El servicio de abastecimiento de alimentación que generaban los ríos andaluces prácticamente ha desaparecido (Imagen 1). En el año 1992 se capturó la última hembra de esturión en el río Guadalquivir (Almaça & Elvira, 2000; Salvador, 2009), aunque a principios del siglo XX era muy abundante, a juzgar por la cantidad de capturas registradas (Figura 7). El exceso de ejemplares capturados para la producción de caviar de Coria del Río (Salvador, 2009) y la construcción de la presa de Alcalá del Río en el Guadalquivir, fueron decisivos para su desaparición. Hoy día el esturión se cría en piscifactorías y su producción parece que tiende a aumentar (Figura 7). De igual manera, la anguila es cada vez más escasa. En la cuenca del Guadalquivir las poblaciones de anguila se han reducido en un 98 % y su hábitat en un 88% en las tres últimas décadas (<http://www.ambientum.com/boletino/noticias/Andalucia-fomenta-la-acuicultura-continental.asp>). De hecho su pesca está prohibida en los ríos andaluces. En Inglaterra la pesca de anguila ha pasado de 10-70 toneladas/año en la década de los 70 a no más de 1-2 toneladas/año en la actualidad (UK-National Ecosystem Assessment, 2011).

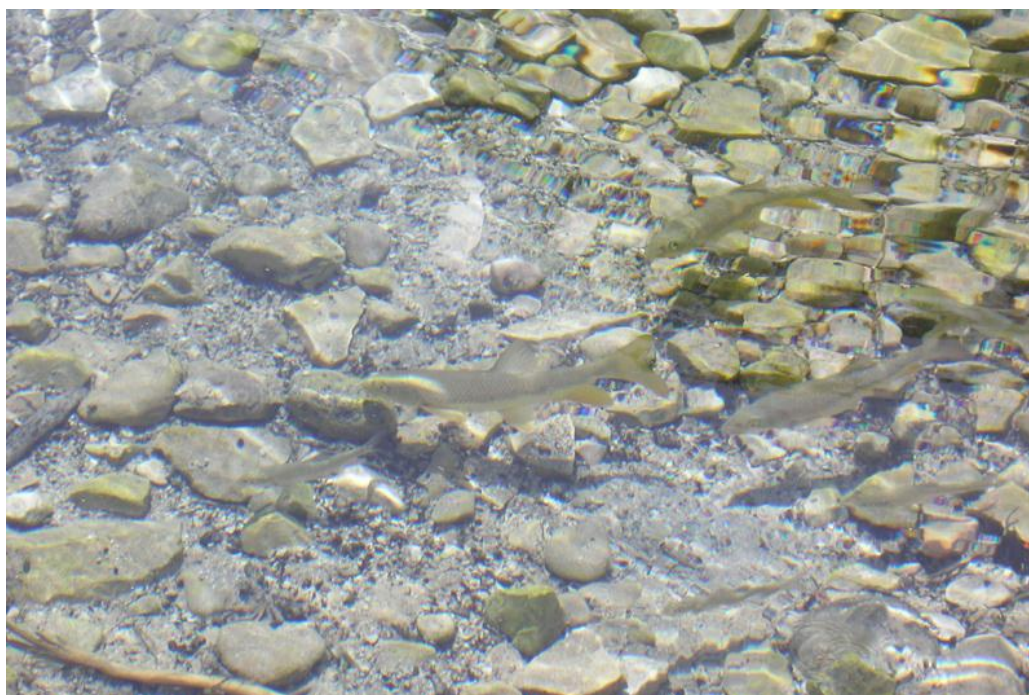


Imagen 1. Aunque apenas hay datos sobre las capturas de peces fluviales en Andalucía, los que existen indican que la pesca fluvial como servicio de abastecimiento de alimentación del hombre, prácticamente ha desaparecido. Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

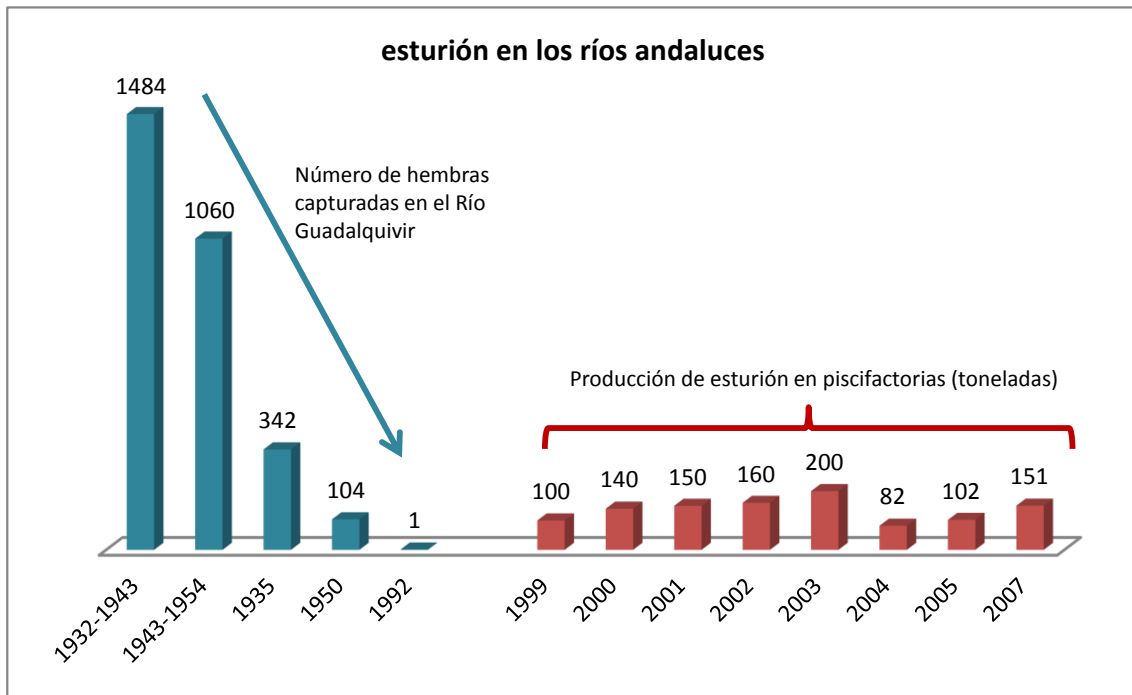


Figura 7. El esturión está catalogado por la UICN, categoría España, como especie en peligro de extinción. En la actualidad el esturión que se consume proviene en su totalidad de las piscifactorías.

La producción piscícola para consumo humano, a través de la acuicultura continental, no es una alternativa a la pérdida del servicio de abastecimiento de alimentación que generaban los ríos andaluces. De hecho, la producción total piscícola en Andalucía pasó de unas 3.097 toneladas en el año 2003 a tan solo 33 toneladas en 2007. La producción de trucha arco iris (la principal especie cultivada), ha disminuido en un 33 % en el año 2009 respecto del 2002 en el que se obtuvo la mayor producción (2.375 toneladas) (ESACUA, 2010) (Figura 8). El número de piscifactorías, se ha estabilizado desde el año 2006 (Figura 8) y actualmente solo quedan activas 9, siendo las de Granada las principales productoras (92 % de trucha arco iris de Andalucía en el año 2007).

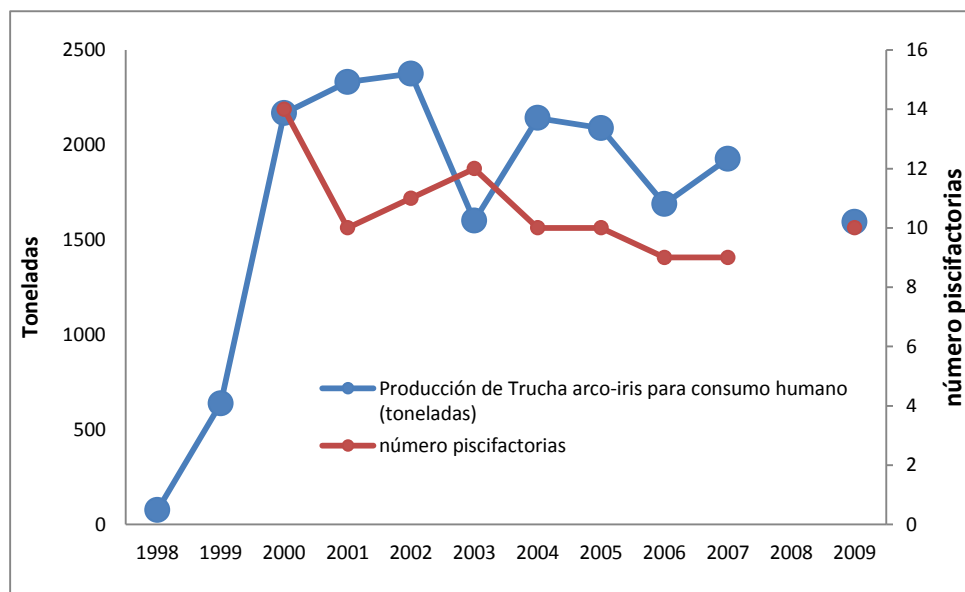


Figura 8. El descenso en la producción de trucha arco iris en piscifactoría para consumo humano se justifica por la entrada en el mercado nacional de peces más baratos como el panga y la perca del Nilo, y a la disminución de la exportación de la producción de trucha en piscifactoría debido a la entrada en Europa de la trucha de terceros países como Turquía (ESACUA, 2010).

Aunque una parte de la producción en acuicultura se emplea en programas de repoblación, no deja de producir graves impactos en los ríos de los que se abastecen dichas instalaciones. La trucha común es producida en Jaén para repoblar las cabeceras de los ríos andaluces en las que esta especie ha desaparecido (30.000 toneladas en 2003; REDIAM). De igual manera y con este fin, se cría el cangrejo autóctono (*Austropotamobius pallipes*) (0,02 toneladas en 2007, REDIAM) dentro del Programa de Conservación y Gestión del cangrejo autóctono promovido por la Consejería de Medio Ambiente. Los vertidos de estas instalaciones no son inocuos, de hecho alteran la calidad del agua y disminuyen la biodiversidad de invertebrados acuáticos, (Domezain et al., 1987), que son el alimento para otras muchas especies de vertebrados acuáticos.

A pesar de la inversión pública en acuicultura continental, el servicio de abastecimiento que supone esta actividad, no está aumentando el bienestar humano de los andaluces. La Consejería de Medio Ambiente destinará 1,2 millones de € para ayudar a impulsar la acuicultura continental (BOJA: Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, orden de 20 de octubre de 2010). Sin embargo, la cantidad de puestos de trabajo que generan las piscifactorías ha disminuido significativamente en los últimos años. Entre los años 2001 y 2007 el número de puestos fijos se ha reducido en un 54,5% y el de eventuales en un 85,2% (REDIAM) y según la Unidad Técnica de Análisis Socioeconómico Pesquero y Acuícola, el VAB de la acuicultura continental andaluza ha pasado del 35,35 % en el año 2006, a tan solo el 9,18 % en 2007, siendo su participación en el sector pesquero total andaluz del 2,56 % en el año 2007.

5.1.2. Agua dulce

La cantidad de agua generada por el ciclo hidrológico en Andalucía tiende a disminuir, siguiendo las predicciones del cambio climático. Los ríos andaluces generan anualmente unos

14.074,5 hm³ a través del ciclo hidrológico. Existe una alta variabilidad espacio-temporal de la disponibilidad de agua en cada distrito o demarcación, ligado al régimen de precipitaciones típico del clima mediterráneo, a lo que hay que añadir la incertidumbre generada por el cambio climático. Así, la cantidad de agua disponible en cada unidad de gestión del agua en Andalucía oscila entre los 3.362 hm³/año en la del Guadalquivir y los 290 hm³/año en el distrito Guadalete-Barbate (Figura 9).

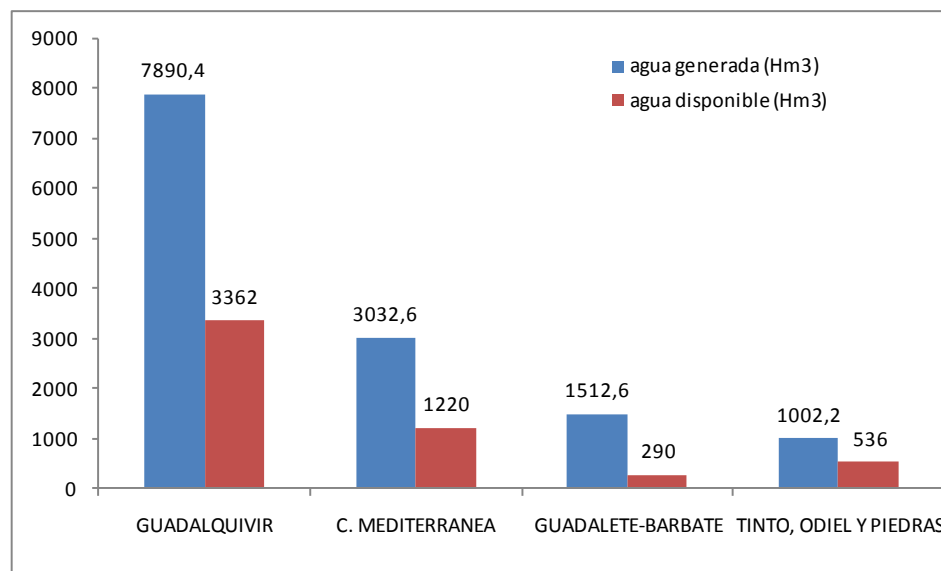


Figura 9. El agua disponible, la que es controlada principalmente por los embalses, oscila entre el 53,5 % del total generado por el ciclo hidrológico en el distrito hidrográfico del Tinto, Odiel y Piedras y el 19,2 % en el de Guadalete-Barbate.

Los andaluces utilizan el 43,63 % del total del agua generada en sus cuencas hidrológicas, porcentaje muy superior a la media de España (11 %). En el año 2009, el total de agua consumida en Andalucía fue de 6.141 hm³ (según REDIAM- 2010), de los cuales, 5.029,4 hm³ (81,9%) se consumen en agricultura, 865,9 hm³ (14,1%) en abastecimiento urbano, 202,7 hm³ en industria (3,3 %) y 43 hm³ (0,7%) en otros usos (Figura 10). Utilizando el índice de consumo, que es la proporción entre el agua capturada para usos que la consumen - abastecimiento, regadío, usos industriales- respecto del total del agua generada de forma natural, entre los años 1999 y 2006, siempre se superó el 20 % de su valor, indicando una situación de estrés hídrico casi permanente.

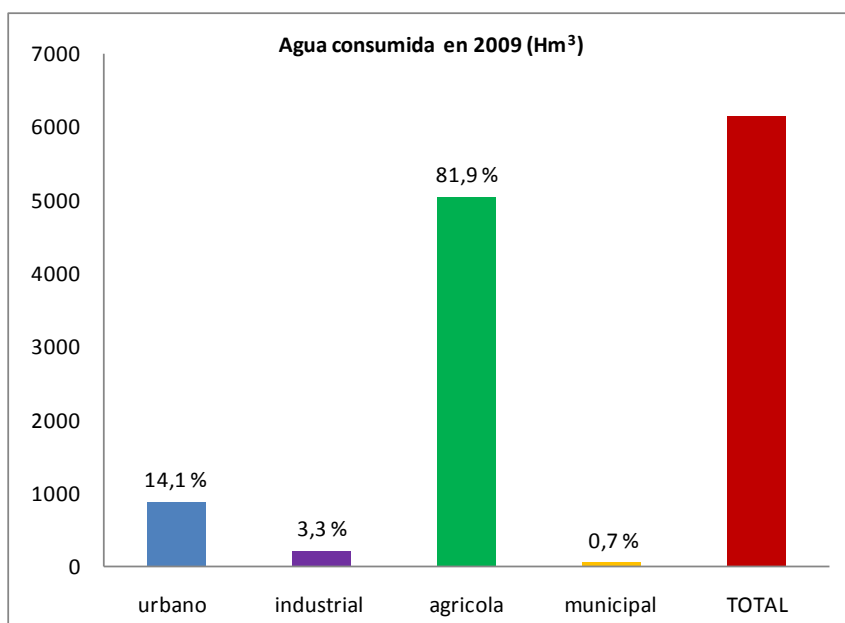


Figura 10. La agricultura es el sector más consumidor de agua en Andalucía. La cantidad de agua empleada en el abastecimiento urbano, municipal e industrial utiliza menos del 20 % del total disponible (Datos extraídos de la Red de información ambiental de Andalucía- 2010).

La cantidad de agua que se extrae de los ecosistemas fluviales andaluces disminuyó en un 29 % entre los años 1999 y 2008, aunque se detecta un incremento importante en el consumo en 2009 (6.197 hm³), lo cual implica un aumento en la presión sobre los ecosistemas acuáticos continentales. De hecho, la extracción de aguas subterráneas en Andalucía se ha incrementado en un 216 % para abastecimiento urbano en los últimos 10 años y en un 237 % para abastecer la agricultura de regadío (Figura 11), que ocupa una superficie de 953.667 ha (10,93 % de la superficie total de la comunidad) y que, aunque es una de las más productivas de España (Maestu et al., 2007), aporta como mucho 2,48 € por m³ de agua utilizada al VAB (valor añadido bruto) a precios de mercado. La búsqueda de agua para satisfacer las demandas, ha llevado a recurrir a técnicas muy costosas como la desalación, que en los últimos 12 años (entre 1996 y 2008) se ha multiplicado por 6 (en el 2008 se produjo 6,27 hm³), pero con perspectivas de aumentar mucho más, dado que la capacidad de desalación en el año 2010 era de 190 hm³ (Camarero et al., 2010).

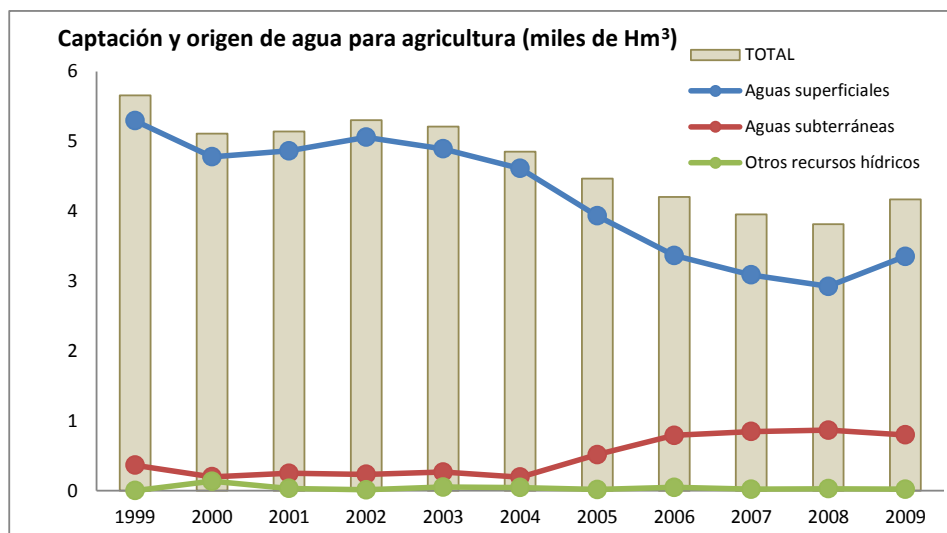


Figura 11. En los últimos años, el consumo de agua para la agricultura en Andalucía tiende a aumentar. La extracción de aguas subterráneas, para este fin se ha duplicado entre los años 1999 y 2008. Almería es la provincia donde más agua subterránea se extrae (el 64 % del total de agua empleada en agricultura), seguida de Huelva (56 %) y Málaga (46 %) (datos extraídos de INE-2010 y SEA-2010).

Andalucía es, después de la Comunitat Valenciana, la que más cantidad de agua urbana consume por habitante (OSE, 2010). El número de habitantes ha aumentado en Andalucía en los últimos 10 años en más de un 13 %, y el consumo de agua en un 9,3 % (de 425,7 hm³ en 1996 a 465 hm³ en 2008) (INE-2011 y SEA), lo cual supone que el consumo por habitante y día ha disminuido en un 4,9 %. Sin embargo, Andalucía es una de las comunidades autónomas de España que mayor consumo de agua por habitante realiza (unos 156 litros/habitante/día en 2009). La cuenca del Guadalquivir ha aumentado la cantidad de agua que proporciona para uso urbano, que en el año 2009 supuso más del 50 % del consumido en toda Andalucía, al igual que ocurre en la cuenca Mediterránea Andaluza que, en el mismo año, aportó el 33,3 % del total consumido.

Andalucía es la comunidad autónoma con mayor huella hídrica en España. Según el trabajo de Camarero et al. (2010), la huella hídrica de España se estima en 1.752,6 m³/habitante para el año 2007. En Andalucía la huella hídrica, para ese año fue de unos 2.357 m³/habitante, la más alta de España y muy cerca de la de Grecia, el país de la Unión Europea con mayor huella hídrica (2.480 m³/habitante/año) (http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/news/news16_es.htm).

Andalucía consume el doble de la cantidad de agua que contabiliza. En el año 2007, el consumo de agua en Andalucía, según datos del INE-2010, fue de 4.629,08 hm³, pero la realidad es que consumió más del doble (9.384,97 hm³) (Figura 12), si se contabiliza el agua verde y el agua virtual (Camarero et al., 2010). En el año 2007, casi el 90 % del agua consumida en agricultura fue agua azul (3.934,17 hm³) frente al agua verde (394,9 hm³). El espectacular aumento de las superficies de olivar en regadío, y de los cultivos industriales (algodón y arroz) son responsables de esta situación (Rodríguez Casado et al., 2008). La gran cantidad de agua consumida en ganadería, es agua virtual puesto que el sector ganadero en Andalucía es muy dependiente de las importaciones dado que su producción ganadera es relativamente baja (Camarero et al., 2010).

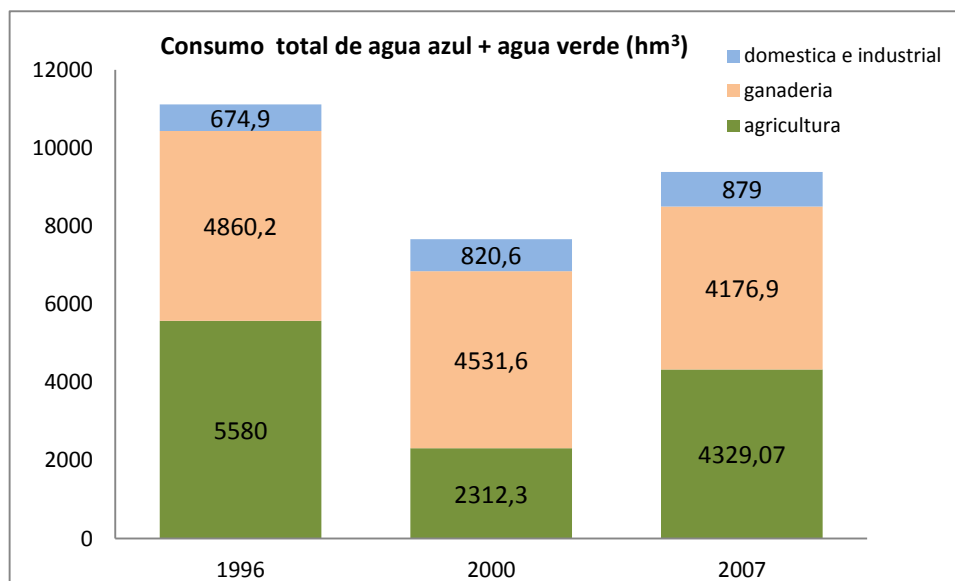


Figura 12. Aunque la tendencia ha sido a disminuir el consumo total de agua a lo largo del tiempo, en el año 2007 se detecta un incremento del 1,15 % respecto al año 2000 y la tendencia es a aumentar aún más. En el año 2007, casi el 90 % del agua utilizada en agricultura es **agua azul** (3.934,17 hm³), por el contrario, prácticamente el total del agua consumida en la ganadería es **agua virtual**. El aumento del agua para uso doméstico e industrial se debe fundamentalmente al sector industrial que, en los últimos 13 años se ha multiplicado por 2,5 veces (Datos de la figura extraídos de Camarero et al., 2010).

La “Huella Hídrica, el “agua azul”, el “agua verde” y el “agua virtual”

La “**Huella Hídrica**” es el volumen de agua necesaria, directa (la que se extrae de los ecosistemas acuáticos del territorio donde se va a consumir el producto) o indirectamente (la que se ha usado en producir un producto que se va a consumir en un territorio diferente: **agua virtual**), para la producción de los productos y servicios consumidos por los habitantes de un área geográfica determinada. Buena parte de la carne que se consume en Andalucía se ha producido con agua virtual.

El **agua azul** es la parte del ciclo hidrológico, que la sociedad ha modificado para su aprovechamiento, principalmente, mediante la construcción de canales de riego, pozos, trasvases, embalses y presas. Es el agua dulce superficial y subterránea, es decir, el agua de los lagos, ríos y acuíferos (Llamas, 2005; Water Footprint Network, 2010).

El **agua verde** es la procedente de las precipitaciones que alimenta a las aguas subterráneas, se almacena en el suelo y permite que la vegetación natural crezca y los cultivos de secano se desarrollen normalmente (Llamas, 2005).

En el año 2007, cada andaluz consumió un total de 1.032,35 m³ de agua (agua verde + agua azul), muy por debajo de los 1.536,31 m³ que consumió en el año 1996. Estas cantidades suponen un consumo diario de 2,83 m³ (2007) y 4,21 m³ (1996). Teniendo en cuenta que una dieta de subsistencia consume 1 m³/día, que una dieta vegetariana consume 2,6 m³/día, y que un estadounidense consume 5 m³/día, el andaluz parece estar pasando de una dieta “MacDonald” a otra más mediterránea, lo cual no es realmente cierto dado que la mitad del agua consumida en Andalucía es virtual.

Cada vez es más caro obtener la calidad de agua necesaria para mantener el servicio de abastecimiento público de agua dulce de calidad. El coste del agua distribuida en Andalucía se ha incrementado en más de un 100 % desde el año 1996 (0,53 €/m³) al 2009 (1,25 €/m³), al igual que el agua de abastecimiento (se incrementó en más de un 50%), mientras que el precio del saneamiento lo hizo en más de un 250% (INE-2010). Aunque no hay series de datos del consumo de aguas embotelladas en Andalucía, en el año 2004 fue de 41,8 litros/persona (la media de España era de 66,64 litros/persona) (MAPA. La alimentación en España. Datos. 2004) y en el año 2007, Almería consumió 144,69 litros por persona y año (<http://www.electronicafacil.net/archivo-noticias/ciencia/Article9409.html>), lo cual indica el aumento del consumo a lo largo del tiempo.

Según un estudio reciente de la OCU (Organización de Consumidores y Usuarios) (<http://www.ocu.org/cuanto-cuesta-el-agua-en-2011-s537104.htm>), que analiza las tarifas municipales de agua en el año 2011, el precio medio del agua de abastecimiento en España es de 1,39 €/m³. Todas las provincias de Andalucía superan este valor y destaca Cádiz en la que el precio del agua es uno de los más altos de España (2,19 €/m³). En cualquier caso, el litro de agua en esta provincia saldría a 0,00219 €, muy por debajo del valor que están pagando los andaluces que consumen agua envasada. Un litro de agua embotellada cuesta, como mínimo, 250 veces más que un litro de agua del grifo que cuente con todas las garantías sanitarias (http://blogs.periodistadigital.com/medioambiente.php/2007/09/14/el_consumo_mundial_de_agua_mineral_se_du).

5.1.3. Materias primas de origen biológico

La leña y la madera que proporcionan los árboles y arbustos ribereños parecen estar disminuyendo por la alteración de las riberas andaluzas. La cantidad de leña extraída de las especies arbóreas y arbustivas ribereñas de Andalucía representa el 32,4 % de total extraído en España, aunque estas formaciones vegetales suponen menos del 10 % del total contabilizado en España, según el II Inventario Nacional Forestal. El 77% de las extracciones corresponden a chopos de plantación (*Populus nigra* y *P. x canadensis*), que, en muchas ocasiones sustituyen a la vegetación ribereña natural (Imagen 2), disminuyendo el servicio de regulación de control de erosión y filtro de nutrientes que ejercen los bosques de ribera. De hecho, poco más del 50 % de la longitud total de las riberas andaluzas, presentan formaciones de árboles y arbustos naturales (Plan Director de Riberas de Andalucía, 2003).



Imagen 2. El total de volumen maderable de árboles riparios en Andalucía es de 1.007.927 m³, pero más del 95 % corresponden a las plantaciones de chopos que disminuyen la diversidad de la vegetación ribereña. Foto: M^a Rosario Vidal-Abarca.

Cañas y mimbres que proporcionan las riberas son utilizadas por los artesanos andaluces. Tanto cañas como mimbres son utilizados en la industria artesanal de cestería, fabricación de sillas y otros (Imagen 3). En el año 2007 se utilizaron 3.813 toneladas de cañas frente a las 11 toneladas de mimbre. La expansión de la caña es evidente frente al retroceso del mimbre (Figura 13). En Andalucía se calcula que un total de 309 empresas artesanas utilizan fibras vegetales (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2009), muchas de las cuales provienen de árboles y arbustos ribereños.



Imagen 3. La caña es uno de los materiales que proporcionan las riberas más utilizados en artesanía. Según el Repertorio de Oficios Artesanos de la Comunidad de Andalucía, al menos 12 de ellos utilizan materiales vegetales proporcionados por las riberas. Fotos: M^a Rosario Vidal-Abarca.

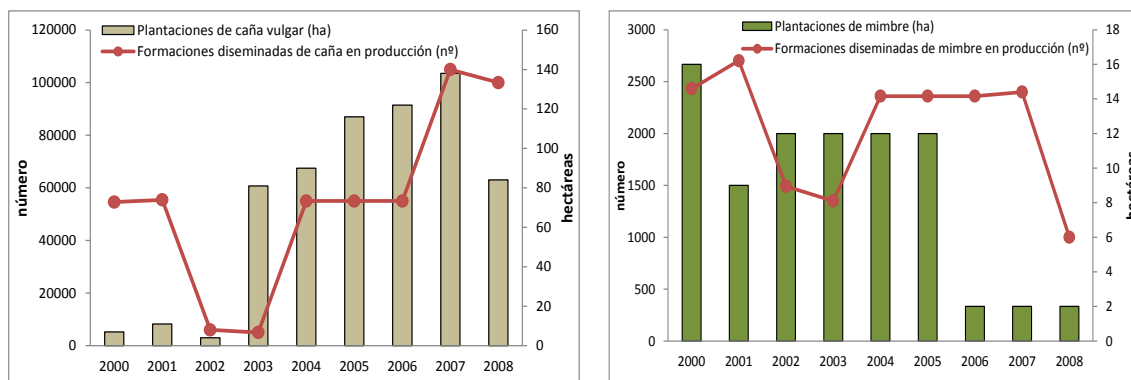


Figura 13. Aunque la caña está considerada como una de las 100 especies más invasoras del mundo por la UICN, es cultivada y mantenida activamente, a juzgar por el aumento en el número de formaciones diseminadas en producción. Por el contrario, tanto las plantaciones como formaciones de mimbre están disminuyendo (datos extraídos de los Anuarios de estadísticas agrarias y pesqueras de Andalucía).

