

REVISTA DE ESTUDIOS REGIONALES

I.S.S.N.: 0213-7585

2ª EPOCA Enero-Abril 2008



81

SUMARIO

Artículos

José Atilano Pena López y **José Manuel Sánchez Santos**. Disparidades económicas intrarregionales a escala municipal: Evidencia empírica para el caso gallego

Julia Martín-Ortega, **Carlos Gutiérrez Martín** y **Julio Berbel Vecino**. Caracterización de los usos del agua en la Demarcación del Guadalquivir en aplicación de la Directiva Marco de Aguas

Fernando Rubiera Morollón. Nuevas orientaciones estratégicas de la Política de Cohesión de la Unión Europea. Una revisión de posibles acciones adaptadas al nuevo enfoque

José Manuel Rueda Cantuche, **José Antonio Ordaz Sanz** y **Flor Mª Guerrero Casas**. Modelos de elección discreta aplicados a la estimación del comercio interregional en Andalucía

Notas

Cristina Ares Castro-Conde. La dimensión regional de la UE y el proceso de debate sobre el futuro de Europa

Juan Ignacio Pulido Fernández. Gestión turística activa y desarrollo económico en los parques naturales andaluces. Una propuesta de revisión desde el análisis del posicionamiento de sus actuales gestores

Agustín J. Sánchez Medina, **Arturo Melián González** y **Ángel S. Gutiérrez Padrón**. Capital intelectual y territorios insulares: Una aplicación al caso de Gran Canaria

Reseñas y Reseñas Bibliográficas

Documentación

Textos

Caracterización de los usos del agua en la Demarcación del Guadalquivir en aplicación de la Directiva Marco de Aguas

“The characterisation of water uses in the Guadalquivir river basin in the application of the Water Framework Directive”

Julia Martín-Ortega
Carlos Gutiérrez Martín
Julio Berbel Vecino
Universidad de Córdoba

Recibido, Marzo de 2006; Versión final aceptada, Febrero de 2007.

PALABRAS CLAVE: Directiva Marco de Agua, Caracterización de usos del agua, Presiones ambientales.

KEYWORDS: Water Framework Directive, Water use characterization, Environmental pressure.

Clasificación JEL: Q21 y Q25

RESUMEN

Esta investigación recoge la caracterización de los usos del agua, entendida como la estimación de presiones ejercidas por los usos sobre el recurso, así como la proyección de tendencias de dichas presiones en el futuro, en el contexto de aplicación del artículo 5 de la Directiva Marco de Aguas al Guadalquivir. La metodología responde al esquema *presión-impacto-respuesta* y los resultados obtenidos suponen un paso necesario para la identificación de la brecha entre los objetivos de la Directiva y la situación prevista; sirviendo de punto de partida para el Programa de Medidas y los Planes de Cuenca. Se prevé la llegada en 2015 a una situación insostenible con el uso de más del 50% de los recursos renovables, debido al mantenimiento de la gran presión agrícola y el incremento de los usos urbanos, industriales y turísticos.

ABSTRACT

This paper shows the characterization of water uses, in terms of pressure over resources, on the Guadalquivir River Basin (Southern Spain) and its trends for 2015. This research proposes a specific implementation model for the execution of the UE Water Framework Directive (WFD), based on a *pressure-impact-response* scheme. The study foresees an unsustainable situation for 2015 in which water consumption will exceed 50% of renewable resources, due to the expected maintenance of great agricultural pressure and the increase of urban, industrial and tourist water uses. The results of this study should be considered as a first step on the WFD implementation, which should be completed by the economic assessment of the measures to achieve the Directive objectives.

1. INTRODUCCIÓN

En regiones mediterráneas y áridas el agua es siempre un factor limitante del desarrollo. En Andalucía hace tiempo que el desarrollo técnico y humano ha permitido incrementar la oferta de agua de modo que ésta ha evolucionado de forma paralela a las demandas crecientes. El modelo hidráulico de incremento progresivo de la oferta de agua vigente desde mediados del siglo XIX multiplicó la disponibilidad y consumo de agua en los países desarrollados; lo cual ha permitido garantizar el acceso universal al agua potable en las sociedades avanzadas y alcanzar los niveles de desarrollo que conocemos, particularmente en lo que se refiere a la extensión de las tierras de regadío y la producción de energía eléctrica.

Sin embargo, este modelo ha generado un comportamiento de consumo intensivo e incluso derrochador que se hace incompatible con el objetivo de sostenibilidad del desarrollo. A esto se añade, además, la creciente contaminación de los recursos hídricos y una progresiva degradación de los ecosistemas asociados. De esta realidad se infiere que el problema del agua ha cambiado de naturaleza, es decir, se ha pasado de un afrontamiento de la cuestión hídrica bajo los imperativos del control y dominio del recurso, a la necesidad de imponer una gestión de la demanda, para poder seguir aprovechando el recurso pero controlar su degradación y su contaminación (Sáenz de Miera, 2002), en lo que Aguilera Klink (2001) ha reclamado como una "profundización democrática".

Este planteamiento es aplicable también a España y en particular a Andalucía, donde las dificultades frente a los periodos de sequía o la sobreexplotación de acuíferos locales han puesto en duda la sostenibilidad de la economía andaluza por su dependencia estratégica de este recurso, en uno de los contextos de mayor regulación del mundo (mayor número de presas por habitante y kilómetro cuadrado). En los últimos años se ha producido un proceso de transformación del enfoque de las políticas de gestión del agua, basado en la consideración de la necesidad de tránsito de una política de oferta a una política de demanda, propio de países desarrollados (Green, 2003). En palabras de Arrojo (2001a), se impone la necesidad de cambiar en profundidad el enfoque de la tradicional política hidráulica para pasar a lo que debería llamarse política hidrológica, basada en estrategias de gestión de la demanda y de conservación de la calidad, incluyendo en el concepto de calidad la salud de los ecosistemas. Esta nueva gestión, debe situarse, según Moral (2001), en el marco más amplio de una estrategia de ordenación del territorio

Este tránsito en la política de gestión no se produce, sin embargo, sin fricciones. El uso de agua ha estado siempre sometido a tensiones sociales y competencia entre los usos, que se han acentuado de manera muy significativa en los momentos de

fuerte sequía, derivando en conflictos territoriales y políticos¹. Además, este tránsito no ocurre necesariamente al mismo ritmo en la esfera política e institucional que en la sociedad. Tal parece ser el caso de la sociedad andaluza, según lo que se desprende de los estudios sociológicos realizados por Moyano et al. (2004), que encuentran que perdura un predominio de la preferencia social por el enfoque de oferta en la solución a los problemas del agua. Del discurso hídrico esclarecido por la investigación de Moyano se desprende que, en un contexto de importante desconocimiento sobre la cuestión hídrica, sigue enfatizándose de manera mayoritaria la necesidad de infraestructuras para el aumento de la oferta de agua. Es decir, a pesar de un cada vez mayor consenso alcanzado a instancias institucionales, parece que el discurso social andaluz no se ha impregnado todavía de manera sólida de este nuevo enfoque.

En cualquier caso, la gestión sostenible del agua es una prioridad de la Unión Europea que se ha puesto de manifiesto a través de la elaboración de una normativa ambiental cada vez más amplia desde los años sesenta. En octubre de 2000 entró en vigor la Directiva 2000/60/CE por la que se establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. El objetivo de la Directiva Marco de Aguas (DMA) es la consecución del buen estado de las masas de agua de la Unión Europea para el 2015. Para una revisión de la gestación de la Directiva y de la aplicación del análisis económico, puede consultarse Berbel y Gutiérrez (2005). Para alcanzar el buen estado de las masas de agua la DMA requiere, de forma novedosa, la intervención de la Economía para la caracterización de las demarcaciones hidrográficas y las tendencias futuras en términos de análisis económico, como paso previo necesario para la definición de los planes de gestión. Este análisis económico refuerza el rol de la Economía como parte integrante de los procesos de toma de decisiones para alcanzar el buen estado de las masas de agua y es requerido por la Directiva en dos fases:

- Primera fase: caracterización de los usos del agua (2001/2002) y construcción del escenario de tendencias (2015), en la que a su vez distinguimos: (a) Análisis económico de los usos del agua (artículo 5 y anexo III); (b) Estudio de recuperación de costes de los servicios del agua (artículo 9 y anexo III) y (c)

1 Estas tensiones tuvieron un momento de especial conflictividad con la promulgación de la Ley 10/2001 de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (PHN), que enfrentó a los dos grandes partidos políticos y que dio lugar a un fuerte rechazo desde una parte de la sociedad (ver Arrojo Agudo, 2001b), con su expresión más visible en el movimiento Nueva Cultura del Agua. Los principales argumentos contra el PHN, que se concentraron fundamentalmente en el rechazo al trasvase previsto desde el Ebro hasta el sureste español, señalaban la incoherencia del Plan frente a la necesidad de alejarse de las políticas de oferta para pasar a una gestión más sostenible de la demanda y frente a las directrices de la Directiva Marco del Agua (Barreira, 2001).

- Identificación de las masas de agua altamente modificadas a través de una evaluación de impacto ambiental que incluye el análisis económico (artículo 4).
- Segunda fase: Programa de Medidas para 2008. Establecimiento del Programa de Medidas para alcanzar los objetivos de la DMA (artículo 11 y anexo III) a través de un análisis coste-eficacia, incluyendo (a) Evaluación del rol potencial de la tasación en la recuperación de costes (artículos 9 y 11) y (b) Evaluación de la necesidad de derogar objetivos debido a costes desproporcionados (artículo 4).

