



Observatorio de las Políticas del Agua (OPPA)

## Evaluación del primer ciclo de planificación

Octubre de 2014

---

### LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

OPPA (FNCA) y Francisco Turrión Peláez

#### Índice de Contenido

1. Las aguas subterráneas en el conjunto de las Demarcaciones. OPPA-FNCA.....	2
2. Las aguas subterráneas en el Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña. OPPA-FNCA.....	4
3. Las aguas subterráneas en la Demarcación del Segura y algunas comparativas con los planes del Guadiana, del Duero y de Islas Baleares. Francisco Turrión.....	8
4. Referencias .....	13

## **1. Las aguas subterráneas en el conjunto de las Demarcaciones. (OPPA-FNCA)**

### **1.1. Información disponible y metodología en materia de aguas subterráneas**

En relación con el estado cuantitativo, los planes hidrológicos ofrecen una visión aparentemente clara de los niveles de explotación de cada masa de agua subterránea, sin embargo ello contrasta con la escasa cantidad, calidad y nivel de actualización de los datos ofrecidos por los organismos de cuenca y su propio reconocimiento de la falta de registros de usos del agua y carencias en investigación básica en aguas subterráneas.

En muchas demarcaciones siguen existiendo serias lagunas de información, no sólo en relación con las extracciones, en las que existe una generalizada falta de control, con cientos de miles de pozos ilegales y escasa información contrastable sobre los volúmenes bombeados, sino también en relación con los recursos disponibles. Por ejemplo, en la Demarcación del Segura, los datos de calidad y niveles piezométricos son totalmente insuficientes y existen discrepancias en los valores aportados por algunas variables, como la infiltración subterránea (véase por ejemplo los valores de infiltración subterránea de las páginas 29 y 41 del Anejo 2, Recursos Hídricos). En la Demarcación del Guadalquivir, no se da la suficiente importancia a las aguas subterráneas situadas en materiales de baja permeabilidad, cerca del 50% de la superficie de la cuenca, donde se reconocen pocas extracciones, pese a existir una elevada proporción de perforaciones ilegales, sin apenas estudios ni controles.

En relación con las metodologías aplicadas, se constatan aproximaciones no homogéneas entre las distintas demarcaciones, como ha sido ya diagnosticado por distintos estudios, que ponen de manifiesto las divergencias en los procedimientos de cálculo entre los recursos subterráneos totales, los recursos disponibles y los recursos renovables (De Stefano et al, 2013). Entre estas aproximaciones divergentes, cabe señalar que en el Plan del Guadiana, una de las diferencias constatadas entre el borrador de Plan sometido a información pública y el aprobado se refiere al incremento sustancial de los recursos disponibles de las masas de agua subterránea del Alto Guadiana, al modificar la serie histórica de precipitaciones de la Instrucción de Planificación, incluyendo el último ciclo húmedo 2010/2013.

De la misma forma, la ausencia generalizada de caudalímetros ha dado lugar a diferencias en los métodos de cálculo de las extracciones entre las distintas demarcaciones, mayoritariamente basados en estimaciones indirectas a través de procedimientos diversos (De Stefano et al, 2014). Por otra parte, en demarcaciones como la del Segura las técnicas utilizadas para los cálculos de balances y recursos disponibles no están suficientemente explicitadas o verificadas. Esta situación caracteriza también a otros muchos planes hidrológicos.

Una cuestión importante es que como indicador de estado cuantitativo se ha utilizado de forma generalizada la relación entre extracciones/recursos, de forma que no se han aplicado todos los criterios de clasificación del estado cuantitativo del Anexo V.2.1 de la DMA (véase por ejemplo el Plan del Guadiana, el Plan del Guadalquivir y el Plan del Segura). Sin embargo la relación extracciones/recursos como indicador de estado cuantitativo presenta numerosas incertidumbres, no reflejando necesariamente la buena o mala calidad de los ecosistemas asociados. El estado cuantitativo debería medirse prioritariamente por la evolución en continuo de manantiales y caudales surgentes y de niveles piezométricos, cuyo uso está perfectamente en sintonía con la DMA, que prevé el control del estado cuantitativo a través de redes de seguimiento.

En relación con el estado químico, existen igualmente importantes carencias en los programas de seguimiento, en particular en relación con los plaguicidas, mayoritariamente ausentes de los programas habituales de monitoreo, pese a que España es uno de los países europeos con una mayor tasa de utilización de pesticidas por hectárea en la agricultura (EEA 1999). Estos programas de monitoreo se encuentran en la actualidad mayoritariamente reducidos o paralizados, justificados por la falta de disponibilidad presupuestaria.

### **1.2. Presiones, impactos, objetivos ambientales y medidas en masas de aguas subterráneas**

Los planes hidrológicos realizan un pobre análisis de las presiones sobre las aguas subterráneas, en particular las procedentes del regadío, pese a que el 73% de las aguas subterráneas son utilizadas para riego (De Stefano et al, 2013). En particular, existe en general un pobre análisis de los impactos a escala de masa de agua subterránea. Por ejemplo, en la Demarcación del Tinto, Odiel y Piedras, se han evaluado los impactos en tan sólo el 17% de las masas de agua subterránea.