5.1.4. Materias primas de origen mineral

Gravas y arenas

La extracción de arenas y gravas de las terrazas y cauces fluviales es un servicio de abastecimiento sobreexplotado. Según datos de la Estadística de Producción Minera de Andalucía, en el año 2009 existían en esta comunidad un total de 138 explotaciones (un 67,5 % menos que en el año 2002), cuya producción ha disminuido en un 60 % (de 33 millones de toneladas en el año 2002 a 13,5 millones en 2009), así como el consumo de áridos, a partir del año 2008, debido a la disminución de la demanda por el sector de la construcción (Figura 14). Estos datos hay que tomarlos con precaución, dado que las estadísticas no recogen la totalidad de explotaciones, ni su producción, al estar amparadas por el “secreto estadístico”. No obstante, la presión sobre este servicio de abastecimiento no ha debido disminuir mucho a juzgar por la cantidad de denuncias de grupos ecologistas y otros colectivos sociales sobre extracciones ilegales de gravas y arenas en cauces y terrazas fluviales.

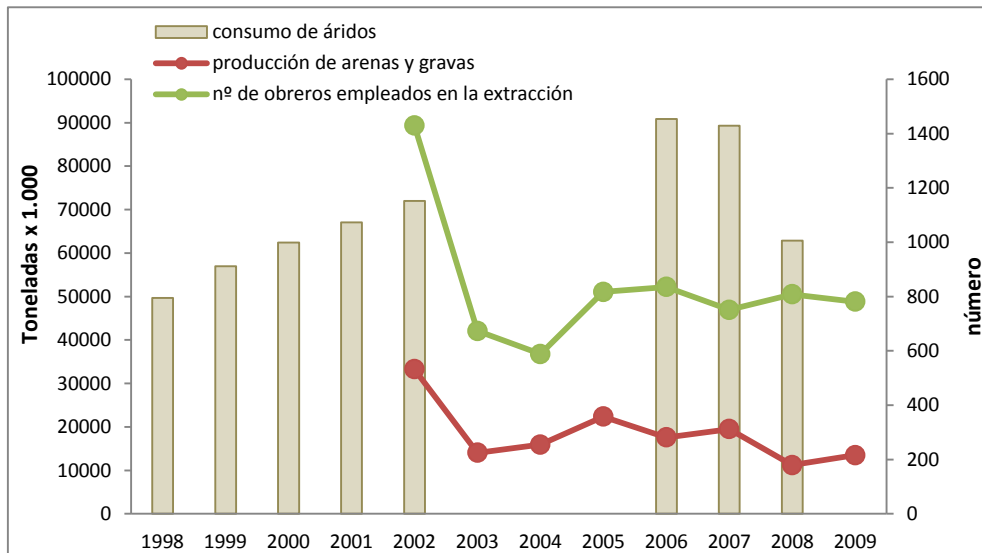


Figura 14. A pesar de la disminución en la producción, consumo y número de obreros dedicados a la extracción de gravas y arenas, Andalucía es la Comunidad Autónoma donde mayor número de extracciones de grava y arena se producen (FAEMI, 2005) (Datos extraídos del IGME: http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/Historico/2000_02/minerales/aridos03.htm; ANEFA: <http://www.anefa.es/escaparate/gmms/anefa/sig/ProdImg?tema=&producto=penin3200&fecha=&CapaMuni=&CapaProv=&geometria=3200-3200-0-0> y Estadística de la producción minera de Andalucía).

Salinas continentales

La sal continental es un servicio de abastecimiento que es explotado desde el tiempo de los romanos. La Asociación de Amigos de las Salinas de Interior, tras el análisis de distintos censos históricos, estima que el número de salinas que existieron en Andalucía antes del 2000 fue de 109, el 40 % de las existentes en España (271). En el año 2009 quedaban en activo solo 8 (Imagen 4), que produjeron casi 30 toneladas de sal en el año 2007 (el 27 % del total producido en España) con un valor comercial de más de un millón de euros (el 11 % del valor comercial del total de sal continental producida en España) y que generaron 32 puestos de trabajo (Figura 15).



Imagen 4. Según datos de las estadísticas de producción minera en Andalucía, en el año 2009 solo quedaban activas 8 salinas de interior en Andalucía. Pequeñas y artesanales su producción salinera se encuentra hoy día en regresión. Foto: M^a Rosario Vidal-Abarca.

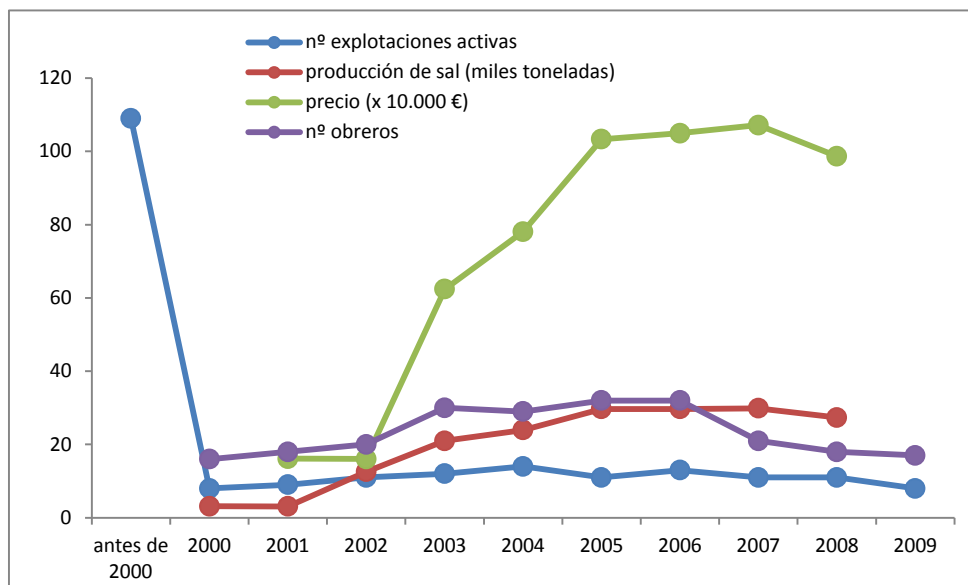


Figura 15. En los últimos años, se ha revalorizado la sal de interior. El abandono de más de 100 salinas continentales en Andalucía ha supuesto la pérdida de un servicio de abastecimiento que hubiera generado actualmente mucho dinero y más puestos de trabajo. (datos extraídos de: Estadística Minera de España: (<http://www.mityc.es/energia/mineria/Estadistica/Paginas/Consulta.aspx>); del Instituto de la sal (ISAL): (<http://www.institutodelasal.com/index.php?page=main>) y de la estadística de la producción minera en Andalucía).

Aguas minerales y de manantial

Andalucía posee una extraordinaria riqueza en fuentes y manantiales naturales, pero consume más agua envasada de la que produce. Según el Inventario del Instituto Geológico y Minero de España y la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, existen un total de 323 surgencias de agua (Imagen 5), de los cuales 18 son explotadas como aguas minerales envasadas (8 en Granada, 7 en Jaén y 3 en Málaga) según datos actualizados a 7/02/2011 del listado de aguas minerales reconocidas en España de AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición) (http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/aguas_minerales/listado_aguas_minerales_a_c.shtml). En el año 2008 Andalucía produjo el 12,6% del total de aguas envasadas en España. En el año 2001, Andalucía exportaba el 2,14 % de la producción de aguas envasadas, (equivalente a 146.200.000 €) pero importaba el 6,53 % (equivalente a 600.900.000 €). Es decir consumía más agua envasada de la que producía. ([http://www.programaempresa.com/empresa/autoevaluacion.nsf/WebEstudios2/40EF5159148633F9C1256FD40050D1AD/\\$FILE/Produccion%20aguas%20minerales%20y%20bebidas%20alcoholicas.pps](http://www.programaempresa.com/empresa/autoevaluacion.nsf/WebEstudios2/40EF5159148633F9C1256FD40050D1AD/$FILE/Produccion%20aguas%20minerales%20y%20bebidas%20alcoholicas.pps)).



Imagen 5. Andalucía posee una extraordinaria riqueza en fuentes y manantiales naturales, muchos de los cuales han desaparecido por la exhaustiva extracción de aguas subterráneas, y algunos de los más importantes han sido capitalizados para su comercialización por la industria de aguas envasadas. Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

5.1.5. Energías renovables

La producción de energía hidráulica en Andalucía tiende a disminuir, aunque no lo hace el consumo de energía eléctrica. Entre los años 1995 y 2009 la producción media de energía hidroeléctrica en Andalucía fue de 981 GWh, el 3,4 % del total producido en España y el 12 % del total de energía eléctrica de Andalucía producida por energías renovables en el año 2009

(Estadística energética de Andalucía, 2009). La tendencia temporal es a disminuir la producción, en parte porque depende del régimen de precipitaciones, que es altamente variable en el ámbito mediterráneo. De hecho, la evolución de la producción hidroeléctrica es paralela a la cantidad de agua embalsada y el incremento en el número de embalses con función hidroeléctrica no parece aumentarla significativamente (Figura 16). Sin embargo, el consumo de energía eléctrica en Andalucía prácticamente se ha duplicado entre 1995 y 2009 (Estadística Energética en Andalucía, 2009).

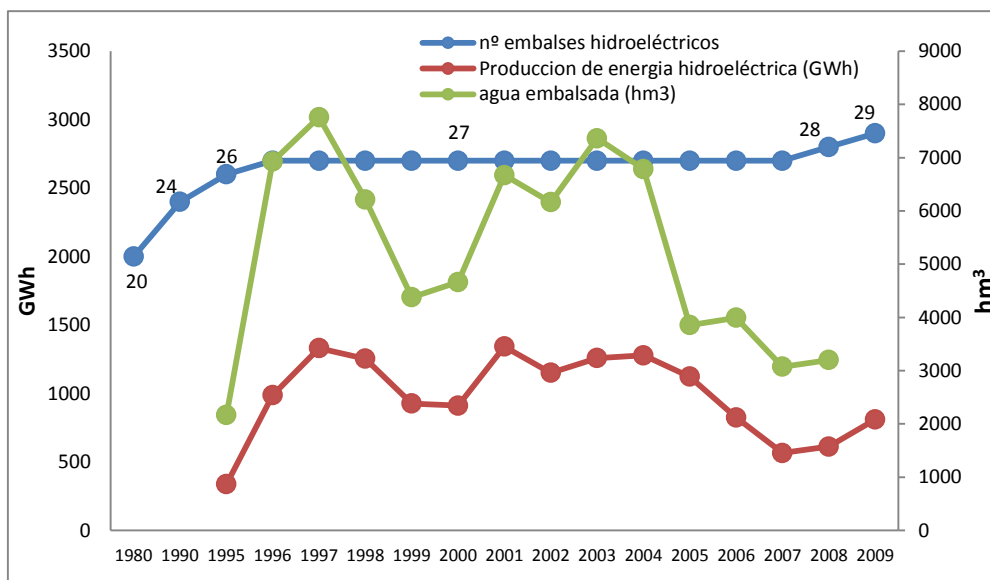


Figura 16. La producción de energía hidroeléctrica en Andalucía, al igual que en prácticamente toda España, es dependiente de la cantidad de agua acumulada en los embalses para este fin, muy irregular en respuesta a la variabilidad hidrológica característica del clima mediterráneo. Aunque se construyan más embalses no aumentará su potencial para producir más energía hidroeléctrica. (Datos extraídos de: Informes anuales del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (“La energía en España”, 2000-2009), e Informes del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, 2006). Los datos del agua embalsada del Ministerio de Medio Ambiente (2008) y los de los embalses de <http://www.embalses.net/cuenca-4-guadalquivir.html>; <http://www.embalses.net/cuenca-9-c-med-andaluza.html>; <http://www.embalses.net/cuenca-13-c-atl-andaluza.html>)

Las minicentrales, que son tratadas como productoras de energía renovable, causan graves impactos en los ríos donde se instalan. La potencia de las minicentrales en Andalucía ha aumentado desde 188 MW en 1999 a 208,6 MW en 2009. En el año 2009 esta potencia supuso casi el 18 % de la potencia total hidroeléctrica instalada en Andalucía. La cuenca del Guadalquivir con 45 instalaciones (más del 71 % del total de las instaladas en Andalucía = 63) es la que mayor número de instalaciones presenta. Según establece el Plan de Energías Renovables en España (PER 2005-2010 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio), el objetivo a alcanzar en 2010 para Andalucía era de 228 MW. Estas instalaciones, aunque son tratadas como productoras de “energía renovable”, suelen situarse en los tramos de ríos bien conservados (en muchos casos en espacios protegidos), e impactan directamente sobre el caudal natural y las comunidades piscícolas. Además, suele obviarse el efecto sinérgico que, en muchos casos, supone la instalación de varias minicentrales sucesivas a lo largo de un mismo tramo de cauce. De hecho, en 2007, la entonces Agencia Andaluza de la Energía (Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa), en su análisis de la Situación del Sector hidráulico en Andalucía para ese año, indica que está en estudio la explotación de los cauces más altos en zonas de poco o nulo uso agrícola para potenciar esta fuente de energía.

La fuerza motriz del agua ha sido usada desde antiguo como energía para distintas actividades. Una de ellas fue el transporte fluvial de la madera (**las maderadas**) que consistía en la conducción de los troncos procedentes de las talas de bosques y pinares hasta los lugares de utilización (Imagen 6). Se tiene constancia documental de estas conducciones desde el siglo X en el Río Guadalquivir y Guadalimar (Martínez, 2000; Araque, 2007; http://www.acazorla.com/medio_natural/vegetacion/apro_foresta.htm), que persistieron hasta 1950 (Gil Olcina, 2006). Las maderas eran utilizadas para la construcción tanto de grandes obras (arsenales, construcción naval, fortificaciones militares, canales...etc) como traviesas de ferrocarril, construcción de viviendas o envases para fruta. En el año 1.734, llegó a Sevilla por el Guadalquivir un envío compuesto de más de 8.000 piezas de pino cuyo destino fue la construcción de la Fábrica de Tabacos de Sevilla. El Río Guadalquivir fue el que mayor tráfico soportó con 3.619.815 piezas transportadas entre 1894 y 1936. Las maderadas disminuyeron sensiblemente tras la inauguración en 1916 de la central hidroeléctrica de Mengíbar (Jaén) y finalizaron poco después de la inauguración del embalse del Tranco de Beas. Hoy día, estas maderadas solo son un recuerdo que, en algunos lugares de la Sierra del Segura son rememorados por los lugareños. Con ellas se perdió un importante elenco cultural, lingüístico y un modo de vida ligado a los ríos andaluces.



Imagen 6. El transporte fluvial de madera es un ejemplo del uso de la fuerza motriz del agua de los ríos como energía. (Maderada en el Guadalquivir.

Foto extraída de http://2.bp.blogspot.com/mw7-Uk1tR5o/TJ5wd72xCwI/AAAAAAAAABM/XPkF_0TitzY

5.1.6. Acervo genético

Andalucía posee el acervo genético de especies acuáticas y ribereñas más importante de España. El 76,4% del total de vertebrados de ríos y riberas españoles están presentes en Andalucía. Los peces es el grupo con mayor número de especies (45 especies, el 42,5 % del total), de la cuales 20 son autóctonas (Diagnóstico sobre el estado de conservación de los peces continentales autóctonos e inventario de los tramos fluviales importantes en Andalucía (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=ad7bb4ca765ba110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnextchannel=dd0c84f252eac110VgnVCM1000001325e50aRCRD>)). Los peces y los anfibios son los que más número de endemismos presentan (18 y 5 respectivamente). El nivel de conocimiento de los invertebrados acuáticos es menor. Según la base de datos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, el grupo con mayor número de especies registradas es el de los insectos, con un total, al día de hoy, de 103 pertenecientes tan solo a 6 ordenes (odonatos, efemerópteros, plecópteros, coleópteros, tricópteros y hemípteros). Del grupo de moluscos hay contabilizadas 35 especies y 7 de crustáceos. Nueve especies de invertebrados son endémicas: 6 para Andalucía (4 efemerópteros y 2 coleópteros) y 3 para España (un plecóptero y dos coleópteros), pero con seguridad son muchos más. De hecho, según consta en la Fauna Ibérica (<http://www.faunaiberica.es/faunaib/arthropoda/index.php>), hay catalogados en España 627 especies de coleópteros, 331 de tricópteros, 141 de plecópteros, 147 de efemerópteros, 96 de hemípteros y 154 de moluscos, muchos de los cuales deben estar en Andalucía. Además, para el grupo de los coleópteros, el 20 % de las especies descritas actualmente son endémicas (Ribera, 2000). No se conoce con exactitud el número total de especies de flora acuática y riparia en Andalucía (Imagen 7). De las 576 especies de flora vascular que constan en Lista Roja de la Flora Vascular de Andalucía (2005), 80 son acuáticas o riparias (34 monocotiledóneas, 33 dicotiledóneas y 13 helechos), casi el 14 % de total de la lista. De ellas 17 son endemismos (el 21,3 %) (Figura 17). El aislamiento geográfico y las características ambientales de los ríos andaluces justifican la alta endemidad sobre todo de los grupos de vertebrados más ligados al agua (Andreu-Soler, & Torralva, 2007).



Imagen 7. El acervo genético que supone la flora de ríos y riberas de Andalucía es muchísimo mayor que lo que aquí se refleja. Como ejemplo, la diversidad de algas de ríos está siendo estudiada desde el año 2004 por un proyecto denominado: Estudio de la Flora ficológica de Andalucía. Hasta hoy ya hay catalogadas 598 especies solo del grupo de las diatomeas. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

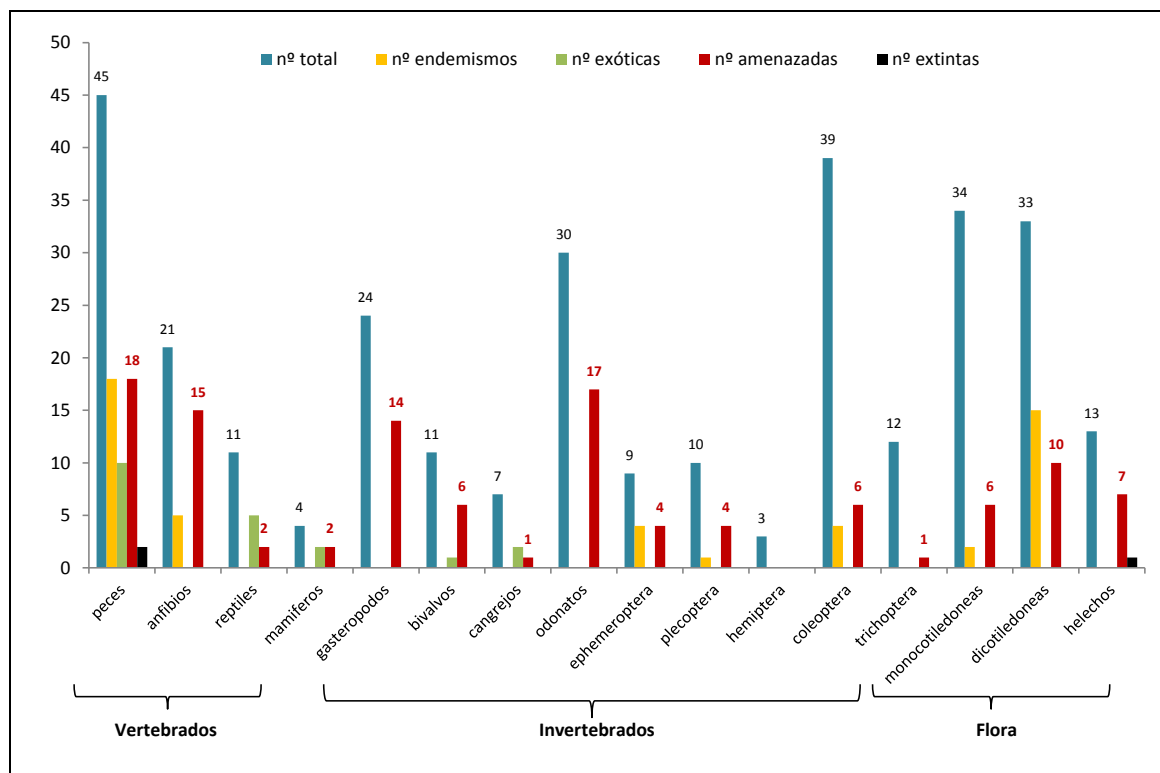


Figura 17. 81 especies de Vertebrados se encuentran en los ríos y riberas andaluzas (más del 76 % del total presentes en España), casi el 30 % son endémicos, pero el 69 % presenta algún nivel de amenaza o se ha extinguido. Esta valoración es más difícil de realizar para invertebrados y flora riparia, por la ausencia de catálogos completos, sin embargo los datos existentes al día de hoy parecen apuntar a una situación similar. (Datos extraídos de: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/jsp/biodiv/datos_usu_publico.jsp; Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía (2001); Lista roja de la Flora Vasculare de Andalucía (2005); Libro rojo de los invertebrados de Andalucía (2008); Helechos amenazados de Andalucía (2006)).

La gran diversidad de especies acuáticas y ribereñas de Andalucía responde a la diversidad de escenarios ambientales que contiene. De los 76 hábitats de interés comunitario presentes en Andalucía, 9 se corresponden con hábitats de ríos y riberas, uno de los cuales (“Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsor*”) es de interés prioritario. En total estos hábitats ocupan tan solo el 0,17 % de la superficie regional, pero proporcionan una extraordinaria biodiversidad.

La riqueza genética que supone las especies acuáticas y ribereñas endémicas andaluzas está amenazada (Figura 17). Según el Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía (Franco Ruiz, A & M. Rodríguez de los Santos, 2001), 37 especies de vertebrados (el 45 %) presentan alguna categoría de amenaza. Por grupos, el total de especies endémicas de los peces continentales, más del 71 % de los anfibios, más del 18 % de los reptiles y el 50 % de los mamíferos, se encuentran en esta situación. Dos especies de peces (el esturión y el espinoso) están extintas. Entre las especies de invertebrados acuáticos incluidas en el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (2008), se destaca 15 especies de libélulas amenazadas (Imagen 8), 5 de coleópteros acuáticos, 4 de efémeras y de plecópteros, el cangrejo de río autóctono y las 14 especies (y un género completo) de moluscos de agua dulce. El 30 % de las especies de flora acuática y ribereña que constan en Lista Roja de la Flora Vasculare de Andalucía (2005), presenta algún grado de amenaza según la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestre de Andalucía y el helecho *Christella dentata* desapareció en el año 2000. La contaminación de las aguas, canalizaciones, extracciones excesivas de agua para riego o

consumo urbano e industrial, construcción de embalses y minicentrales hidroeléctricas, extracción de gravas, introducción de especies alóctonas, contaminación genética, furtivismo, sobrepesca, etc son las amenazas más importantes para la supervivencia de estas especies.



Imagen 8. Al día de hoy hay censados en Andalucía un total de 65 especies de Odonatos, el 84,4 % del total de especies de este grupo citadas en España y el 55,1% de las de Europa (Herrera et al., 2010). De las cuales, el 35 % presenta algún tipo de amenaza según el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (2008). Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

Andalucía está realizando un gran esfuerzo para la conservación y recuperación del acervo genético de sus ríos y riberas. Entre los programas de actuaciones para la conservación de especies amenazadas puestos en marcha por la Consejería de Medio Ambiente, tres de ellos implican directamente a especies de ríos y riberas. Dentro del programa de conservación y reintroducción de la fauna amenazada, en el año 2006 se inició el plan de conservación del Salinete, un pez que sólo habita en algunos arroyos de la vertiente atlántica andaluza, y el plan de conservación del cangrejo de río autóctono. Dentro del programa de conservación de anfibios, se está incidiendo sobre las poblaciones de sapo partero bético en la Sierra de los Filabres (Almería) y el programa de actuaciones para la conservación de invertebrados contempla varias actuaciones (restauración de tramos de río, eliminación de vegetación exótica, convenios de colaboración, restauración de acequias, etc), cuyo objetivo son cuatro especies de Odonatos (Figura 18), las especies de moluscos hidróbidos de fuentes y manantiales y cuatro especies de náyades. Aunque los resultados están siendo satisfactorios, en términos del aumento del número de individuos o de las poblaciones sobre las que se actúa, la conservación del hábitat hubiera sido suficiente para mantener en buen estado de conservación a estas especies.

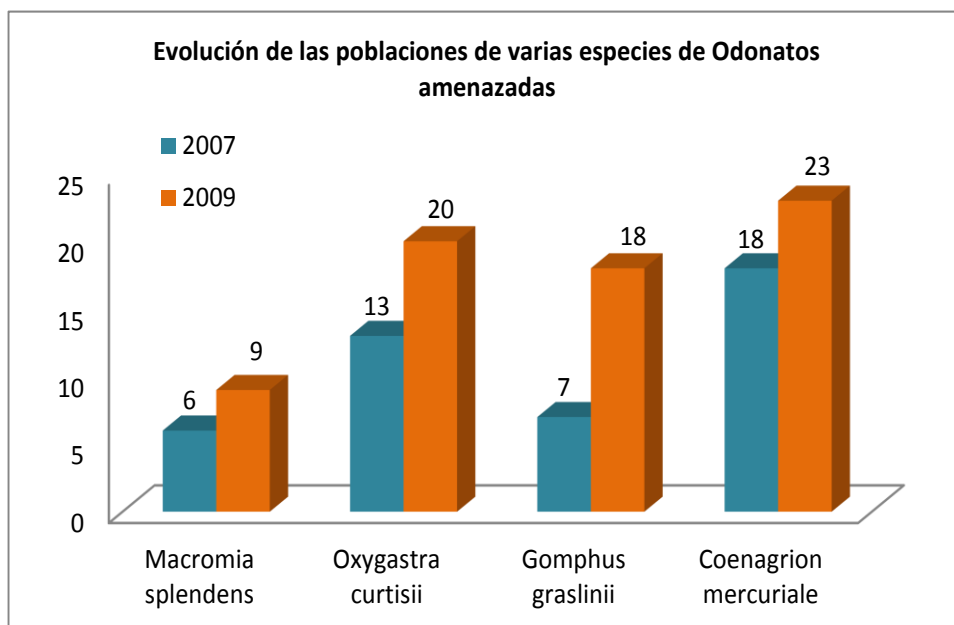


Figura 18. Las cuatro especies de Odonatos sobre las que se está actuando dentro del programa para la conservación de invertebrados de la Consejería de Medio Ambiente están en peligro de extinción. (datos extraídos de: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=7fd7d531efa5a110VgnVCM1000000624e50aRRCR>)

El enorme esfuerzo realizado para la conservación del acervo genético de ríos y riberas andaluzes, solo abarca a unas pocas especies y a un coste económico muy elevado. Los programas de conservación y/o recuperación de la biodiversidad de ríos y riberas afectan a unas pocas especies. Dentro de los programas de actuación de la Consejería de Medio Ambiente, el que incluye inversiones en materia de conservación de la biodiversidad es el de “Conservación y Aprovechamientos de Recursos naturales”. Desde el año 1998 hasta el 2009 la inversión ha aumentado en 4 veces (de 91.183,03 miles € en 1998 a 370.485,8 miles € en 2009), lo que supone entre el 59,9% del total de inversión en programas de la Consejería en el año 2004 y el 25 % en el 2009.

5.1.7. Medicinas naturales y principios activos

El servicio de abastecimiento que proporcionan ríos y riberas a través de la extracción de principios activos y medicinas naturales se está perdiendo. En Andalucía existe aun un buen conocimiento popular de las plantas medicinales, parte de las cuales son proporcionadas por ríos y riberas. Los estudios de Benítez *et al.* (2010) indican, sin embargo, que se está perdiendo este conocimiento tradicional y se está potenciando solo a unas pocas, para la extracción de sus principios activos y utilizarlos en farmacología, cosmética, etc. Aun así, persiste el uso de muchas plantas medicinales, enteras, troceadas, secas, o frescas, que se ofertan al público en mercados tradicionales y herboristerías (Imagen 9).



Imagen 9. Los principios activos provenientes de muchas plantas de ríos y riberas es un servicio de abastecimiento hoy día muy sesgado hacia la potenciación de solo unas pocas especies utilizadas en farmacología y cosmética. Foto: M^a Rosario Vidal-Abarca.

5.2. Servicios de regulación

5.2.1. Regulación climática local y regional

Aunque las riberas en Andalucía ocupan tan solo el 0,29 % de la superficie regional, son formaciones muy activas en la regulación del clima local. Los bosques ribereños en buen estado de conservación son capaces de amortiguar la amplitud térmica, especialmente alta en Andalucía (Imagen 10). La destrucción de los bosques de ribera es patente a juzgar por los datos extraídos del Plan Director de Riberas de Andalucía (2003): el 20 % de la longitud de las riberas andaluzas sufre alteraciones importantes debido a cambios en el régimen hidrológico (inundación por embalses, canalizaciones, desconexión del nivel freático, etc) y el 49 % están ocupadas por actividades agrícolas o usos urbanos.



Imagen 10. Los bosques de ribera en buen estado de conservación proporcionan el servicio de regulación climática local, amortiguando la amplitud térmica. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

El total de agua evaporada por 144 embalses de Andalucía supone el 11,79 % del total de agua disponible en la región. En concreto, para la cuenca del Guadalquivir es el 13,36 % del total disponible; para la cuenca Atlántica Andaluza, el 16,15 % y para la Mediterránea Andaluza el 4,53 % (Figura 19). La menor cantidad de agua evaporada por los embalses de esta cuenca se debe a que la superficie total de los embalses es mucho menor (5.704 ha) frente a las 45.315 ha en el Guadalquivir y a las 13.460 ha en la cuenca Atlántica. Las tasas de evaporación en cualquier caso son las más altas de España (99,1 hm³/m² en el Guadalquivir y cuenca Atlántica y 96,9 hm³/m² en la cuenca Mediterránea). Al margen de las pérdidas de agua en términos cuantitativos que ello implica, la contribución de estas masas de agua al clima local es evidente.

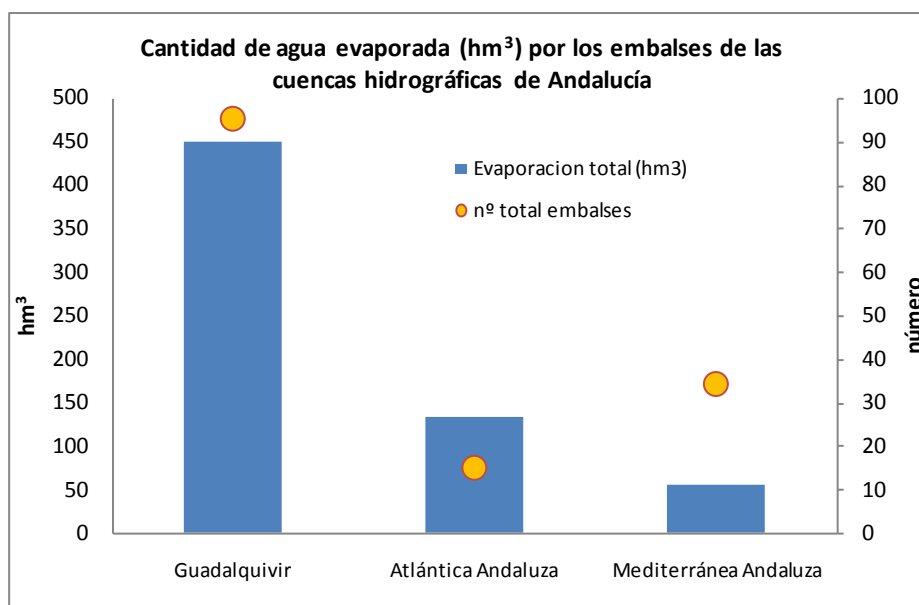


Figura 19. El total de agua evaporada por 144 embalses de Andalucía es de 637,73 hm³, una cantidad nada despreciable que contribuye a modificar las condiciones climáticas locales. (Datos extraídos de: <http://www.embalses.net/cuenca-4-guadalquivir>; <http://www.embalses.net/cuenca-13-c-atl-andaluza.html>; <http://www.embalses.net/cuenca-9-c-med-andaluza.html>. Los de evaporación (mm) de cada cuenca del Libro Blanco del Agua (MMA, 1998)).