Desde los ámbitos científico (Andreu, 2006) e institucional viene haciéndose un esfuerzo para la implementación de la DMA a nivel nacional (Maestu, 2006; MIMAM y Gobierno de Navarra, 2002) y regional (Argüelles Martín, 2005)². La investigación que aquí se describe se sitúa en este contexto, y supone una contribución novedosa a su implementación práctica en el ámbito andaluz en lo que a la caracterización de usos e identificación de presiones se refiere. Conviene recordar en este punto que si bien la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir³ (DHG) discurre al 90% de su superficie por Andalucía, ocupando el 60% de la Comunidad Autónoma (Cuadro 1); incluye también parte de las comunidades autónomas de Castilla la Mancha, Extremadura y Murcia.

CUADRO 1
DESCRIPCIÓN DE LA DHG POR COMUNIDAD AUTÓNOMA

	Nº municipios	Población (habitantes)	Población DHG (%)	Superficie DHG (km ²)	Área en DHG sobre área comunidad (%)	Participación en la DHG (%)
Castilla	29	117.568	2	4.100	5,2	7,1
Extremadura	11	26.962	1	1.411	3,4	2,5
Andalucía	475	4.890.053	97	51.900	59,5	90,2
Murcia*	2	-	-	116	1,0	0,2
Total	517	5.034.583	-	57.527	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos INE (Demografía y Población. Cifras de Población) y CHG (La Cuenca. Distribución Territorial).

*Ninguno de los municipios murcianos tiene su núcleo urbano incluido en la DHG, por eso se excluye en términos de población.

- 2 Para una revisión de las tareas de implementación del artículo 5 de la DMA en el ámbito europeo se recomienda la lectura de: World Wide Fund for Nature and European Bureau (2006).
- 3 En esta investigación entendemos por Guadalquivir el territorio gestionado por la Confederación hasta el 01/01/2006, fecha en la que se ha segregado y transferido a la Agencia Andaluza del Agua las cuencas del Guadalete y Barbate.

Esta investigación pretende ofrecer una visión de la importancia de la actividad económica en la presión sobre los recursos en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, clarificando la relación entre la información técnica y económica, manejando el déficit informativo y las dificultades de escala de la información existente. Para ello se ha planteado, bajo un marco metodológico general, aplicaciones específicas a los sectores más relevantes (doméstico, agrícola, industrial y turístico) de nuestra región con el objetivo de identificar las presiones del escenario base (2001-2002) y futuras (2015) sobre el recurso.

Conviene señalar que la influencia de la economía en la aplicación de la Directiva afecta horizontalmente a toda ella, incluyendo no sólo el análisis y apoyo a la toma de decisiones. De forma destacada, obliga al uso de instrumentos económicos incluyendo la tarificación con vistas a la recuperación completa de costes y otros instrumentos como los mercados de aguas. Para el estudio de los mercados, que quedan fuera de nuestros objetivos, puede consultarse Pujol et al. (2006) que revisan aplicaciones de los mercados locales de agua y, más concretamente, Arriaza et al. (2002) que realizan una aplicación a la Cuenca del Guadalquivir.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene como objetivo la caracterización de los usos del agua en el contexto de la aplicación de la DMA (artículo 5) en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. Se entiende por caracterización la estimación de la presión ejercida actualmente por dichos usos sobre el recurso (escenario base 2001/2002 según uso) y el análisis de tendencias de dichas presiones para el futuro (2015). Estas presiones se entienden en sus dos vertientes:

- Cantidad: volumen de agua consumida y vertida.
- Calidad: a través del análisis de indicadores de contaminación de las aguas, como la demanda biológica y química de oxígeno (DBO_5 y DQO), contenido en nitrógeno (N) y fósforo (P) y presencia de metales pesados y sólidos en suspensión.

Para cumplir este objetivo hemos empleado la metodología adoptada por la Comisión Europea a partir del grupo de trabajo conocido como WATECO, responsable de producir una Guía Metodológica sobre el análisis económico bajo la aplicación de la DMA (Comisión Europea, 2004). Este documento tenía como objetivo proporcionar orientación práctica para la implementación de la Directiva en su dimensión económica. En esta misma línea y como paso siguiente de la

transposición técnica de la Directiva, el Ministerio de Medio Ambiente preparó, en Septiembre de 2004, un estudio piloto para la Demarcación Hidrográfica del Júcar (MIMAM, 2004). Este estudio pretendía ofrecer una base práctica para el resto de las demarcaciones en la aplicación del artículo quinto de la DMA, proponiendo ciertos elementos comunes, tales como la diferenciación de los distintos usos del agua (agrícola-ganadero, doméstico, turístico, e industrial), la clasificación de los sectores de actividad industrial e incluso la generación de ciertos coeficientes de presión a nivel nacional. Además, se realizaron trabajos a escala de cuenca para el sector agrario (Berbel y Gutiérrez, 2004 y 2005).

A partir de esta metodología, este trabajo recoge el análisis económico llevado a cabo en la Demarcación del Guadalquivir (incluyendo las cuencas del Guadalete y Barbate), y supone una propuesta metodológica propia. La originalidad consiste en combinar para el Guadalquivir indicadores económicos (VAB, empleo, etc.) con coeficientes de presión “física” sobre el recurso para la caracterización de usos a nivel de cuenca. Una vez definido el punto de partida (basado en el año 2001 y 2002 según uso) se propone un escenario tendencial (“business as usual”) que permitirá identificar la brecha con los objetivos de la DMA en el horizonte 2015.

3. METODOLOGÍA

La metodología aplicada se basa en el esquema *Fuerza-Presión-Estado-Impacto-Respuesta* (DPSIR⁴), que constituye un marco muy reconocido y extendido para la organización del estado del medio ambiente. Este esquema, propuesto y adoptado por la Agencia Europea de Medio Ambiente a partir de un modelo inicial de la OCDE⁵, tiene su origen en los estudios sociales y se utiliza particularmente en la organización de sistemas de indicadores en el contexto del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Su utilización es tan extendida que se encuentra en la mayoría de los anuarios de medio ambiente de los países desarrollados y en muchos de los elaborados por los organismos internacionales como Naciones Unidas, la OCDE y la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Se trata de un modelo sencillo de explicación de las relaciones del hombre con su entorno, basado en la asunción de relaciones causa-efecto entre los componentes que interaccionan en los sistemas sociales, económicos y ambientales.

- 4 Del inglés: Driving forces of environmental changes, Pressures on the environment, State of the environment, Impacts on population, economy and ecosystems y Response of the society.
- 5 Modelo conocido como PSR (acrónimo de Pressure-State-Reponse) (Organisation for Economic Cooperation and Development, 1994).

El modelo considera que determinadas tendencias sectoriales (fuerzas motrices o “driving forces”) son responsables de las presiones que alteran el estado del medio ambiente; esta alteración supone un impacto sobre la población, la economía o los ecosistemas, al que la sociedad responde adoptando medidas correctoras, mitigadoras o compensatorias.

En la Figura 1 se ha elaborado un esquema del modelo DPSIR ilustrado con un ejemplo relativo al uso del agua.

FIGURA 1
MODELO DPSIR EN UN CASO DE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL DE UN RÍO



Fuente: Elaboración propia

La metodología utilizada en esta investigación se basa en la identificación de **factores** clave sobre los que se apoya la construcción del escenario de presiones en el escenario base, ejercidas a través de la aplicación de **coeficientes** de presión para cada uno de los sectores relevantes en la demarcación, obteniéndose de este modo la caracterización del escenario base de la misma, a modo de primer paso del esquema DPSIR (Figura 2).

FIGURA 2
ESQUEMA METODOLÓGICO EMPLEADO



Fuente: Elaboración propia

Como nos recuerda Green (2003), la predicción de las demandas futuras del agua es uno de los aspectos más *engañosos* de la gestión de los recursos hídricos, ya que el lapso de tiempo entre el momento en el que se toman las decisiones relativas, por ejemplo, a la expansión de la capacidad de abastecimiento, hasta que ésta se hace efectiva, transcurren al menos unos quince años. Es por ello que se hace necesario evaluar cuál será el balance entre abastecimiento y demanda en los años futuros, lo cual repercutirá a su vez, en las necesidades de tratamiento de las aguas residuales.

Según el mencionado documento WATECO, la estimación de las presiones futuras sobre el recurso se basa en la construcción del escenario 2015, que debe consistir en la evaluación de las tendencias de los elementos claves del análisis de cada uno de los usos del agua y la predicción de los cambios en las presiones basadas en la modificación de dichos factores socio económicos (Figura 2).

Bajo este esquema la construcción del escenario futuro se realiza a través de la estimación de la evolución de dichos factores clave, que permitirá visualizar las presiones futuras, teniendo en cuenta (como así lo requiere la propia DMA) un enfoque estacionario en cuanto a la introducción de medidas tecnológicas y mejora en la eficiencia. Es decir, el escenario 2015 se construye respondiendo a la pregunta ¿cuál sería la presión ejercida por el recurso si se mantuvieran las prácticas actuales?

En el Cuadro 2 se resume la aplicación de este esquema a los sectores analizados en esta investigación, que son detallados en el apartado correspondiente a la caracterización.

CUADRO 2
**FACTORES CLAVE QUE DEFINEN EL ESCENARIO FUTURO A PARTIR
 DEL AÑO BASE**

Uso	Evolución de factores clave
Doméstico	Aumento demográfico
	Aumento consumo per cápita
Agrícola	Evolución superficies de riego
	Efectos de la PAC
Industrial	Evolución VAB
Turístico	Evolución plazas ocupadas
	Aumento campos de golf

Fuente: Elaboración propia.

4. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS USOS DEL AGUA

La caracterización económica de los usos del agua consiste en la tipificación de las presiones de la actividad humana sobre las masas de agua; la identificación de los usos y servicios del agua en las demarcaciones hidrográficas por sector socioeconómico (agricultura, industria, uso doméstico, uso recreativo, generación de energía, etc.), así como la designación de áreas para la protección de especies acuáticas de importancia económica (no llevado a cabo en esta investigación).