Uno de los problemas comunes a muchas demarcaciones, particularmente aquellas en las que el regadío es el uso dominante del agua (caso de las demarcaciones del Guadiana, del Segura, del Guadalquivir y otras) es la existencia de una considerable proporción de pozos ilegales y una notable falta de control de las extracciones reales. Así, se ha estimado que durante la última década pueden haber habido en torno a medio millón de pozos no autorizados en España (De Stefano y López-Gunn 2012).

Los planes hidrológicos de demarcaciones como la del Segura carecen de un diagnóstico sobre las salidas de los acuíferos a través de manantiales, en términos de evolución en el tiempo. Sin embargo, el mantenimiento de los manantiales representa una de las funciones ambientales más importantes de las aguas subterráneas, dando lugar al mantenimiento de ecosistemas ligados al agua y valores asociados de biodiversidad y paisaje. Por ello sorprende la escasa atención en la demarcación del Segura, la del Guadalquivir y otros muchos planes hidrológicos hacia la importancia del mantenimiento de fuentes y manantiales y sus funciones ambientales y sociales.

En la Demarcación del Guadalquivir, las extracciones ilegales están afectando tanto a ríos y arroyos como a masas de aguas subterráneas limítrofes. En esta demarcación, la sobreexplotación de aguas subterráneas y la ausencia de control sobre las extracciones constituyen en la actualidad la principal amenaza para la conservación de Doñana, como se pone de manifiesto en otro de los informes específicos que conforma la presente evaluación del primer ciclo de evaluación.

En algunos casos, como la Demarcación de Baleares, existe una buena información de partida para caracterizar las masas de agua subterránea pero no se aplican medidas coherentes con dicho diagnóstico. En esta Demarcación, el Plan finalmente aprobado en 2013 supuso una importante desregulación de las aguas subterráneas con respecto al Plan aprobado inicialmente en 2011 en cuestiones como las captaciones en masas en riesgo, las distancias mínimas para nuevas captaciones o la exclusión de las mismas en la franja costera. Otro de los múltiples aspectos modificados entre el Plan aprobado inicialmente en 2011 y el aprobado definitivamente en 2013 y que evidencian la desregulación efectuada es el incremento en la asignación de recursos subterráneos para regadío y de las dotaciones máximas por encima de las necesidades según cultivos y zonas en las islas y por encima de las que figuran en la Instrucción de Planificación Hidrológica (anexo IV, tabla 52) para zonas con climatologías similares a las de las islas.

El escaso interés por aplicar medidas realmente eficaces para recuperar el Buen Estado cuantitativo de las aguas subterráneas queda bien ejemplificado en el caso de la Cuenca Alta del Guadiana. Como pone de manifiesto un informe específico en esta materia incluido en la presente Evaluación del Primer Ciclo de Planificación, el Plan del Guadiana aprobado en 2013 eliminó el Plan de Protección Especial del acuífero del Campo de Montiel, a pesar de que los derechos consolidados de uso de agua para regadíos en dicho acuífero duplican o triplican los recursos máximos disponibles. La intensa sobreexplotación en la Subcuenca Alta del Guadiana, está afectando a diversos LIC y ZEPa dependientes del agua, seis sitios Ramsar, la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda y un Parque Nacional. Sin embargo, pese a las sentencias del Tribunal Supremo reconociendo la afección al Dominio Público de los Ojos del Guadiana y las Lagunas de Ruidera, no se han efectuado las tareas de deslinde y recuperación de dicho Dominio Público.

En relación con el Buen Estado químico, en general las demarcaciones no analizan las relaciones entre las presiones agrarias y el mal estado químico de los acuíferos, sobre todo por contaminación por nitratos y por plaguicidas. En la Demarcación de Baleares, el Plan aprobado en 2013 ha eliminado el Plan de Acción para las zonas vulnerables por contaminación por nitratos, que sí estaba incluido en el texto aprobado inicialmente en 2011, incumpliendo los artículos 45.3, 49.2 y 51.1 del Reglamento de Planificación Hidrológica y el compromiso de la Administración Balear ante la Comisión Europea de incluir la obligatoriedad de estos aspectos en el Plan Hidrológico, para evitar una sanción por incumplimiento de la Directiva de Nitratos. Por otra parte, en la Demarcación del Segura se identifican varias masas de agua afectadas de contaminación por plaguicidas (masas de agua subterránea de Taibilla, Anticlinal de Socovos y Campo de Cartagena), pese a lo cual no se adopta ningún tipo de medidas para resolver este importante problema. El Plan Hidrológico del Ebro igualmente identifica diversas masas de agua subterránea en mal estado químico, para las que no prevé ninguna medida.

Por otra parte, se han aplicado prórrogas generalizadas en el objetivo de alcanzar el Buen Estado químico y cuantitativo de las masas de agua subterránea. Por ejemplo, el Plan Hidrológico del Segura prevé el cumplimiento del Buen Estado en 2015 para tan sólo el 27% de las masas de agua subterráneas, mientras que la gran mayoría, 73%, incumplirán dicho objetivo en 2015, mayoritariamente por mal estado cuantitativo. En estas masas los problemas de sobreexplotación, se prorrogan hasta el año 2027 y además se condiciona la eliminación de dicha sobreexplotación a la disponibilidad de nuevos recursos externos. En las demarcaciones de Canarias, los planes hidrológicos propuestos (continúan pendientes de aprobación) demoran el cumplimiento de los objetivos ambientales en el conjunto de las masas de agua subterránea.