Almacenamiento de carbono

Los bosques ribereños acumulan carbono, un efecto positivo en el control de las emisiones de CO₂ a la atmosfera. Según los datos proporcionados por los inventarios forestales nacionales (IFN-II e IFN-III), el incremento anual de las toneladas de carbono, y CO₂ equivalente, debido al aumento de biomasa de la vegetación ribereña de Andalucía fue de 0,582 toneladas/ha/año y 24,34 Gg/ha/año, respectivamente. Estas cantidades representan el 4,55 % y el 4,3 % del total estimado para España. Así pues, la destrucción y desaparición de los bosques ribereños significan la pérdida del servicio de regulación de almacenamiento de carbono.

Los suelos aluviales (fluvisoles) almacenan carbono orgánico. Según los datos proporcionados por el Mapa de Suelos de Andalucía (Escala 1:400.000), los fluvisoles ocupan unas 480.077 ha (5,49 % del total de la superficie regional), los cuales pueden acumular casi 25.000 toneladas de C orgánico, el 15,68 % del total estimado para toda España. Los fluvisoles de la cuenca del Guadalquivir son los que más cantidad de carbono acumulan (15.378,532 toneladas, el 61,6 % del total de Andalucía). La pérdida de los suelos aluviales supone reducir el servicio de regulación de almacenamiento de carbono.

5.2.2. Regulación de la calidad del aire

Los cambios de uso del suelo hacia una mayor artificialización de los sistemas naturales reducen la capacidad de ríos y riberas para minimizar algunos gases con efecto invernadero (Imagen 11). El aumento de la superficie ocupada por cuerpos de agua artificiales en Andalucía (canales, balsas, embalses etc.) entre 1956 y 2007, ha supuesto la pérdida de carbono contenido en la vegetación que la cubría equivalente a 0,63 Tg (= 630.000 toneladas de carbono). Esta pérdida representa una emisión a la atmósfera de unas 12.353 toneladas de carbono al año (Muñoz-Rojas et al., 2011) con la correspondiente contribución al cambio climático, uno de cuyos efectos es la reducción de la capacidad de estos ecosistemas acuáticos para secuestrar carbono orgánico. Un efecto de realimentación difícilmente percibido por la población en general.



Imagen 11. La fuerte artificialización de muchos ecosistemas acuáticos andaluces elimina su capacidad para consumir carbono orgánico y así disminuir uno de los gases de efecto invernadero. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

Los gases de efecto invernadero procedentes del tratamiento de las aguas residuales y lodos de las depuradoras tienden a aumentar. En el año 2007 la emisión de CO₂ procedente del tratamiento de aguas residuales en Andalucía fue de 469.361 toneladas de CO₂-eq, lo que representa el 1,09 % del total de emisiones en Andalucía para ese año (Álvarez, 2010). En el año 2005 las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) por el tratamiento de aguas residuales en Andalucía fueron de 11.868,81 toneladas (el 5,2 % del total emitido en Andalucía y el 11,6 % del total emitido en España en ese año) y de 686,32 toneladas (el 4,3 % del total emitido por Andalucía y el 17,83 % del total emitido en España ese año), respectivamente.

(Ministerio de Medio Ambiente. 2010). (Figura 20). Aunque estos porcentajes no parecen muy elevados, resultan preocupantes dado que, según las estimaciones del MARM (2010), la tendencia es a aumentar. La disminución del consumo de agua y, por tanto del volumen a depurar sería una opción deseable para disminuir los efectos negativos de este tratamiento.

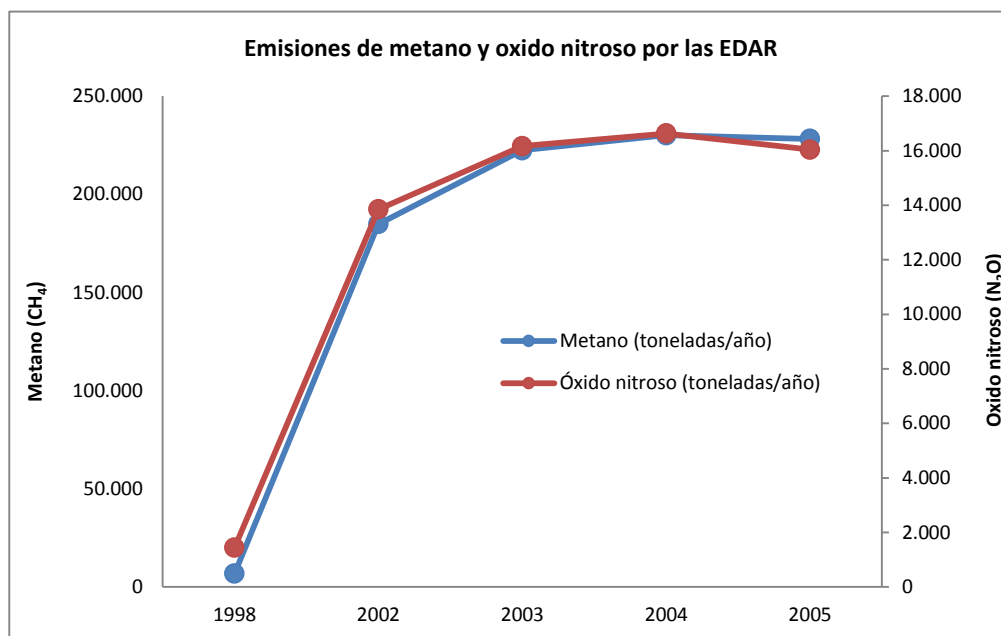


Figura 20. Entre los años 2004 y 2005, la emisión de metano debido al tratamiento de las aguas residuales en Andalucía casi se ha duplicado (1,7 veces) y entre los años 1998 y 2005 las emisiones de N₂O aumentaron en 11 veces.

5.2.3. Regulación hídrica

5.2.3.1. Regulación hídrica

El ciclo hidrológico es regulado por mecanismos naturales que, en Andalucía están deteriorados. El suelo, la nieve y las aguas subterráneas son las grandes reservas que regulan el agua en las cuencas hidrológicas. En los últimos 50 años, la humedad del suelo tiende a disminuir en todas las cuencas andaluzas, especialmente en la mediterránea que muestra los valores medios más bajos (32,32 l/m²), aunque todas presentan valores inferiores a la media de España (51,34 l/m²) (43,76 l/m² Guadalquivir; 47,29 l/m² Guadalete-Barbate y 48,87 l/m² Tinto, Odiel y Piedras). Esta tendencia tiene un efecto negativo, entre otros, en la recarga de los acuíferos. El suelo, en buen estado de conservación, favorece la infiltración, disminuyendo la escorrentía superficial y, por tanto el impacto de las avenidas de agua.

Las aguas subterráneas, sobre todo en regiones mediterráneas como buena parte de Andalucía, juegan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico, dado que pueden amortiguar la disminución del agua superficial en las fases de sequía, típicas de este entorno. En Andalucía existen un total de 158 Unidades Hidrogeológicas (Martin, 2000) que conforman un total de 200 acuíferos (Pulido, 2006). El total de agua que almacenan anualmente se estima en unos 3.800 hm³ (Martin 2000, MARM, 2010). En el año 2009 la extracción de agua subterránea fue de 960,6 hm³ (Consejería de Medio Ambiente, 2010), el 15,5 % del total de agua consumida en Andalucía. Según los datos del MARM (2010), 47 masas de aguas

subterráneas andaluzas (de las 145 identificadas, según formato de la DMA), se encuentran sobreexplotadas y, por tanto, en riesgo de no alcanzar el buen estado cuantitativo: 21 en la cuenca del Guadalquivir (el 36,2 % del total de masas), 23 en la cuenca Mediterránea Andaluza (el 34,3 %) y 17 en la cuenca Atlántica Andaluza (el 53 %).

La nieve acumulada en Sierra Nevada es parte de la reserva que durante la fase del año más seca alimenta a muchos ríos andaluces (Imagen 12). El área nival en Andalucía se sitúa fundamentalmente en Sierra Nevada, con una superficie de 1.660 km², de los cuales 428,7 km² pertenecen a la cuenca del Guadalquivir y 1.231,3 km² a la cuenca Mediterránea Andaluza (http://www.marm.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/09047122801e0427_tcm7-28805.pdf). La cantidad de nieve acumulada es muy variable y depende del año hidrológico, pero en los últimos 20 años su tendencia es a disminuir como consecuencia del cambio climático (Figura 21). Actuaciones como las “olimpiadas blancas” o el aumento de pistas de esquí deterioran de forma irreversible el servicio de regulación hídrica que proporciona este ecosistema.



Imagen 12. La nieve acumulada en el área nival de Sierra Nevada forma parte de la regulación natural del ciclo del agua: es parte de la reserva que en la fase seca del año alimenta a muchos ríos andaluces y contribuye a recargar los acuíferos. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

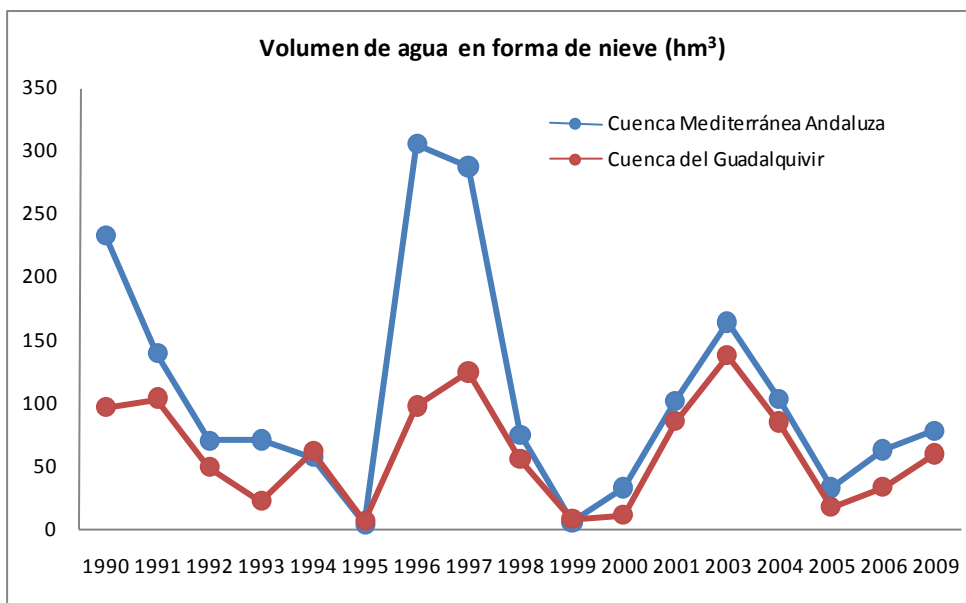


Figura 21. En los últimos 20 años, el volumen de agua en forma de nieve ha disminuido en un 66 % en la cuenca del Guadalquivir y en un 38,5 % en la cuenca Mediterránea andaluza. (Datos extraídos de: http://servicios2.marm.es/sia/indicadores/ind/ficha.jsp?cod_indicador=11&factor=estado#ini_pag).

La capacidad de los embalses andaluces para almacenar agua supera la generada por el ciclo hidrológico. Los embalses han sido las estructuras básicas utilizadas por el hombre para controlar el agua de los ríos. En la actualidad Andalucía cuenta con un total de 163 embalses (el 12,5 % del total de embalses españoles). La construcción de presas ha seguido una curva exponencial desde finales de la década de los 50. La capacidad total de los embalses de las tres cuencas andaluzas es de 12.576 hm³, el 93,59 % del total generado en dichas cuencas, lo cual quiere decir que por más embalses que se construyan no aumentará su capacidad reguladora (Figura 22). Tanto la cuenca del Guadalquivir como la Atlántica Andaluza regulan en torno al 40 % del total de agua generada en sus cuencas (32,5 % y 40,2 %, respectivamente), el doble de la capacidad reguladora media de España (20 %). La cuenca Mediterránea Andaluza regula el 13,5 % del total del agua generada en su cuenca.

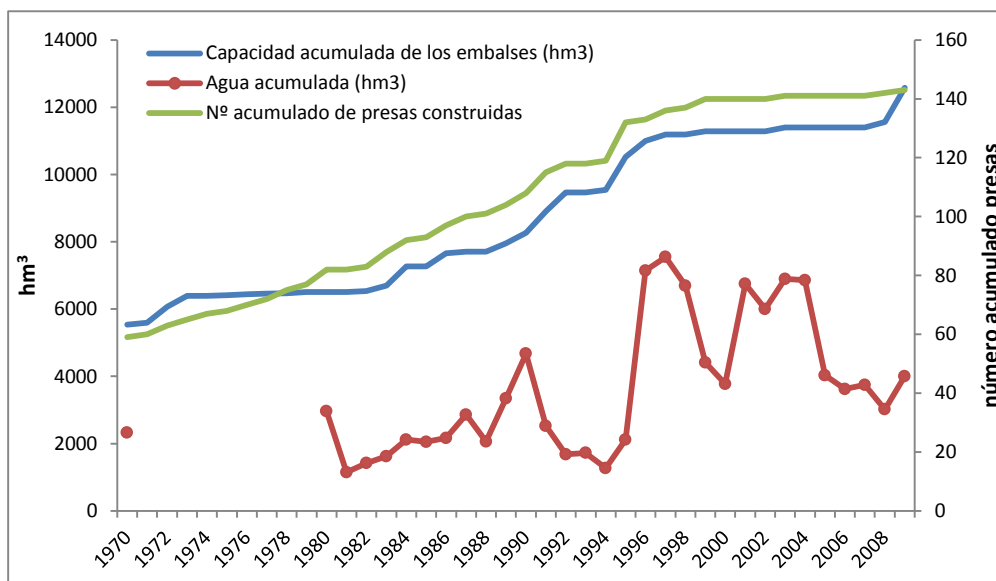


Figura 22. Aunque la capacidad de los embalses de Andalucía ha ido aumentando, no lo ha hecho la cantidad de agua acumulada en los embalses. De hecho, el agua acumulada es una respuesta a la cantidad de precipitación, de manera que los embalses actualmente solo retardan levemente el agua que, en forma de lluvia, proporciona el ciclo hidrológico anual. (Datos extraídos de: <http://www.embalses.net/cuenca-4-guadalquivir.html>, <http://www.embalses.net/cuenca-9-c-med-andaluza.html>, <http://www.embalses.net/cuenca-13-c-atl-andaluza.html>, Agencia Andaluza del Agua, 2010).

El extraordinario control del agua de los ríos por los embalses de Andalucía no asegura su disponibilidad en periodos de sequía (Imagen 13), como ya se ha demostrado en la sequía acaecida desde el 1 de octubre de 2004 hasta el 30 de septiembre de 2007 (MMA, 2008a). Desde diciembre de 2006 hasta diciembre de 2010, la cuenca del Guadalquivir estuvo 27 meses en situación de alerta por sequía, en una ocasión en emergencia y en 8 meses se alcanzó la situación de prealerta, es decir, en más del 57 % de los meses se estuvo en alerta o emergencia. Durante los meses donde la precipitación es baja se colapsa la capacidad reguladora de las cuencas hidrológicas por el exceso de la demanda de agua, pero esta situación es casi permanente en Andalucía. De hecho, según el IMA (Consejería de Medio Ambiente, 2010) durante el año 2010 se ha mantenido la situación de déficit hídrico, a pesar de que el volumen de agua embalsada superó el 80% de la capacidad de los embalses.



Imagen 13. Los embalses han sido las estructuras básicas construidas por el hombre para almacenar el agua de los ríos. Aunque Andalucía posee 163 embalses con una capacidad total para controlar hasta el 93 % del agua generada en su territorio, su gestión no asegura el abastecimiento público en periodos largos de sequía. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

Los trasvases de agua y la desalación se plantean como opciones tecnológicas para abastecer de agua a aquellas áreas cuyas demandas superan a la cantidad de agua generada por el ciclo hidrológico. En Andalucía existen varios trasvases de distinta entidad (Trasvase Guadiana-Guadalquivir; Sistema Bujeo, Guadiaro-Majaceite), pero los que mayor cantidad de agua aportan son el Trasvase Negratín-Almanzora (volumen medio anual de 25 hm³) y el trasvase Tajo-Segura (volumen medio anual de 17 hm³) ambos hacia la cuenca Mediterránea Andaluza, fundamentalmente para abastecer la demanda de agua de los cultivos tecnificados bajo plástico. La cantidad de agua trasvasada, por este último, oscila de un año a otro, siendo bastante dependiente de la precipitación anual y de la cantidad de agua acumulada en los embalses (Figura 23) (Imagen 14).

Andalucía, después de Canarias, es la comunidad autónoma que mayor capacidad instalada y producción de agua desalada posee de toda España. En el año 2010 había en Andalucía un total de 67 instalaciones de desalación con una capacidad para producir 190 hm³/año. Se estima que el 40% del agua de abastecimiento urbano que consume la Costa del Sol procede de la desalación. En Almería, el agua procedente de las distintas desaladoras riegan unas 15.000 hectáreas y con las nuevas instalaciones previstas otras 24.000 más (Camarero et al., 2010). La obtención de agua mediante estas técnicas no es inocua y la desalación ([http://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/desalacion.php?localizacion=Desalaci% 3n](http://hispagua.cedex.es/documentacion/especiales/desalacion.php?localizacion=Desalaci%3n)) al igual que los trasvases (Gómez Orea, 1997, Ibáñez, 2001), generan impactos que limitan, entre otros, la capacidad autodepuradora de los ecosistemas acuáticos.

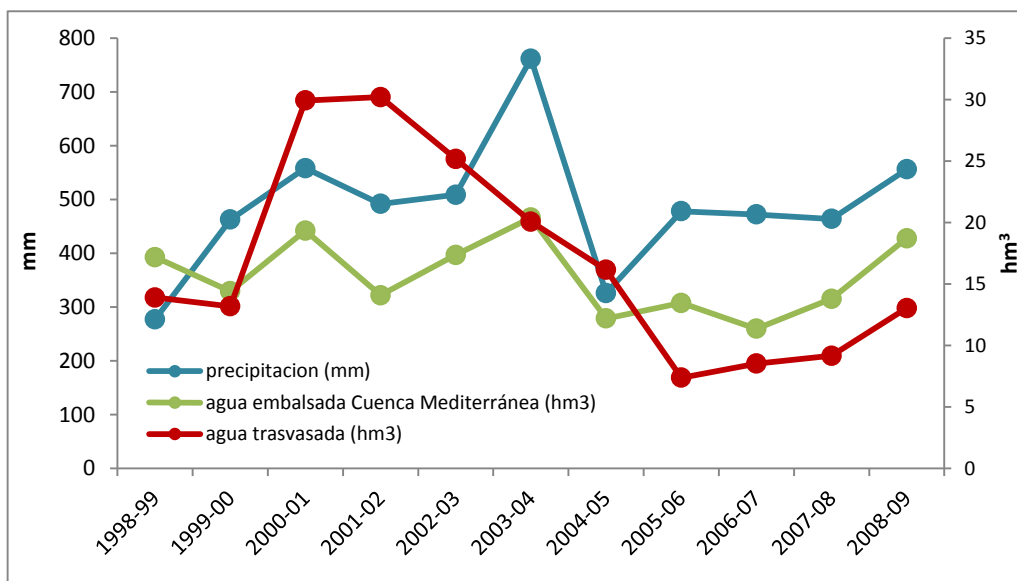


Figura 23. La cantidad media de agua transferida por el Trasvase Tajo-Segura desde 1998-99 a 2008-09 es de 17 hm³ (con un máximo de 30,21 hm³ en 2001-02 y un mínimo de 7,4 hm³ en 2005-06), lo que supone el 4,75 % del total de agua embalsada en la cuenca Mediterránea Andaluza. (Los datos del agua trasvasada se han extraídos de la Confederación Hidrográfica del Segura <http://www.chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/recursos/hidricos/trasvaseTajoSegura.html>; los del agua embalsada en la cuenca Mediterránea Andaluza de la Agencia del Agua de Andalucía (2010) y los de precipitación en dicha cuenca de la Agencia Estatal de Meteorología y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).)



Imagen 14. Los trasvases Negratín-Almanzora y Tajo-Segura transportan más de 40 hm³ anuales hacia la cuenca Mediterránea Andaluza, fundamentalmente para abastecer la demanda de agua de los cultivos tecnificados bajo plástico. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

En Andalucía los sistemas de distribución de agua y la reutilización del agua parecen cada vez más eficaces. Lo cual es cierto sobre todo en la reutilización del agua depurada que, en el

año 2009 supuso casi 121 hm³ (el 2 % del total de agua consumida en Andalucía ese año) (Figura 24), pero no compensa las pérdidas de agua en las redes de distribución que está aumentando en los últimos años y que en 2009 ha supuesto unos 146,9 hm³. Según datos del informe del Observatorio de Sostenibilidad-2010, en Andalucía se dan las mayores pérdidas de agua en las redes de distribución por errores de medición y fraudes (61 hm³). El aumento de las superficies urbanas difusas (que entre los años 1987 y 2000 aumentó en un 282% (<http://193.146.56.6/NR/rdonlyres/6B6B0D68-76E9-4456-B22E-D8DFB0E85E72/118/0701ANDALUCIA2.pdf>) y que en el año 2008 suponían un total de 269.702 viviendas (Moliní & Salgado, 2010)), conlleva el incremento de las redes de distribución de agua y, con ellas, el aumento de sus pérdidas.

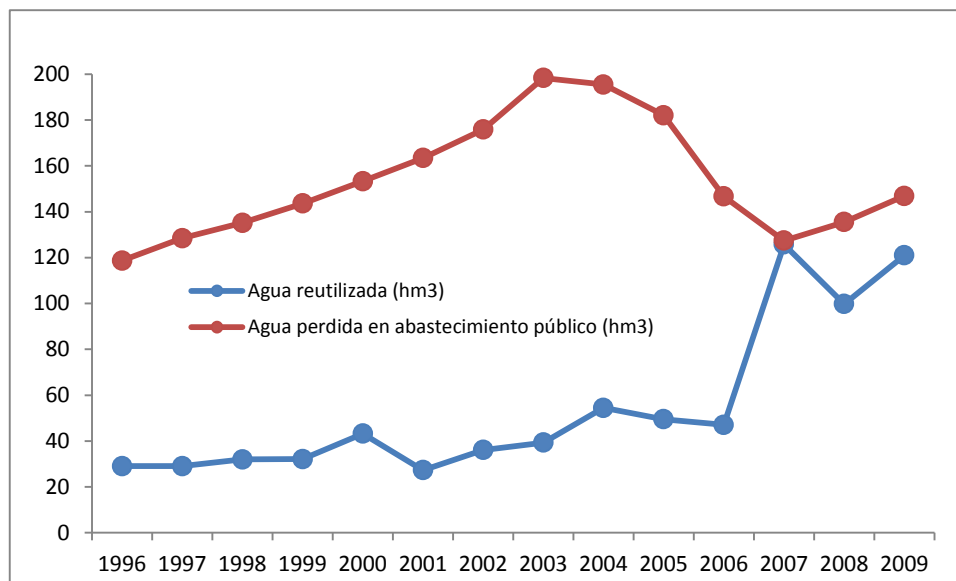


Figura 24. En Andalucía el agua reutilizada se ha incrementado en un 416 % en los últimos 14 años, mientras que las pérdidas en las redes de distribución solo han disminuido en un 23,75 %. (Datos extraídos del INE-2010).

5.2.3.2. Autodepuración del agua

El servicio de regulación de autodepuración que generan los ríos y riberas andaluces depende del agua que circula por los cauces. El volumen de agua tratado por las depuradoras (EDAR) en Andalucía parece haber aumentado en los últimos años (580 hm³ en el año 2009), tras un importante descenso desde 2004 en que se trataron 745 hm³ (Figura 25). Pero el agua tratada no suele incorporarse nuevamente a los cauces, se reutiliza fundamentalmente en agricultura. La capacidad autodepuradora de los ríos depende de la cantidad de agua que circula por sus cauces y, en Andalucía, la capacidad de regulación por los embalses puede llegar a ser de hasta el 93 % del total generado por el ciclo hidrológico, lo cual deja poco margen para que circule una cantidad de agua suficiente por los ríos. Esta situación impide que los ríos andaluces puedan proporcionar de forma eficaz este servicio de regulación.

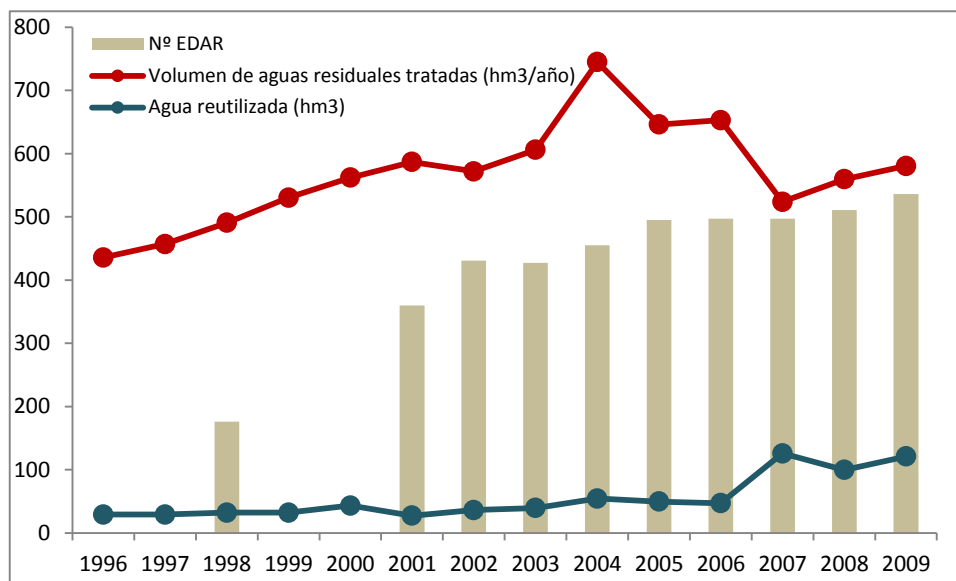


Figura 25. En el año 2009 las EDAR en Andalucía trataron el 67 % del total de agua consumida por la población andaluza y se reutilizó el 20,8 % del agua depurada. (Datos extraídos del INE-2010; Agencia del Agua de Andalucía e Informes de Medio Ambiente de Andalucía).

La calidad del agua de los ríos andaluces ha mejorado en los últimos 5 años. La carga contaminante por materia orgánica en los ríos andaluces ha ido disminuyendo recientemente. De hecho en el año 2009, el 66,3 % de los puntos analizados presentaban valores de DBO inferiores a 3 mg/l (en España era el 79 % de los puntos analizados) y el porcentaje de estaciones donde los valores del ICG (Índice de Calidad General) era excelente (entre 85 y 100) era del 64,5% (más del doble que en el año 2007) (Figura 26). Sin embargo, las concentraciones de nitrógeno y fósforo han aumentado de manera significativa (entre los años 1979 y 2009 el % de estaciones con concentraciones de nitratos en el agua superiores a 25 mg/l ha aumentado en un 20 % y entre 1997 y 2009 el porcentaje de estaciones con concentraciones de fosfatos superiores a 25 µg/l lo ha hecho en un 274 %, Red ICA), lo cual es un claro indicador del problema generado por la contaminación difusa provocada por los fertilizantes suministrados a las tierras de regadío que, aunque están disminuyendo en los últimos años (desde el año 2000 al 2008 han disminuido en un 21,2%), no es suficiente para recuperar la capacidad autodepuradora de los ríos andaluces. La tendencia a disminuir los flujos naturales de agua, y la reducción del área que ocupan los bosques de riberas, limita su capacidad para actuar como filtros verdes en el control de los nutrientes, tal como ocurre en Inglaterra, donde los problemas de contaminación difusa afectan a las tierras bajas provocando fenómenos de eutrofización (UK-National Ecosystem Assessment, 2010).

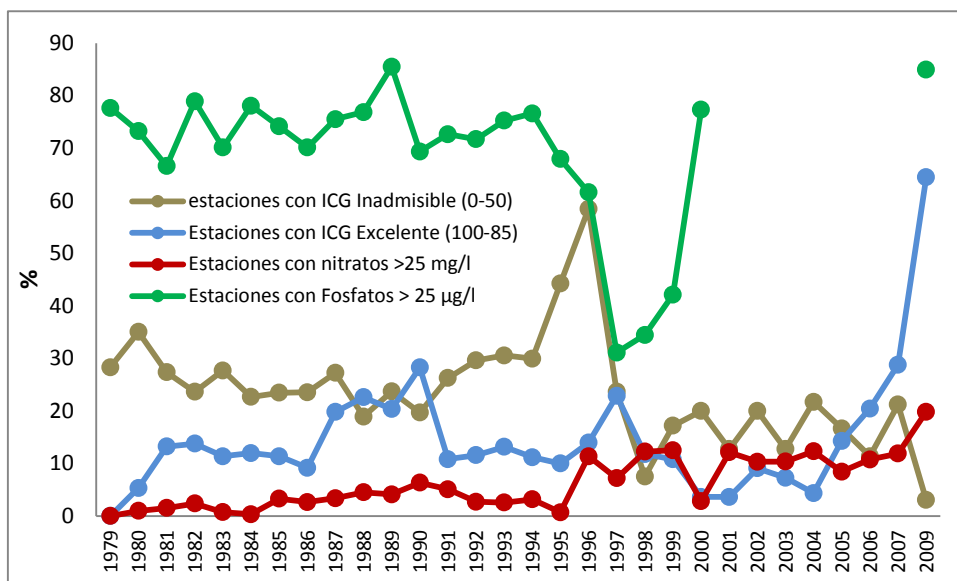


Figura 26. El aumento en los últimos años del porcentaje de estaciones de muestreo con valores altos de nitratos y fosfatos indican problemas de contaminación difusa que, según los informes en aplicación de la DMA de la cuenca del Guadalquivir y de la Agencia Andaluza del Agua afecta al 36%, 32% y 23% de las masas de agua de las cuencas Atlánticas, Guadalquivir y Mediterránea Andaluza respectivamente. (Datos extraídos de la Red ICA, REDIAM).

La cantidad de depuradoras de aguas residuales con las que cuenta Andalucía, no son suficientes para mantener el servicio de regulación de autodepuración. En el año 2009 Andalucía contaba con 536 estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) (Agencia Andaluza del Agua-2010), más del 31 % del total que hay en España. En el año 2010 la carga equivalente tratada fue de unos 11,68 millones de habitantes (un 12 % más que en el año anterior) (Medio Ambiente en Andalucía. Informe-2010) y dado que la población andaluza representa el 1,78% del total de la población española, se puede considerar que existe un alto nivel en el tratamiento de las aguas residuales urbanas. Sin embargo, el número de vertidos a los cauces no disminuye. El total de vertidos líquidos contabilizados en Andalucía, en el año 2008, era de 4.428 (el 18,9 % del total contabilizados en España en el mismo año) (Figura 27), lo cual ocurre de forma especial en la cuenca Mediterránea Andaluza, que pasa de 252 vertidos en 1998 a 2.245 en 2008 (un aumento de casi un 900 %). Los vertidos industriales, por el contrario, han disminuido en un 78 % (de 3.386 en 1999 a 741 en 2008), aunque esta disminución solo afecta a la cuenca del Guadalquivir.