A continuación se presentan las presiones cuantitativas (consumo y vertido de agua) y cualitativas (contaminación) de los usos actuales y futuros del agua, distinguiendo por sectores de actividad.

Antes de entrar en el desarrollo del trabajo conviene realizar una precisión metodológica, ya que en la literatura sobre gestión de recursos hídricos se usa indistintamente uso, consumo y demanda de agua. En este trabajo no emplearemos demanda en su significado económico habitual, es decir, la función que relaciona precio con cantidad consumida. El concepto que manejaremos es 'consumo', entendido como la cantidad de agua que cada 'uso' (agrario, industrial, etc.) emplea en las actividades productivas o domiciliarias. En este sentido hacemos una simplificación, ya que no toda el agua 'consumida' por un sector es agotada por este, por ejemplo, el consumo doméstico de una población aguas arriba, acaba convirtiéndose en vertido, que tras la depuración puede volver a ser consumido de nuevo. Por ello la cantidad reutilizada se denomina 'retornos' y debe evitarse su doble contabilización. No obstante a efectos de este trabajo, y dado que el agua consumida normalmente sufre un deterioro en su calidad, hablaremos de consumos 'brutos' de cada sector

como estimador de las 'presiones' sobre el recurso. Para una mayor clarificación se puede consultar la guía WATECO (Comisión Europea, 2004).

Una limitación de esta metodología es que sólo se consideran los consumos 'directos' ya que un análisis más revelador como el que se basa en las tablas Input/Output (Velázquez, 2006), que diferencian entre consumo directo e indirecto de un sector, queda fuera de este análisis. El lector interesado puede ampliar estos conceptos en el trabajo mencionado.

4.1. Escenario de referencia: 2001/2002.

Presión cuantitativa: consumo y vertido de agua

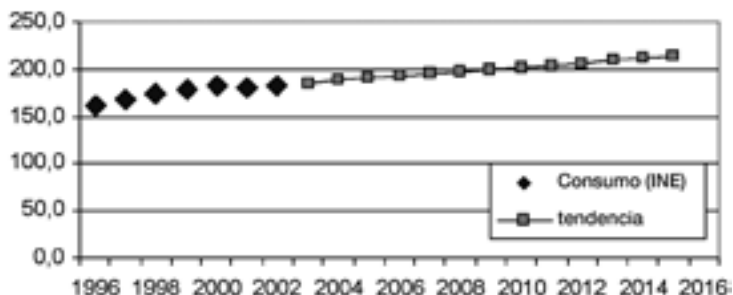
Uso doméstico

Por su naturaleza, el uso doméstico es considerado como prioritario por la Ley de Aguas⁶ y requiere una gran garantía de provisión en la que la calidad es un factor determinante. Nuestro estudio centró su atención en el individuo como unidad de análisis, a diferencia del estudio piloto del Júcar (MIMAM, 2004), en el que el consumo por vivienda se utilizó como equivalente al consumo familiar, pudiéndose estudiar las diferencias de consumo entre municipios costeros y de interior, que resultaron muy significativas. Esto no ocurre en la Cuenca del Guadalquivir, en la que las principales localizaciones de viviendas secundarias se dan en la Costa de Cádiz, donde sólo se registran unas pocas decenas de miles de viviendas secundarias de uso turístico, frente a las más de cuatrocientas mil de la provincia de Valencia, las trescientas mil de Alicante y ciento cincuenta mil de Castellón.

La Figura 3 muestra un continuo aumento del consumo de agua en Andalucía en el periodo 1996-2001, a pesar del incremento del 5% del precio en términos reales. Sería conveniente profundizar en las causas que llevan a este aumento del consumo per cápita. Una primera hipótesis podría relacionarlas con la modificación de los patrones de comportamiento: mayor superficie de vivienda por habitante; equipamiento doméstico tal como lavadoras, lavavajillas; riego de jardines y descenso del número de miembros por familia. En cualquier caso, esta hipótesis necesita de una investigación más profunda que queda fuera de nuestro alcance en este trabajo. En resumen, hemos decidido, para este estudio, concentrar nuestros esfuerzos en el consumo per cápita.

6 Ley 29/1985, de 2 de agosto (BOE núm. 189, de 8-08-1985). Modificada por la Ley 46/1999, de 13 de diciembre (BOE núm. 298, de 14-12-1999). Derogada por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio (BOE núm. 176, de 24-07-2001).

FIGURA 3
**EVOLUCIÓN DEL CONSUMO PER-CÁPITA DE AGUA EN LOS
 HOGARES DE ANDALUCÍA**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (*Indicadores sobre Agua. Serie 1996-2003: Suministro y tratamiento de agua por volumen de agua disponible y abastecida*).

Se obtuvieron directamente de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir datos de abastecimiento a partir de 410 observaciones originales de la Cuenca. De estas cifras de abastecimiento se dedujo el consumo industrial (ver epígrafe correspondiente) calculado en esta misma investigación y el 22% de pérdidas en la red estimadas por el INE⁷.

La falta de datos de consumo municipal (107 sobre el total de 517 municipios de la cuenca) se debe a que Confederación sólo controla aquellos municipios a los que suministra agua superficial, existiendo núcleos rurales menores que se abastecen de agua subterránea, o bien mediante soluciones 'mixtas'. Esta falta de datos de Confederación se subsanó aplicando un consumo mínimo de 160 litros por habitante y día. Dicha cantidad como estimación del consumo per cápita para los municipios de los que Confederación carecía de datos se justifica en base opinión de los expertos consultados ya que esta cifra es aproximadamente un 20% inferior al consumo medio en Andalucía, según el INE, y puede considerarse adecuada a los municipios de los que se carecía de datos que son precisamente municipios rurales

7 Consideramos importante mencionar que en una consulta a expertos del sector industrial y servicios que se realizó en esta investigación, se reflejó la incertidumbre acerca de este dato proporcionado por el INE. Esta incertidumbre se deriva del hecho de que el instituto de estadística no realiza la distinción entre agua perdida en la red y agua no controlada (utilizada para riego de jardines y calles, o simplemente, agua no facturada). Fuentes de Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento llegan a hablar de eficiencias de distribución de hasta 85-95%. Sin embargo, por falta de un dato homogéneo para todos los municipios, se mantiene en este estudio una eficiencia del 78% ofrecido por el INE, y por ello, cuando se habla de consumo se está haciendo referencia a agua facturada.

y de pequeño tamaño, frente a la media andaluza con un cierto peso de las grandes capitales y la presión turística de la costa. En cualquier caso, el peso de estos 107 municipios es muy reducido frente al total de la población de la Cuenca.

Por otra parte, el vertido de aguas se considera el 78% del consumo (INE, 2002). Las estimaciones de composición de vertidos en los abastecimientos de la Demarcación se han obtenido a partir de la explotación de los datos de la *Encuesta sobre Suministro y Tratamiento de Agua* facilitados por el INE para 2001, que hemos considerado constantes para el año 2002. Es importante tener en cuenta que es muy difícil aislar los datos de cargas contaminantes para los vertidos urbanos exclusivamente industriales, ya que se comparten las mismas redes de saneamiento. Es por ello que en esta investigación se han estimado coeficientes estadísticos a través de la explotación de la información proporcionada por el INE, que tratan de mejorar los coeficientes teóricos (Cuadro 3).

CUADRO 3
**COMPARACIÓN ENTRE DATOS TEÓRICOS Y DATOS ESTADÍSTICOS
OBTENIDOS PARA EL GUADALQUIVIR, POR COMUNIDAD AUTÓNOMA**

	Composición de vertidos	DQO mg/l	DBO ₅ mg/l	SS mg/l	N total mg/l	P total mg/l
Coeficientes estadísticos empleados	Andalucía (1)	402,66	189,56	163,01	30,26	8,33
	Castilla la Mancha (1)	902,41	333,58	105,59	33,62	20,78
	Extremadura (1)	485,72	227,15	150,11	16,14	2,97
	Coefficientes teóricos (2)	500,00	220,00	220,00	40,00	8,00

DQO: Demanda Química de Oxígeno, DBO₅: Demanda Biológica de Oxígeno, SS: Sólidos en suspensión, N: Nitrógeno, P: Fósforo.

(1) Elaborados a partir de la Encuesta sobre el suministro y tratamiento de agua. INE (2001)

(2) Fuente: Corbitt, R. (1998).

Uso agrícola y ganadero

En los últimos años las actividades agrícolas y ganaderas han experimentado una pérdida relativa de importancia en el conjunto de la economía española en beneficio de otras actividades como los servicios, tal y como puede observarse en el Cuadro 4. Sin embargo, en el Guadalquivir el crecimiento del valor añadido del sector primario es superior al crecimiento global de su economía y la industria agroalimentaria muestra la importancia del sector primario en general⁸, que con un

8 La industria agroalimentaria (alimentación, bebidas y tabaco) aunque muy relacionada con el sector primario, forma parte de la industria y se estudiará en su apartado correspondiente, pero por ahora nos da una idea de la importancia del sector primario.

29% del VAB industrial y el 22% del empleo, sigue siendo la más importante en el sector industrial de la demarcación.

CUADRO 4
VAB A PRECIOS CONSTANTES ANDALUCÍA Y ESPAÑA

Miles de euros		Andalucía		
	1995	2002		Tasa Crec. Anual
Ag. Gan. y Pesca	4.634.681	6.756.537		5,4%
Servicios	38.927.447	49.131.945		3,3%
Total Economía	54.108.277	70.452.325		3,8%
		España		
	1995	2002		Tasa Crec. Anual
Ag. Gan. y Pesca	18.630.000	21.472.000		2,0%
Servicios	278.700.000	345.741.000		3,1%
Total Economía	403.516.000	508.404.000		3,3%

Nota: No se disponen de datos desagregados para Agricultura y Ganadería.