## **2. Las aguas subterráneas en el Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña. (OPPA-FNCA)**

### ***2.1. Acerca de la cantidad y calidad de la información disponible***

En el Plan se habla de recursos naturales subterráneos disponibles y de recursos subterráneos disponibles en régimen de extracción en año seco y año normal. Se aportan datos actualizados a nivel de cada masa de recursos naturales subterráneos disponibles (Anejo VII) resultado del balance entre las entradas naturales (lluvia, río, entradas laterales) y las salidas naturales subterráneas (transferencias a otras masas de agua, demanda ambiental, salidas a mar), detallando cada uno de los términos. Así mismo se presenta detalladamente para cada masa la determinación de los recursos disponibles en régimen de explotación de los acuíferos (Anejo XII), donde se han considerado las entradas provenientes los retornos de riego y las pérdidas de las redes de abastecimiento y de saneamiento, sumándolas a las

entadas consideradas naturales. No obstante, no se aportan datos sobre la evolución reciente de los flujos de cada masa de agua.

En relación con la calidad química de cada masa de agua, se aportan datos actualizados, concretamente fruto del Programa de Seguimiento y Control aprobado por el Gobierno de Cataluña (GOV/128/2008, de 3 de junio) para el período 2007-2012 (6 años de acuerdo con las directrices de la DMA). La Agencia Catalana del Agua, redactó, a partir de 2007, unos nuevos Programas de Seguimiento y Control del estado de las masas de agua ajustándose a los requerimientos establecidos en la DMA (Anejo V) y su transposición al ordenamiento jurídico del estado y autonómico. Estos Programas de Seguimiento se programan para un período de 6 años, para poder establecer una diagnosis con una serie de datos suficiente. En la redacción del Plan de cuenca del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña (1r Ciclo), aprobado en Noviembre de 2010 (Decreto 188/2010, de 23 de Noviembre) tan solo se pudo aportar información de los años 2007 a 2009, aunque también se usaron resultados de muestreos realizados con anterioridad para poder fundamentar algunas diagnosis.

Se diagnosticaron todas las masas de agua subterráneas del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña (39 masas de agua subterráneas). Para su diagnosis se establecieron previamente los umbrales de calidad para cada uno de los elementos químicos sin umbral de calidad preestablecido, y se interpolaron posteriormente los datos dentro de cada masa de agua mediante un análisis de triangulación de Thiessen. Este método permite extrapolar los valores obtenidos en cada punto de muestreo al ámbito de influencia espacial del que cada punto es representativo. De esta manera, se extrapolaron los valores a toda la masa de agua, estableciendo el incumplimiento cuando se superaba el 20% de la superficie de las masas de agua por encima de los valores umbrales establecidos para los diferentes elementos de calidad analizados.

En relación con el estado cuantitativo, la red de monitoreo se considera adecuada. El seguimiento del estado de las 39 masas de agua del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña se realiza a través de varios puntos de control (pozos, sondeos, fuentes y minas) distribuidos en cada una de las masas de agua. Los puntos de muestreo se organizan en diferentes redes siguiendo unos objetivos de control determinados (redes de vigilancia, operativas y de investigación) (véase el Programa de Seguimiento y Control aprobado: 2007-2012 y 2013-2018 en: <https://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?nfpb=true&pageLabel=P45800118471380274475241>), los cuales permiten determinar el estado tanto cualitativo como cuantitativo de las masas de agua subterráneas.

El número de puntos de control situados en cada una de las masas de agua depende de las dimensiones de esta, de la cantidad de acuíferos existentes, de la importancia estratégica que tenga respecto al abastecimiento de la población, y los riesgos de contaminación que se hayan determinado (según documento IMPRESS). Por tanto, la densidad de puntos de control entre masas de agua puede variar. La densidad media de piezómetros de control del estado cuantitativo en el Distrito de cuenca fluvial de Cataluña es de unos 0,13 por cada 10 Km<sup>2</sup> (o 1,3 por cada 100 Km<sup>2</sup>). Evidentemente esta densidad aumenta sustancialmente en aquellas zonas de elevada extracción y presión humana (p. ej. el acuífero del bajo Llobregat, la Tordera, etc.) donde la densidad de piezómetros asciende a 2-10 por cada 10 Km<sup>2</sup>.

En el ámbito del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña se muestrean periódicamente (una vez al mes) un total de 207 piezómetros para la valoración del estado cuantitativo (2.484 datos al año). Toda la información al respecto de las frecuencias de muestreo, número de puntos de muestreo, elementos de

calidad examinados, etc., se puede consultar en la Memoria técnica que aprueba el reciente Programa de seguimiento y Control para el período 2013-2018:

<https://aca->

[web.gencat.cat/aca/documents/ca/aigua\\_medi/programa\\_seguimet\\_control/pla\\_seg\\_i\\_control\\_%202013\\_2018%20dfc\\_jul\\_2013\\_post\\_alegacions.pdf](https://aca-)