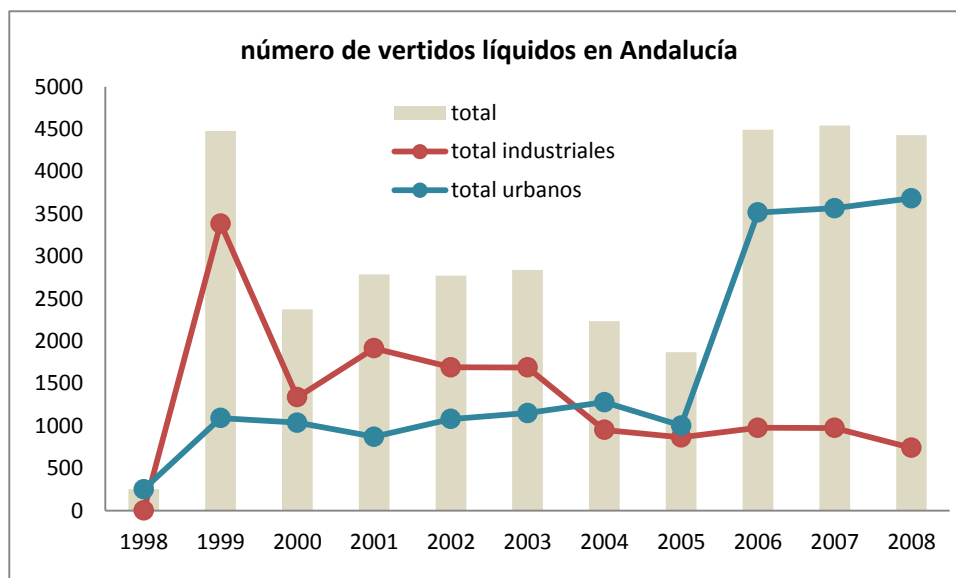


Figura 27. El número total de vertidos urbanos a los cauces andaluces ha aumentado de forma importante a partir del año 2005, pasando de 252 en el 1998 a 3.684 en 2008. Por el contrario los vertidos industriales han disminuido de forma significativa, pero solo en la cuenca del Guadalquivir, dado que han aumentado considerablemente tanto en la cuenca Mediterránea Andaluza como en la Atlántica (de 8 vertidos en el 2000 a 166 en 2008, en el primer caso y de 41 vertidos en 2006 a 59 en 2008, en el segundo) (datos extraídos del SIA-MARM).

Mantener la calidad del agua de los ríos andaluces es muy caro. Los gastos en inversión para la recogida y tratamiento de aguas residuales en Andalucía han aumentado en un 406 % entre 1996 y 2009 y las cuotas de saneamiento en un 284 %, aunque el volumen de agua tratado por las EDAR ha disminuido en los últimos años. En el año 2008 la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía invirtió en materia de agua más de 323 millones de €, más del 23 % de presupuesto total de la consejería, y la puesta en marcha de la Estrategia de Saneamiento y Depuración de Andalucía, cuyo objetivo es el correcto tratamiento de todas las aguas residuales para el año 2015, ha supuesto una inversión de 1.765 millones de € en el año 2010 (IMA-2010) (Figura 28).

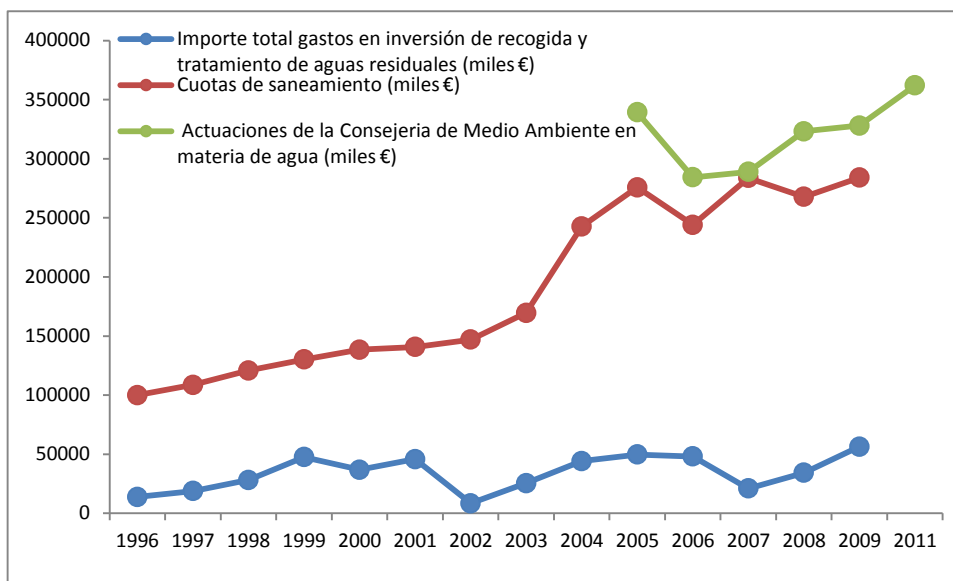


Figura 28. El mantenimiento de la calidad del agua de los ríos andaluces supone un alto coste económico tanto a las administraciones públicas como a los usuarios (datos extraídos de INE-2011, y Consejería de Hacienda y Administración Pública de Andalucía).

Las aguas subterráneas son las grandes perdedoras. Los acuíferos son las reservas estratégicas que, en periodos de sequía prolongada, como ocurre en buena parte de Andalucía, permiten mantener las actividades productivas consumidoras de agua. El 64 % y el 56 % del agua utilizada para agricultura en Almería y Huelva, respectivamente, procede de los acuíferos. De las 145 masas de aguas subterráneas identificadas según los criterios de la DMA, el 37,2% presentan problemas de sobreexplotación y el 55,9% de ellas tienen problemas de contaminación. En el 19 % de los puntos de control de la salinidad se superan los 250 mg/l de cloruros (fundamentalmente en los situados en la cuenca Mediterránea Andaluza) y más del 30% de los puntos de control para nitratos presentaron valores superiores a 50 mg/l en el año 2009. De hecho, tras las cuencas Internas de Cataluña, la cuenca Atlántica Andaluza y la del Guadalquivir alcanzaron en el año 2009 los valores más elevados de nitratos en el agua subterránea de toda España (OSE-2010).

5.2.4. Regulación morfosedimentaria

Andalucía es la segunda comunidad autónoma con mayores pérdidas anuales de suelo de España. Según datos del Inventario Nacional de Suelos (INES) la pérdida media anual de suelo en Andalucía es de 23,17 toneladas por hectárea (la segunda de España tras Cataluña), y la que presenta mayor superficie de riesgo de erosión hídrica en cárcavas y barrancos (1,76 % de la superficie regional). Según el estudio de Rodríguez, *et al.*, (2008), la desertización, es decir las pérdidas de suelo por actividades antrópicas, ha aumentado en Andalucía desde 1956 hasta 2003, debido a la intensificación de los usos del suelo que ha llevado a la sobreexplotación y degradación de las aguas subterráneas (la provincia más afectada es Almería, con más del 50 % de su superficie) y entre los años 2004 y 2008 el porcentaje de suelo erosionado por lluvias moderadas ha aumentado en 2,4 veces, mientras que el erosionado por lluvias de alta intensidad en 2,8 veces (Erosividad de la lluvia en Andalucía. Evolución provincial, 2004-2008). La tasa

de erosión del olivar, que ocupa unas 1.511.687 hectáreas (Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía-2008), se estima como media en 62 t/ha/año, aunque en pendientes altas (iguales o superiores al 15 %), puede llegar a 93 t/ha/año (Junta de Andalucía, 2003) (Imagen 15). Claramente se percibe como la capacidad reguladora morfosedimentaria de las cuencas hidrológicas andaluzas está muy mermada.



Imagen 15. Según datos de Vanwallegem et al. (2011), la tasa de pérdidas de suelo en parcelas de olivares cordobeses es dos órdenes de magnitud superior a las tasas de producción natural de suelo. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

Los embalses andaluces actúan como trampas de suelo, limitando su redistribución en las vegas fluviales. Los embalses, con una pérdida de capacidad media anual superior al 0,1 % presentan problemas de colmatación acusado. En la cuenca del Guadalquivir la pérdida anual de capacidad de 22 embalses estudiados es del 0,12 %, mientras que para la cuenca Mediterránea Andaluza (6 embalses), es del 0,11 % (Maestu et al., 2007). La degradación específica es una medida indirecta del proceso de erosión hídrica en las cuencas hidrológicas utilizando la batimetría de los embalses. Datos proporcionados por Avendaño & Cobo (1997), estiman que el proceso de colmatación en la cuenca Mediterránea Andaluza es casi el doble (degradación específica = 985 toneladas/km²/año) que en la cuenca del Guadalquivir (535 toneladas/km²/año). La acumulación de suelo en los embalses que conlleva la disminución del suelo fértil en las vegas fluviales o el retroceso de muchas playas, indica la pérdida de capacidad de regulación morfosedimentaria en las cuencas hidrológicas andaluzas.

El embalse de Cordobilla, un ejemplo de colmatación por uso inadecuado del territorio.

En el año 1952 se construyó el Embalse de Cordobilla en el río Genil por la Empresa Sevillana de Electricidad fundamentalmente para uso hidroeléctrico, aunque la cantidad de agua acumulada llevó a aumentar de forma extraordinaria la superficie del olivar en zonas de pendiente elevada (unas 22.000 hectáreas: Consejería de Medio Ambiente, 2010), lo que ha llevado a que hoy día se encuentre totalmente colmatado. Al margen de la inversión que se ha realizado para extraer las tierras acumuladas (669.817 euros *) y devolver la capacidad al embalse, su construcción ha llevado a la pérdida de muchos servicios que el río realizaba. Ha disminuido la capacidad para amortiguar las avenidas, la cantidad de agua que circula por el río Genil limitando su capacidad autodepuradora, la diversidad de hábitats para las especies que habitan el río y la vegetación ribereña que regulaba la entrada de nutrientes y disminuía los procesos de eutrofización. Un balance difícil de equilibrar.

(*)

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=7203e80a47071310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=3259b19c7acf2010VgnVCM1000001625e50aRCRD&lr=lang_es

5.2.5. Formación y fertilidad del suelo

El 5,49% de la superficie de Andalucía son fluvisoles (Mapa de suelos de Andalucía, E:1:400.000), los suelos más ricos y fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura de regadío, aunque solo un 12,34 % de la superficie agrícola actual de Andalucía (3.891.600 ha) se sitúa en ellos. Cada vez es mayor la superficie de estos suelos que está siendo artificializada por crecimiento de las ciudades, desarrollo de polígonos industriales, etc. En las cuencas del Guadalquivir y Mediterránea Andaluza el uso urbano en suelos ribereños de los ríos que atraviesan pueblos y ciudades y los ubicados en la periferia de las aglomeraciones urbanas donde se concentran infraestructuras diversas (polígonos industriales, servicios, etc), ocupan unas franjas de 867 km y 559 km, respectivamente, lo que supone el 6,2 % y 10,7% de la longitud total de riberas (Plan Director de Riberas de Andalucía, 2003).

El uso de los lodos de las EDAR para fertilizar los suelos agrícolas puede tener consecuencias no deseables. La cantidad de lodos producidos por las EDAR en Andalucía destinados al uso agrícola ha aumentado desde 13.920 toneladas de materia seca en el año 1997 a 85.498 toneladas en 2008, lo que supone un incremento de 6 veces el valor inicial (Figura 29). Estos lodos aplicados al suelo agrícola no solo aportan nutrientes y materia orgánica, en muchas ocasiones también aportan metales pesados, alterando la calidad del suelo y la de los productos agrícolas. Especial atención hay que prestar a los COP (Compuestos orgánicos persistentes) dado que según datos de Navalón & Valor (2008) más del 45 % persisten durante mucho tiempo en el suelo al que se aplican. Los COP, además de tóxicos son bioacumulables y tienen importantes efectos sobre la salud humana (<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/07/10/7279.php>).

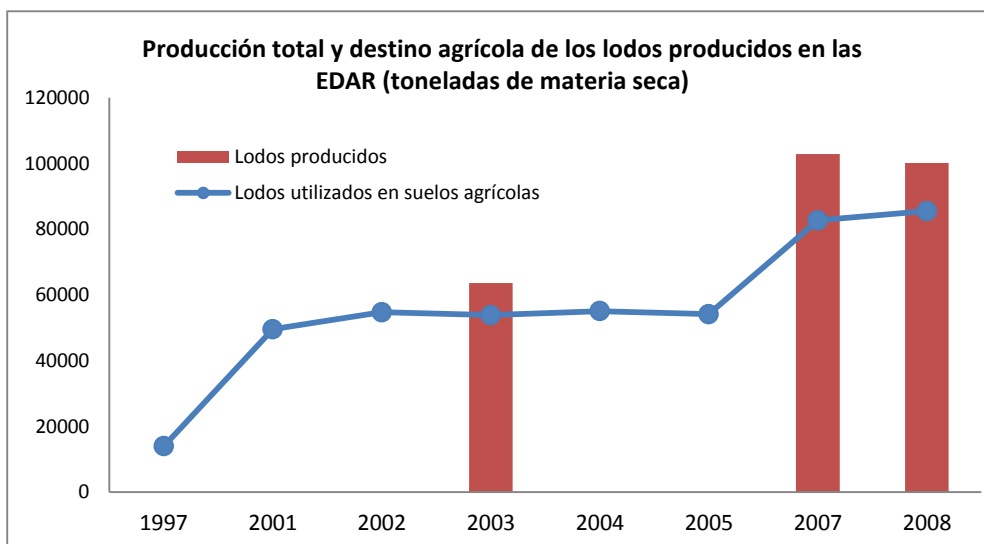


Figura 29. Más del 85 % del total de lodos producidos en las EDAR de Andalucía son aplicados a los suelos agrícolas, una buena estrategia de reciclaje, pero que puede tener consecuencias no deseables para la salud humana. (Datos extraídos de MMA, 2006 y Registro Nacional de Lodos http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia/pdf/RESLodos.pdf)

5.2.6. Regulación de las perturbaciones naturales

En los últimos 500 años hay datadas unas 694 avenidas en los ríos de Andalucía (Barrieros & Rodrigo, 2006; Cuevas, 2006). Las avenidas extraordinarias y catastróficas son un fenómeno hidrológico natural en las cuencas españolas, en general y en las andaluzas, en particular (Imagen 16), como lo demuestra la cantidad de eventos de este tipo datados desde tiempos históricos. En Andalucía están catalogados 1.099 puntos conflictivos y de riesgo de inundación según el grado de peligrosidad (*DECRETO 189/2002, de 2 de julio, por el que se aprueba el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces*. BOJA núm. 91 Sevilla, 3 de agosto 2002). El mayor número de puntos con riesgo grave y muy grave se presenta en Almería (92 puntos), seguido de Granada (89 puntos) y Málaga (73 puntos), es decir las provincias con mayor cantidad de kilómetros de costa urbanizada. En Granada muchas de las inundaciones son provocadas por el desbordamiento del río Genil. No en vano existía una ordenanza desde 1531 que obligaba a plantar árboles y arbustos en las riberas (álamos y mimbrres) para consolidar y mantener las márgenes frente a las inundaciones (González, 1995).



Imagen 16. Las avenidas de agua son fenómenos hidrológicos naturales que ocurren con bastante frecuencia en el ámbito mediterráneo, aunque sus efectos nocivos son potenciados por los modelos de uso del territorio. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

La frecuencia e intensidad de las avenidas de agua siempre están potenciadas por cambios en el uso del suelo. Las superficies impermeables impiden la retención de agua de escorrentía, de manera que el grado de artificialización del suelo es un indicador de la capacidad de amortiguación de las avenidas de agua. Desde el año 1956 hasta el 2007 se ha multiplicado por más de 5 la superficie artificial en Andalucía, lo que supone el 3,1 % de la superficie autonómica, aunque en la actualidad debe ser mas, dado el incremento de superficies urbanas difusas (que entre el año 1987 y 2000 aumentó en un 282%: <http://193.146.56.6/NR/rdonlyres/6B6B0D68-76E9-4456-B22E-D8DFB0E85E72/118/0701ANDALUCIA2.pdf>) y en que en el año 2008 suponían un total de 269.702 viviendas (Moliní & Salgado, 2010). Según el Informe del Observatorio de Sostenibilidad en España del año 2006, Andalucía es la comunidad autónoma con mayor superficie de suelo artificial y según la base de datos de cambios de CORINE Land Cover las variaciones en las tasas de artificialización más acusadas se dan en la cuenca Mediterránea Andaluza (381 ha/año en el periodo 1987-2000 y 1.923 ha/año en el 2000-2006), y en la del Guadalquivir (931 ha/año y 2.126 ha/año, respectivamente) (OSE-2010).

Los bosques de ribera bien conservados amortiguan los efectos catastróficos de las avenidas. Según el estudio del Plan Director de Riberas de Andalucía (2003), el 31 % de las riberas andaluzas (7.413 km) se encuentran en estado malo o pésimo y solo el 17 % (4.119 km) se encuentra en estado natural (Figura 30). Sin embargo, las soluciones dadas por la administración siempre son estructurales y casi nunca se contempla la restauración de las condiciones naturales de los ríos y riberas. Según Cuevas (2006), las soluciones dadas hasta la actualidad consisten en: limpieza de cauces, ejecución de obras, estudio de alternativas, evaluación del nivel de riesgo, etc, obviando otras como: criterios de integración urbanística y ambiental y de compatibilidad de usos del suelo; riesgos por inundación en ramblas y cauces de menor entidad; actuaciones de carácter preventivo y coordinación entre las Administraciones.

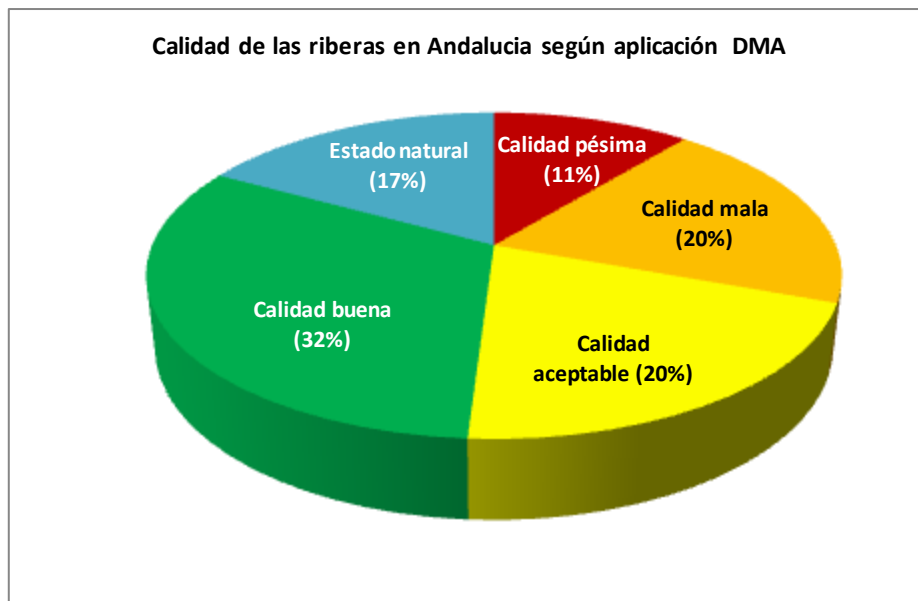


Figura 30. Para valorar el estado de conservación de las riberas se utiliza el índice QBR que evalúa aspectos estructurales de la vegetación riparia, hábitats, grado de naturalidad y el grado de conservación de las riberas. Su valor oscila entre 0 y 100 (Munné et al., 2003). Más del 30 % de las riberas en Andalucía se encuentran en mal estado de conservación.

A pesar de los esfuerzos económicos de las administraciones públicas las avenidas se cobran vidas humanas. Las inundaciones de 1996 provocaron 4 víctimas mortales (<http://www.adurcal.com/mancomunidad/guia/riesgosn/inun.htm>) y según datos del MARM (Perfil ambiental de España 2009), entre 1990 y 2009 en Andalucía hubo 61 víctimas mortales con motivo de las inundaciones. Según datos proporcionados por las estadísticas del Consorcio de Compensación de Seguros, entre los años 2000 y 2009 el total de indemnizaciones por víctimas humanas fue de 1.175.673 €.

La pérdida del servicio de regulación de amortiguación de las perturbaciones naturales está costando mucho dinero público y privado. Entre los años 2007 y 2010, la inversión pública del MARM en obras de emergencia para paliar los efectos de las inundaciones en Andalucía fue de 18 millones de € y entre 2004 y 2008 invirtió 110,273 millones de € para minimizar los efectos de las sequías (Figura 31). Hasta diciembre de 2010, la Administración andaluza ha invertido 342 millones € para la ejecución del Plan de Prevención contra Avenidas e Inundaciones (PCAI) (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vnextoid=326ae8a67dc2d210VgnVCM2000000624e50aRCRD&vnextchannel=c4aeb19c7acf2010VgnVCM1000001625e50aRCRD>) y la Agencia Andaluza del Agua entre 2004 y 2008 invirtió un total de 77,6 millones de € para paliar los efectos de las sequías (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vnextoid=399f5f7b74c46210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vnextchannel=733b0a41fc795210VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es).

Los datos proporcionados por las estadísticas del Consorcio de Compensación de Seguros (http://www.conorseguros.es/web/guest/ad_re_ere) incluyen la totalidad de siniestros compensados, pero dado que el 74,5 % se debe a las pérdidas por inundaciones, los datos son bastante representativos de las indemnizaciones por este siniestro. Desde el año 1992 hasta el 2009 el total de indemnizaciones por pérdida de bienes fue de 462.767.391 € (Figura 31).

Las inundaciones del año 1996 en Andalucía produjeron pérdidas económicas superiores a 420 millones de € (<http://www.adurcal.com/mancomunidad/guia/riesgosn/inun.htm>) y según el

Instituto Geológico y Minero de España (2003), las pérdidas ocasionadas por las inundaciones en Granada entre los años 1987-2002 se evaluaron en 230 millones de €. La sequía acaecida entre 1991-1995 en Almería supusieron unas pérdidas de 35.670.068 € y de 907.733 jornales (Martínez-Cachá, 2004).

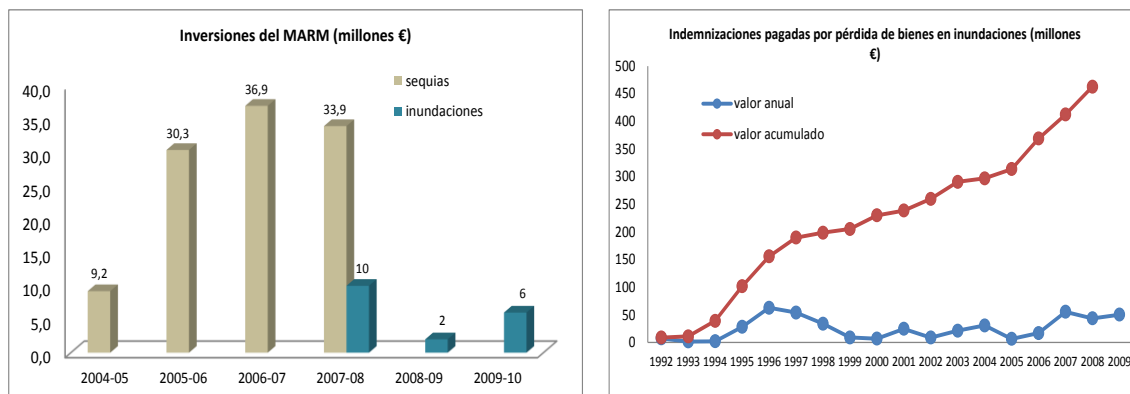


Figura 31. Entre los años 2007 a 2010, la inversión pública del MARM en obras de emergencia para paliar los efectos de las inundaciones en Andalucía fue de 18 millones de € y entre 2004 y 2008, invirtió más de 110 millones de € para paliar los efectos de las sequías (http://www.mma.es/portal/secciones/aguas_continent_zonas_asoc/ons/mapa_informe_ons/informes_cuenca.htm). Entre los años 1992 y 2009 el total de indemnizaciones por pérdida de bienes fue de 462.767.391 € (http://www.consorseguros.es/web/guest/ad_re_ere). Hay una relación directa entre los picos observados en la gráfica y las grandes inundaciones de los años 1996 y 2007.

5.2.7. Control biológico

Los ríos y riberas andaluces son especialmente sensibles a las especies introducidas e invasoras. Según los datos disponibles el número total de especies introducidas en los ríos y riberas andaluces es de 51: 23 especies de plantas acuáticas y de ribera (Muñoz, 2004-2006; Dana, 2004-2006), 11 especies de invertebrados (Aguirre, 2004-2006, Green et al., 2004-2006, González-Ortegón et al., 2004-2006, Ferrero & Algarín, 2004-2006, Doadrio & Aldeguer, 2007), 13 especies de peces (Fernández-Delgado, 2004-2006, Prenda et al. 2004-2006 a y b, Boletín Informativo sobre Geodiversidad y Biodiversidad en Andalucía, Sep.-2009) y 4 de reptiles (Díaz-Paniagua *et al.*, 2004-2006). Entre las especies de invertebrados acuáticos se incluyen varias especialmente invasoras: el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), la almeja asiática (*Corbicula fluminea*), y el caracol del cieno de Nueva Zelanda (*Potamopyrgus antipodarum*). Entre los crustáceos hay que destacar al cangrejo señal (*Pacifastacus leniusculus*), y el cangrejo chino de mitones (*Eriocheir sinensis*) y especialmente al cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) por su gran impacto sobre la fauna y flora acuática. Entre los vertebrados 4 especies de reptiles han sido detectadas recientemente: el galápagos de Florida (*Trachemys scripta elegans*), el galápagos de orejas amarillas (*Trachemys scripta scripta*), la tortuga mapa (*Graptemys kohni*) y la tortuga de río (*Pseudemys nelsoni*).

Los peces continentales son los que presentan mayor número de especies invasoras que suponen el 46,15 % del total de peces de la cuenca Mediterránea Andaluza y el 40,63 % de las especies del Guadalquivir (Figura 32). Una forma de valorar el impacto de la introducción de peces invasores es calculando el coeficiente de integridad zoogeográfica (Bianco, 1990) que relaciona el número de especies autóctonas con el número total de especies. Tanto para la cuenca del Guadalquivir como para la Mediterránea Andaluza, este índice ha disminuido entre 1995 y 2007 (Doadrio & Aldeguer, 2007) lo cual indica que cada vez hay mayor cantidad de especies

introducidas. En la cuenca del Guadalquivir es donde más ha aumentado el número de especies exóticas, precisamente la cuenca que alberga la mayor proporción de endemismos de España.

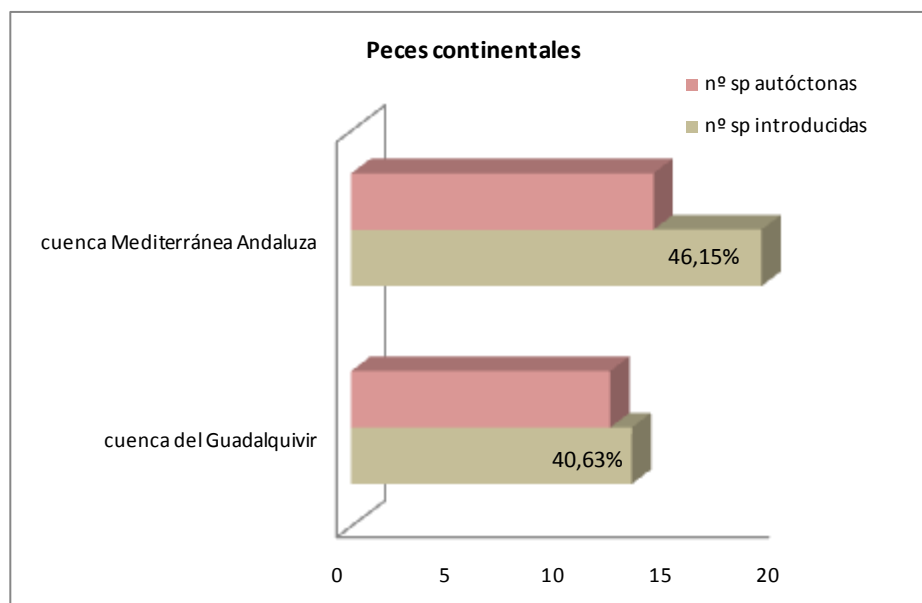


Figura 32. En la cuenca del Guadalquivir están catalogadas 13 especies de peces invasoras y 12 en la Mediterránea Andaluza. Las vías de introducción de estas especies es variada: para abastecer la pesca deportiva, para control de plagas, suelta de animales ornamentales que se han reproducido en cautividad, etc. Todas ellas tienen consecuencias importantes, e incluso dramáticas, sobre las especies nativas, alterando sus ciclos de vida y provocando, en muchos casos, su desaparición (Vilá *et al.*, 2008).

El Programa Andaluz para el Control de Especies Exóticas Invasoras una iniciativa loable para el control o erradicación de las especies exóticas. En el año 2005 se puso en marcha el Programa Andaluz para el Control de Especies Exóticas Invasoras, uno de cuyos objetivos es actuar directamente para erradicar las especies exóticas más invasoras. En total, se está trabajando con 46 especies de flora y 12 especies de fauna, de las cuales 2 son plantas asociadas a las riberas (*Gomphocarpus fruticosus* y *Tradescantia fluminensis*), un macrófito flotante, la lechuga de agua (*Pistia stratioides*) y 16 especies de animales: cuatro invertebrados (cangrejo rojo americano, cangrejo chino, cangrejo señal y el mejillón cebra) (Imagen 17), 7 peces (carpa, gambusia, pez rojo, siluro, black-bass, perca sol y chanchito), un anfibio (rana toro) y 4 reptiles (galápagos y tortugas exóticas). El Plan cuenta con un presupuesto inicial de 2 millones de €. En el año 2009 la Consejería de Medio Ambiente invirtió 1,5 millones de euros y generaron un total de 1.328 jornales (<http://www.agroinformacion.com/noticias/32/medio-ambiente/24422/control-de-especies-exoticas-invasoras-en-andalucia.aspx>).



Imagen 17. El cangrejo rojo americano es una de las especies incluidas en el Programa Andaluz para el Control de Especies Exóticas Invasoras. Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

5.2.8. Polinización

Muchas especies de mariposas son polinizadoras de plantas terrestres y acuáticas (Gómez, 2002), pero muchas de ellas están amenazadas (Figura 33). Las plantas cercanas al agua (ríos, charcas, humedales, fuentes, etc) son polinizadas preferentemente por mariposas (Herrera, 1997), de manera que juegan un papel fundamental en la producción de semillas y frutos consumidos por otros organismos, además de contribuir a la dispersión de muchas especies de flora. Se tienen datos de la polinización por mariposas de especies ripícolas como las loniceras (madreselvas) y acuáticas como los nenúfares. Según datos de la Red de Seguimiento Andaluz de las Mariposas (RSAM: <http://www.plebejus.org/index.html>), en Andalucía están catalogados un total de 146 especies, y de las 30 analizadas en el libro rojo de invertebrados de Andalucía, 16 de ellas (53 %) se encuentran amenazadas.