Fuente: INE (2004), *Contabilidad Regional de España*.

Las actividades agrícolas y ganaderas representan sin lugar a dudas una presión significativa sobre los recursos hídricos que se pone claramente de manifiesto cuando se compara la escasa participación de estas actividades en el conjunto de la economía con el hecho de que, según el INE las operaciones del sistema de riego representan cerca del 82% (86% en la Demarcación) de las captaciones de aguas continentales y no continentales del conjunto de España, aunque la dinámica mencionada arriba explique que esta proporción haya caído ligeramente desde el 82 al 80 por ciento entre 1997 y 2001, tal y como puede verse en el Cuadro 5, en el que también se observa un ligero decremento del uso del agua en la agricultura del Guadalquivir en el periodo señalado, lo que indica una mejora en la eficiencia de uso de la misma al haber aumentado la superficie de regadío en ese periodo, como veremos más adelante.

CUADRO 5
**CONSUMOS TOTALES DE AGUA: COMPARACIÓN ESPAÑA.
DEMARCACIÓN DEL GUADALQUIVIR**

miles de m ³	1997		2001		Tasas Crecimiento	
	España	Guadalquivir	España	Guadalquivir	España	Guadalquivir
Suministro de Agua Total	21.319.070	3.703.691	22.486.341	3.719.515	1,33%	0,11%
Regadío	17.622.410	3.269.478	18.089.201	3.203.344	0,65%	-0,51%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE: *Cuentas del Agua (1997-2001)*

El 87% de las explotaciones de la Demarcación tienen una superficie inferior a 20 ha, y sólo el 6% supera las 50 ha. La Demarcación del Guadalquivir se caracteriza por una estructura dualista, en la que coexisten una agricultura de pequeña dimensión, atrasada, descapitalizada y con fuertes limitaciones estructurales, y otra capitalizada con capacidad de enfrentarse a los retos del momento actual (Gallardo, 2001).

Todos los cálculos llevados a cabo para la agricultura se basan en las superficies de cultivos a nivel comarcal, que se han calculado a partir del censo agrario de 1999, actualizadas a 2001 con las hojas 1T elaboradas por el MAPYA (declaraciones de cultivos para la Política Agraria Común).

Para obtener el consumo de agua se calcula para cada comarca la evapotranspiración potencial (conocida como ET_0) por el método de Hargreaves⁹, y multiplicado por el coeficiente de cultivo (K_c) propio de cada uno se calcula la evapotranspiración final de cada cultivo, esto es, el agua que necesita cada cultivo para su normal desarrollo. Si hacemos esto para cada comarca restándole la precipitación efectiva media mensual, obtenemos las necesidades hídricas de cultivo a nivel comarcal, que fueron proporcionadas por el MIMAM (2004). Para saber el consumo de agua en parcela hay que dividir las necesidades hídricas por el coeficiente de eficiencia del método de riego empleado, que representan el porcentaje de agua aprovechada por la planta respecto a la aplicada en parcela. Dichos coeficientes se calculan a partir de los porcentajes existentes de cada sistema de riego en cada comarca (obtenido del Censo Agrario de 1999), asignando valores de 0,5, 0,7 y 0,9 a riego por gravedad, aspersión y localizado respectivamente (valores medios proporcionados por el MIMAM, 2004). Una vez obtenido el consumo en parcela se multiplica por un coeficiente de pérdidas generales en el transporte, debido a la evaporación desde superficies de agua y fugas en la distribución, estimado en el 20% según consulta a expertos. Los retornos de agua no consumida por los cultivos que vuelven a las masas de agua serán tenidos en cuenta después, a partir de la cantidad de agua consumida por todos los usos considerados.

El cálculo del uso de fertilizantes, para conocer la presión cualitativa que se ejerce sobre las masas de agua, se realiza a partir la *Encuesta piloto del consumo de Fertilizantes por Comunidad Autónoma* del MAPYA, que multiplicado por las superficies de cultivos nos darán las cantidades aportadas a los cultivos, no las que efectivamente llegarían a las masas de agua, para lo que habría que hacer balances individuales por contaminante.

9 El método de Hargreaves se ha mostrado eficaz para determinar las necesidades hídricas de los cultivos del sur de la Península y de Levante (Vanderlinden et al, 2004), no así para las zonas más continentales. No obstante, en trabajos posteriores como el Informe Integrado de Usos del Agua en España que está llevando a cabo el MIMAM, en el que los autores estamos colaborando se están valorando las necesidades hídricas por el método de Penman-Monteith, por lo que será necesario posteriormente una comparación de resultados entre ambos métodos, ya que los parámetros usados (t^* media, vs máxima, velocidad viento, etc.) son ligeramente distintos.

Por último, el uso del agua en la ganadería se obtiene a partir del número de cabezas de ganado existente por comarca agraria, y empleando coeficientes de consumo de agua y contaminantes por cabeza (MAPYA), llegamos a la cifra total a nivel de cuenca.

Uso industrial

Para el análisis económico del uso del agua en la industria manufacturera se han escogido dos variables: el valor añadido bruto a precios de mercado¹⁰ y el empleo, que han sido analizados para cada municipio y subsector de actividad industrial, tomando como año de referencia el 2002. En el caso industrial, los problemas de escala han sido particularmente importantes, y a ellos se añade la pérdida de precisión derivada de la agregación necesaria de los subsectores en grupos mayores (Cuadro 6). Se ha seguido esta clasificación por razones prácticas (es la agrupación que hace el INE en la Contabilidad Regional de España) y además, porque fue la elegida en el estudio Piloto del Júcar (MIMAN, 2004) y que, por lo tanto, permitirá una cierta comparación de resultados para las distintas demarcaciones del Estado.

CUADRO 6
DENOMINACIÓN DE GRUPOS CNAE UTILIZADOS

Denominación	Código CNAE del INE
Alimentación, bebidas y tabaco	15 y 16
Textil, confección, cuero y calzado	17, 18 y 19
Madera y Corcho	20
Papel, edición y artes gráficas	21 y 22
Industria Química	24
Caucho y Plástico	25
Otros productos minerales no metálicos	26
Metalurgia y productos metálicos	27 y 28
Maquinaria y equipo mecánico	29
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	31, 32 y 33
Fabricación de material de transporte	34 y 35
Industrias manufactureras diversas	30 y 36

Fuente: Agrupación propia de las actividades industriales. Código según la Clasificación Nacional de Actividades Económicas- 1993 del INE (Clasificaciones nacionales).

10 Este trabajo toma los datos de VAB de la tabla simétrica Input-Output del Instituto Estadístico de Andalucía. Esta misma información podría haberse obtenido de la Contabilidad Regional de España del INE. En el estudio comparativo de las diferentes demarcaciones españolas realizado a posteriori por el MIMAM (Informe Integrado de Usos del Agua en España) se pone de manifiesto que la elección de esta base de datos oficiales proporciona resultados superiores. Esta diferencia en el cálculo del VAB de la Comunidad Autónoma hace que la productividad por trabajador sea mayor calculada a través de las tablas Input-Output.

La transformación de los datos económicos industriales a indicadores de presión sobre el recurso agua se hizo a través de la explotación de la *Encuesta sobre la generación de residuos en la Industria* del INE (2002). Esta explotación permitió la generación de coeficientes de uso del agua y la producción de contaminantes en relación con el valor añadido bruto generado por subsectores de actividad industrial. Dichos coeficientes (Cuadro 7) se obtuvieron para el ámbito nacional por parte del equipo encargado del estudio piloto del Júcar (MIMAM, 2004) debido a la falta de una muestra suficientemente desagregada a escala regional y de demarcación; y se refieren a antes de la depuración. En esta investigación se ha realizado una corrección *a posteriori* de los resultados sustituyendo las estimaciones por datos reales relativos a los *cánones singulares de vertido*¹¹ en los casos en los que se disponía de información a nivel local, proporcionada por la propia Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

CUADRO 7

COEFICIENTES ESTIMADOS DE USO DEL AGUA Y LA PRODUCCIÓN DE CONTAMINANTES EN RELACIÓN CON EL VAB GENERADO POR SUBSECTORES DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL

Coeficientes de presiones	m ³ /10 ³ €/año				g/10 ³ €/año			
	Volumen de agua captada	Volumen de agua vertida	DBO	DQO	Sólidos Susp.	N total	P total	Met. Pes.
Alimentación, bebidas y tabaco	14,19	5,76	1150	3290	350	50	20	0
Textil, confección, cuero y calzado	24,22	1,78	110	450	120	30	10	0
Madera y corcho	2,69	0,4	0	0	0	0	0	0
Papel; edición y artes gráficas	23,34	10,8	60	160	30	20	0	0
Industria química	21,12	12,02	1120	4570	890	140	40	20
Caucho y plástico	5,15	3,65	230	110	20	10	0	0
Otros productos minerales no metálicos	2,43	1,42	40	140	60	0	0	0
Metalurgia y productos metálicos	17,81	8,27	110	510	120	40	10	0
Maquinaria y equipo mecánico	1,65	0,88	1	9	2	1	0	0
Equipo eléctrico, electrónico y óptico	0,62	0,44	13	31	5	0	0	0
Fabricación de material de transporte	2,25	0,99	5	186	49	1	0	0
Industrias manufactureras diversas	8,76	4,73	9	23	8	1	0	0

Fuente: MIMAM (2004).