En relación con el estado cualitativo, la red de monitoreo es también adecuada. La densidad media de estaciones de muestreo que se ha programado en el Distrito de cuenca fluvial de Cataluña para las masas de agua en riesgo es de 1,4 cada 10 Km<sup>2</sup>, y para las masas de agua sin riesgo es de 0,25 cada 10 Km<sup>2</sup>. Estas densidades son similares a otras cuencas europeas con superficies de masas de agua como las que encontramos en el Distrito de cuenca fluvial de Cataluña (p. ej. Finlandia, Lituania o Luxemburgo). El número de puntos de muestreo para cada red de control programada es el siguiente:

Tipo de red de control	Red de control	Núm. de puntos de muestreo
Vigilancia	Estado químico	577
Operativa	Salinidad	183
	Nitratos	279
	Plaguicidas	84
	Episodios de contaminación	239
	Escombreras salinas	11
Zonas protegidas	Zonas vulnerables	476
	Zonas abastecimiento humano	138

En total, existen 1.035 estaciones (puntos de obtención de datos), en las que un mismo punto se puede usar para extraer información para una o varias redes. Las frecuencias de muestreo son anuales o bianuales dependiendo de la red de control. Toda la información al respecto de las frecuencias de muestreo, número de puntos de muestreo, elementos de calidad examinados, etc., se puede consultar en la Memoria técnica que aprueba el reciente Programa de seguimiento y Control para el período 2013-2018:

<https://aca->

[web.gencat.cat/aca/documents/ca/aigua\\_medi/programa\\_seguimet\\_control/pla\\_seg\\_i\\_control\\_%202013\\_2018%20dfc\\_jul\\_2013\\_post\\_alegacions.pdf](https://aca-).

## **2.2. Acerca de los enfoques metodológicos utilizados**

En el anejo VII se explica el planteamiento general de la evaluación de los recursos. Se explican de forma general las fuentes y la metodología de cálculo utilizada, pero no se detalla para cada masa de agua el origen de los términos, si son el resultado de la aplicación del modelo SSMA (Sacramento Soil Moisture Accounting model), de modelos numéricos de flujo disponibles o de información bibliográfica.

Respecto a la metodología utilizada para el cálculo de los recursos disponibles a escala de masa de agua, se explica el planteamiento general de la evaluación de los recursos subterráneos, pero no se detalla la metodología utilizada para cada masa de agua, que ha podido variar en función de la información disponible. Para el cálculo de la recarga se ha considerado el período 1940-2002.

En relación con la comparabilidad entre demarcaciones, hay que indicar que el método de extrapolación de los valores puntuales y su representatividad sobre la masa de agua para la diagnosis final de ésta no ha sido aplicado de igual manera en todas las demarcaciones, pudiendo ocasionar cierto desajuste en la diagnosis final del estado de las masas de agua.

Por otra parte, se aprecian mejoras de carácter metodológico con respecto a fases anteriores del primer ciclo de planificación para algunos ámbitos, ya que se disponía de modelos numéricos que han aportado información que ha podido ser validada. Por otro lado, el hecho de aportar los balances para años secos y años normales permite tener en cuenta la variabilidad hidrológica y no disponer solo de datos medios.

Con respecto a la metodología de cálculo de los recursos disponibles, en la determinación de los mismos en régimen de explotación de los acuíferos, se ha tenido en cuenta para cada masa de agua la demanda ambiental. Se aporta un valor total por masa, si bien no se desglosa y detalla dicho término.

Por otra parte, hay que indicar que no se tiene en cuenta el efecto de las presiones en la cuantificación de los recursos, como posibles inversiones del flujo entre los acuíferos y los flujos de agua superficial. Con respecto a las relaciones entre las aguas superficiales y subterráneas para evitar la doble contabilidad de algunos recursos, hay que decir que la evaluación de los recursos subterráneos se ha realizado de manera integrada en la valoración de los recursos totales, para evitar las posibles duplicidades que se pueden dar en las cuantificaciones por separado de los recursos superficiales y subterráneos. Al final, los recursos hídricos del ciclo hidrológico son únicos, y se explotan en función de la clásica distinción entre aguas superficiales y subterráneas. No obstante, para ocho masas con relaciones singulares entre aguas subterráneas y superficiales, se ha incluido un apartado específico analizando cada una de ellas.

## **2.3. Acerca de las presiones e impactos en las masas subterráneas**

La diagnosis del estado de cada una de las masas de agua y la valoración del incumplimiento de objetivos, se relacionan con el análisis de presiones a través del documento IMPRESS. Este ya fue elaborado en 2005 como base para la redacción del Primer Plan de Gestión del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña (aprobado el 23 de noviembre de 2010) y ha sido recientemente revisado y actualizado como base para la redacción del segundo Plan de gestión del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña (en proceso de revisión). El documento IMPRESS 2013, en el cual se analizan los impactos, incumplimientos de estado y su relación con las presiones puede consultarse en:

[https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on\\_cicle\\_pla\\_gestio/Document\\_IMPRESS\\_2013\\_Index.pdf](https://web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on_cicle_pla_gestio/Document_IMPRESS_2013_Index.pdf)

En concreto, se han analizado 13 presiones para las masas de agua subterráneas del Distrito de cuenca fluvial de Cataluña: deyecciones ganaderas, fertilización agraria, tratamientos fitosanitarios, aplicación de lodos de depuradora, actividades industriales y zonas urbanas, infraestructuras lineales subterráneas, vertidos industriales, urbanos y sistemas no saneados, suelos contaminados, escombros salinos, actividades extractivas, captaciones subterráneas, extracción de aguas (freatófitas), y extracción de agua costera e intrusión salina. La relación entre estas presiones y las masas de aguas subterráneas con impactos se puede consultar en el Anexo 9 del documento IMPRESS 2013:

([http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on\\_cicle\\_pla\\_gestio/IMPRESS2013\\_Annex09.pdf](http://web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on_cicle_pla_gestio/IMPRESS2013_Annex09.pdf)).