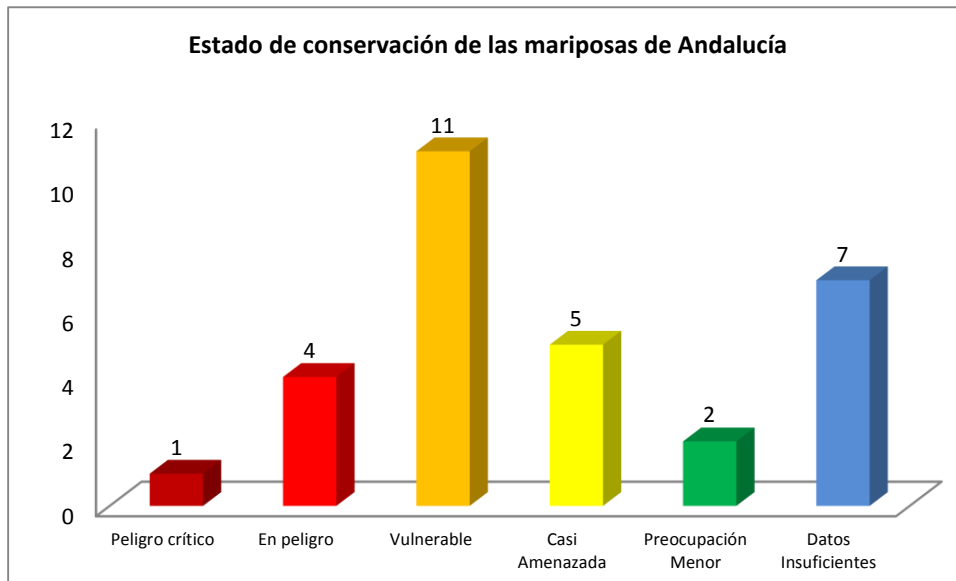


Figura 33. Según el libro rojo de invertebrados de Andalucía (Varios Autores. 2008), el 53 % de las especies de mariposas analizadas se encuentran amenazadas (en estado crítico: 1; en peligro: 4, y vulnerables: 11 especies).

5.3. Servicios culturales

5.3.1. Conocimiento científico

Cada vez es mayor el conocimiento científico sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos andaluces. El número de publicaciones, documentos científicos, tesis doctorales, congresos, etc, ha aumentado significativamente en Andalucía sobre todo en los últimos 10 años (Figura 34). En el año 2010 el número de citas generadas por el buscador *google* con las palabras clave: “ecosystem services” y “Andalucía” fue de 351, frente a las 2 encontradas para el año 1992. De igual manera, las inversiones en I+D se han multiplicado por 3 entre los años 2000 y 2009, así como el personal dedicado a I+D (un incremento del 184 % entre los mismos años). Este aumento en el conocimiento científico ha servido, por ejemplo, para elaborar la estrategia andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad (2010) (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=317fcbd8545ef210VgnVCM200000624e50aRCRD&vgnnextchannel=c9ec9e6986650210VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es) o poner en marcha actuaciones tan innovadoras como el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=e21a3890d0c49110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=254c5f1fe90bc110VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es).

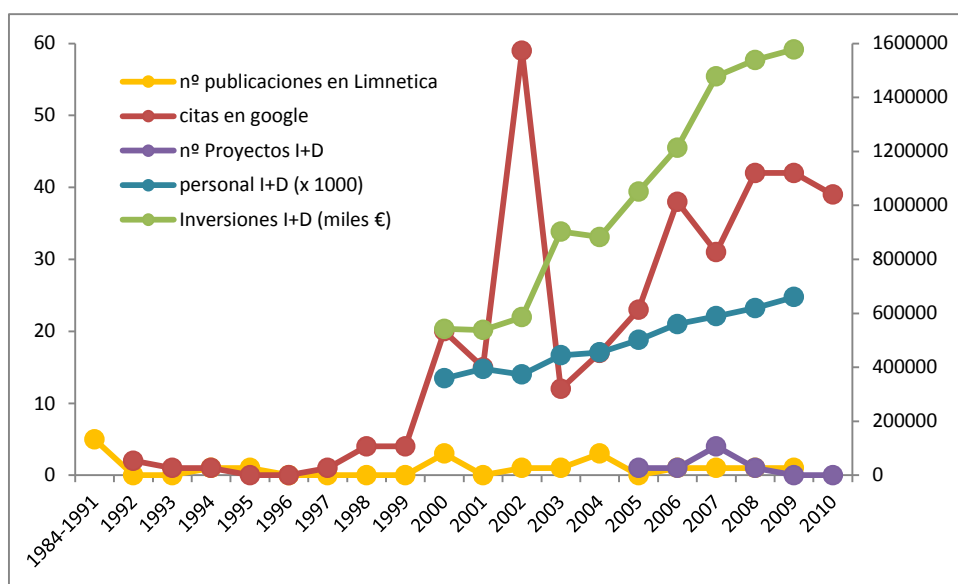


Figura 34. El aumento del conocimiento científico sobre la estructura, funcionamiento y dinámica de los ríos y riberas andaluces ha servido para proponer estrategias de gestión y conservación de la biodiversidad (datos extraídos de la Asociación Ibérica de Limnología: <http://www.limnetica.com/listado.html>, buscador *google*, y bases de datos del INE-2011).

El incremento del conocimiento científico no siempre es útil para gestionar mejor los ecosistemas acuáticos, en parte debido a los intereses y objetivos de los investigadores y en buena parte también a las prioridades de la administración que financian líneas de investigación aplicadas. Tal es el caso de la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua (DMA) cuya aplicación ha requerido un notable esfuerzo de los investigadores, lo cual se ha traducido en un buen número de publicaciones que, hoy día inundan todas las revistas científicas europeas. Es necesario ampliar el campo de investigación dentro del marco de la ecología, priorizando el análisis de las interacciones hombre-naturaleza. El mejor conocimiento de las estrechas

relaciones que existen entre los ríos y sus cuencas hidrológicas y la investigación en técnicas innovadoras que contribuyan al uso más sostenible de los servicios que nos proporcionan, serían deseables como líneas de investigación futuras a potenciar.

5.3.2. Conocimiento ecológico local

A pesar de los esfuerzos de la administración andaluza por recuperarlo se está perdiendo el extraordinario legado que el saber popular sobre el uso y disfrute de muchos servicios proporcionaban los ríos y riberas. Los sistemas hidráulicos constituyen una de las manifestaciones más importante de la capacidad del hombre para aprovechar el agua y/o su energía en las distintas fases del ciclo hidrológico (Tabla 5). Los **aljibes**, acumulaban agua de lluvia o la extraída de los acuíferos para abastecimiento humano, los **pozos, lumbreras, galerías, etc**, el agua extraída de los acuíferos con **norias de sangre, molinos de viento o arietes hidráulicos. Batanes, molinos y norias** usaban la fuerza del agua para moler, o subir el agua a cotas donde aumentar la superficie regable. Se trata de un rico catálogo arquitectónico que, solo recientemente, está recibiendo la atención necesaria para su conservación (Imagen 18). Según las conclusiones del VII Congreso Internacional de Molinología, celebrado en Zamora en marzo de 2010, Andalucía es la comunidad autónoma que conserva un mayor número de molinos tradicionales. En Sevilla, según el *Diccionario Geográfico de Andalucía* de Tomás López (1764-1800), existían un total de 102 molinos harineros, cifra que aumenta hasta 236 según el *Diccionario Geográfico, Histórico y Estadístico* de Pascual Madoz (1845-1850), de los que, en el año 1990, quedaban tan solo 81 (http://club.telepolis.com/nachoben/TrydacnaTelepolis/arquitectura_rural/molinos_harineros.htm).

Tabla 5. Los artilugios y sistemas hidráulicos constituyen, además de un rico catálogo arquitectónico, un modelo del uso sostenible del agua y su energía, acoplado al ciclo hidrológico. (Datos extraídos de Bestué & González, 2006).

Artifugio hidráulico	tipo	Artifugio hidráulico	tipo
presas	presas	obras subterráneas	pozos
	azudes		lumbreras
	saltos hidráulicos		galería
canales	partidores	Elevación agua	chimeneas
	desarenadores		noria fluvial
	acueductos		azudas
	sifones		rota de pisar
depósitos de agua	arquetas y cauchiles	Industria	tornillos arquimedes
	aljibes		norias sangre
	cisternas		bombas vapor
	embalses		molinos viento
fuentes	salinas	navegación fluvial	arietes hidráulicos
	pilares		molinos
	lavaderos		batanes
	abrevaderos		almazaras
baños	mataderos	molinos papel	trapiches de caña
	termas		fábricas textiles
	baños árabes		fabricas luz
	balnearios		altos hornos
regadíos	piscinas	almacenes fluviales	compuertas
	paisajes irrigados		muelles ribera
	estanques		atrazanas fluviales
	albercas		



Imagen 18. Molinos, norias y otros muchos artilugios hidráulicos constituyen un rico catálogo que Andalucía posee como testimonio histórico del uso sostenible de algunos de los servicios que los ríos proporcionan al hombre. Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

Muchos oficios del agua están directamente relacionados con los servicios de abastecimiento que proporcionan ríos y riberas, la mayoría han desaparecido, pero aún perviven algunos en Andalucía. Los oficios desaparecidos dependían directamente de los servicios de abastecimiento que ríos y riberas proporcionaban, por ejemplo energía, agua dulce, alimentación (peces), materias primas de origen mineral (arena), materias primas de origen biológico (plantas), etc. (Tabla 6). Hoy día, sin embargo, solo se utiliza el servicio de abastecimiento de materias primas de origen biológico para mantener distintos oficios que se recogen en el Repertorio de Oficios Artesanos de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Orden de 31 de enero de 2008, por la que se determinan las fases del proceso productivo, los útiles y materiales, empleados y los productos resultantes de cada uno de los oficios artesanos del Repertorio, aprobado por el Decreto 4/2008, de 8 de enero).

Tabla 6. Los oficios del agua hoy desaparecidos, constituyen la manifestación más oriunda de los modos en que el hombre aprovechaba de forma sostenible los servicios que generaban los ríos y las riberas. Actualmente son muy pocos los servicios utilizados de forma artesanal en Andalucía. (1 = Fernández (1995), 2 = Araque Jiménez (2007), 3 = [WWW.BOLANOSDECALATRAVA.ES](http://www.oficiostradicionales.net/es/urbanos/lavanderas/lavanderas.asp), 4 = <http://www.oficiostradicionales.net/es/urbanos/lavanderas/lavanderas.asp>, 6 = <http://www.hoy.es/20080504/plasencia/muestra-oficios-agua-rescata-20080504.html>, 7 = <http://zaragozame.com/2008/09/05/el-agua-en-las-leyendas-y-tradiciones-de-aragon/> y Orden de 31 de enero de 2008, por la que se determinan las fases del proceso productivo, los útiles y materiales, empleados y los productos resultantes de cada uno de los oficios artesanos del Repertorio, aprobado por el Decreto 4/2008, de 8 de enero).

Oficios desaparecidos	descripción	referencia	Repertorio oficial de oficios artesanos. Junta de Andalucía	material usado
aguadores	recogían agua y la distribuían entre la población urbana	1	cestero	junco, sauce, mimbre, zarza
areneros	recogían arena de los bancos depositados por las crecidas de los ríos	1, 6	constructor de instrumentos musicales de arco, teclado y cuerda pulsada (Luthier)	sauce
barqueros	transportaban personas, animales y enseres en barcas de madera de fondo plano	7	ebanista	chopo, fresno, olmo
cañeros	encargado de la conservación y buen estado de la cañería que abastecía de agua la ciudad	6	albadero	álamo
esportilleros	transportaban en sus pollinos a mujeres de una orilla del río a la otra	1	aladrero	álamo, chopo
piñeros	arrastraban los troncos cortados al río para su transporte	2	elaborador de flores secas	siemprevivas, arena
hojalatero	fabricaban cangilones de chapa y mallas de hierro para sacar agua de los pozos	3	jaulero	caña, mimbre
lavanderas	lavaban, soleaban y secaban la ropa	1, 4, 6	elaborador de muebles de fibra vegetal	caña, junco, mimbre
molineros	molían distintos materiales en molinos de agua	6	sillero	enea
pescaderos de red	Vivían todo el año de la pesca del río	6	organero	caña, chopo
poceros	hacían pozos en la tierra hasta encontrar agua	3	pirotécnico	caña
recolectores de hierbas de riberas	recolectaban juncos y otras plantas	1	tonelero	enea

Muchas plantas de ríos y riberas eran utilizadas por las poblaciones rurales por su valor culinario, terapéutico, como materiales de construcción o para actividades lúdicas (Tabla 7). Los brotes frescos de varias plantas se usaban, y aun se usan, en ensaladas y los frutos, más elaborados, en mermeladas y aguardientes. Como alimento muy codiciado actualmente se usan las setas que crecen en tocones del almez, chopos, olmos y sauces, como la seta de mermezo o seta de chopo (*Agrocybe aegerita*) y la seta de olmo (*Pleurotus ostreatus*). También se usaban en construcción, fundamentalmente vigas para viviendas, para elaborar aperos y utensilios caseros, agrícolas y ganaderos, o para la caza y la pesca y en cestería. Esta es la actividad que más auge tiene en la actualidad, mientras que las anteriores están siendo sustituidas por nuevos materiales en la construcción y en la fabricación de herramientas. Pero las plantas de ríos y riberas también han tenido su uso lúdico, como en ornamentación, para producir tintes, etc. Uno de los más interesantes, hoy día en desuso, consistía en repoblar los caballones y malecones de tierra que se construían a ambos lados de los cauces de los ríos que frecuentemente sufrían

avenidas, con almece, álamos, chopos y mimbres para asegurar su estabilidad. Este plantío estaba regulado por ordenanzas como las que ordenaban estas plantaciones en el Río Genil desde 1531 (González, 1995).

Tabla7. Las plantas de ríos y riberas eran utilizadas para varios fines, desde gastronómicos a lúdicos. Los problemas de contaminación orgánica y la disminución de caudales en los ríos han hecho aumentar los tramos de aguas más lentas en las que se acumula materia orgánica favoreciendo el desarrollo de organismos, como los moluscos del género *Lymnaea*, que transmiten la duela del hígado (*Fasciola hepática*) (Rivera et al., 2006). (1=Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía (2005), 2=Fajardo et al., (2000), 3= Orden de 31 de enero de 2008, por la que se determinan las fases del proceso productivo, los útiles y materiales, empleados y los productos resultantes de cada uno de los oficios artesanos del Repertorio, aprobado por el Decreto 4/2008, de 8 de enero, 4=Fernández (1995), 5=Verde et al. (1998), 6=González (1995), 7=Andreu et al. (2001).

nombre vulgar	nombre científico	USO	referencia
Gastronomía			
almez	<i>Celtis australis</i>	Se consumen los frutos. Se hace licor macerándolos en anís dulce	1,3
apio (berra)	<i>Apium nodiflorum</i>	ensaladas	3
berro	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	ensalada, sopas, las semillas se usan para elaborar mostazas	2, 3, 5
caña	<i>Arundo donax</i>	Endurecedor de aceitunas. En la elaboración de las hojuelas, dulce tradicional de Semana Santa	2
escaramujo	<i>Rosa sp.</i>	Se consumen los brotes tiernos crudos. Los frutos en mermelada o licores	3
menta	<i>Mentha sp.</i>	andrajos, caracoles, guisados y postres	2
zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	ensaladas, mermeladas, aguardientes	2,3, 5
Construcción, cestería, herramientas			
almez	<i>Celtis australis</i>	Fabricación de muebles, remos, horcas, bastones, mangos de herramientas, tambores y banquetas (Baena).	1
álamo	<i>Populus nigra</i>	Construcción, albardas, aperos de labranza	2,3, 5
anea	<i>Typha sp.</i>	escobas finas, sillas	3,5
caña	<i>Arundo donax</i>	Tejados, tabiques, vallados y sombreados. Cestos. Esteras. Celosías, Soporte de escobas, Jaulas. muebles	2,3, 5
carrizo	<i>Phragmites australis</i>	coberturas de tejados	5
chopo	<i>Populus sp</i>	Construcción. Varas para el ganado, aperos de labranza	2,3,5
fresno	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Construcción y muebles. Aperos agrícolas	2, 5
junco	<i>Scirpus holoschoenus</i>	Cortinas, corozas. muebles	2,3
mimbres	<i>Salix sp.</i>	cestos y canastas (canastos triperos, paneras), jaulas, muebles	2,3, 5
olmo	<i>Ulmus minor</i>	Vigas, Herramientas: tajones (tacos de partir carne). Aperos agrícolas	2, 5
zarza	<i>Rubus ulmifolius</i>	Cestos de colmo	3
Otras actividades productivas y lúdicas			
álamo	<i>Populus nigra</i>	gambuyeras (ramas pequeñas que se usaban como leña). corteza del álamo como alimento del ganado	6
almez	<i>Celtis australis</i>	Se usaba para fabricar juguetes infantiles (tirachinas), asegurar riberas para evitar el desbordamiento de los ríos, como alimento del ganado	1
anea	<i>Typha sp.</i>	Confección de cohetes para fuegos artificiales. Ornamentales	7, 2
baladre	<i>Nerium oleander</i>	con las cenizas se fabrica lejía	2, 5
caña	<i>Arundo donax</i>	Junto con estacas y alambres se construían caballones para evitar desbordamientos del río. Caza; soporte para la liga. Cañas de pescar. Elaboración de pipas para fumar. Construcción de cohetes.	2,3,6
junco	<i>Scirpus holoschoenus</i>	Ensartar churros y porras . Pesca (trasmallas para truchas). Pesca de cangrejos. Caza: soporte de liga	2, 4, 5
mimbre	<i>Salix sp.</i>	asegurar riberas para evitar el desbordamiento de los ríos, filtros verdes	1,6
zarzas	<i>Rubus ulmifolius</i>	Tintes negro y morado. Cebos para pescar barbos: frutos. Las hojas son fumables.	2, 5

Los estudios etnobotánicos actuales nos permiten recuperar parte del saber ecológico local sobre la utilización de plantas y animales, por sus propiedades curativas (Imagen 19). Los trabajos de Benítez *et al.* (2010) en la provincia de Granada han permitido conocer la cantidad y variedad de plantas acuáticas y de ribera que son utilizadas, aun hoy día, como medicina natural. Del total de 229 especies catalogadas por estos autores, 21 se encuentran en ríos y riberas (9,2 %) y cubren prácticamente la totalidad de dolencias (Tabla 8).

Tabla 8. El uso de las plantas de ríos y riberas como medicina natural por las poblaciones rurales, constituye una de las más ricas y variadas herencias de nuestros antepasados, adquiridas a través de su experiencia con el medio natural.

Nombre científico	uso medicinal
<i>Adiantum capillus-veneris</i>	abortiva
<i>Apium graveolens</i>	depurador digestivo; gastralgia, estreñimiento, desordenes digestivos, Obesidad
<i>Apium nodiflorum</i>	eczemas
<i>Dittrichia viscosa</i>	Contusiones; fracturas, callosidades y durezas en la piel, heridas, problemas respiratorios
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Eczemas; calvicie
<i>Equisetum ramosissimum</i>	Piedras de riñón, hipertensión, depresiones; enfermedades hepáticas; mal funcionamiento renal; gastralgia, venas varicosas, hipercolesterolemia, Infecciones urinarias, anemia, heridas, luxaciones, inflamaciones, hemorroides
<i>Equisetum telmateia</i>	piedras de riñón, depresiones, hipertensión, infecciones urinarias, herpes, diurético, prostatismo
<i>Hedera helix</i>	verrugas
<i>Mentha pulegium</i>	Desorden digestivos; gastralgia, dismenorrea; problemas circulatorios; tos; piedras de riñón; hiperglucemia, Helmintiasis, Abortivo, infecciones postparto
<i>Mentha spicata</i>	Helmintiasis, desorden digestivo; cefaleas, afrodisiaco
<i>Mentha suaveolens</i>	Herpes, erisipela
<i>Mentha x piperita</i>	Cefaleas, afrodisiaco
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Gastralgia, piedras de riñón, reumatismo
<i>Cynodon dactylon</i>	lumbago, alteraciones de la presión arterial, piedras de riñón, infección urinaria, albuminuria, reumatismo, verrugas, malformaciones renales
<i>Rosa canina</i>	Diarrea; malformaciones renales, problemas circulatorios, diurético, gota, astenia, insomnio, infecciones en los ojos, verrugas
<i>Rosa sp.</i>	insomnio, infecciones en los ojos
<i>Salix alba</i>	hernias
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	odontología, tos, verrugas, fiebre
<i>Typha dominguensis</i>	calvicie
<i>Celtis australis</i>	Hipercolesterolemia
<i>Spirogyra sp.</i>	Gastralgia



Imagen 19. Muchas plantas de ríos y riberas son aun utilizadas por sus propiedades terapéuticas como medicinas naturales, aunque las industrias farmacéutica y de cosméticos están seleccionado solo unas pocas de las muchas que son utilizadas por las poblaciones rurales. Foto: M^a Rosario Vidal-Abarca.

5.3.3. Identidad cultural y sentido de pertenencia

Las poblaciones más rurales andaluzas conservan en su memoria un rico elenco del uso de muchos servicios que proporcionan los ríos y las riberas, un legado cultural que constituye el sello de identidad de pequeñas poblaciones rurales y que de no ser conservado se perderá por el envejecimiento general de la población andaluza rural. En el año 2010, el 15 % de dicha población era mayor de 65 años (16,9 % en España).

Prácticamente cada actividad relacionada con los servicios que proporcionan ríos y riberas, ha generado una riqueza lingüística en forma de vocablos, dichos o refranes que difícilmente se puede recoger de forma sintética. Esta extraordinaria diversidad cultural muchas veces es transmitida de forma oral, una herencia que, de no prestarle atención, se irá perdiendo irremediabilmente. En la Tabla 9 se recogen algunos vocablos andaluces relativos al ciclo del agua, usos, tipo de ecosistemas acuáticos y plantas y animales de ríos y riberas que ha generado el saber popular.

Tabla 9. Muchos vocablos relativos al uso, disfrute y observación de los ríos y riberas han sido generados por los andaluces a lo largo de la historia, una herencia cultural que se está perdiendo. (Datos extraídos de: <http://es.wiktionary.org/wiki/Wikcionario:Andalucismos>, <http://www.eloihr.net/andaluz/index.php?page=main>, <http://huelvayork.com/diccionario/animales>, <http://www.cabradelsantocriso.com/curiosidades/vocabulariopopular.htm>, <http://www.portalarjoneiro.com/lexico.htm>)

VOCABLOS ANDALUCES			
relativos al ciclo del agua		relativo a plantas y animales de ríos y riberas	
nevascada	Nevada	arcazón	Mimbre
aguarrón	Chaparrón	almecino	Almez, árbol celtídeo
harinear	Llover con gotas muy menudas	liaza	Mimbres para hacer toneles
chispeneá	chispear, lloviznar	bayunco	Espadaña, planta tifácea.
Escampiar	(escampar), dejar de llover	sisca	Carrizo
Oscurana	Nubarrón negro	tiro	Salamandra, Gallipato
Nublo	Nube	helicóptero/torero/torerito /aceitero/bailarín/guardalbercas	Libélula
Riá	Riada	pipita	Lavandera blanca
Rusíá	Rocío	Cabezón	renacuajo
relativos a tipos de ecosistemas acuáticos			
sarteneja	Depresión que queda en el terreno al secarse una marisma. Grieta que se forma al researse la tierra arcillosa. Huellas del ganado en el lodo.		
roza	Arroyo de corto caudal de agua en la ladera de un monte		
cañadón	cañada honda		
Gabán	Piedra de río. Canto rodado.		
relativos al uso del agua en agricultura			
sorregar	Regar varias veces un terreno duro		
Zúa	Azud o presa que retiene las aguas		
alquezar	Corte que se hace en las aguas de un río para utilizarlas en el riego.		
atarjea	Canal pequeño de mampostería, a nivel del suelo o sobre arcos, que sirve para conducir agua.		
azacaya	Ramal o conducto de aguas.		
cieca	Acequia		
marmotera	Broza arrastrada por el agua de las acequias		
tragante	Cauce por donde entra en las presas del molino la mayor parte del río.		
zumen	Tiempo de riego equivalente a siete minutos y medio.		
Atajaero	Para direccionar el agua de la acequia.		

El refranero español recopila dichos, aforismos y adagios que ha generado con el tiempo el saber popular. La siguiente tabla recoge los 28 refranes andaluces antiguos, de los cien más populares, seleccionados por Rodríguez Marín en 1894 sobre el agua en general, que incluye referencias a las distintas fases del ciclo del agua (lluvia, nieve, inundaciones, etc).

refrán	interpretación
<i>Agua en Agosto, asafran, mier y mosto</i>	
<i>Agua por san Juan (24 Junio) quita bino y no da pan</i>	
<i>Agua por san Mateo (21 Setiembre), puercos, bendimias y gordos borregos</i>	
<i>Año de trigo, ni han de correr arroyos, ni moler molinos</i>	Indica que las grandes lluvias no son necesarias para la buena cosecha de este cereal.
<i>Baca esoyá (desollada) ar Lebante, agua al istante.</i>	<i>La baca esoyá</i> llaman los campesinos de Osuna a una nube en forma de faja colorada.
<i>Cuando asoma la nube d' Arcala, el agua no fartará</i>	De esta nube sólo sé que aparece sobre la sierra de Estepa, conforme se mira desde Osuna
<i>Cuando con solano yuebe, las piedras muebe.</i>	Por la violencia del agua.
<i>Cuando er serrojyo canta, agua yeba en la garganta.</i>	Presagia lluvia. Lllaman <i>cerrojillo</i> , y también <i>jerrerito</i> , al <i>herreruelo</i> ;
<i>Cuando er sor se pone cubierto en jueves, a los tres días yuebe</i>	
<i>Cuando Marso mayea, Mayo marsea.</i>	Cuando en Marzo hace el tiempo propio de Mayo, este mes toma la revancha, y venta, llueve y graniza, como si fuera en Marzo.
<i>Cuando truena la Cuba e Rota, el agua biene que trota.</i>	La Cuba de Rota es una gran caverna a orillas del Atlántico y cercana a Rota (Cádiz). Los golpes de mar, entrando en ella con impetuosa furia, producen un grande ruido que se oye distintamente en Osuna.
<i>El agua d' Enero yega al ataero</i>	Quiere decir que sus beneficios se hacen sentir hasta el amarrar de las gavillas.
<i>En Abri aguas mi (mil)</i>	
<i>Enero, frío y helaero; Febrero, berdero; Marso, pardo y Abri, yubioso, sacan á Mayo florido y hermoso</i>	
<i>Abri yubioso y Mayo bentoso, sacan el año robusto y hermoso</i>	
<i>Er mar año entra naando.</i>	suele empezar con grandes lluvias
<i>Febrero, sebaero.</i>	Porque las lluvias de este mes hacen mucho bien á las cebadas.
<i>Jormigas con alas, tierra mojada.</i>	
<i>La luna de Octubre siete lunas cubre.</i>	Créese que lloviendo durante la luna de Octubre, ha de llover en las siete siguientes
<i>La neblina del agua es madrina y der sor besina.</i>	
<i>Luna con serco, agua presto.</i>	
<i>Más bien quiero en mi trigo una boyá qu' en Marso una agua.</i>	Porque las lluvias de este mes son muy hierberas
<i>Pajariyos en banda, las tardes son de agua.</i>	
<i>Río, rey y religión tres malos besinos son.</i>	El río, por las avenidas; y el rey y la religión, por los antiguos privilegios legales y por su poderosa influencia.
<i>Sielo aborregao, suelo mojado.</i>	
<i>Borregas en er sielo, agua en er suelo</i>	
<i>Si la Gomera se toca, jaguádate, poca ropa!</i>	Se refiere a un cerro situado a dos leguas de Osuna. Cuando las nubes ocultan la cumbre es casi cierta la lluvia.
<i>Yueba pá mí Abri y Mayo y pá tí tó el año</i>	

Buena parte de la identidad cultural y sentido de pertenencia de la población andaluza está ligada a tradiciones y fiestas en las que el agua juega un papel primordial. Una parte importante de la identidad cultural de los pueblos se expresa a través de fiestas y danzas populares. Se trata de un tipo de herencia muy vulnerable dado que no se suele registrar en soportes materiales, siendo el recuerdo y la comunicación oral el modo de transmisión a las generaciones siguientes. Hoy día existe un gran interés por parte de la población urbana por mantener y recuperar eventos festivos y bailes populares. Cada pueblo tiene sus tradiciones expresadas, entre otras manifestaciones, en fiestas y bailes propios, como ejemplo algunas

fiestas del agua en Andalucía (Tabla 10), muchas de las cuales han perdido su carácter tradicional para pasar a ser más lúdicas.

Tabla 10. Las fiestas del agua están perdiendo su carácter tradicional. (1= <http://fiestas.edreams.es/fiestas-locales/fiesta-del-agua-y-del-jamon/>, 2=Cantero (1995), 3=<http://enigmasdehuelva.blogspot.com/2009/05/rituales-de-agua-y-de-fuego-ancestrales.html>, 4=<http://www.cambil.es/el-municipio/fiestas.html>).

fiestas	lugar	descripción	referencia
fiesta de los jarritos	Galaroza (Sierra de Aracena). Huelva	los hombres mojan a las mujeres soplando por la boca del búcaro hasta que sale el agua por el pitorro. Las mujeres intentan romper el botijo	2
Fiesta del agua y del jamón	Lanjarón (Granada)	Se celebra el Día de San Juan. La Carrera del Agua se realiza en la medianoche de San Juan, desde las 0 horas hasta la 1 y es cuando todos los habitantes y visitantes del pueblo recorren kilómetro y medio de sus calles mojándose con lo que encuentren: cubos, mangueras, pistolas de agua.	1
Festividad de los Jarros	Cumbres Mayores (Huelva)	Se celebra el 14 de agosto. La gente se moja con búcaros de barro	3
Fiesta del Agua	Puerto Moral (Huelva)	Se celebra a finales de Julio.	3
	Cambil (Jaén)	Se celebra la noche de San Juan. La gente se acerca a los ríos para realizar un rito de purificación	4

5.3.4. Disfrute espiritual y religioso

Buena parte de los pueblos andaluces ubicados en los alrededores de ecosistemas acuáticos han desarrollado profundos valores espirituales y religiosos en torno al agua. Estos valores se manifiestan en ritos, creencias, y cultos religiosos que se expresa en festejos, lugares, refranes, ... Los benefactores de estos valores son generalmente poblaciones rurales pequeñas, con lo que su valoración a escala de cuenca, e incluso subcuenca, es prácticamente imposible. Sin embargo, su valor en cuanto al papel que juegan en la conservación de ríos, arroyos, fuentes, o paisajes ribereños, es muy alta, dado que el carácter sagrado que se asigna a muchos de estos pequeños ecosistemas acuáticos es suficiente para mantenerlos y conservarlos para las generaciones futuras.

Ritos y remedios relacionados con el agua eran y siguen siendo utilizados por muchas poblaciones rurales de España. En Andalucía son especialmente diversos y aún son muy utilizados por la población rural. Según Rodríguez Becerra (2000), el valor de estos ritos se debe a la forma en la que los andaluces se relacionan con lo “sobrenatural”. La tabla 11 recoge algunos ejemplos de los múltiples que hay en Andalucía.