Uso turístico

En cuanto a la actividad turística de la Cuenca del Guadalquivir, se han considerado, por su relevancia, tres tipos diferentes de turismo dentro de la Demarcación

11 Empresas con autorización especiales al margen del municipio en el que se localizan.

del Guadalquivir: turismo *cultural* de Sevilla, Córdoba y Granada, turismo de *sol y playa* (y cada vez más, golf) en la costa gaditana y turismo *interior* (Sierra de Cazorla y estación de esquí de Sierra Nevada). Conviene recordar en este punto que nos referimos a la Demarcación del Guadalquivir y no a toda Andalucía.

En términos de presiones por uso del agua, hemos considerado, para efectos de este trabajo, que el turismo ocurre bajo tres modalidades diferentes, para las cuales se ha estudiado las tasas de ocupación:

- Turismo de viviendas secundarias. La consideración de viviendas secundarias como parte del turismo, que también se llevó a cabo en el estudio piloto del Júcar (MIMAM, 2004) tiene como objetivo, a efectos de la estimación del uso del agua, separarlas el consumo doméstico estricto, para poder hacer un escenario tendencial más exacto (dadas las tasas diferenciales de crecimiento). Por otra parte, es evidente que existen segundas residencias en municipios rurales de toda la demarcación, no sólo en los empleados en esta investigación, pero se han supuesto integradas en el consumo municipal doméstico, analizándose sólo los núcleos de gran peso turístico sobre la población local (al menos 40% de viviendas secundarias sobre principales). Este análisis ha seguido el mismo procedimiento de cálculo que el uso doméstico del agua, teniendo en cuenta el número de miembros por vivienda y provincia proporcionados por el Instituto de Estadística de Andalucía.
- Turismo industrial, que incluye hoteles, pensiones, apartamentos, casas rurales y camping, cuyos ratios de consumo aparecen en el Cuadro 8, en el que se recogen las tasas de ocupación utilizadas.

CUADRO 8
**CONSUMO DE AGUA POR TIPO DE ESTABLECIMIENTO TURÍSTICO Y
TASA DE OCUPACIÓN**

	Hoteles	Apartamentos	Pensiones	Casas rurales	Camping
Agua consumida (litro) por plaza ocupada y día	287	200	174	120	84
Tasa de ocupación	50%	50%	50%	20%	14%

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación del Informe Piloto de Júcar (*MIMAM*, 2004) y el Instituto Estadístico de Andalucía.

- Golf. En 2002 había registradas 697,5 ha de campos de golf en la Demarcación del Guadalquivir (Federación Andaluza de Golf, 2005). La industria del golf está experimentando un importantísimo crecimiento en España, donde

se facturaron 2.375 millones de euros en 2004 (252% más que en 1997)¹². Según Gómez-Lama et al. (1994), podemos considerar que los campos de golf tienen una media de 18 hoyos para una superficie de 50 hectáreas y que el consumo medio por hectárea es de 10.000 m³.

Para la estimación de la presión cualitativa del golf, conviene señalar que las dosis de fertilización recomendadas por la literatura y las casas comerciales son variables, por lo que se han utilizado los indicadores de contaminación recogidos en el Cuadro 9, propuestas por Gómez-Lama et al. (1994) para Andalucía.

CUADRO 9
**INDICADORES PARA LA ESTIMACIÓN DE CONTAMINACIÓN DE AGUA
POR CAMPOS DE GOLF**

Tipo de superficie	% sobre la superficie total del campo	Necesidades de fertilizantes (Kg/hectárea y año)		
		N	P ₂ O ₂	K ₂ O
Greens	26	250	100	200
Fairways	74	150	60	120

Fuente: Gómez-Lama et al. (1994)

La industria del golf, que en Andalucía cuenta actualmente con 90 campos y decenas de proyectos, es muy criticada socialmente, y está sujeta a un control creciente de la administración por los altos consumos (presión explicada porque la productividad aparente del agua en este uso es de 10 euros/m³, muy superior a ningún uso agrario del recurso al que se pudiera asimilar.)

Incertidumbres en la caracterización de los usos

La propia DMA reconoce la existencia de niveles importantes de incertidumbre y requiere que la caracterización económica de los usos del agua se realice con la información disponible, lo cual implica asumir la existencia de esta incertidumbre en la planificación.

12 Estos datos proceden del estudio publicado por Aymerich Golf Management (2005), empresa especializada en la planificación, desarrollo y gestión de campos de golf en España y Portugal. www.aymerichgolf.com

El asunto de la incertidumbre en la implementación del análisis económico de la DMA es tratado en profundidad por Brouwer (2005), quien identifica y clasifica las principales incertidumbres del análisis económico en función del ámbito al que pertenecen (incertidumbres naturales, socio-económicas y políticas) y en función de su naturaleza intrínseca (incertidumbres estadísticas, de escenario, cualitativas e ignorancia reconocida).

Uno de los principales problemas de la caracterización económica es el desajuste entre la escala hidrológica natural, i.e. demarcación hidrográfica, y la escala espacial de información económica: unidades de tipo administrativo tales como la provincia y la comunidad autónoma, municipio o comarca. España, como la mayoría de los Estados Miembros europeos, tiene un sistema estadístico fiable, pero los datos económicos disponibles no están desagregados a nivel de Demarcación Hidrográfica, lo cual resulta en la aparición de incertidumbre en torno a los usos del agua y las fuentes de contaminación.

Otras fuentes de incertidumbre en la caracterización de los usos del agua se encuentran en los siguientes aspectos:

- Dificultad de separar los usos domésticos de otros usos urbanos del agua con quienes comparten las redes de distribución y cuyos datos se publican de manera agregada.
- Incertidumbre concerniente a la eficiencia de las redes de distribución, ya que la publicación de datos (del Instituto Nacional de Estadística) no distingue entre pérdidas en la red y agua no facturada.
- Falta de información relativa al suministro de aguas subterráneas.
- La agregación de los subsectores industriales (ver Cuadro 6) implica la asunción de comportamientos similares en el uso del agua para actividades tan distintas como, por ejemplo, la industria cárnica y la industria tabaquera.
- Los coeficientes de presión industrial (Cuadro 7) son nacionales, lo cual implica necesariamente una cierta pérdida de precisión cuando se aplican a las regiones.
- La falta de datos de VAB industrial a escala municipal obligó a la aplicar cifras autonómicas de productividad aparente al empleo industrial municipal.
- La movilidad laboral no está considerada en la Encuesta de Población Activa proporcionada para este estudio por el INE, ya que los sectores de actividad de los encuestados se asignan al municipio donde éste vive, el cual no tiene por qué coincidir necesariamente con el municipio de trabajo. Consideramos que este problema es de menor importancia, ya que el objeto de esta investigación es el de evaluar la presión de los usos del agua a nivel de demarcación y no a escala municipal.

- En este estudio no se ha considerado, por falta de datos, que en ocasiones los campos de golf son regados con aguas residuales. Esta observación debería ser importante a la hora de realizar un estudio más profundo del impacto cuantitativo de la industria del golf.

4.2. Horizonte 2015

Como se ha mencionado anteriormente, la construcción del escenario 2015 debe consistir en la evaluación de las tendencias de los elementos clave del análisis de cada uno de los usos del agua y la predicción de los cambios en las presiones basadas en la modificación de dichos factores socio económicos. Este escenario debe servir como punto de referencia para la evaluación de los futuros problemas del agua.

En nuestra investigación se trata de proyectar la evolución de la población, las hectáreas regadas, las cabezas de ganado y el valor añadido generado por la actividad industrial, de manera que su aumento pueda ser evaluado en términos de aumento de la presión sobre el recurso. En este sentido, resulta importante señalar que la propia Directiva prescribe la estimación de este escenario 2015 bajo un enfoque que podríamos llamar de tipo estacionario o *business as usual*. Es decir, la situación debe evaluarse suponiendo que no van a producirse mejoras tecnológicas en el aprovechamiento industrial del agua, o que no se van a introducir dispositivos domésticos más eficientes. Es este enfoque el que permitirá visualizar una posible situación futura que comparar con los objetivos ecológicos que han de definirse para las demarcaciones hidrográficas. De esta comparación tendrá precisamente que nacer el Programa de Medidas, destinado a corregir la brecha entre las previsiones y los objetivos, previo análisis coste-eficacia de las medidas según detalla la DMA. Para mayor información sobre este análisis, que no debe confundirse con el coste-beneficio, recomendamos la lectura de la Guía WATECO (Comisión Europea, 2004).

En lo que a la proyección de tendencias se refiere, Brouwer (2005) en su estudio sobre las incertidumbres en el análisis económico de la DMA, considera que la creación de escenarios es una de las formas más comunes de manejar la incertidumbre, asumiendo el planteamiento de posibles situaciones de las que se desconoce su probabilidad de acaecimiento. El propio Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) los define como una descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo. En este sentido, se reitera la idea de que se trata de una visualización de un estado futuro a la que no podemos asignar probabilidades pero que refleja una situación posible. Generalmente se diseñan varios escenarios futuros, partiendo de supuestos o visiones distintas

(generalmente pesimistas, continuistas y optimistas). En nuestro estudio, y siguiendo las recomendaciones de WATECO en las que se habla de un solo escenario futuro, hemos utilizado la hipótesis continuista o estacionaria.

Uso doméstico

El aumento del consumo doméstico se ha calculado en base a la evolución de dos factores determinantes:

- Crecimiento demográfico. Se ha observado que, aplicando el crecimiento histórico individual de cada municipio entre 1981 y 2002 al período 2002-2015, se obtenían resultados prácticamente idénticos al que resultaba de aplicar el 11% de crecimiento (proyección del INE para España). Es por ello que se ha aceptado como válido este crecimiento vegetativo, que sitúa la población de 2015 para la Cuenca en 5.539.280 habitantes. Esto implica que continúa el proceso de concentración de la población en áreas metropolitanas y municipios medianos y grandes.
- Aumento del consumo de agua por habitante. Como puede observarse en la Figura 1, se viene registrando un aumento del consumo de agua per cápita (si bien a un ritmo progresivamente más moderado) en Andalucía, que puede asimilarse para la Cuenca. Para este estudio se ha aplicado la tasa de crecimiento observada desde 1998 para el período 2002-2015 (tabla 10).