Las fichas para cada una de las presiones en aguas subterráneas, su localización y magnitud puede consultarse en el Anexo 7 del documento IMPRESS 2013: [http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on\\_cicle\\_pla\\_gestio/IMPRESS2013\\_Annex07.pdf](http://web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on_cicle_pla_gestio/IMPRESS2013_Annex07.pdf)

### **3. El distinto tratamiento de las aguas subterráneas en los planes hidrológicos del Júcar, Segura, Duero e Islas Baleares. (Francisco Turrión Peláez)**

#### ***3.1. Acerca de la inadecuada estimación de los recursos subterráneos y sus implicaciones***

En relación con el mal estado cuantitativo hay que decir que frecuentemente se confunden los conceptos “pozo sobre-bombeado” con “acuífero sobreexplotado” o lo que es lo mismo, “la parte por el todo”. En el Plan del Segura, al no reconocerse la existencia de acuíferos superpuestos (que ya definiera el IGME allá por los años 70 del siglo pasado en exhaustivos estudios ahora olvidados), se mezclan datos de niveles piezométricos de pozos perforados en diferentes acuíferos y que se encuentran a distintas profundidades. El “totum revolutum” así formado, es atribuido al más superficial, que es el único que se considera. Estas consideraciones son también válidas para el caso del Guadiana.

Los diferentes estudios del IGME mencionados (IGME 1968, 1972, 1976, 1990), cuantificaron en unos 100.000 hm<sup>3</sup> el agua almacenada en estos “otros embalses” de la cuenca del Segura y de los que ya no se habla, porque supuestamente el agua subterránea infiltrada a los largo de los años en ellos no se queda, sólo “entra y sale”. Desde finales de los años 80, la investigación hidrogeológica en la cuenca del Segura, basada en nuevos sondeos y ensayos de bombeo, se paralizó y así sigue hasta el momento actual.

La inadecuada cuantificación de estos recursos contribuye a reforzar los conceptos de falsos déficits de agua y la necesidad de acometer más obra pública (trasvases, presas, canales y desaladoras). Al mismo tiempo, se mantiene un clima en la opinión pública favorable a esta tesis que permite, por ejemplo, encarecer el recibo del agua urbana año tras año sin excesivo rechazo social, ya que “el agua es escasa”. Ello supone además ir cerrando la puerta del agua pública subterránea a los ciudadanos, impidiendo nuevas autorizaciones y concesiones (por ejemplo para utilizar los recursos subterráneos de forma sostenible en la agricultura o en la industria, mientras que dicha puerta no se cierra a las multinacionales que gestionan el agua municipal privatizada, a las que sí se les da acceso al agua subterránea, por ejemplo para regar decenas de hectáreas de jardines).



Donde los trasvases no son posibles, como ocurre en las Islas Baleares, se habla con total naturalidad de los “embalses subterráneos” y de las variaciones mensuales del agua que éstos almacenan. Así, cuando la prensa balear afirma que “*han aumentado los recursos hídricos*” de la isla de Ibiza (ejemplo real del 6 de octubre 2014<sup>1</sup>), se refiere sólo al nivel de llenado de los acuíferos. En cambio, cuando se escucha esa misma noticia, pero para el caso de la Península Ibérica, el Ministerio de Agricultura sólo habla del agua acumulada en los embalses superficiales. ¿Es que en los acuíferos peninsulares no hay también agua almacenada?

Los estudios hidrogeológicos de los años 70 que hacían referencia a estos recursos de acuíferos profundos en la Demarcación del Segura vienen sido ocultados a la opinión pública y fueron obviados en el proceso de planificación hídrica a finales de los años 80, coincidiendo con el traspaso de poderes que supuso la Ley de Aguas en esta materia, desde el Ministerio de Industria (donde mayoritariamente se interacciona con ingenieros de minas, geólogos y sondistas) al de Obras Públicas (donde mayoritariamente se interacciona con ingenieros de caminos y grandes constructoras). Para encajarlos en la nueva forma de planificar que se imponía con ese cambio, estos embalses subterráneos superpuestos de la Demarcación del Segura, que en aquellos estudios se denominaban: *Carretas*, *Colleras*, *Chorro*, *Gallinera-Cabañas* (los cuatro del Jurásico), *Quesada-Benejama* (del Cretácico Superior), *Numulítico* (Terciario: Eoceno-Oligoceno) y *Pontiense* (Terciario: Mioceno), fueron cuarteados y sustituidos por otros nuevos con nombres geográficos que hacían alusión al valle bajo el que se encontraban o a la sierra cercana que los bordeaba y reducidos a un solo acuífero único en la vertical sin reservas de agua, donde todos sus recursos renovables anualmente se drenan exclusivamente a los cauces superficiales y donde apenas se reconocen transferencias laterales entre ellos. Sobre la importancia de estos flujos no considerados, pueden consultarse los informes del IGME mencionados (IGME 1968, 1972, 1976, 1990) o el USGS (US Geological Survey), entre otros.