Tabla 11. Muchos ritos que practican aun las poblaciones rurales andaluzas están ligados al papel purificador que se le asigna al agua. Datos extraídos de Castillo Martín (2008).

tipo	descripción
ritos de fecundidad	por inmersión en el agua, libaciones, lavado de los colchones de la boda
lavaderos	en algunos se prohíbe lavar las ropas de los muertos
leyendas y cuentos de niños	sobre monstruos que habitan las aguas para disuadirlos de jugar en estos lugares
rituales para el noviazgo	se utilizaban para romper la soltería, para saber el carácter del amante
rituales de limpieza espiritual	mediante el baño
rituales de mediación	se suele echar una moneda
rituales de maternidad	
aguas santas	milagrosas, ritos de sanación, para aplacar las sequias, u otros desastres naturales

Según las fuentes consultadas (<http://www.lasromerías.com/pages/map.htm>) en España se realizan un total de 351 romerías al año, de la cuales más de un 10 % (37) son en conmemoración de algún evento relacionado con el agua (milagros de curación de enfermos tras beber agua de una fuente, lluvias tras una rogativa a una virgen, etc). **Andalucía es la comunidad autónoma donde más romerías se realizan al año (87)**, de las cuales en la tabla se presentan algunos ejemplos de las relacionadas con ríos.

romería	lugar	origen
La Virgen de La Antigua	HINOJOSA DEL DUQUE (Córdoba)	Según la leyenda, la Virgen fue encontrada tras la reconquista en el denominado Pozo de la Fuensanta
Romería de Santa Eulalia	ALMONASTER LA REAL (Huelva)	Uno de los acontecimientos más bonitos es el río, con los fandangos de santa Eulalia.
Romería de La Virgen de Gracia	MORÓN DE LA FRONTERA (Sevilla)	el asentamiento original de la ermita de Nuestra Señora de Gracia estuvo en la otra orilla del Río Guadaira.

Muchas plantas de riberas aún son utilizadas en ritos curativos, amorosos, festivos y religiosos, por las poblaciones rurales andaluzas, basados en la creencia del poder curativo, bondadoso o maléfico de algunos componentes naturales. En la Tabla 12 se muestran algunos ejemplos.

Tabla 12. Las plantas de ribera forman parte de ritos curativos y religiosos en Andalucía. (1= Fernández (1995), 2= Caro (2008), 3= Verde et al., (1997), 4= Verde et al., (1998))

Rituales con plantas de ribera				
nombre común	nombre científico	objetivo	rito	referencia
zarza	<i>Rubus ulmifolius</i>	curar hernias	Se pasa de un lado a otro a un niño sobre una zarza al tiempo que se dice: "Pásamelo Juan tómallo Juana, enfermo te lo doy, sano me lo has de dar".	3
junco	<i>Scirpus holoschoenus</i>	curar verrugas	se arranca un junco y se frota con la parte blanca la verruga, luego se planta al revés	3, 4
baladre	<i>Nerium oleander</i>	ritual de desamor	se coloca un rama en la ventana de las mozas que no son del agrado	3, 4
chopo	<i>Populus sp.</i>	relación con la Virgen	en mayo, festividad de la Cruces se hacían altares a la Virgen con ramas de chopo	4
chopo	<i>Populu ssp.</i>	engalanar calles	día del Corpus, se llenaban las calles con ramas chopo donde pasaba la procesión	4
almez	<i>Celtis australis</i>	Árbol funerario		1
Cypeus longus, Scirpoides holoschoenus, Equisetum ramosissimum, E. telmateia, Mentha spicata, M. suaveolens, Rosa sp., Ulmus minor			En distintos ritos religiosos en Andalucía	2

5.3.5. Paisaje-Servicio estético

De los 156 espacios que consta la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, bajo alguna de las ocho figuras de protección definidas por la ley 4/1989 y la ley 2/1989, 59 incluyen ríos y riberas continentales como parte de su singularidad. De estos 59, 20 están catalogados como parques naturales (que en superficie suponen el 90,2%), uno, como Parque Nacional (Sierra Nevada, que ocupa el 5,8 % en superficie), además de 14 parajes naturales, 11 monumentos naturales, 9 parques periurbanos, 2 paisajes protegidos (Río Tinto y Guadamar), una reserva natural y una reserva natural concertada. La evolución de la superficie protegida a partir del año 1989 ha sido espectacular, ocupando la RENPA en la actualidad, un total de 1.771.008,11 ha (pasando la superficie regional protegida del 17,1% en 1989 al 20,2 % en 2010).

Los paisajes de ríos y riberas son de los más valorados y utilizados por la población urbana. Desde el punto de vista estético, probablemente los paisajes ribereños sean los que producen mayor placer y bienestar al ser humano (Imagen 20). El Parque Nacional Sierra Nevada incluye una gran variedad de tipos de ecosistemas acuáticos. Desde el año 1999 hasta 2009 el número de turistas que lo han visitado ha ido en aumento, pasando de 250.000 en 1999 a 673.302 en 2009 (2,7 veces más), lo que representa casi el 40 % del total de visitantes a los parques nacionales andaluces (Figura 35).



Imagen 20. Los paisajes del agua se encuentran entre los más visitados y valorados por la población humana. El agua es uno de los elementos que mayor placer y bienestar produce en el ser humano. Fotos: M^a Rosario Vidal-Abarca.

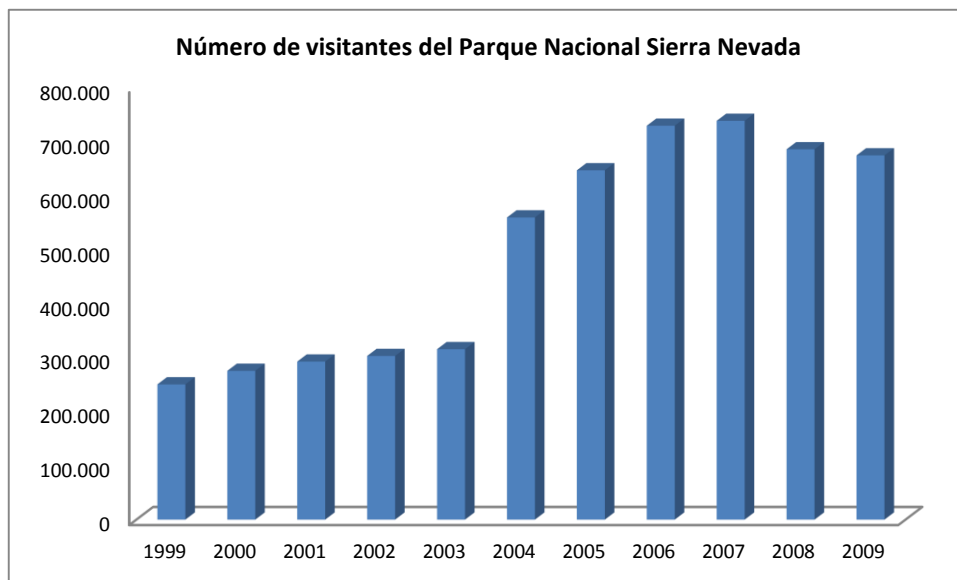


Figura 35. En los últimos 10 años el número de visitantes al Parque Nacional Sierra Nevada casi se ha triplicado (datos extraídos del INE-2011).

Andalucía promueve la conservación de espacios singulares relacionados con ríos y riberas a través de inventarios participativos. Tal es el caso del Inventario de Riberas Sobresalientes (2004), o el de Árboles y Arbustos Singulares (2003), o de la Geodiversidad (2004) (Figura 36) o el de Fuentes y Manantiales (2008), que aunque se trata de una tarea loable por lo que significa en cuanto al conocimiento de la variedad y diversidad de paisajes, formaciones o especies singulares, no es suficiente para potenciar y conservar la multitud de servicios que ríos y riberas proporcionan, aspectos que requieren de un enfoque dirigido a aumentar la conciencia social sobre el valor de conservar el funcionamiento de estos ecosistemas para el bienestar humano.

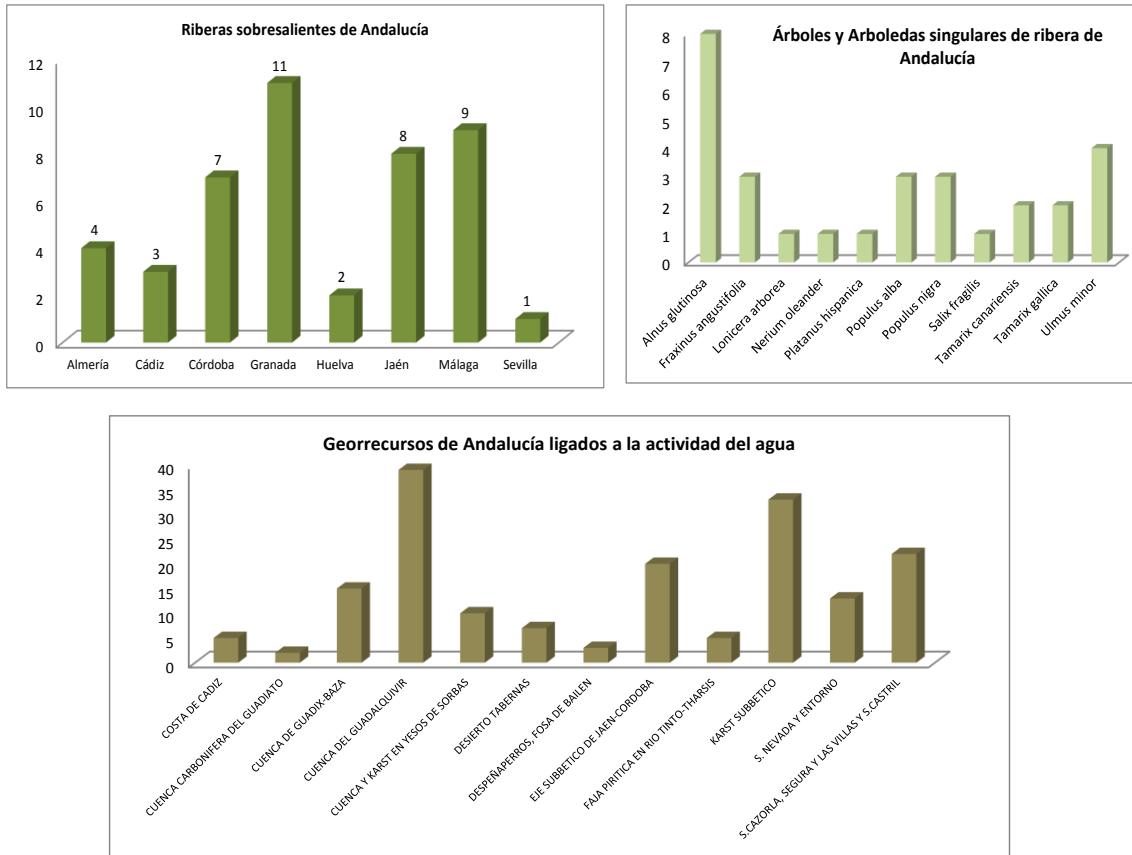


Figura 36. El Inventario de Riberas Sobresalientes de Andalucía (2004), incluye un total de 4.623 kilómetros (el 10 % del total de cauces andaluces) por el buen estado de su vegetación, su riqueza ecológica o por su valor sociocultural y paisajístico. Del total de registros del Inventario de árboles y arboledas singulares de Andalucía (2003), que destaquen por su tamaño, forma, edad, interés histórico o cultural y rareza, 27 son árboles de ribera. Muchos de los georrecursos recogidos en el Inventario de la Geodiversidad Andaluza (IAG) (2004) están ligados a ríos o son consecuencia de su actividad. Al día de hoy, del total de las 588 localidades catalogadas, 174 (el 29,6 %) están relacionadas o son consecuencia de la actividad de los ríos.

Frente a los esfuerzos de la administración andaluza para conservar los paisajes ribereños, buena parte de las riberas andaluzas se encuentran en un estado grave de alteración (Imagen 21). El 20 % (4.378 km) de los cauces andaluces sufre **alteraciones hidrológicas**, el 4 % de ellos (unos 981 km) debido a la inundación del cauce provocada por los embalses. La cuenca del Guadalquivir es la más afectada (27 % de los cauces). Probablemente es mayor la cantidad de tramos afectados puesto que no está contabilizada la cantidad de pequeñas presas (< 10 m de altura) y azudes que mantienen el regadío y que constituyen otro factor de alteración del espacio natural del río al constituir obstáculos para la dinámica longitudinal de los mismos. El **uso urbano** de las riberas ocupa 1.668 km de cauces en Andalucía (7 %); de los cuales 867 km están en la cuenca del Guadalquivir y 559 km en la Mediterránea Andaluza. El **uso agrícola de regadío** incluye los cultivos bajo plástico y ocupan un total de 3.499 km de cauces (2.030 km en el Guadalquivir y 1.226 km en la Mediterránea Andaluza) y la **agricultura de secano** ocupa 6.784 km en total (5.167 km en el Guadalquivir y 746 km de riberas en la Mediterránea Andaluza). En cuanto al **uso forestal**, que incluye las plantaciones de chopos y sauces, ocupa unos 12.258 km en total (5.880 km en la del Guadalquivir y 2.699 km de ribera en la Mediterránea Andaluza) (Costa, 2003).



Imagen 21. Según el Plan Director de Riberas de Andalucía (2003), el 49 % de la longitud de riberas de los ríos andaluces están alteradas por usos agrícolas o urbanos. Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

5.3.6. Actividades recreativas y ecoturismo

Las actividades recreativas son demandadas cada vez más por la población urbana andaluza pero a costa de perder otros servicios culturales ligados a la población rural. Andalucía cuenta con un total de 203 tramos de cauces o embalses en los que se puede ejercer la pesca fluvial de ocio (REDIAM: Cotos de pesca en Andalucía según tipo y provincia, 2009). De ellos en solo 20 (9,9 % del total), se practica la pesca sin muerte. El número total de playas fluviales en Andalucía es de 30 (21 se ubican en ríos y 9 en embalses) y cada vez se incorporan más (en el año 2009 la red estaba constituida por 26 playas fluviales), pero la calidad del agua cada vez es peor (Figura 37) (Imagen 22). Según los datos del CEDEX en España hay censados un total de 199 balnearios, incluyendo a los de aguas termales, de los que 25 se encuentran en Andalucía, 8 de los cuales están hoy día en desuso (el 32 % de los censados), lo cual contrasta con la expansión de los Spa (según <http://www.dormirenbalnearios.com/balnearios-spa-andalucia> hay 19 en Andalucía). Aunque no hay datos exactos para Andalucía, en general se aprecia cómo va en aumento el número de usuarios de dichos balnearios.

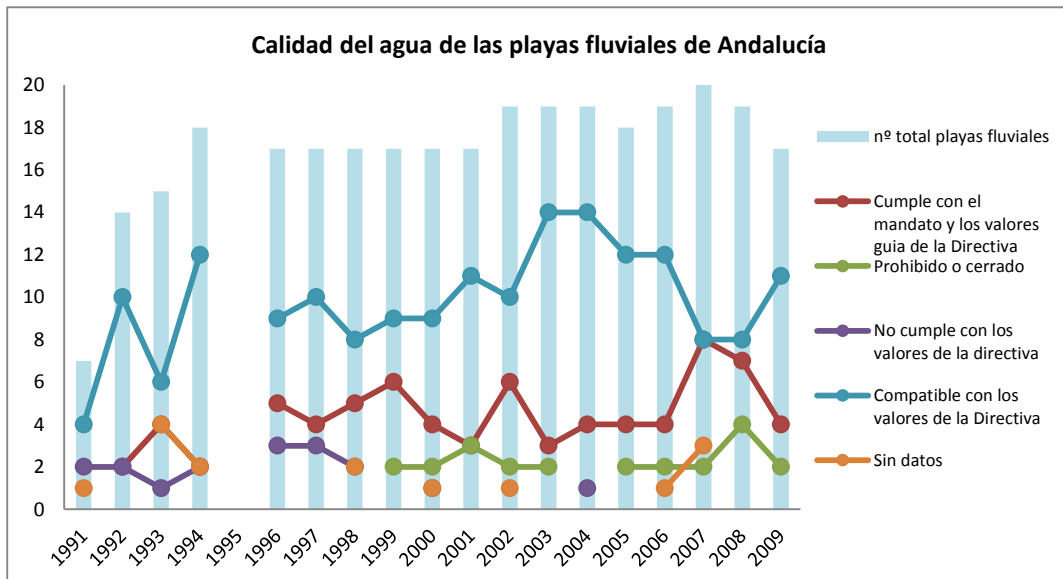


Figura 37. El número de playas fluviales andaluzas que cumplen con el mandato y los valores guía de la Directiva 76/160/EEC, sigue una fuerte tendencia a disminuir, en contra de las que cumplen los requisitos menos estrictos (compatibles con los valores de la Directiva). En el año 2009 el número de playas fluviales en ríos cerradas al baño fue de 2. (Datos extraídos de: <http://dd.eionet.europa.eu/> y Consejería de Salud (2010)).



Imagen 22. Las actividades lúdicas en ríos y riberas como el baño, piragüismo, etc dependen de la calidad el agua. Foto: M^a Rosario Vidal-Abarca.

Cada vez es mayor el número de practicantes de deportes ligados al agua. Aunque no hay datos sobre la cantidad de participantes en deportes de riesgo ligados a las aguas de ríos y embalses en Andalucía, la demanda para su práctica va en aumento a la vista del incremento de actividades ofertadas. (<http://www.yumping.com/busc.php>). La oferta total incluye 270 actividades, de las cuales el barranquismo y el piragüismo son las más demandadas.

DEPORTES DEL AGUA

Nombre	Descripción
Piragüismo en aguas tranquilas	Se practica en embalses y tramos medios-bajos de ríos
Piragüismo en aguas bravas	Se practica en arroyos y tramos de cabeceras
Rafting	Descenso de ríos en lancha neumática grandes.. La impulsión se realiza por la pala o remo de una hoja, que cada participante porta, además de la propia fuerza del río.
Descenso de cañones	Consiste en descender las partes altas de los ríos donde no es posible acceder con embarcaciones de ningún tipo, siguiendo su curso, salvando considerables desniveles utilizando las técnicas del rapel, saltando a pozas ahí donde su profundidad lo permita, superando cascadas de agua, y utilizando toboganes naturales.
Hidrospeed	Descenso por ríos de aguas bravas, tumbado sobre un de trineo de alta flotabilidad, al que se va agarrado a modo de carenado e impulsándose con aletas. Las maniobras se realizan con la acción combinada del flotador y las aletas
Windsurf o Kite surf	Sistema básico de navegación consistente en una cometa unida a una tabla de características similares a las utilizadas en el surf sobre las olas.
Esquí náutico	Se practica en embalses
Ultra tube	neumático arrastrado por una lancha a motor
Hidrobob	Flotador cilíndrico alargado provisto de un remo y con dos flotadores alargados a ambos lados. Se impulsa por las corrientes de aguas bravas.
Motos náuticas:	Se practica en embalses
Wakeboard	Similar al esquí náutico pero los pies van en una tabla

Frente a las actividades relacionadas con el deporte de riesgo, que generalmente inciden de forma negativa sobre el medio ambiente de ríos y riberas, las actividades de ocio que tradicionalmente se han desarrollado vinculadas a estos ecosistemas en Andalucía están perdiendo valor. Prácticamente toda la pesca fluvial que se practica en Andalucía es recreativa (Imagen 23), pero el número de licencias ha disminuido significativamente en los últimos 5 años (de 44.337 licencias en 2004 a 37.894 en 2007). La contaminación del agua de los ríos, las presas, y la introducción de especies de peces invasoras, son las causas más importantes de esta disminución. De hecho, según los datos proporcionados por las estaciones de la Red ICA para el control de la calidad piscícola de las aguas fluviales, ha aumentado el número de puntos no aptos para la pesca fluvial y ha disminuido el de tramos apropiados para la pesca de ciprínidos y salmónidos (Figura 38).



Imagen 23. Andalucía cuenta con 236,67 km de cauces (203 cotos) en los que se practica la pesca fluvial, de los cuales en el 53,4 % (20 cotos) se practica la pesca sin muerte. La mayor parte de estos cotos se localizan en las cabeceras y tramos altos de los ríos menos impactados. Foto: M^a Luisa Suárez Alonso.

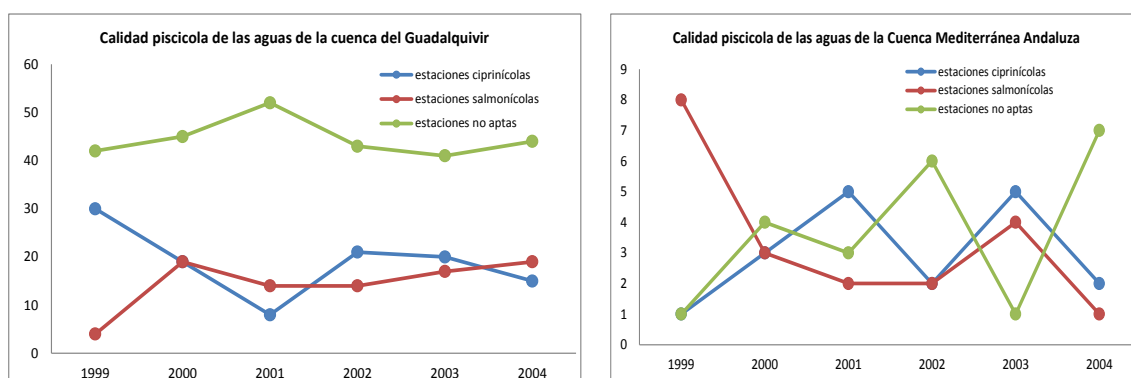


Figura 38. En el año 2004 el número total de estaciones de la Red ICA para el control de la calidad piscícola de las aguas fluviales andaluzas era de 95 (85 en la cuenca del Guadalquivir y 10 en la cuenca Mediterránea Andaluza). Cada vez es mayor el número de tramos de ríos en Andalucía no aptos para realizar una actividad de ocio tradicional como es la pesca fluvial. (Datos extraídos de la Red ICA).

La respuesta de la administración andaluza para canalizar la demanda urbana de actividades de ocio y recreativas supone un importante esfuerzo en el desarrollo y mantenimiento de equipamientos y servicios de uso público. En los ecosistemas de ríos y riberas andaluzes, el desarrollo de actividades de ocio y esparcimiento por la población urbana representa uno de los servicios culturales más demandados actualmente. En el año 2009 el total de equipamiento dedicado a actividades recreativas (acampada, cicloturismo, senderismo y áreas recreativas) era de 709 en Andalucía y aunque incluye el total de equipos, buena parte de ellos están ligados a áreas donde existe agua (fuentes, arroyos, ríos, etc) (Imagen 24). Entre 2002 y 2009 estos equipamientos se han incrementado en un 128 %, lo cual indica el aumento de la demanda de la población urbana por desarrollar actividades recreativas en la naturaleza (Sistema Estadística de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, 2010). (Figura 39).

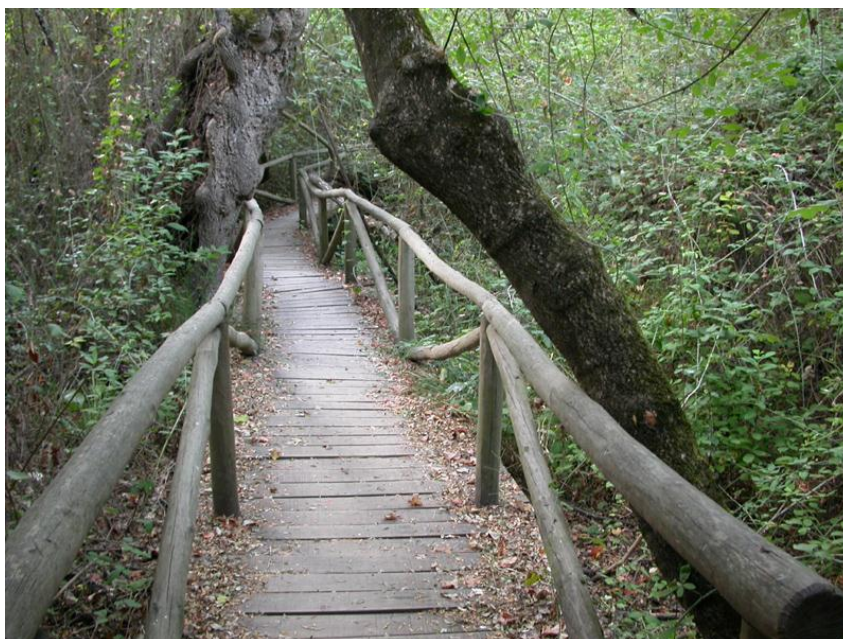


Imagen 24. La administración andaluza está realizando un gran esfuerzo por dotar de instalaciones y equipamientos para el disfrute de la naturaleza, sobre todo a la población urbana. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>)

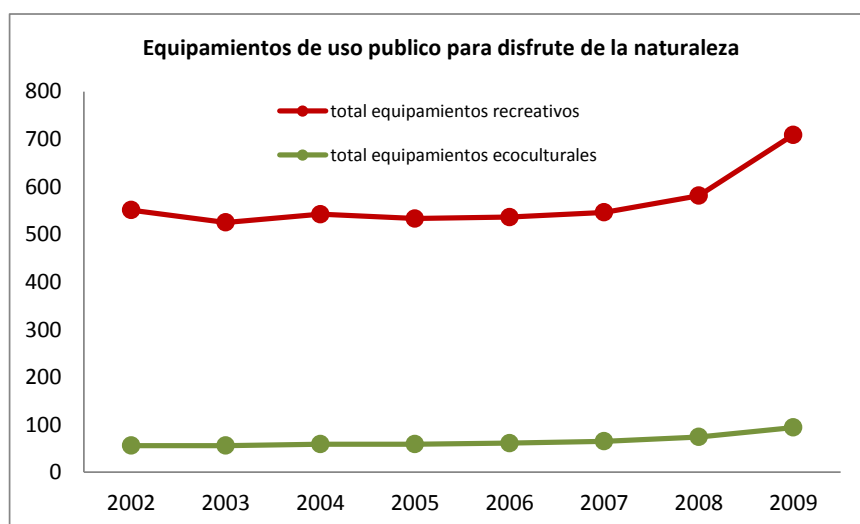


Figura 39. Entre los años 2002 y 2009 se ha incrementado en un 132 % los equipamientos dedicados al disfrute de la naturaleza, ocio y esparcimiento sobre todo de la población urbana. (Datos extraídos del SEA (Sistema Estadística de Andalucía). Consejería de Medio Ambiente, 2010).

5.3.7. Educación Ambiental

Andalucía promueve la formación, conocimiento y participación del público mediante la Estrategia Andaluza de Educación Ambiental (EAdEA) (2003), que desarrolla talleres, campañas, y programas para este fin. Actualmente en Andalucía existen tres programas de Educación Ambiental (Tabla 13) cuyos objetivos van dirigidos al conocimiento, y protección de ríos y riberas. El de mayor envergadura es el Programa “Anadarrios” impulsado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. La participación en dicho programa es

cada vez más numerosa (Figura 40). En el año 2010 el programa contó con la participación de 1.116 voluntarios perteneciente a 186 asociaciones y entidades sociales de Andalucía, los cuales han hecho el seguimiento ambiental de 239 tramos de 131 ríos de esta comunidad autónoma.

Tabla 13. Talleres, campañas y programas de educación ambiental dedicadas a ríos y riberas son promovidos por distintas entidades públicas y privadas de Andalucía.

PROGRAMAS DE EDUCACION AMBIENTAL SOBRE RIOS Y RIBERAS		
TITULO	OBJETIVO	URL
El agua en las aulas	Promovido por la empresa pública EMASESA (Ayuntamiento de Sevilla) dirigido a escolares, que complementa a la asignatura "Conocimiento del Medio"	http://www.aguasdesevilla.com/index.php?id=321
Andarrios	Programa de voluntariado ambiental para la conservación de los ecosistemas fluviales de Andalucía	http://www.andarrios.org/
El Guadiamar en el aula	Programa de educación ambiental dirigido a secundaria de centros educativos situados en la cuenca del río Guadiamar	http://www.educa.org/argos/guadiamar.htm

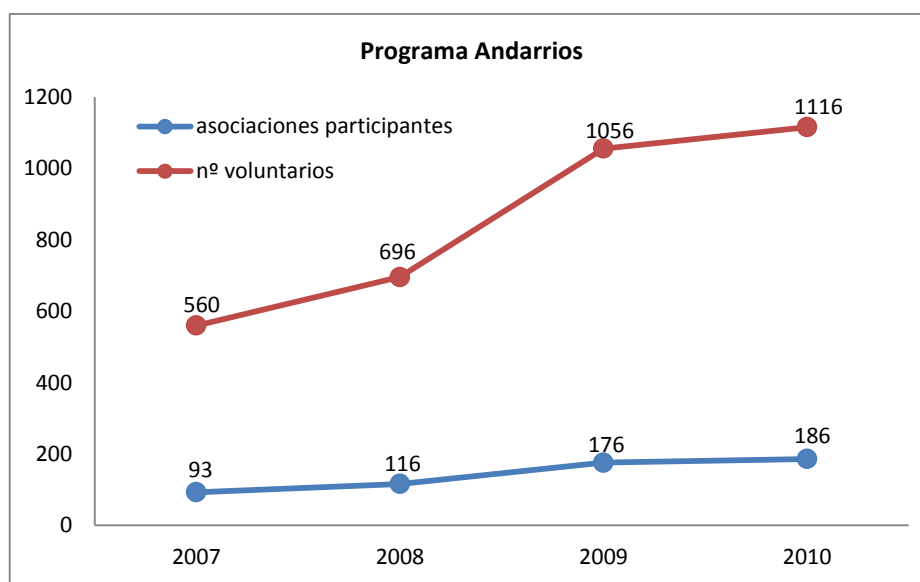


Figura 40. El Programa “Andarrios”, impulsado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, ha duplicado tanto el número de asociaciones participantes, como el de voluntarios en los últimos cuatro años. (Datos extraídos de <http://www.educa.org/argos/guadiamar.htm>).

Aunque los programas de Educación Ambiental son útiles para la sensibilización de las poblaciones más urbanas, muchas veces sus mensajes llevan a comportamientos proteccionistas de ríos y riberas. La participación ciudadana es básica para preservar los ecosistemas y la biodiversidad, en general, a través del compromiso con la naturaleza, adquirido mediante la educación. Sin embargo, y aunque mensajes como “Adopta un río”, “Limpiar y cuidar los ríos es posible”, “Apadrinar un tramo fluvial”, “obtener el cargo de *cuidador* de los ríos”, intentan suscitar en la población comportamientos de custodia indispensables, se requiere desarrollar prioritariamente enfoques dirigidos a favorecer actitudes comprometidas a través de la identificación del valor que los ríos y riberas tienen como parte del capital natural necesario para el bienestar humano.

Cada vez existen más acciones promovidas por ONGs, Grupos Ecologistas, etc. dirigidas a todo tipo de colectivos para la concienciación de los valores y servicios que proporcionan ríos y riberas y denunciar el estado de alteración de los mismos. Un ejemplo lo constituye el “Big Jump”, una acción promovida por los grupos locales de WWF España en la que participan miles de personas para llamar la atención sobre la importancia de cuidar la salud de los ríos. Se trata de bañarse en el río, una vez realizada alguna actividad (limpieza de residuos, interpretación del paisaje, análisis de las aguas, etc), el día 11 de julio a la 13.00 horas. En el año 2010, esta actividad se llevó a cabo en once provincias españolas entre ellas Córdoba, Sevilla, y Granada.





http://iagua.es/2010/07/el-big-jump-2010-bate-record-de-participacion-en-11-rios-de-toda-espana/?utm_source=feedburner&utm_medium=email&utm_campaign=Feed%3A+DirectivaM arcoDelAgua+%28iAgua.es%29.