CUADRO 10
CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE AGUA DE LOS HOGARES

Datos observados y tendencia	Lit/hab día
Consumo 1998	175,0
Consumo 2002	182,7
Consumo 2015	210,8
Parámetro	%
Crecimiento anual observado 98/2002	1,2%
Crecimiento per cápita 2002-2015	16,8%
Crecimiento población cuenca	11,0%
Crecimiento total 2002-2015*	29,7%

Fuente: Elaboración propia a partir de la explotación de los datos del INE (Indicadores sobre Agua. Serie 1996-2003: Suministro y tratamiento de agua por volumen de agua disponible y abastecida).

* 1,110 (población) * 1,168 (consumo per cápita).

Quando este aumento del consumo individual se añade al aumento de población, el resultado es el aumento descrito del 29,7% en conjunto de la Demarcación.

La causa de este aumento en un periodo de trece años se debe pues al aumento de población (11%) y al aumento del consumo individual (16,8% en el periodo¹³). Como se ha señalado anteriormente, este aumento podría deberse a factores como menor tamaño de la unidad familiar, mayor extensión superficial de las ciudades, mayor tamaño de vivienda, y cambio del tipo de urbanismo (jardines, piscinas, etc.).

Uso agrícola

Las superficies de cultivo en el escenario base para el 2015 se han calculado mediante la aplicación informática proporcionada por el Ministerio de Medio Ambiente¹⁴, en la que se tiene en cuenta la evolución de las superficies entre los censos de 1989 y 1999, las nuevas superficies de regadío y el efecto de las Políticas Agrarias.

Conviene señalar algunas de las tendencias que en agricultura y ganadería revela el estudio de los Censos Agrarios de 1989 y 1999:

- Disminución de la superficie de secano a favor del regadío, que crece en 346.466 ha.
- El proceso de disminución del número de explotaciones y concentración ha sido intenso. El número de explotaciones se ha reducido en 27.000, y junto al aumento del 7% de la superficie agraria útil, resulta en un aumento del tamaño medio de las explotaciones de 13,45 a 15,94 ha.
- Disminución del volumen total de trabajo realizado en las explotaciones agrarias (-12%), más acentuada en el trabajo familiar que en el asalariado, tanto en términos absolutos como relativos.
- Fuerte crecimiento del olivar de regadío, con algo más de 300.000 nuevas ha, que pasa a ser el cultivo más importante, con el 41% de toda la superficie cultivable y el 42% de la superficie de riego. También se aprecia un aumento en las superficies de frutas y hortalizas.
- El olivar es sin lugar a dudas el cultivo singular que más agua consume en valor absoluto dentro de la cuenca debido a la expansión observada. A pesar del bajo consumo por hectárea y la alta eficiencia del riego, alcanza los 633 Hm³, 472 Hm³ más que en 1989, suponiendo casi el 20% del agua consumida en agricultura. Los cultivos industriales como grupo también han

13 En la sesión de consulta a expertos del sector industrial y servicios, este aumento del consumo per-cápita del 16,8% en los próximos trece años se evaluó como alto a largo plazo debido, principalmente, a la influencia los aspectos psicológicos de las restricciones relativas a posibles sequías y a un mejor uso del recurso agua en los hogares.

14 Puede consultarse el manual de la aplicación: *Manuales de las aplicaciones informáticas para la caracterización económica de los usos del agua*. (MIMAM 2004)

experimentado un fuerte incremento en su consumo, pasando de 530 a 820 Hm³, con un cambio en su composición de girasol a algodón y remolacha. El consumo de agua también se ha visto aumentado en el grupo de cereales, motivado por el aumento en 34.000 ha de superficie de riego.

- Como se puede ver en el Cuadro siguiente, casi el 44% del aumento de la superficie con riego localizado de España se situó en el Guadalquivir, así como el 12% de la aspersión. En términos absolutos, el Guadalquivir es la cuenca donde más creció el riego localizado en este periodo con 272.000 ha nuevas, sin apenas suponer esto un detrimento en la superficie regada mediante otros métodos.

CUADRO 11
SUPERFICIES SEGÚN MÉTODO DE RIEGO

	Guadalquivir		España	
	1989	1999	1989	1999
Aspersión	116.142	148.634	623.972	893.133
Localizado	48.869	320.876	231.967	854.465
Gravedad	215.327	211.391	1.628.991	1.343.455

Fuente: Elaboración propia a partir de los *Censos Agrarios* 1989 y 1999

- Los ritmos de crecimiento anual en el número de cabezas de ganado son, a pesar de las diferencias entre especies, relativamente elevados.

Uso industrial

El factor determinante para la elaboración del escenario de tendencias a 2015 es el aumento de las presiones derivadas de un incremento del valor añadido bruto de los distintos sectores industriales. Conviene recordar aquí que el enfoque con el que se aborda el escenario de tendencias es un enfoque de tipo *business as usual*, tal y como prescribe la propia Directiva, con el que se pretende visualizar el escenario futuro si se mantienen las prácticas actuales, por lo que no se contempla el posible efecto de mejoras tecnológicas que acompañaran el aumento del VAB con un consumo industrial más eficiente del agua. El análisis del crecimiento de las industrias se basa en una extrapolación de las tasas de crecimiento histórico (1996-2002) de la Comunidad Autónoma al periodo 2002-2015 y su aplicación a escala de demarcación y una posterior corrección por sectores a través de consulta a expertos de distintos sectores industriales (reunión y cuestionario a miembros de confederaciones de empresarios, responsables empresariales industriales y de empresas andaluzas de agua) y según las previsiones de crecimiento futuro.

El resultado de la extrapolación fue un crecimiento del VAB industrial del 58% para todo el periodo, es decir, un 3,6% anual de media acumulativa para la producción industrial de la Cuenca. Sin embargo, en la reunión con expertos del sector industrial, esta cifra del 3,6% fue juzgada como muy elevada. Por este motivo, se llevaron a cabo correcciones para aquellos sectores en los que había resultado un crecimiento excesivo, alcanzándose un crecimiento general del 2,8% (crecimiento coherente con las previsiones del Ministerio de Economía de manera global para la industria manufacturera, incluyendo las previsiones de la Unión Europea).

5. RESULTADOS INTEGRADOS

La comparación de usos y valor generado por cada actividad es muy compleja ya que no es comparable el valor que genera el agua en una actividad de servicios pura con, por ejemplo, el cultivo de arroz. No obstante se presentan a continuación las grandes cifras que ponen de manifiesto el valor, marginalmente creciente del recurso a medida que avanzamos a sectores más intensivos en conocimiento y con menor uso de recursos naturales, es decir desde el paso de agricultura a servicios. Para una profundización en los resultados por sectores se recomienda la lectura de Martín-Ortega y Berbel (2005a y b), Berbel (2005) y Berbel et al. (2006).

Escenario de referencia

El Cuadro 12 muestra el resumen de VAB y consumo de agua en la Demarcación, y vemos cómo el sector primario (agricultura, ganadería y pesca) genera el 6% del VAB, y el 11% de los empleos, pero consume el 86% del agua. Los otros sectores más productivos se concentran en áreas fuertemente urbanizadas y que tienden a concentrar aún más la población (áreas metropolitanas que siguen creciendo a costa de zonas rurales que se despueblan) mientras que la agricultura es el soporte del territorio y de la economía rural.

Resulta significativa la mayor productividad por metro cúbico estimada para el turismo que es proporcionalmente mucho mayor que para el sector industrial (cuatro veces superior), frente a la productividad del empleo, que es muy similar para ambos sectores.

En cuanto a vertidos por sectores, éstos se comparan en el siguiente Cuadro para el escenario base.

CUADRO 12
RESUMEN DEL VAB Y CONSUMO DE AGUA (2002)

	VAB		Empleo		Consumo agua	
	euros	%	miles	%	Hm ³	%
Agricultura y ganadería	3.693.106	6%	190	11%	3.414	86%
Industria	8.059.714	13%	207	12%	98	2%
Turismo	7.288.138	12%	200	12%	22	1%
Resto Sectores	41.191.591	68%	1.121	65%	415	11%
TOTAL DHG	60.232.549	100%	1.718	100%	3.901	100%
	VAB/empleo €/empleo		empleo / Hm ³		VAB/m ³ €/m ³	
Agricultura y ganadería	19.437		55,6		1,1	
Industria	38.936		2.112,2		82,2	
Turismo	36.441		9.090,9		331,3	
TOTAL DHG	35.060		440,4		15,4	

Fuente: INE

CUADRO 13
COMPARACIÓN DE VERTIDOS DE ALGUNOS SECTORES
GUADALQUIVIR (2002)

Vertidos 2002	Consumo (Hm ³ /año)	%	Vertido (Hm ³ /año)	%	N (10 ⁶ kg/ año)	%	P (10 ⁶ kg/ año)	%
Agricultura	3.366,0	86,9%	n/a	0,0%	215,7	74,9%	74,1	80,0%
Ganadería	47,6	1,2%	n/a	0,0%	63,2	21,9%	16,1	17,4%
Industria	98	2,5%	40,5	12,9%	0,3	0,1%	0,1	0,1%
Turismo	21,9	0,5%	11,6	3,7%	0,6	0,2%	0,1	0,1%
Doméstico	335,8	8,7%	260,9	83,2%	7,9	2,7%	2,2	2,3%
Total	3.869,3	100%	313,6	100%	287,22	100%	92,54	100%

(*) Agricultura y Ganadería datos de 2001.