### 3.2. Dos modelos distintos de ciclo hídrico para dos cuencas vecinas: el Segura y el Júcar

El vigente Plan del Segura, al igual que el anterior, se basa en un modelo de ciclo hídrico reducido y “jibarizado”, en el que todo el agua subterránea infiltrada anualmente en su cuenca acaba en el propio cauce del río o en sus afluentes y donde no hay ningún flujo profundo de ésta, desde las montañas hasta el mar, sin pasar por esos cauces. En dicho modelo todos los recursos de agua que se infiltran en sus 63 masas de aguas subterráneas acaban siendo únicamente drenajes al río Segura y a sus afluentes. De los tres conceptos que obliga a calcular el Apartado 2.4.2 de la Instrucción de Planificación<sup>2</sup> (Escorrentía Superficial, Escorrentía Subterránea y Escorrentía Total), éste sólo calcula uno, la superficial, a la que hace coincidir con la total. Esto se explica con más detalle con ayuda de la tabla siguiente, que muestra los valores para el conjunto de la Demarcación del Segura del flujo de escorrentía superficial y de los dos flujos subterráneos, el que drena a cauces y el que no drena a cauces.

Variable	Valor medio (mm)*	Superficie cuenca del Segura (km <sup>2</sup> )	Flujo anual total (Hm <sup>3</sup> /año)**
Escorrentía directa a	9,2 mm	19.025 km <sup>2</sup>	175 Hm <sup>3</sup>

<sup>1</sup> [Enlace a la noticia publicada en el Diario de Ibiza.](#)

<sup>2</sup> Enlace a la [Instrucción de Planificación](#) (ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. BOE de 22-09-2008).

cauces			
Drenaje de agua subterránea a cauces	31,39 mm	19.025 km <sup>2</sup>	597 Hm <sup>3</sup>
Drenaje de agua subterránea no a cauces	25,93 mm	19.025 km <sup>2</sup>	493 Hm <sup>3</sup>

**(\*) Datos procedentes del Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura, Anejo 2 “Recursos Hídricos”.**

**(\*\*) Estimación propia**

Si se multiplican los 25,93 mm de infiltración o recarga anual que se correspondería con los acuíferos “no drenantes al río Segura” por los 19.025 km<sup>2</sup> de superficie de la cuenca, resultaría un flujo anual de 493 Hm<sup>3</sup>, mientras que el Plan Hidrológico aporta la cifra de 93 Hm<sup>3</sup>, sin argumentarla.

Este modelo es diferente al de los planes hidrológicos del Júcar e Islas Baleares; al del Libro Blanco del Agua (MIMAN, 2000)<sup>3</sup>, o al que tiene publicado el USGS en su web<sup>4</sup>, e incluso con una adaptación para niños<sup>5</sup>. En ellos, siempre aparece un flujo subterráneo profundo al mar, desconectado de ríos y humedales y procedente del agua de lluvia infiltrada en las montañas del interior de la cuenca. Para saber cuánta agua subterránea trasporta este flujo profundo hasta el mar basta con restarle a la precipitación media de la cuenca la evapotranspiración real y el agua que discurre por los ríos y las ramblas costeras. Estos recursos son también recursos naturales propios de la demarcación con los que hay que contar y que también habrá que asignar a las distintas masas de agua subterránea. En definitiva, la escorrentía subterránea tiene dos componentes: ésta que se acaba de exponer y la fracción del agua que procede de la descarga de manantiales (según el IGME, el 60% del caudal de los ríos Júcar y Segura es de origen subterráneo).

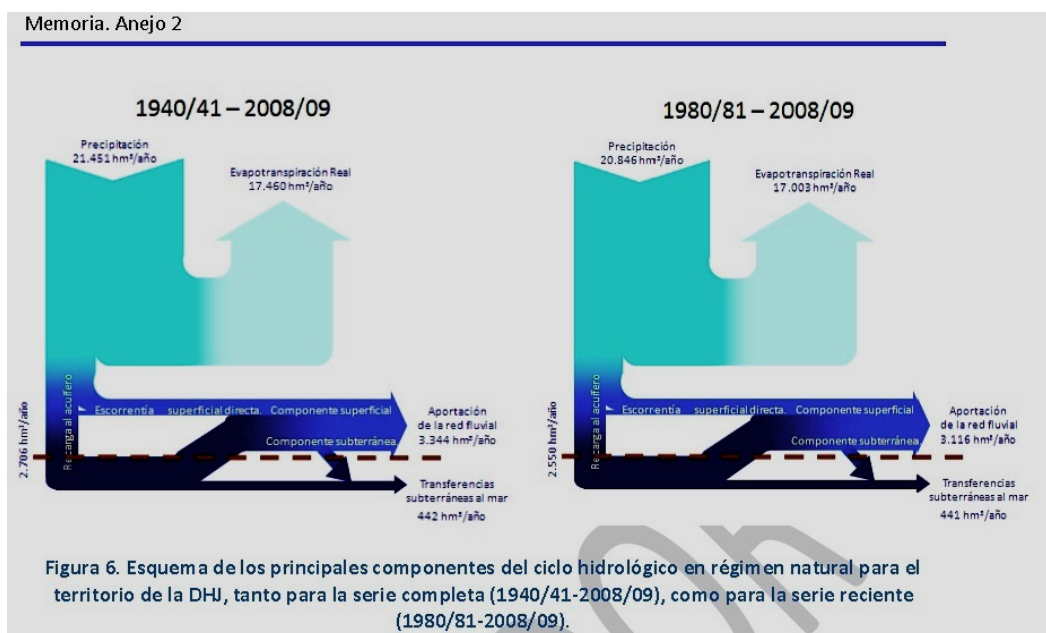
En cambio, el Plan del Júcar, sí muestra, los flujos subterráneos de salida directa al mar, que cuantifica en 442 hm<sup>3</sup> anuales, como se muestra e la figura siguiente, pero afirma que esa agua subterránea se queda en la línea de costa y en humedales costeros. Por tanto, entiende que no debe contar con ella como recursos disponibles adicionales a los que ya discurren por el río Júcar. En consecuencia, también reduce la escorrentía total aprovechable a la superficial.