5.4. Tendencias generales

El auge económico experimentado por la sociedad española, en general, y la andaluza, en particular, basado en el uso de recursos no renovables, desde mediados del siglo pasado, es indudable. El aumento de la disponibilidad de agua y de energía ha significado un incremento en el bienestar social, sin embargo, esta situación parece que haber tocado techo. La clara potenciación de tan solo dos servicios de abastecimiento que proporcionan los ecosistemas fluviales (agua para la agricultura de regadío y energía para sostener los sistemas urbanos y sectores industriales), ha llevado a la disminución o pérdida de otros muchos servicios de abastecimiento, de regulación y culturales (Tabla 14) y a la pérdida de biodiversidad que, en los ecosistemas acuáticos es, en términos relativos, mucho más alta que en cualquier otro ecosistema (UK-National Ecosystem Assessment, 2011). La disminución de la capacidad de nuestros ríos y riberas para depurar las aguas, para minimizar los efectos de las avenidas de agua y de las sequías, amortiguar la pérdida de suelo y su fertilidad, y de su capacidad para regular el clima local, son algunos de los servicios que más han empeorado. Los servicios de regulación y los culturales que proporcionan los ríos y riberas se encuentran en un claro estado de degradación. Paradójicamente, cada vez se sabe más sobre cómo funcionan y se comportan los ríos y riberas, se demanda ríos limpios y bien conservados para el disfrute y el ocio de las poblaciones urbanas y se revaloriza la cultura, conocimientos tradicionales, y fiestas y eventos ligados a ríos y riberas, pero disminuyen o se devalúan aquellos que aún conservan y practican las poblaciones más rurales: el conocimiento ecológico local, ritos y tradiciones o los relacionados con su identidad cultural.

Tabla 14. Evaluación global del estado de los servicios de los ríos y riberas de Andalucía. Los colores indican la importancia relativa del servicio para el ser humano y el sentido de las flechas indica la mejora (↑) o empeoramiento (↓) del servicio, una tendencia mixta (↔), o el servicio sufre empeoramientos (↘) o mejoras (↗) a lo largo del estudio.

Tipo servicio	Servicio	RIOS Y RIBERAS	
ABASTECIMIENTO	1. Alimentos	Tradicional	↓
		Tecnificado	↘
	2. Agua	↔	
	3. Materias primas de origen biológico	↘	
	4. Materias primas de origen mineral	↘	
	5. Energía renovable	↔	
	6. Acervo genético	↘	
REGULACION	7. Medicinas naturales y principios activos	↘	
	8. Regulación climática	↘	
	9. Regulación calidad aire	↘	
	10. Regulación hídrica	↘	
	11. Regulación morfo-sedimentaria	↘	
	12. Formación y fertilidad del suelo	↘	
	13. Amortiguación de perturbaciones	↘	
	14. Control biológico	↘	
15. Polinización	↘		
CULTURALES	16. Conocimiento científico	↑	
	17. Conocimiento ecológico local	↓	
	18. Identidad cultural y sentido de pertenencia	↓	
	19. Valor religioso y espiritual	↓	
	20. Paisaje - disfrute estético	↑	
	21. Actividades recreativas - ecoturismo	↑	
	22. Educación ambiental	↑	

	Alto
	Medio-Alto
	Medio-Bajo
	Bajo

↑	mejora del servicio
↗	tendencia a mejorar
↔	tendencia mixta
↘	tendencia a empeorar
↓	empeora el servicio

6. Impulsores de cambio de los ecosistemas ríos y riberas

Sin duda, **los cambios de uso del suelo han sido el impulsor directo más importante de cambio que afecta a prácticamente todos los servicios que proporcionan los ecosistemas fluviales y, por tanto, a su capacidad de generar bienestar humano a la sociedad andaluza** (Tabla 15). En los últimos 20 años los ecosistemas de ríos y riberas en Andalucía han sufrido una transformación del suelo espectacular, fundamentalmente por el aumento de la superficie de olivar en regadío (que ocupa unas 1.511.687 ha (Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía-2008), el 38,5 % del total de la superficie agrícola andaluza y el 1,7 % de la superficie autonómica) y otros cultivos industriales (arroz y algodón) y por la artificialización del suelo que se ha incrementado entre un 505 % en la cuenca Mediterránea Andaluza y un 228,4 % en la del Guadalquivir (OSE-2010). La ocupación de las llanuras aluviales andaluzas es hoy día prácticamente del 100%, lo cual ha provocado que más del 50% de la longitud de las riberas de los ríos andaluces estén modificadas para uso urbano o agrícola (Costa, 2003).

El mantenimiento de la superficie de regadío junto a la demanda de agua para abastecer las ciudades, zonas urbanas e industriales ha llevado a que actualmente **los ríos andaluces se encuentren entre los más regulados de España**. Los 163 embalses con lo que cuenta Andalucía regulan en torno al 40% del total del agua generada en sus cuencas hidrológicas, el doble de la capacidad reguladora media en España.

La sustitución de las riberas por superficies agrícolas y el excesivo control de los caudales de la mayor parte de los ríos andaluces, han provocado la disminución de su capacidad natural para retener nutrientes, ajustar los ciclos biogeoquímicos, reducir las tasas de erosión o amortiguar los efectos de las avenidas de agua y las sequías, más aun cuando **los efectos del cambio climático se perciben claramente sobre el ciclo del agua** (Sánchez y Míguez-Macho, 2010). Andalucía es una de las regiones donde se esperan los impactos más intensos en relación a la disponibilidad de agua dulce (IPCC, 2007).

Las especies invasoras están actuando muy rápidamente afectando a la biodiversidad de estos ecosistemas y disminuyendo la reserva genética que representan las especies autóctonas. En los ríos y riberas andaluces viven el 76,4 % del total de vertebrados catalogados en España, casi el 30 % son endemismos, pero el 69 % del total presenta algún nivel de amenaza o se han extinguido (Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía, 2001).

Aunque los indicadores del nivel de contaminación de las aguas parecen indicar un cierto grado de control, el impacto persiste a causa de la utilización de fertilizantes y fitosanitarios y el escaso éxito en el control de la contaminación difusa. Todo lo cual, perfila un cuadro de elevado impacto de estos impulsores directos sobre los servicios de ríos y riberas.

En definitiva, **los cambios de uso del suelo junto a la modificación de los flujos naturales del agua son los principales impulsores directos de cambio** que están afectando a los servicios que proporcionan ríos y riberas (Tabla 16).

Tabla 15. Impulsores de cambio directo de los servicios que proporcionan ríos y riberas andaluces.

Tipo servicio	Servicio	RIOS Y RIBERAS	Cambios usos del suelo	Cambio climático	Contaminación	Especies invasoras	Sobreexplotación componentes geóticos y/o bióticos	Cambios ciclos biogeoquímicos
ABASTECIMIENTO	1. Alimentos	Tradicional	↓	X		X	X	
		Tecnificado	↓			X	X	
	2. Agua	↔	X	X	X			
	3. Materias primas de origen biológico	↓	X					
	4. Materias primas de origen mineral	↓	X		X		X	
	5. Energía renovable	↔	X					
	6. Acervo genético	↓	X	X	X	X	X	
7. Medicinas naturales y principios activos	↓	X						
REGULACION	8. Regulación climática	↓	X	X				
	9. Regulación calidad aire	↓	X	X	X			X
	10. Regulación hídrica	↓	X	X	X			X
	11. Regulación morfo-sedimentaria	↓	X					
	12. Formación y fertilidad del suelo	↓	X		X			X
	13. Amortiguación de perturbaciones	↓	X	X			X	
	14. Control biológico	↓					X	
15. Polinización	↓	X						
CULTURALES	16. Conocimiento científico	↑	X	X	X	X	X	X
	17. Conocimiento ecológico local	↓	X		X	X		
	18. Identidad cultural y sentido de pertenencia	↓	X		X		X	
	19. Valor religioso y espiritual	↓	X		X	X	X	
	20. Paisaje - disfrute estético	↑	X					
	21. Actividades recreativas - ecoturismo	↑	X					
22. Educación ambiental	↑				X	X	X	

Tabla 16. Impulsores de cambio directo de los ríos y riberas andaluces. La gama de colores indica la intensidad del impulsor en la alteración de los servicios que proporcionan ríos y riberas y la flecha indica la tendencia actual que siguen los impulsores.

ECOSISTEMA	Cambios de usos del suelo	Cambio climático	Contaminación	Especies invasoras	Sobreexplotación componentes geóticos y/o bióticos	Cambio en los ciclos biogeoquímicos	Modificación de los flujos de agua
Ríos y riberas	↑	↗	→	↑	↗	↗	↑

Intensidad de los impulsores directos del cambio

Bajo	
Moderado	
Alto	
Muy alto	

Tendencias actuales de los impulsores directos del cambio

Disminuye el impacto	↘
Continúa el impacto	→
Aumenta el impacto	↗
Aumenta muy rápido el impacto	↑

7. Análisis de compromisos (trade-offs) y Sinergias

Es habitual que la gestión de los ríos y riberas se realice considerando únicamente el espacio fluvial. Así, por ejemplo el control de la contaminación en los ríos se lleva a cabo con la puesta en marcha de estaciones de aguas residuales que depuran los vertidos provenientes de ciudades e industrias, las cuales obtienen buenos resultados, pero no evitan que los ríos estén contaminados. Esto es porque buena parte de la contaminación se debe a la entrada de nutrientes procedentes de los fertilizantes aplicados a los suelos agrícolas, muchas veces a grandes distancias, pero que por escorrentía terminan en los ríos o se infiltran a las aguas subterráneas.

Los ríos y riberas son ecosistemas que conectan el territorio y los servicios que proporcionan, más que en cualquier otro tipo de ecosistemas, interdependientes. Por ejemplo, el agua dulce y de calidad para abastecimiento humano se genera cuando los suelos de la cuenca hidrológica están protegidos y actúan como filtros naturales. Pero además los servicios de los ecosistemas se relacionan positiva y negativamente, es decir promover o potenciar uno de ellos puede inducir la degradación o la pérdida de otros. Así pues, conocer las relaciones entre los distintos servicios, tanto las sinergias, como los “*trade-offs*” (compromisos), es básico para que la toma de decisiones sobre un servicio asegure la continuidad de los otros en favor del bienestar humano. No siempre existe un buen conocimiento del funcionamiento de un tipo de ecosistema y es difícil establecer los impactos derivados de la potenciación de alguno de sus servicios, o de una actuación humana. No obstante, algunos ejemplos pueden ayudar a comprender cómo la toma de decisiones para potenciar un servicio determinado, sin considerar las relaciones positivas o negativas que se establecen entre ellos, puede afectar al bienestar de las poblaciones humanas (Tabla 17).

Tabla 17. Algunos ejemplos de cómo la decisión de potenciar un servicio tiene efectos positivos y negativos sobre otros servicios y sobre el bienestar humano.

DECISION	OBJETIVO	GANADOR/ES	ECOSERVICIO QUE DECRECE	PERDEDORES
Incrementar y mecanizar la superficie de olivar en regadío	Aumentar el servicio de alimentación	Agricultores, recolectores de aceituna, industriales del aceite, consumidores	Servicios de regulación: control de perturbaciones naturales, erosión, capacidad autodepuradora. Servicios culturales: conocimiento ecológico local, paisaje-disfrute estético, ocio	Población local, menor número de puestos de trabajo, mayor riesgo de inundaciones, disminución de lugares de esparcimiento, para pescar, o para el baño. Problemas de contaminación y eutrofización que afectan a la poblaciones de la parte baja de la cuenca
Controlar las avenidas de agua	Aumentar el servicio de regulación de las perturbaciones naturales	Empresarios de la construcción de obra pública, poblaciones urbanas	Pérdida de biodiversidad, Servicios de regulación, capacidad autodepuradora, control de la erosión: los diques actúan como trampas de suelo y sedimentos. Servicios culturales, alteración de los paisajes ribereños, disfrute estético, ocio, etc.	Población local situadas aguas-abajo, pérdida fertilidad de los suelos de vega en los tramos bajos, disminución de la pesca.

En los últimos 20 años la superficie del olivar andaluz en regadío ha aumentado de forma espectacular (en el año 1989 ocupaba el 7,5 % de la superficie total del olivar y actualmente la ocupación es del 22,4%). La decisión de incrementar y tecnificar su producción tiene como objetivo fundamental aumentar la productividad del olivar, lo cual se ha conseguido con creces. Los beneficiarios de esta actuación han sido fundamentalmente los agricultores propietarios del terreno, el sector industrial del aceite, y los consumidores. Sin embargo, la puesta en regadío de las 338.535 ha actuales, se ha realizado aplicando las técnicas de la nueva olivicultura, es decir, incrementando el consumo de agua, aplicando gran cantidad de fertilizantes y fitosanitarios y modificando la estructura productiva (aumentando la densidad y linealidad de pies para facilitar la recogida mecanizada de la aceituna). Varios servicios de regulación y culturales se han visto afectados. Así, la intensificación del uso del suelo ha llevado a que se pierda o reduzca la capacidad de control de la erosión, y con ello la pérdida de suelo fértil (que, por ejemplo, en los suelos olivares cordobeses es dos órdenes de magnitud superior a las tasas de producción natural (Vanwallegghem et al., 2011)), además ha disminuido la capacidad para minimizar los efectos de las perturbaciones naturales como las avenidas de agua. La entrada masiva de suelo, sedimentos, fertilizantes y fitosanitarios a los ríos colapsa su capacidad para autodepurar y los embalses pierden su capacidad reguladora convirtiéndose en meras trampas de sedimentos e impidiendo que el suelo se redistribuya en las vegas situadas aguas abajo. Pero los grandes perdedores son las poblaciones humanas locales que pierden puestos de trabajo al mecanizarse la recogida de la oliva. Además, desaparece buena parte del conocimiento ecológico local, ligado a un sistema productivo tradicional y más sostenible, y el sentido de pertenencia de estas poblaciones. La homogeneización del paisaje disminuye los lugares para el ocio y el disfrute estético. Finalmente, el aumento en la demanda de agua para mantener estos regadíos capitaliza buena parte del servicio de abastecimiento de agua dulce de calidad que proporcionan los ríos andaluces.

La regulación de las perturbaciones naturales, es uno de los servicios de regulación menos tangibles que proporcionan los ríos y llanuras aluviales andaluces. El aumento del número de avenidas en Andalucía en los últimos años y sobre todo el aumento de la población afectada por las inundaciones, ha llevado a que la Junta de Andalucía apruebe el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en cauces urbanos andaluces (Decreto 189/2002, BOJA num. 91) que incluye programas de planificación y prevención, de participación y medidas correctoras. Estas medidas se refieren a obras de restauración, corrección y adecuación de cauces de ríos y arroyos que se realizan a escala local, y lo que se denomina corrección hidrológico-forestal que actúa a escala de cuenca hidrológica mediante la construcción de pequeños diques en arroyos y cauces de las cabeceras, que retienen suelo y sedimentos. Indudablemente el sector más beneficiado son las empresas dedicadas a la construcción de obra pública y las poblaciones urbanas donde se realiza la actuación. Pero estas obras tienen efectos negativos sobre muchos de los servicios que proporcionan ríos y riberas. La corrección y adecuación de los cauces lleva consigo la construcción de diques, escolleras, “limpieza” de la vegetación acuática y de ribera y de los sedimentos acumulados en los fondos que provocan la desconexión de los flujos laterales que se establecen entre ríos y riberas y viceversa y dificultan, en primer término, el servicio de autodepuración que realizan los ecosistemas fluviales, disminuyen la heterogeneidad de hábitats fluviales y en consecuencia la biodiversidad acuática y ribereña. La contención de suelo y sedimentos que contienen materia orgánica, mediante diques en las cabeceras de las cuencas, impiden su redistribución en las vegas aluviales reduciendo el servicio de fertilidad del suelo, lo cual afecta a las poblaciones rurales localizadas aguas abajo que ven mermada la capacidad productiva de los suelos aluviales. La incorporación de fertilizantes a estos suelos es la respuesta inmediata cuya consecuencia es la entrada de nutrientes a los ríos incrementando los procesos de eutrofización. Varios servicios culturales se ven también afectados, entre ellos la alteración de los paisajes ribereños y muchas actividades relacionadas con el ocio y disfrute de ríos y riberas.

8. Respuestas e intervenciones de gestión

Andalucía es una de las regiones españolas donde mayor esfuerzo se está realizando para aunar los modelos de desarrollo territorial y el bienestar humano con la conservación de los ecosistemas acuáticos. Los principios básicos sobre los que se asienta la Directiva Marco del Agua, (DMA) aprobada en el año 2000, han servido de base para el Acuerdo Andaluz por el Agua y para la elaboración de la Ley 4/2010, de 8 de junio, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía y la ley 9/2010, de 30 de Julio, de Aguas para Andalucía. Estos principios asumen, por un lado, que la gestión del agua se debe basar en la unidad del ciclo hidrológico, que hay que mantener el buen estado ecológico de las masas de agua superando los enfoques físico-químicos y biológicos tradicionales, y que ello se consigue manteniendo el buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados.

La política de aguas andaluza persigue estos objetivos e incluye, al igual que lo hace la DMA, la participación ciudadana a través de la creación del Consejo Andaluz del Agua y del Observatorio Público del Agua como instrumento fundamental para conseguir una información veraz y transparente, sin la cual es difícil la participación de los andaluces en la gestión del agua.

Desde el año 2009 ha sido la Agencia Andaluza del Agua (en la actualidad Secretaría General de Aguas de la Consejería de Medio Ambiente) el órgano encargado de la gestión del agua en Andalucía que, atendiendo a la matriz territorial, divide el territorio andaluz en cuatro unidades hidrológicas denominadas distritos hidrográficos (Tinto-Odiel-Piedras, Guadalete-Barbate, Guadalquivir y Mediterráneo).

En materia de conservación, Andalucía es una de las Comunidades Autónomas pioneras en la puesta en marcha de instrumentos normativos (por ejemplo, la ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y fauna silvestres de Andalucía o la ley 1/94 de Ordenación del Territorio de Andalucía (LOTA)), planes y programas de conservación (por ejemplo, Programas de Reintroducción de Peces Continentales (trucha común, salinete), e Invertebrados (cangrejo de río ibérico), programas de seguimiento (por ejemplo, inventario de lugares importantes para la conservación de anfibios y reptiles y el diagnóstico del estado de conservación de la ictiofauna continental andaluza) e instrumentos de gestión (por ejemplo, Plan Director de Riberas de Andalucía), para la conservación de los ecosistemas fluviales.

La ley de Aguas de Andalucía junto a toda la normativa ambiental aplicable a los ecosistemas acuáticos es, de alguna manera, una respuesta institucional y de gobernanza del agua.

Los objetivos que conducen a un mayor bienestar humano (no nivel de vida), mejor conservación e integración de los ecosistemas, mayor disponibilidad de agua limpia, protección de la atmósfera o producción de energía y alimento, no deberían ser incompatibles entre sí. Sin embargo, la búsqueda de estos objetivos desde un enfoque sectorial conduce irremediamente al deterioro de los ríos y riberas andaluces. Es incompatible desarrollar los objetivos de la Ley de Aguas de Andalucía sin asumir que se parte de una situación de insostenibilidad dado que, por ejemplo, más del 80 % del agua disponible es consumida por el sector agrícola, lo que lleva a que los planes hidrológicos declaren una situación de **déficit hídrico de carácter estructural** en Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, 2010). De igual manera la conservación de ríos y riberas resulta incompatible con la explotación energética a través de minicentrales de los cauces más altos en zonas de poco o nulo uso agrícola, según establece el estudio sobre la Situación del Sector Hidráulico en Andalucía (2007) elaborado por la Agencia Andaluza de la Energía de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Resulta igualmente muy difícil de compaginar las previsiones del Plan Andaluz de Regadíos, con el ahorro real de agua para restituir los flujos naturales o con aumentar la calidad del agua disminuyendo la contaminación difusa.

La degradación de prácticamente todos los servicios de regulación y buena parte de los culturales, que proporcionan ríos y riberas y que ha quedado de manifiesto en los apartados anteriores, ha tenido un impacto muy desigual en distintos sectores de la sociedad andaluza, que, a pesar de la nueva legislación vigente, quedan excluidos tradicionalmente de la participación en los procesos de toma de decisión. Así, el Consejo Andaluz del Agua que es el órgano de participación, asesoramiento y consulta en todos los aspectos relacionados con el agua, y cuyo principal objetivo es fomentar la corresponsabilidad entre los distintos sectores involucrados en esta materia, está constituido por un total de 43 personas: 22 representantes de la administración (políticos), 2 de organizaciones sindicales, 12 representantes de los sectores económicos (10 del sector de la agricultura, 1 del sector de la energía, 1 del sector empresarial), 3 representantes de organizaciones de consumidores y de asociación de vecinos, 2 de las organizaciones ecologistas y 2 expertos en materia de agua. La mayor diversificación del perfil de los representantes en comparación con los tradicionales Consejos del Agua de la Confederaciones Hidrográficas españolas es claro, pero aun no intervienen todos los sectores sociales realmente implicados en la toma de decisiones (UNESCO, 2009). Aumentar la participación ciudadana en los distintos niveles de toma de decisiones ayudaría, por una parte a decidir la mejor opción y por otra a comprender los impactos y costes de las distintas elecciones posibles (EM, 2005). Pero para que la participación ciudadana sea efectiva, es necesario el acceso a la información, la transparencia y la toma de conciencia (EM, 2005). Cada vez se dispone de más información a través de internet. Todas las administraciones públicas andaluzas relacionadas con el agua tienen su página web en la que se incorporan datos, artículos, noticias, etc. Sin embargo, el acceso es difícil por la gran cantidad de información y contenidos confusos, e incluso contradictorios en algunos aspectos, que dificultan su análisis, y por la ausencia de otros de igual o mayor importancia. La transparencia en la rendición de cuentas sobre cuánto y quién utilizan los distintos servicios de abastecimiento que proporcionan los ecosistemas acuáticos, redundaría por un lado, en una mayor justicia social y, por otra, en una mayor confianza en que las instituciones que los gestionan lo hacen de manera que sirven a todos los intereses de la sociedad. Las campañas llevadas a cabo por la Administración andaluza sobre el agua tienen su efecto en la actitud de muchos andaluces que, tal como reflejan las encuestas del ecobarómetro (2010), entienden que el ahorro de agua es la medida más importante para gestionarla de forma sostenible, pero paradójicamente este ahorro lo entienden por igual para el consumo de agua en el regadío como en los hogares.

La administración pública andaluza responsable de que los ríos y riberas generen servicios en beneficio de la sociedad, no pueden ser, únicamente, servidores del agua que demanda cada sector económico o social porque “nunca se tiene suficiente”. Este modelo de respuesta ha llevado a que cada vez los ríos andaluces se encuentren más regulados, potenciando unos pocos servicios y eliminado o reduciendo los más importantes.

Hoy más que nunca, la gestión del agua se debe enmarcar en el contexto de un mundo cambiante (Montes, 2007), debido tanto a la cantidad e intensidad de las actividades humanas que se desarrollan dependiendo de ella, como a las incertidumbres que genera el cambio global, en general, y el cambio climático, en particular. Hacer sostenible la producción de alimentos en un mundo donde la población humana crece de forma exponencial, el 60% de los ecosistemas naturales están deteriorados, las incertidumbres que genera la crisis climática global y la percepción cada vez más clara de la universalidad de la dinámica no lineal del cambio de los ecosistemas (lo que Rockström y Kariberg, 2010, denominan “las cuatro presiones”), requiere un cambio conceptual del modo en el que se gestiona el agua. Así, la dicotomía entre agricultura de regadío y de secano no es adecuada, puesto que ambas participan del **agua verde**, es decir del agua de las lluvias que directamente riegan ambos tipos. La gestión, única y exclusivamente del **agua azul** (el agua de los ríos, lagos, y los acuíferos), solo favorece a los emprendedores de las obras hidráulicas (Falkenmark y Rockström, 2006). Las respuestas que actualmente se están dando están enfocadas a gestionar únicamente el agua azul, la cual constituye sólo una parte del ciclo hidrológico, obviando completamente al agua verde, lo cual no es sostenible ni a medio ni

a largo plazo. El extraordinario control que se hace del agua en Andalucía (la capacidad total de los embalses de las cuencas andaluzas pueden llegar a controlar hasta el 94 % del total del agua generada por el ciclo hidrológico), limita enormemente las posibilidades de respuesta ante situaciones de cambio imprevisibles. Como indican Rockström y Kariberg (2010), el marco de incertidumbres en el que actualmente nos movemos requiere una “triple revolución verde”, es decir no solo duplicar la producción de alimentos sino, además hacerlo ambientalmente sostenible, aprovechando las oportunidades que ofrece el uso del agua verde para la agricultura de secano.

La administración andaluza no es ajena a los impactos y alteraciones que se están produciendo en los ecosistemas acuáticos y a los aspectos en los que necesita mejorar su gestión (Consejería de Medio Ambiente, 2010), pero es necesario un cambio drástico y conceptual entre quienes desarrollan las políticas y quienes toman las decisiones, para lo cual haría falta cambiar el marco de la gobernanza actual de los servicios de los ríos y riberas. La cooperación entre los distintos actores implicados en la gestión del agua llevaría a respuestas más justas y solidarias entre ellos y de ellos con el valor intrínseco e instrumental de estos ecosistemas.

9. La conservación de ríos y riberas y el bienestar humano

Los ríos y riberas andaluces son los ejes de conexión del territorio andaluz. El mantenimiento de sus funciones es lo que permite que presten servicios a la sociedad y, en este sentido, su conservación contribuye al bienestar humano. Pero no resulta fácil reconocer que la conservación de ríos y riberas es básica para este fin. El agua dulce y de calidad para abastecimiento de las poblaciones no se genera en los sistemas de distribución, sino en las cuencas hidrológicas bien conservadas. Los beneficiarios de los servicios que proporcionan ríos y riberas son tanto las poblaciones rurales que viven cercanas a ellos, como las urbanas que viven más alejadas. El bienestar humano depende de la disponibilidad de comida, agua y energía, pero también de espacios para el ocio y disfrute y para el conocimiento y aprendizaje de la naturaleza. El agua y los ecosistemas acuáticos han sido y siguen siendo inspiración para pintores, poetas y escritores y el sentimiento de pertenencia a un entorno natural, es vital para la estabilidad emocional del ser humano.

La superficie que ocupan los ríos y riberas andaluces es, en comparación con otros ecosistemas, muy pequeña y sin embargo es bien patente la cantidad y diversidad de servicios que proporciona a la sociedad. Los espacios y paisajes del agua se encuentran entre los más valorados por las fuertes sensaciones de bienestar que producen. Agua, alimentos, energía o materiales para construir o elaborar artesanías son parte de los servicios de abastecimiento más tangibles que proporcionan. Pero la capacidad de los ríos y riberas para autodepurar el agua, frenar la erosión, redistribuir el suelo en las vegas y fertilizarlas, su papel fundamental como corredores ecológicos, minimizar los efectos de avenidas o las sequías o participar en la regulación del clima local, son servicios que no siempre se le adjudican a estos ecosistemas.

La capacidad del hombre para modificar el medio natural no tiene límite. La ingeniería ha desarrollado multitud de técnicas para explotar a los ecosistemas acuáticos hasta llegar, en muchas ocasiones, a sobrepasar su capacidad para abastecer o proporcionar servicios. Las consecuencias que ello tiene sobre la alteración del ciclo del agua son, hoy día, más evidentes que nunca. Los **cambios de uso del suelo** en las cuencas hidrológicas (Figura 41) y la **modificación de los flujos naturales de aguas** (Figura 42), son los principales impulsores directos de cambio de ríos y riberas andaluces a corto plazo, pero los efectos de **cambio global** sobre la cantidad de agua que se genera en las cuencas hidrológicas y sobre los **ciclos biogeoquímicos**, lo van a ser también con toda seguridad (Álvarez Cobelas *et al.*, 2005).

La elevada superficie de suelo de las cuencas hidrológicas dedicada a la agricultura de regadío, además de consumir gran cantidad de agua, supone la pérdida del servicio de regulación de control de la erosión de las laderas y colapsa la capacidad de los ríos para autodepurar sus aguas (Figura 41). Las lluvias intensas y torrenciales, que en muchas ocasiones afectan a las cuencas hidrológicas mediterráneas, provocan avenidas y erosionan y transportan grandes cantidades de suelo. Para suplir la pérdida de estos dos servicios de regulación (regulación morfosedimentaria y amortiguación de las perturbaciones naturales), se construyen embalses, se canalizan los ríos o se cortan los meandros y se recurre a la denominada “restauración hidrológico-forestal”, que intenta suplir el papel que la vegetación natural cumpliría frenando la erosión de las laderas (Figura 42). El coste económico que implica mantener estos servicios utilizando la tecnología, es muy elevado. Pero además, la pérdida de estos servicios de regulación lleva consigo también la desaparición de otros de abastecimiento y culturales. Así, el secuestro de suelo en embalses y pequeñas presas impide que se regenere el suelo fértil de vega, que era fertilizado cada año al desbordarse los ríos mediterráneos. Hoy día se recurre a la incorporación de productos químicos, caros y extraños al sistema, para mantener la fertilidad del suelo, lo cual provoca fenómenos de eutrofización y **contaminación difusa** de muy difícil solución. Además, las canalizaciones de los ríos interrumpen las conexiones entre ellos y sus riberas, que son el principal mecanismo para generar el servicio de agua dulce y de calidad, a través de su capacidad autodepuradora (Figura 42). Todo ello ha llevado a que los ríos cada vez estén más

fragmentados, y más lentificados, lo que favorece la expansión y crecimiento de las **especies invasoras** que encuentran, en estas condiciones, los elementos básicos para su desarrollo.