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro anterior es ilustrativo en términos generales, pero no refleja la complejidad del problema ya que, en algunas industrias, la calidad de los vertidos puede ser más relevante que la cantidad en el caso de algunos vertidos con contenido en metales pesados o con una alta carga orgánica. No obstante, en términos generales vemos como la presión ambiental que ejerce la ganadería en términos de vertidos

de nitrógeno y fósforo es superior al peso que tendría si nos fijamos únicamente en el uso estricto de agua.

En relación a la agricultura, los distintos reglamentos de la PAC para la obtención de ayudas procedentes de la UE implican el cumplimiento de un Código de Buenas Prácticas Agrarias que tienen aprobado todas las Comunidades Autónomas (es la llamada *condicionalidad*, que hasta ahora era opcional pero, tras la reforma de la PAC de 2003, pasa a ser de obligado cumplimiento por los agricultores que se arriesgan a dejar de percibir las ayudas directas si lo incumplen). Este código obliga a un control de abonado y fitosanitarios que reduzcan la contaminación difusa derivada de la actividad agraria.

CUADRO 14
**PRODUCTO REGIONAL BRUTO Y LAS PRESIONES EN TÉRMINOS DE
NITRÓGENO Y FÓSFORO (2002)**

	PRB (%)	N (%)	P (%)
Regadío	3%	22%	24%
No regadío	2%	52%	56%
Ganadería	1%	22%	17%
Resto de usos	93%	3%	2%
Total Andalucía	100%	100%	100%

Fuente: Berbel (2005).

El Cuadro 14 confirma que la agricultura de regadío genera una contaminación por unidad de PRB menor que en el secano y la ganadería, ya que es más eficiente en el aprovechamiento de los nutrientes. En las regiones mediterráneas, el factor limitante es el agua, por lo que los aportes suplementarios de la misma permiten un aprovechamiento completo. La agricultura de regadío, con un 22% de generación de nitratos participa en un 60% de la Producción Final Agraria de la cuenca (Berbel y Gutiérrez, 2004) lo que ilustra esta mayor eficiencia en el uso de los insumos.

Escenario futuro

El Cuadro 15 muestra la evolución prevista para el escenario 2015 en todos los sectores estudiados. En ella podemos ver unas expectativas de crecimiento contenido (2%) para el consumo de agua en agricultura, debido fundamentalmente al proceso de modernización de regadíos. Conviene señalar que un factor de incertidumbre sobre la demanda final de la agricultura es la reforma de la PAC. Estudios anteriores (Berbel y Gutiérrez, 2005) ponen de manifiesto que los nuevos

regadíos de la Demarcación van hacia cultivos leñosos (cítricos, olivar) de mayor valor añadido (y mayor consumo hídrico en el caso de frutales). En todo caso, como se apuntó anteriormente, la demanda en 2015 se basa en las previsiones de la Comisión Europea, ya que no se dispone de otra fuente más fiable para este horizonte temporal.

En los sectores urbano e industrial se prevén subidas importantes, en torno al 30% de aumento del consumo, siendo muy significativo el aumento esperado del consumo de agua por el turismo de la Demarcación (77%), acorde con el mantenimiento de la tendencia de desarrollo del sector en la costa gaditana. Sin embargo, estas expectativas de crecimiento de los sectores urbano, industrial y turístico, no se traducirán en una modificación de la configuración del reparto del consumo de agua para el año 2015, con un consumo agrícola que se mantiene dominante, por encima del 80%, manteniéndose las cuotas de consumo del resto de sectores prácticamente idénticas al momento que nos sirve de referencia en esta investigación.

CUADRO 15
EVOLUCIÓN PREVISTA DE CONSUMOS EN EL GUADALQUIVIR

Consumo Agua	Hm ³			% sobre total		
	Año	2002	2015	var %	2002	2015
Agricultura (*)		3.366	3.437	2%	87%	84%
Ganadería (*)		48	53	10%	1%	1%
Doméstico		336	426	27%	9%	10%
Industrial		98	127	30%	3%	3%
Turismo		22	39	77%	1%	1%
Total		3.870	4.082	5%	100%	100%

(*) Cifras de agricultura y ganadería referidas al año 2001

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 16 muestra la evolución prevista en términos de vertidos puntuales y contaminación difusa, tanto en lo que a presión cuantitativa se refiere como a contaminación, en la que resaltamos las fuertes expectativas de crecimiento para el nitrógeno y el fósforo, particularmente en el sector turístico. Los datos que se aportan de agricultura son de uso de fertilizantes y en ganadería de los subproductos generados, no de contaminantes que llegan a las masas de agua, por lo que no se han sumado al resto de contaminantes puntuales.

CUADRO 16
VERTIDOS Y CONTAMINANTES POR SECTORES(*). COMPARACIÓN 2002 – 2015

Sector	Vertidos (m ³ /año)	DQO (Kg/ año)	DBO (Kg/ año)	Sólidos suspensión (Kg/año)	Total N (Kg/año)	Total P (Kg/año)	Metales pesados (Kg/año)
Agricultura	2001	n/a	n/a	n/a	213.662.918	73.150.302	n/a
	2015	n/a	n/a	n/a	220.029.973	76.200.264	n/a
	Inc. %	-	-	-	2,98%	4,17%	-
Ganadería	2002	n/a	n/a	n/a	66.667.178	18.305.544	n/a
	2015	n/a	n/a	n/a	52.603.845	17.585.556	n/a
	Inc. %	-	-	-	-21,09%	-3,93%	-
Industria	2002	40.562.849	3.602.515	11.413.007	1.590.342	252.380	91.127
	2015	54.012.322	3.849.507	12.306.663	1.789.503	288.104	99.323
	Inc. %	33,2%	6,9%	7,8%	12,5%	14,2%	9,0%
Doméstico	2002	260.970.102	105.686.428	50.255.123	42.230.095	7.897.005	2.230.873
	2015	331.224.026	134.046.635	63.671.945	53.642.663	10.024.244	2.824.016
	Inc. %	26,9%	26,8%	26,7%	27,0%	26,9%	26,6%
Turismo	2002	11.633.820	4.849.856	2.280.099	1.896.445	624.998	145.722
	2015	19.583.057	8.200.203	3.854.584	3.192.261	1.115.916	257.605
	Inc. %	68,3%	69,1%	69,1%	68,3%	78,6%	76,8%
Total	2002	313.166.771	114.138.799	63.948.229	45.716.882	8.774.383	2.467.722
	2015	404.819.405	146.096.345	79.833.192	58.624.427	11.428.264	3.180.944
	Inc. %	29,3%	28,0%	24,8%	32,3%	30,2%	28,9%

DQO: Demanda Química de Oxígeno, DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno, SS: Sólidos en suspensión, N: Nitrógeno, P: Fósforo.

(*) Contaminantes antes de depuración. Agricultura y Ganadería no sumados al total. En el caso de la agricultura se trata del uso de N y P, no de los vertidos. En ganadería, se trata de los subproductos de la producción ganadera, no de los contaminantes que llegan a las masas de agua.

Fuente: Elaboración propia

Según lo mostrado en el Cuadro anterior, y sin tener en cuenta la contaminación difusa, se espera un incremento de los contaminantes entorno al 25-30%, salvo para los metales pesados, donde el incremento estimado es inferior, debido a que sólo procede, tal y como se ha planteado el análisis, de los vertidos industriales. En general, este sector es el que experimentará unas subidas menos importantes, entorno al 10% para los distintos contaminantes.

El turismo es el sector para el que se esperan incrementos más elevados, particularmente en términos de nitrógeno y fósforo totales (más del 75% de aumento) debido a las mayores expectativas de consumo de agua que ya se han comentado.

Escenarios de planificación

Teniendo en cuenta que el Plan Hidrológico de Cuenca (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1999) estima los recursos naturales renovables en 8.072 Hm³/año (Guadalquivir 7.230 Hm³/año y Guadalete-Barbate 842 Hm³/año), podemos considerar que la situación en el año base en la que se encuentra la explotación de los recursos hídricos en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir está rozando los límites superiores de un escenario que podríamos considerar *prudente* (naranja), con un consumo de cerca del 48% de los recursos renovables. Sin embargo, y según las previsiones expuestas en esta investigación, la tendencia es que para el año 2015 se produzca el paso a una situación que hemos calificado de arriesgada (rojo) (Cuadro 17), y ello si se respetan estrictamente las previsiones de nuevos regadíos que marca el Plan Nacional de Regadíos. De no ser así, y continuar las extracciones 'ilegales', la situación nos llevaría a un aprovechamiento de los recursos renovables del 60%.

CUADRO 17
ESCENARIOS DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

	Situación Base	Escenarios de planificación hidrológica			Escenario PNR-estricto
	Referencia (2001-2002)	Verde	Naranja	Rojo	Futuro (2015)
(Hm ³ /año)	3.870	3.632	4.036	4.440	4.082
% Consumo / Recursos renovables	48%	< 45%	45 – 50 %	< 50%	50,6%

Fuente: Elaboración propia.

Un escenario que supere el 50% es insostenible por varias razones:

- Hace imposible la gestión de sequías que sacuden nuestros sistemas periódicamente.
- No deja margen de maniobra para futuros crecimientos urbanos o industriales, hipotecando el futuro.
- La media del 50% oculta déficit locales que están en sobreexplotación de acuíferos sea de forma declarada o implícita.