---

<sup>3</sup> [Enlace al Libro Blanco del Agua, MIMAN, 2000.](#)

<sup>4</sup> USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos. [Enlace al mapa del ciclo hídrico](#) donde se aprecian las transferencias profundas de agua subterránea al mar y el concepto “agua almacenada”.

<sup>5</sup> [Enlace al mismo mapa anterior en versión para niños.](#)



**Esquema de los componentes del ciclo hídrico en el Plan del Júcar. Fuente: Plan del Júcar 2009-2015 (Anejo 2).**

Este planteamiento contradice lo expuesto por expertos hidrogeólogos en distintas publicaciones (consúltese por ejemplo Fernández Rubio et al, 2003). Para el caso concreto de la Demarcación del Júcar, dicha publicación señala los dos ejemplos siguientes: la descarga de entre 100-200 hm<sup>3</sup>/año de agua subterránea al mar a través de la Sierra de Irta, entre las poblaciones de Peñíscola y Alcocéber y procedente de la Sierra del Maestrazgo y el caso del acuífero costero de Benissa (Alicante), donde se produce un drenaje submarino de entre 13 y 45 hm<sup>3</sup>/año.

Por tanto, parece evidente que estos otros 442 hm<sup>3</sup> anuales de flujo subterráneo al mar deben considerarse también como recursos naturales propios, cosa que el Plan del Júcar reconoce que no se ha hecho. Si se incluyen estos flujos como recursos subterráneos propios y se consideran únicamente las medidas en “piezómetros representativos” (no afectados por bombeos propios o próximos), como establece la Instrucción de Planificación, cambiarían notablemente los índices de explotación y las presiones sobre determinadas masas de aguas subterráneas. En algunas de ellas se pasaría del “mal estado cuantitativo” (no permite nuevas concesiones) a un estado normal (que sí permite nuevas concesiones y autorizaciones de pozos de menos de 7.000 m<sup>3</sup>/año).

Como conclusión, se puede decir que, en mi opinión, los déficits hídricos y presiones establecidos sobre algunas masas de aguas subterráneas, no son tales, dado que se oculta (Segura) o no considera (Júcar) una escorrentía subterránea en torno a unos 400-500 hm<sup>3</sup> anuales, que conecta de forma directa con el mar, flujo que no es integrado en los balances hídricos y no es considerado como parte de los recursos naturales propios que se deben asignar a las distintas masas de aguas subterránea concernidas. Tal error es contrario a la Instrucción de Planificación.

### 3.3. Los acuíferos inferiores en el Plan Hidrológico del Duero

En el caso concreto de la cuenca del Duero, se detectan avances novedosos en la planificación hidrológica en España, aunque éstos sean habituales en el resto del mundo. Estos avances se refieren a la incorporación del concepto de acuíferos inferiores y superiores diferentes en la misma vertical del terreno, así como la existencia de normas para poder otorgar concesiones en uno o en otro, limitando la longitud de las perforaciones en el primer caso, y obligando, en el segundo, a cementar el espacio anular de la perforación en contacto con la masa de agua subterránea superior que no es el objeto de dicha concesión. Concretamente, se definen 12 acuíferos superiores y 52 inferiores. Es una lástima que este mismo criterio no se haya empleado en el resto de demarcaciones, pues el trabajo quedó prácticamente hecho a finales de los años 70 y 80 por el IGME, ADARO e IRYDA en buena parte de España.