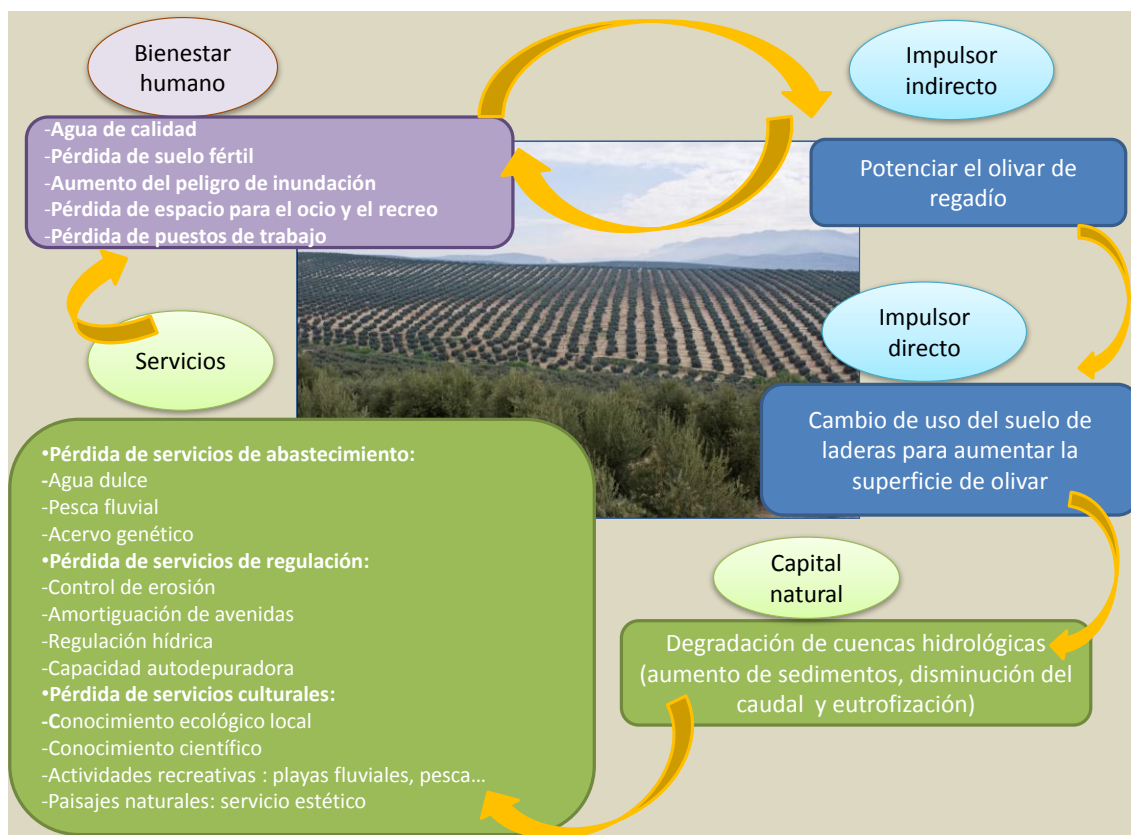


Figura 41. Esquema sintético de cómo el cambio de uso del suelo potenciando el olivar de regadío implica pérdidas del capital natural que suponen las cuencas hidrológicas y de los servicios de abastecimiento, de regulación y culturales que repercuten en el bienestar de los andaluces. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>).

Cuando los ríos son interrumpidos de cabecera a desembocadura, o desconectados de sus riberas y están contaminados o eutrofizados, muchos servicios culturales se pierden. Pescar, pasear, disfrutar o desarrollar cualquier otra actividad de ocio o recreo es mermada o eliminada. Pero más grave aún es el desarraigo que produce en las poblaciones rurales cercanas a ellos, que lleva a la despoblación y con ello a la pérdida de costumbres, tradiciones y saberes ligados al conocimiento ecológico local que, en definitiva, es el que produce los modos de vida más sostenibles con la naturaleza y los que favorecen el bienestar del hombre.

Falta aún mucha información para conocer bien las relaciones de interdependencia de las cuencas de drenaje con sus ríos, que mantienen su funcionalidad a corto, medio y largo plazo, que es, en definitiva, lo que proporciona los servicios de los que el hombre se beneficia (UK-National Ecosystem Assessment, 2011). La ingente tarea de monitorización de los ecosistemas acuáticos que se está llevando a cabo, por los organismos encargados de la gestión del agua, no está orientada a la evaluación de los servicios de ríos y riberas y no ayuda a entender, ni cuantificar, las relaciones entre, por ejemplo, los servicios de abastecimiento y la conservación de la estructura y funcionamiento de los ríos y riberas, o a proponer las mejores técnicas de restauración de los ríos y riberas deteriorados para recuperar los servicios de regulación perdidos. Sería recomendable y cada vez más necesario comenzar a diseñar y ejecutar estudios

piloto y potenciar proyectos que demuestren cual es la mejor manera de gestionar las cuencas hidrológicas para mantener los servicios que proporcionan en favor del bienestar humano.

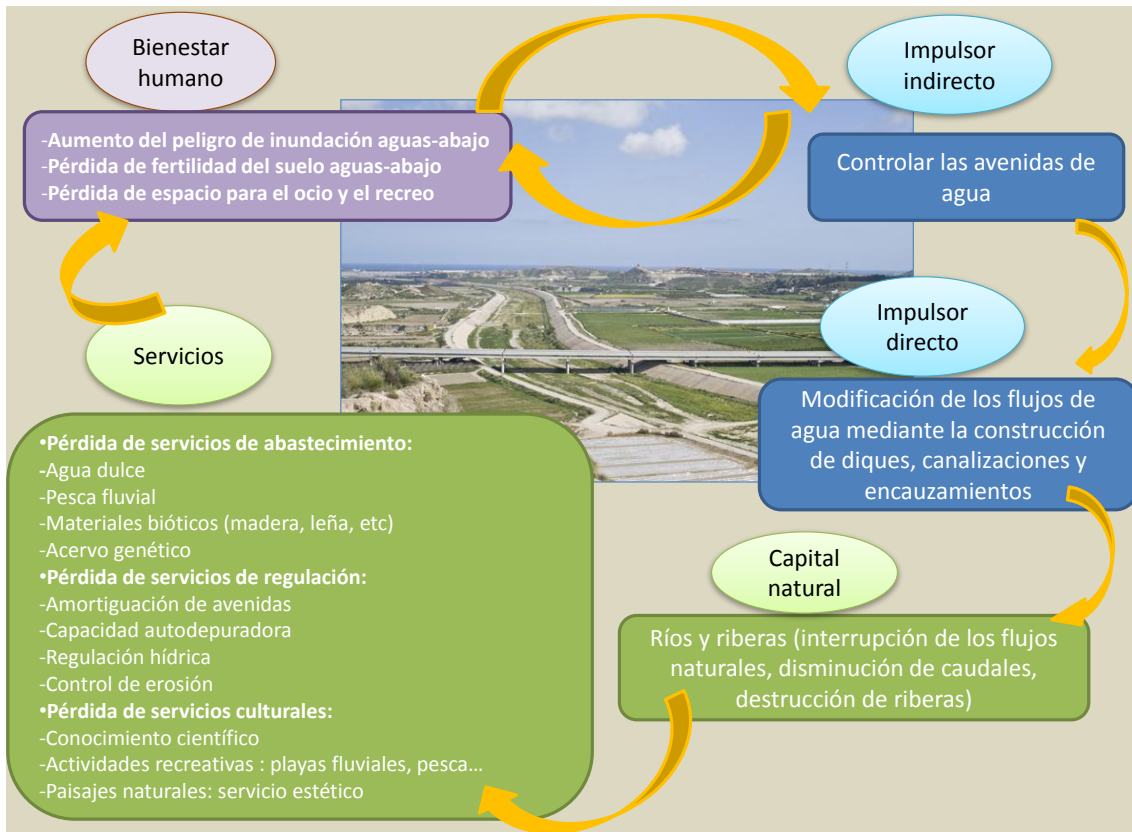


Figura 42. Esquema sintético de cómo el control de las avenidas de agua a través de la construcción de diques, canalizaciones, encauzamientos, etc, lleva consigo pérdidas del capital natural que suponen ríos y riberas y de los servicios de abastecimiento, de regulación y culturales que repercuten en el bienestar de los andaluces. (Foto proporcionada por <http://www.marandaluz.es/medioambiente/start>).

10. Referencias bibliográficas

Acreman, M.C. 2001. Ethical aspects of water and ecosystems. *Water Policy Journal*, 3 (3), 257-265.

Agencia Andaluza del Agua. Memoria-Proyecto del Plan Hidrológico de la demarcación de las cuencas mediterráneas andaluzas. 327 pp.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=c00b8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Tinto, Odiel y Piedras. 354 pp.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=a53b8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Agencia Andaluza del Agua. Memoria de la demarcación Guadalete_Barbate. 364 pp.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=bd5c8e2d2f5b8210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=ee8feb3d87605210VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Aguirre, A. (2004-2006). Datos preliminares sobre la presencia de invertebrados exóticos invasores en la provincia de Almería (ambientes terrestre y dulceacuícola). 80-86 pp. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Almaça, C.; B. Elvira. 2000. Past and present distribution of *Acipenser sturio* L., 1758 on the Iberian Peninsula. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 16 (1-4): 11-16.

Álvarez, S. 2010. Huella de carbono municipal. CONAMA-10. 27 pp.

Álvarez Cobelas, M., J. Catalán, D. García de Jalón. 2005. 3. Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. En: Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha. 113-146 pp.

Andreu, E.; O. Andreu, M. Morant, M. Sanchez, M.J. Viñals. 2001. Patrimonio cultural asociado a los humedales españoles: elementos clave para su valorización. *Humedales mediterráneos*, 1: 163-170.

Andreu-Soler, A., Torralva, M. 2007. Peces continentales de la Península Ibérica. *El ecologista*, 52: 36-40.

Araque, E. 2007. Conducciones Fluviales de Madera desde las Sierras de Segura y Cazorla (1894-1949). *Cuadernos Geográficos*, 40: 81-105.

Avendaño, C., R. Cobo. 1997. Metodología para estimar la erosión de cuencas fluviales a partir de batimetría de embalses. En: Ibáñez, J.J., B.L. Valero, C. Machado (eds.). *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*. Geoforma ed.

Barriendos, M.; F.S. Rodrigo. 2006. Study of historical flood events on Spanish rivers using documentary data. *Hydrological Sciences Journal*, 51: 5, 765-783.

Benítez, G., M.R. González-Tejero, J. Molero-Mesa. 2010. Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): Ethnopharmacological synthesis. *Journal of Ethnopharmacology* 129: 87-105

Bestué, I., I. Gonzalez (dir.). 2006. Breve guía del Patrimonio hidráulico de Andalucía. Junta de Andalucía. 277 pp.

Bianco, P.G. 1990. Proposta di impiego di indici e di coefficient per la valutazioni dello stato di degrade dell'ittiofauna autoctona delle acque dolci. *Rivista di idriobiologia*, 29: 131-149.

- Boyero, L. et al. (34 autores más). 2011. A global experiment suggests climate warming will not accelerate litter decomposition in streams but might reduce carbon sequestration. *Ecology Letters*, 14: 289–294. doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01578.x
- Camarero, F. et al. 2010. La huella hídrica española en el contexto del cambio ambiental. Fundación Mapfre. 218 pp.
- Cantero, P.A. 1995. Tramas del agua (El agua como metáfora viva). 166-189. En: González, J.A.; A. Malpica (Coords.). *El agua. Mitos, ritos y realidades*. Anthropos. Granada.
- Castillo Martín, A. (Coord.). 2008. *Manantiales de Andalucía*. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 416 pp.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. 2010. Propuesta de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. 417 pp.
<http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/planHidrologicoDemarcacion/participacionPublica/consultaPublica/>
- Consejería de Medio Ambiente. 2003a. *La acuicultura continental en Andalucía*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Medio Ambiente. 2003b. *Árboles y Arboledas Singulares de Andalucía*. Junta de Andalucía.
- Consejería de Medio Ambiente (2004-2006). *Erosividad de la lluvia en Andalucía. Evolución provincial, 2004-2008*.
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=249f66ad0c378010VgnVCM100000624e50aRCRD&vgnextchannel=a1d9e2df6aaad110VgnVCM1000001325e50aRCRD&lr=lang_es
- Consejería de Medio Ambiente. 2004a. *Inventario de la Geodiversidad Andaluza*. Junta de Andalucía
- Consejería de Medio Ambiente. 2004b. *Inventario de Riberas Sobresalientes de Andalucía*. Junta de Andalucía
- Consejería de Medio Ambiente. 2005. *Lista roja de la flora vascular de Andalucía*. Dirección General de Gestión del Medio Natural. Junta de Andalucía.
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=830c0cddf0c01210VgnVCM1000001325e50aRCRD>
- Consejería de Medio Ambiente. 2005. *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*.
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=07db9f89b02ba010VgnVCM100000624e50aRCRD&vgnextchannel=023efe1a2c9c6010VgnVCM1000000624e50aRCRD>
- Consejería de Medio Ambiente. 2006. *Helechos amenazados de Andalucía*. Junta de Andalucía. 128 pp.
- Consejería de Medio Ambiente. 2009. *Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2009*. Junta de Andalucía. 481 pp.
- Consejería de Medio Ambiente. Sep.-2009. *Boletín Informativo sobre Geodiversidad y Biodiversidad en Andalucía*.
- Consejería de Medio Ambiente. 2010. *Medio Ambiente en Andalucía. Informe 2010*. Junta de Andalucía. 513 pp.
- Consejería de Medio Ambiente (sin año). *Diagnóstico sobre el estado de conservación de los peces continentales autóctonos e inventario de los tramos fluviales importantes en Andalucía*

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=ad7bb4ca765ba110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=dd0c84f252eac110VgnVCM1000001325e50aRCRD>

Consejería de Medio Ambiente. (varios años). Ecobarometro de Andalucía. Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental. Junta de Andalucía.

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=3f6f82e0851d4010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=f798223622e54010VgnVCM1000001625e50aRCRD&lr=lang_es.

Costa, J.C. (Coord.). 2003. Plan Director de Riberas de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 309 pp.

Cuevas, R. 2006. Estrategia de defensa ante inundaciones en Andalucía.

<http://www.egmasa.es/europa/florispre/Documentos%5CPonenciasEventoEspa%C3%B1a%5CEncuentroDeEspecialistas-18-19Octubre2006%5C18-10-2006%5CRAFAELCUEVASNAVAS-EstrategiaAnteInundacionesEnAndalucia.pdf>

Dana, E. (2004-2006). Especies vegetales invasoras en Andalucía. 115-123 pp. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

De Antonio, R., J. Almorox, A. Saa, J.P. Rueda. 1995. Erosión y aterramiento de embalses. Agricultura, 751: 151-154.

Díaz, M.P., G. Orozco, M. Fernández. 2011. Distribución territorial de la energía minihidráulica en Andalucía. Significado de la producción eléctrica. VII Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua. 16-19-febrero-2011. Talavera de la Reina. Toledo.

Díaz-Hernández, J.L., E. Barahona, J. Linares. 2003. Organic and inorganic carbon in soils of semiarid regions: a case study from the Guadix-Baza basin (southeast Spain). Geoderma, 114: 65-80.

Díaz-Paniagua, C., N. Pérez, J. Hidalgo, A. Portheault, X. Ruíz, A. Marco, A.C. Andreu. (2004-2006). Experiencias de control de galápagos exóticos. 313-318 pp. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Doadrio, I., M. Aldegue (Coord.). 2007. La invasión de especies exóticas en los ríos. Estrategia Nacional de restauración de ríos. MMA. 124 pp.

Dodds, W.K. 2002. Freshwater Ecology. Concepts and environmental applications. Academic Press. San Diego.

Domezain, A., I. Guisasola, J. Alba-Tercedor. 1987. Estudio de la incidencia de una piscifactoría en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Limnética 3: 151-157

Duran, J.J., M.L. Fernández, R.M. Mateo, P.A. Robledo. 2001. [Las aguas subterráneas y los campos de golf. Una aproximación integradora. V Simposio sobre el Agua en Andalucía](#) / coord. por [P.A. Pulido, A. Pulido, A. Vallejos](#), Vol. 2, 2001, ISBN 84-8249-459-8, pags. 61-68.

EM (Evaluación de los ecosistemas del Milenio). 2005. Los ecosistemas y el bienestar humano: Humedales y agua. Informe de síntesis. 68 pp

ESACUA. 2010. Informe de acuicultura continental.

http://www.google.es/search?sourceid=navclient&hl=es&ie=UTF-8&rlz=1T4SKPT_esES413ES414&q=Informe+de+acuicultura+continental.+ESACUA.+2010

Espejo, C. 2001. Las aguas de consumo envasadas en España. Trasvases muy rentables y nada cuestionados. Papeles de Geografía, 34: 125-142.

- Fajardo, J., A. Verde, D. Rivera, C. Obón. 2000, Las plantas en la cultura popular de la provincia de Albacete. Instituto de estudios albacetenses "Don Juan Manuel". Diputación de Albacete. Serie I. Estudios nº 118. 266 pp.
- Falkenmark, M., J. Rockström. 2006. The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management. *Journal of water resources planning and management*/may-june: 129-132.
- Federación andaluza de asociaciones de explotaciones mineras (FAEMI). 2005. Guía de Canteras.
- Fernández, M. 1995. El agua en las tradiciones madrileñas. 121-153. En: González, J.A.; A. Malpica (Coords.). El agua. Mitos, ritos y realidades. Anthropos. Granada.
- Fernández Delgado, C. (2004-2006). Especies introducidas en Andalucía: el caso de los peces. 133-137 pp. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Ferrero, J.L., S. Algarín. (2004-2006). Prospección para la determinación y estudio de las poblaciones de la especie invasora cangrejo chino (*Eriocheir sinensis*) en el Bajo Guadalquivir. 345-351 pp. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- Franco Ruiz, A. y M. Rodríguez de los Santos. 2001. Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 327pp.
- Gallart, F.; P. Llorens. 2003. Catchment Management under Environmental Change: Impact of Land Cover Change on Water Resources. [Water International](#), **28(3)**: 334 – 340.
- García Mora, M.R.; C. Montes (Red.). 2010. AN+20. El desafío de la gestión de los espacios naturales de Andalucía en un mundo cambiante. Una cuestión de valores. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 166 pp.
- García Ruíz, J.M., F. López Bermúdez. 2009. La erosión del suelo en España. Sociedad Española de Geomorfología. 441 pp.
- Gil Olcina, A. 2006. Importancia y desaparición de un uso tradicional del agua: La flotación de maderas. *Eria*, 69: 57-74.
- Gómez, J.M. 2002. Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75: 105-116.
- Gómez, R., I. Hurtado, M. L. Suárez & M. R. Vidal-Abarca, 2005. Ramblas in south-east Spain: threatened and valuable ecosystems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 387–402.
- Gómez Orea, D. 1997. Impacto ambiental de los trasvases. Actas del I y II seminario del agua, 1997-01-01, ISBN 84-8108-128-0.191-198 pp.
- González, J.A. 1995. Del diluvio a las inundaciones: Mito y razón práctica ante las catástrofes. 413-438. En: González, J.A.; A. Malpica (Coords.). El agua. Mitos, ritos y realidades. Anthropos. Granada.
- González del Tánago, M., D. García de Jalón. 2007. Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos. Ministerio de Medio Ambiente. 318 pp.
- González-Ortegón, E., J.A. Cuesta, P. Drake. (2004-2006). Introducción y expansión del camarón oriental, *Palaemon macrodactylus*, en la costa atlántica andaluza. 169-173. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Green, A., H. Rodríguez, D. Frisch. (2004-2006). Especies exóticas de invertebrados acuáticos en veta La Palma y en las salinas andaluzas. 175-179 pp. En: Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Herrera, C.M. 1997. Thermal biology and foraging responses of insect pollinators to the forest floor irradiance mosaic. *Oikos* 78: 601-611.

Herrera, T., O. Gavira, F. Blanco. 2010. Habitantes del agua. Odonatos. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 273 pp.

Ibáñez, C. 2001. [El impacto ambiental de los trasvases](#): el caso del Ebro. 245-254 pp. In: Arrojo, P. (Coord.). [El Plan Hidrológico Nacional a debate](#). ISBN 84-88949-44-8.

Instituto de Estudios de Cajamar. 2006. La acuicultura en España. Situación y retos para el futuro.

Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012).

<http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ines/modulos/ines.htm>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Cambio climático, 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza, 104 pp.

Jones, J.B., P.J. Mulholland (eds.). 2000. Streams and groundwaters. Academic Press. London.

Junta de Andalucía. . 2003. Plan Andaluz de Control de la Desertificación. Consejería de Medio Ambiente.

Junta de Andalucía. 2005. Informe de Medio Ambiente. 2005. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Publicaciones_Periodicas/IMA/2005/pdfs/008_Capitulo_03_Suelo.pdf.

Junk, W.J., P.B. Bailey, R.E. Sparks. 1989. The flood pulse concept. In: River-Floodplain Systems. Canadian Journal Fish and Aquatic Science. Special Publication, 106: 110-127.

Llamas, M.R. 2005. Los colores del agua, el agua virtual y los conflictos hídricos. Discurso inaugural del año 2005-2006. (Water colours, virtual water and water conflict. Opening address of the 2005-06 Course). Revista de la Real Academia de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid. Vol. 99 Nº. 2, pp 369-389.

MA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT). 2005a. Ecosystem and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute. Washington, DC.

Madrid, C. 2007. Hidratar el Metabolismo Socioeconómico: Los Flujos de Agua Virtual y el Metabolismo Hídrico. Una aproximación al sector hortofrutícola Andaluz. Universidad Autónoma de Barcelona.

Maestu, J., A. del Villar, D. Cabello, M. García Mollá, S. Galindo, J. M. García Asensio, E. Benito. 2007. Precios y costes de los servicios del agua en España. Informe integrado de recuperación de costes de los servicios de agua en España. Artículo 5 y anejo III de la Directiva Marco del Agua. Ministerio de Medio Ambiente.

Martín, M. 2000. Aguas subterráneas y abastecimiento urbano en Andalucía. Pp: 55-60. En: Fernández, R.; J.A. Fernández, B. López Camacho, J.A. López Geta (Eds.). Aguas subterráneas y abastecimiento urbano. IGTE.

Martín, A., F. Alcalá, M.I. Ortega, J.R. Lanzas, J.J. Duro, I. Herrador. 2006. Las cuentas del agua en Andalucía: Sectores que emplean el agua como factor productivo esencial. Ambientalia. I Congreso Andaluz de Desarrollo Sostenible. Federación Andaluza de Ciencias Ambientales. 259-286 pp.

- Martín, A., F. Alcalá, M.I. Ortega, J.R. Lanzas, J.J. Duro, I. Herrador. 2007. Las cuentas del agua en Andalucía: Sectores no agrarios de actividad que emplean el agua como factor esencial en sus procesos productivos. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, 195:443-474.
- Martínez, L., 2000. Nueva aportación de datos sobre navegación fluvial en España y Portugal. Revista de Folklore. Caja España. Fundación Joaquín Díaz. Tomo: 20b (número: 239): 173-175.
- Martínez Cachá, A. 2004. Impacto económico de las sequías en el sureste agrario español. Fundación Universitaria San Antonio. Murcia.
- Martinez-Lirola, M.J., M.R. Gonzalez-Tejero, J. Molera. 1997. Investigaciones etnobotánicas en el parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. Soc. Almeriense de Historia.
- MARM. 2007. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España. Años 1990-2005. Comunicación a la Comisión Europea. Decisiones 280/2004/CE y 2005/166/CE. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Subdirección General de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos. 396 pp.
- MARM. 2008. La gestión de la sequía de los años 2004 a 2007. I.S.B.N.- 13: 978-84-8320-419-1. (http://www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/ons/mapa_informe_ons/pdf/SequiaPub2004-2007.pdf).
- MARM. 2009. “Perfil ambiental España-2009” (<http://www.marm.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/indicadores-ambientales-perfil-ambiental-de-espana/perfil-ambiental-de-espana-2009/>)
- MARM. 2010. El medio ambiente y el medio rural y marino en España 2009. (http://www.marm.es/es/ministerio/organizacion/organigrama/memoria2009_cap.aspx#para0)
- MARM. 2010. Informe inventarios de gases de efecto invernadero de España. Años 1990-2008. Comunicación a la Comisión Europea. Decisiones 280/2004/CE y 2005/166/CE. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Subdirección General de Calidad del Aire y Prevención de Riesgos. 647 pp.
- MARM (sin año). La nieve en las Cordilleras de España. (http://www.marm.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/09047122801e0427_tcm7-28805.pdf).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2002. (2003). La agricultura, la pesca y la alimentación en España. Secretaria Técnica. 608 pp.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2009). “El Sector Artesano Español en las Fuentes Estadísticas y Documentales”. Dirección General de Política de la Pequeña y Mediana Empresa 194 pp.
- MMA. INFORMES BALANCE DEL AÑO HIDROLÓGICO 2004-05, 2005-06, 2006-07, 2007-08 y 2009-10 (MMA) (http://www.mma.es/portal/secciones/aguas_continent_zonas_asoc/ons/mapa_informe_ons/informes_cue_nca.htm)
- MMA. 1998. Libro Blanco del Agua. (<http://www.marm.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/libro-blanco-del-agua/>)
- MMA. 2006. Plan Nacional Integrado de residuos (PNIR). Anexo 5. II Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales EDAR 2008-2015 (II PNLD).
- MMA. 2007. Síntesis de los estudios generales de las demarcaciones hidrográficas en España (http://www.mma.es/portal/secciones/acm/politica_agua/directiva_marco_aguas/Publicaciones.htm).
- MMA, 2008. Una propuesta de Catálogo Nacional de Reservas Fluviales. Informe parcial. CEDEX. 35 pp

Moliní, F., M. Salgado. 2010. Superficie artificial y viviendas unifamiliares en España, dentro del debate entre ciudad compacta y dispersa. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 54: 125-147.

Montes, C. 2007. Hacia una hidrosolidaridad entre humanos y ecosistemas. *Compluta*, 53: 99-107.

Munné, A.; N. Prat, C. Solá, N. Bonada, M. Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 147–163.

Muñoz, J. (2004-2006). Plantas exóticas en Andalucía. En: *Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006*. 45-49 pp. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Muñoz-Rojas, M., D. De la Rosa, L.M. Zavala, A. Jordán, M. Anaya-Romero. 2011. Changes in land cover and vegetation carbon stocks in Andalusia, Southern Spain (1956–2007). *Science of the Total Environment*, 409: 2796–2806.

Naiman, R.J., H. Décamps, M.E. McClain. 2005. *Riparia. Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier Academic Press. Amsterdam.

Navalón, P.; I. Valor. 2008. El uso agrícola de los lodos de EDAR y los COPs. Evaluación del destino medioambiental de los COPs existentes en los lodos. *Ingeniería Química*, 458: 188-196.

OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España)..2008. Agua y sostenibilidad: Funcionalidad de las cuencas. 205 pp.

OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España). 2010. *Sostenibilidad en España-2010*. 479 pp. (<http://www.sostenibilidad-es.org/es/informes/informes-anuales/sostenibilidad-en-espana-2010>).

Palau, A. 2004. La sedimentación en embalses. Medidas preventivas y correctoras. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente.

Pereira, H. M., T. Domingos, L. Vicente, V. Proença. 2009. *Ecosistemas e Bem-estar Humano. Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment*. Escolae Editora. Lisboa. 734 pp.

Plan Andaluz de Acción por el Clima. 2007-2012.

(<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=33294bf8796f2110VgnVCM100000624e50aRCRD&vgnnextchannel=5849185968f04010VgnVCM1000001625e50aRCRD>)

Prenda, J., F. Blanco; V. Hermoso. (2004-2006 a). Impacto de los peces exóticos en los ríos de la provincia de Huelva. 255-259 pp. En: *Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Prenda, J., F. Blanco; M. Clavero, A. Menor, J.A. Álvarez, V. Hermoso. (2004-2006 b). Peces exóticos en el parque natural Sierra Norte de Sevilla y su área de influencia. 261-265 pp. En: *Especies exóticas invasoras en Andalucía. Talleres provinciales 2004-2006*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Priego de Montiano, R., M. Gómez-Lama, J.M. Recio Espejo 2006. *El golf y su entorno en Andalucía*. Federación Andaluza de Golf. Cajamar.

Pulido, A. 2006. Reflexiones sobre las aguas subterráneas y la gestión del agua en Andalucía. Pp.: 49-58. En: Matarán Ruiz, A., Navarro Cano, S., Pérez, Campaña, R., Sánchez, Fernández, M., Ruiz, Martín, C., Toro Ruiz, A., Aguilera Benavente, F., y Luján León, E. (Eds.). *Libro del I Congreso Andaluz de Desarrollo Sostenible, –El Agua–*. Federación Andaluza de Ciencias Ambientales. Granada, 27-29 de Abril de 2006.

Quality of bathing water — 2009 bathing season. EEA Report No 3/2010. (<http://www.eea.europa.eu/publications/quality-of-bathing-water-2009-bathing-season>).

Registro Nacional de Lodos

(http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/banco_publico_ia/pdf/RESLodos.pdf).

Regueiro, M. 2007. La extracción de áridos en la Unión Europea en el marco de la estrategia del uso sostenible de los recursos naturales.

<http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=1466>

Ribera, I. 2000. Biogeography and conservation of Iberian water beetles. *Biol. Conserv.* 92:131–150.

Rockström, J., L. Karberg. 2010. The quadruple squeeze: Defining the safe operating space for freshwater use to achieve a triply Green revolution in the Anthropocene. *Ambio*, 39: 257-265.

Rodríguez, M., J.M. Moreira, J. Quijada, M. Corzo, Y. Gil. 2008. Evaluación y seguimiento multitemporal de la desertificación a través del Sistema de Información Geográfica Ambiental de Andalucía. En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 737-751. ISBN: 978-84-96971-53-0.

Rodríguez Becerra, S. 2000. Religión y fiestas en Andalucía. En: D. González Cruz (ed.). *Religiosidad y costumbres populares en Iberoamérica*. Universidad de Huelva, pp. 153-168.

Rodríguez Casado, R., A. Garrido, M. R. Llamas, C. Varela-Ortega. 2008. La huella hidrológica de la agricultura Española. *Papeles de Agua Virtual*, nº 2: 38 pp. Fundación Marcelino Botín.

Rodríguez Marín, F. 1894. *Cien refranes andaluces de meteorología, cronología, agricultura y economía rural*. Imprenta E. Rasco. Sevilla.

Salvador, A. 2009. Esturión- *Acipenser sturio*. En: Carrascal, L.M.; A. Salvador (eds.). *Enciclopedia Virtual de los vertebrados españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.

Sánchez, E., G. Miguez-Macho. 2010. Proyecciones regionales de clima sobre la península ibérica: Modelización de escenarios de cambio climático. En: F.F. Pérez, R. Boscolo (Ed.). *Clima en España: Pasado, presente y futuro*. Informe Clivar.

UK National Ecosystem Assessment. 2010. Preliminary synthesis and progress report on status and trends. 19 pp.

UK National Ecosystem Assessment. 2011. Chapter 9 Freshwaters – Openwaters, Wetlands and Floodplains. Technical Report. 138 pp.

UNESCO. 2009. *Water in a changing world*. The United Nations World Water Development. Report 3. 318 pp.

Vanwalleghem, T., J. Infante, M. González de Molina, D. Soto, J. Alfonso. 2011. Quantifying the effect of historical soil management on soil erosion rates in Mediterranean olive orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142: 341-351.

Varios Autores. 2008. *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Tomos I, II, III y IV.

Verde, A., D. Rivera, C. Obón. 1997. Plantas mágicas de la provincia de Albacete: Maléficas, protectoras y mágico-curativas. *Al-Basit*, 40: 143-156.

Verde, A., D. Rivera, C. Obón. 1998. *Etnobotánica en las Sierras de Segura y Alcaraz: Las plantas y el hombre*. Instituto de estudios albacetenses "Don Juan Manuel". Diputación de Albacete. Serie I. Estudios nº 102. 351 pp.

Vidal-Abarca, M.R.; M.L. Suárez; Gómez, R. 2002. Caudales y aportaciones en la cuenca del Río Segura: ¿son significativos los datos hidrológicos?. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. (Comunicaciones). Universidad Pablo Olavide. Sevilla: 528-535.

Vilá, M., F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaria, P. Castro. 2008. Invasiones Biológicas. CSIC. 216 pp.

Water Footprint Network. 2010. Water Footprint – Glossary. (<http://www.waterfootprint.org/?page=files/homeU>)

Ward, J.V., J.A. Wiens. 2001. Ecotones of riverine ecosystems: Role and typology, spatio-temporal dynamics, and river regulation. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 1: 25-36.