6. CONCLUSIONES

Esta investigación presenta una metodología acorde con la Directiva Marco de Aguas basada en la integración de indicadores socioeconómicos (VAB, empleo, etc.) con las presiones sobre los recursos hídricos. El resultado pone de manifiesto que en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir el aprovechamiento del recurso superará en un futuro inmediato el 50% de los recursos renovables (que se definen en base al año hidrológico 'medio' sin sequías), situando a la Administración ambiental y al Organismo de Demarcación y a la sociedad en general en una situación de enorme responsabilidad para asegurar la sostenibilidad del uso del recurso.

La DMA tiene como principal objetivo la consecución del buen estado de las masas de agua, para lo cual debe tomarse como punto de partida el escenario resultante de la proyección de las tendencias actuales de uso del agua. Parece evidente que para poder continuar en la que hemos llamado *zona naranja*, (alrededor del 50% del consumo de recursos renovables) es necesario, por una parte, frenar y por tanto limitar el crecimiento contenido del consumo de agua para regadío (estimado en un 2% en nuestro trabajo) y, por otra parte, emprender acciones de mejora tecnológica en el uso industrial del agua y de inclusión de la variable consumo de agua en la planificación urbanística (turismo, golf, etc.).

Las medidas de gestión para la consecución de estos objetivos necesitarán ser sometidas a un análisis coste/eficacia teniendo en cuenta tanto el coste/beneficio financiero, como el social y ambiental. Las metodologías para este trabajo no están terminadas ni puestas a punto por la dificultad de integrar modelos hidro-geológicos con modelos económicos, y hacer esto accesible al público en general. Los retos son pues importantes para conseguir la preparación de un Programa de Medidas estableciendo un Nuevo Plan Hidrológico de Cuenca en este nuevo marco de sostenibilidad y de gestión integrada del territorio.

Por último, como se ha comentado, la integración de nuestro trabajo con el análisis basado en las tablas Input/Output (Velázquez, 2006) puede enriquecer las conclusiones del mismo y queda pendiente para futuros trabajos en el área.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA KLINT, F. (2001). "Economía del agua: algunas cuestiones ignoradas mucho antes del nuevo milenio". En: RIBOT, L.; BALDEÓN, J. Y VILLARES, R. (eds.) *Año 1000, año 2000. Dos milenios en la historia de España*. España Nuevo Milenio (Madrid).
- ANDREU, J. (2006). "Gestión Integral de Cuencas y DMA". Hydro-economic modelling and tools for implementation of the EU Water Framework Directive Workshop. Valencia.
- ARGUELLES MARTÍN, A. (2005). "Implantación de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. El nuevo paradigma de la gestión del agua". En VI Simposio del Agua en Andalucía, Instituto Geológico y Minero de España, LÓPEZ-GETA, J.A.; RUBIO CAMPOS, J.C. y MARTÍN MA-CHUCA, M. (eds). Madrid.
- ARRIAZA M., GÓMEZ-LIMÓN J.A., UPTON M., (2002.) "Local markets for irrigation water in southern Spain: a multicriteria approach". *Australian Journal of Agricultural Resources and Economics*. 46(1), 21-43.
- ARROJO AGUDO, P. (2001a). "Análisis económico del Plan Hidrológico Nacional: de la inconsistencia a la pre-variación técnica" en *El Plan Hidrológico Nacional a debate* Arrojo Agudo (coord.) p. 11-27. Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao.
- ARROJO AGUDO, P. (coord.) (2001b). *El Plan Hidrológico Nacional a Debate*. Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao.
- BARREIRA, A. (2001) "El anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional frente a la Directiva Marco del Agua" en *El Plan Hidrológico Nacional a debate* Arrojo Agudo (coord.) p. 67-70. Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao.
- BERBEL, J. y GUTIÉRREZ, C. (2004). "Primer Estudio de Sostenibilidad del Regadío de la Cuenca del Guadalquivir". Feragua, Sevilla.
- BERBEL, J. (2005). "Análisis económico en la Directiva Marco del Agua. Ejemplo de aplicación a la Cuenca del Guadalquivir". VI Simposio del Agua en Andalucía, Instituto Geológico y Minero de España. Sevilla, 1-3 de Junio.
- BERBEL, J. y GUTIÉRREZ, C. ed (2005). "WADI: The Sustainability of European Irrigated Agriculture under Water Framework Directive and Agenda 2000". Office for Publications of European Communities. Luxembourg, <http://www.uco.es/grupos/wadi/wadibook.pdf>
- BERBEL, J., GUTIERREZ, C. y MARTIN-ORTEGA, J. (2006). "Escenarios de evolución agraria. Análisis económico del regadío". *Revista de la Fundación de Estudios Rurales*. Pag133-143.
- BROUWER, R. (2005). "Uncertainties in the economic analysis in the European Water Framework Directive". Energy, Environment and Sustainable Development Programme.V Programa Marco de la Comisión Europea. www.harmonirb.com
- COMISIÓN EUROPEA (2004). "Guidance Document on the Economic Analysis in the WFD developed by the European Water Economics Working Group (WATECO)". www.oieau.org/west
- COMISIÓN EUROPEA (2003). "Reform of the Common Agricultural Policy: A long Term Perspective for Sustainable Agriculture". European Commission, Bruselas
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR (1999). Plan Hidrológico Nacional. www.chguadalquivir.es/opencms/opencms/chg-web/menu_superior/plan.html
- CORBIT, R. (1998). *Standard Handbook of Environmental Engineering*. McGraw-Hill Handbooks. Nueva York.
- FEDERACIÓN ANDALUZA DE GOLF (2005). www.fga.org.
- GALLARDO, R. (2001). *Análisis de los efectos de la reforma de la Política Agraria Común y de la viabilidad de las estrategias adaptativas en los sistemas agrarios del Valle del Guadalquivir*. Tesis Doctoral. Departamento de Economía, Sociología y Política Agraria. Universidad de Córdoba.
- GOMEZ-LAMA, M., PRIEGO, R., RECIO, J.M. y BERBEL, J.(1994) *Valoración Ambiental de los Campos de Golf en Andalucía*. Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Monografías, 209. Córdoba.
- GREEN, C. (2003). *Water Economics, principles and practice*: Wiley, West Sussex.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2002). *Encuesta sobre la generación de residuos en la industria*. www.ine.es

- INSITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2002). *Encuesta sobre el suministro y tratamiento de agua*. www.ine.es
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2004). *Suministro y tratamiento de agua por volumen de agua disponible y abastecida*. www.ine.es
- MAESTU, J. (2006). "Experiencia española en el análisis económico de la DMA y nuevos retos". *International Workshop Hydro-economic modelling and tools for implementation of the EU Water Framework Directive*. Valencia.
- MARTÍN-ORTEGA, J. y BERBEL, J. (2005a). "Metodología para el análisis de presiones y tendencias de consumo doméstico de agua en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir". En *VI Simposio del Agua en Andalucía*, Instituto Geológico y Minero de España, LÓPEZ-GETA, J.A.; RUBIO CAMPOS, J.C. y MARTÍN MACHUCA, M.(eds). Madrid.
- MARTÍN-ORTEGA, J. y BERBEL, J. (2005b). "Metodología para la caracterización económica del uso industrial del agua bajo la aplicación de la Directiva Marco de Agua en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir". En *VI Simposio del Agua en Andalucía*, Instituto Geológico y Minero de España, LÓPEZ-GETA, J.A.; RUBIO CAMPOS, J.C. y MARTÍN MACHUCA, M. (eds). Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE y GOBIERNO DE NAVARRA (2002). *Estudio Piloto de la Aplicación del Análisis Económico en la Cuenca del Cidacos*.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004). *Caracterización económica de los usos del agua en la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Informe Piloto*. www.mma.es/cuencas/segura/pdf/informeejeutivofinalSegura.pdf
- Pilot Basin Network. www.viso.ei.jrc.it/wfd_prb/
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2004). *Manuales de las aplicaciones informáticas para la caracterización económica de los usos del agua*. Curso técnico sobre análisis económico en la Directiva Marco del Agua. http://hispagua.cedex.es/documentacion/documentos/analeconomico_dma/manuales.pdf
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (en prensa). *Análisis Económico de los Usos del Agua*. Documento integrado Artículo 5 y Anejos II y II. Directiva Marco del Agua.
- MORAL, L. del (2001). "El tratamiento del agua en la ordenación del territorio. Consideraciones sobre su concreción en Andalucía". *Scripta Veterea* (81) <http://www.ub.es/geocrit/sv-81.htm>.
- MOYANO, E., GARRIDO, F. Y NAVARRO, C. Y BURZA, B. (2004). "La cuestión hídrica en Andalucía: actitudes y valores de los andaluces respecto al problema del agua". *Revista de Estudios Regionales*, v. 70, p. 85-116.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OCDE) (1994). *Environmental Indicators*. Paris.
- PUJOL, J.; BERBEL, J.; RAMÍREZ DE CARTAGENA, F. VIAGGI, D. Y RAGGI, M. (2006) "Evaluation of markets for irrigation water in the internal river basins of Catalonia, Spain". *Spanish Journal of Agricultural Research*, volume 4, issue 1, pp.3-16.
- VANDERLINDEN, K, GIRÁLDEZ, J.V and VAN MEIRVENNE, M. (2004). "Assessing Reference Evapotranspiration by the Hargreaves Method in Southern Spain." *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Volume 130, Issue 3, pp. 184-191.
- VELÁZQUEZ-ALONSO, E (2006) *Modelo Input-Output de Agua. Análisis de las relaciones intersectoriales de agua en Andalucía*. CENTA. Documento de Trabajo Serie Economía E2003/XX
- WORLD WIDE FUND FOR NATURE AND EUROPEAN BUREAU (2006). *Survey of the economic elements of the Article 5 report of the EU Water Framework Directive*. Bruselas.