### 3.4. Acerca de los acuíferos confinados y los piezómetros representativos

A la hora de representar gráficamente la evolución en el tiempo de las masas de aguas subterráneas, se observa un error común en muchos planes hidrológicos: el de considerar el comportamiento de un acuífero como si de un embalse superficial se tratara. Se aporta la evolución gráfica en “dientes de sierra” descendentes, evolución que se interpreta como vaciados de acuíferos (sobreexplotación), como ocurre con frecuencia en los casos de la cuenca del Segura, la cuenca del Guadiana y la cuenca del Júcar. Estas evoluciones descendentes se consideran más válidas que las que muestran, para el mismo acuífero y escala de tiempo, oscilaciones estacionales en el entorno de una línea horizontal. Esto se debe a que el piezómetro de control es un pozo de bombeo cíclico o bien está cerca de un campo de pozos que bombean frecuentemente dentro de un acuífero confinado. Sin embargo, la variable hidrodinámica que controla el bombeo en ellos, no es la Porosidad Eficaz, sino el Coeficiente de Almacenamiento (hasta 1.000 veces menor en acuíferos calizos kársticos, véase por ejemplo Villanueva e Iglesias, 1984). Esto supone que los bombeos cíclicos diarios produzcan pequeños descensos piezométricos al final de cada uno de tales bombeos, que no se recuperan totalmente en el siguiente ciclo de parada. Estos **descensos residuales** (Villanueva e Iglesias, 1984) diarios, se van acumulando en el descenso del nivel piezométrico de los pozos de bombeo. El efecto genera curvas descendentes en dientes de sierra que rápidamente ascienden hasta el nivel inicial (incluso de varios años atrás) cuando el pozo permanece parado varios meses o años seguidos. Este efecto local desaparece cuando nos alejamos del foco de bombeo varios cientos de metros generalmente. Los piezómetros alejados de estas perturbaciones puntuales de la superficie piezométrica, sí muestran la situación real de la masa de agua subterránea a lo largo de los años, al no estar afectados por dichos bombeos, de forma que pueden considerarse representativos a los efectos de la Instrucción de Planificación.

En acuíferos kársticos confinados los bombeos cíclicos en el pozo de bombeo generan gráficas descendentes en dicho pozo, el cual es justamente utilizado como piezómetro de referencia, situación que ocurre en la Demarcación del Guadiana y sobre todo en las del Júcar y el Segura. Urge por tanto una revisión de los piezómetros que se han utilizado de referencia para la evaluación de la sobreexplotación de acuíferos en los distintos planes hidrológicos, con el fin de determinar si son o no representativos de la masa de agua considerada como “en mal estado cuantitativo”.

En definitiva, se han detectado importantes errores y debilidades metodológicas, que además son contrarios a la Instrucción de Planificación, como son: i) la no consideración, en cuencas como la del Segura y la del Júcar, de una escorrentía subterránea directa al mar en torno a unos 400-500 hm<sup>3</sup> anuales, que deberían considerarse como parte de los recursos de las masas subterráneas implicadas; ii) el hecho de ignorar los acuíferos subterráneos superpuestos en el balance de las masas de aguas subterráneas y iii)

la utilización de piezómetros afectados por bombeos como referentes del estado cuantitativo de algunos acuíferos.

A lo anterior cabría añadir que en las cuencas del Júcar y del Segura los datos medios de las variables meteorológicas y los modelos climáticos que figuran en los distintos planes no proceden de la AEMET, como prescribe la Instrucción de Planificación en su Anexo VII, sino de modelos matemáticos de particulares (como los de Cabezas et al., 2000; Ruiz, 2000; o Estrela y Quintas, 1996).

#### 4. Referencias

De Stefano L, López-Gunn E. 2012. Unauthorized groundwater use: institutional, social and ethical considerations. *Water Policy* 14: 147–160.

De Stefano, L., Martínez-Santos, P., Villarroya, F., Chico, D., & Martínez-Cortina, L. 2013. Easier said than done? The establishment of Baseline groundwater conditions for the implementation of the Water Framework Directive in Spain. *Water Resources Management*. doi: 10.1007/s11269-013-0311-6.

De Stefano, L; Fornés, J.M.; López-Geta, J.A.; Villarroya, F. 2014. Groundwater use in Spain: an overview in light of the EU Water Framework Directive. *International Journal of Water Resources Development*. DOI: 10.1080/07900627.2014.938260.

EEA. 1999. *Groundwater Quality and Quantity in Europe*. European Environment Agency. Copenhagen.

Fernández Rubio, R.; Baquero Úbeda, J.C.; Lorca Fernández, D.; Verdejo Serrano, J. 2003. Acuíferos kársticos costeros. Introducción a su conocimiento En: *Hidrogeología de Acuíferos costeros*. IGME. 3-30. Enlace a la publicación del IGME "[Acuíferos Kársticos Costeros. Introducción a su Conocimiento](#)".

IGME. 1968. *Evaluación Preliminar de los Recursos Hidrogeológicos de la Cuenca del Segura*. En colaboración con el Instituto Nacional de Colonización, IRYDA y la empresa nacional ADARO.

IGME. 1972. *Estudio Hidrogeológico de la Comarca Cazorla-Hellín-Yecla*. En colaboración con el Instituto Nacional de Colonización, IRYDA y la empresa nacional ADARO.

IGME. 1976. *Estudio Hidrogeológico del Alto Júcar-Alto Segura*. En colaboración con el Instituto Nacional de Colonización, IRYDA y la empresa nacional ADARO.

IGME. 1990. *Estudio de las Reservas de los Embalses Subterráneos de la Unidad del Prebético de Murcia*. En colaboración con el Instituto Nacional de Colonización, IRYDA y la empresa nacional ADARO.

MIMAN. 2000. *Libro Blanco del Agua*. Ministerio de Medio Ambiente.

Villanueva Martínez, M, Iglesias López, A. 1984. *Pozos y Acuíferos. Técnicas de Evaluación Mediante Ensayos de Bombeo*. IGME.

<http://aguas.igme.es/igme/publica/libro35/lib35.htm>