

# Explotación intensiva de los acuíferos carbonatados del altiplano de Murcia

## *Overexploitation of the Altiplano aquifers, Murcia SE Spain*

José Luis Molina <sup>(1)</sup>, José Luis García-Aróstegui <sup>(1)</sup> y José Benavente <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Geológico y Minero de España. Avd. Alfonso X 6 30008 Murcia, Spain. jl.molina@igme.es; j.arostegui@igme.es

<sup>(2)</sup> Instituto del Agua, Universidad de Granada, c/ Ramón y Cajal, nº 4, 18071-Granada, España. jbenaven@ugr.es

### ABSTRACT

*Groundwater overexploitation of the carbonate aquifers in the Altiplano area (Murcia province, SE Spain) represents an extreme situation of hydrologic deficit in a semiarid region supplied uniquely by groundwater. The study of the water balance terms in a series of such aquifers is the hydrological key point of an overall research aimed to make an integrated analysis of groundwater management. Estimation of input and outputs is here made by the recharge and abstraction quantification respectively. On the other hand, the knowledge of the hydrogeological behaviour of the aquifers- and therefore of their piezometric evolutions- is closely linked to the evaluation of the volume of reserves, an aspect which is usually less studied. Finally, a multidisciplinary analysis of the impacts generated by this type of groundwater development is necessary in order to reach an agreement among the stakeholders with the highest degree of consensus.*

**Key words:** *Intensive exploitation, groundwater recharge, water budget, carbonated aquifer, water management*

*Geogaceta, 46 (2009), 163-166  
ISSN: 0213683X*

### Introducción

Diferentes términos han sido utilizados para definir el hecho a partir del cual la extracción de agua subterránea supera a la recarga en un sistema acuífero y, consecuentemente, empiezan a producirse efectos no deseados. Los mejores ejemplos se dan en el denominado «Sun Belt» del suroeste de EE.UU., donde se fueron generando las primeras concepciones relativas a los términos de explotación intensiva, sobreexplotación y minería del agua subterránea, este último referido a la situación en que la explotación excede ampliamente a la recarga y, por lo tanto, produce un descenso en las reservas, lo cual modifica apreciablemente el régimen hidrológico, causa impactos ecológicos, políticos o socioeconómicos, o produce cambios importantes en las relaciones río-acuífero (Custodio, 2002).

La problemática de la explotación intensiva del agua subterránea ocurre en aquellas áreas en las que la precipitación es escasa y además son favorables para el asentamiento y posterior desarrollo humano. En muchas de ellas se da el agravante de tratarse de regiones pobres, con muy poca capacidad de gestión hídrica y

que en la mayoría de las veces el agua subterránea es el único recurso hídrico disponible para la población (UNESCO, 2006).

En el caso de España, la explotación de los acuíferos sustenta el abastecimiento de aproximadamente el 30% de la población, el regadío de 700.000 ha y de otras 300.000 ha en las que las aguas subterráneas complementan las dotaciones de aguas superficiales. Esto supone un volumen anual de extracciones por bombeo del orden de 5.500 hm<sup>3</sup>, que representa aproximadamente del 20 al 25% de la recarga total de los acuíferos. En este contexto, es obvio que el análisis cuantitativo del estado de los acuíferos resulta imprescindible para una posterior definición de escenarios de gestión sostenible de los mismos.

### Características de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra enclavada, desde un punto de vista geológico regional, en el marco de las Cordilleras Béticas, mayoritariamente en la Zona Prebética. Son de destacar en esta zona los acuíferos carbonáticos cretácicos, de gran espesor; también hay

afloramientos de edad Jurásico, con una permeabilidad muy elevada. La precipitación media sobre los afloramientos permeables es de aproximadamente 300 mm/año. En régimen natural, las zonas de descarga se situaban en cuencas endorreicas, hacia las cuales se producía drenaje difuso y localizado (manantiales). Actualmente no existe descarga visible.

Los acuíferos estudiados (Fig. 1) son: Ascoy-Sopalmo, Cingla, Jumilla-Villena y Serral-Salinas, que son los encargados de dotar de recursos hídricos a la zona para todas las actividades, debido a la extrema escasez de recursos hídricos superficiales.

La explotación por bombeo de agua subterránea, mayoritariamente usada para regadío, supera ampliamente los recursos de los acuíferos, lo que ha llevado a una situación generalizada de descenso acusado de niveles piezométricos de hasta 230 metros. Esta situación ha tenido unos efectos negativos en cuanto a la desaparición de salidas naturales y de sus ecosistemas asociados y en cuanto al incremento de los costes de extracción del agua. Por otro lado, esta explotación intensiva ha permitido el mantenimiento a

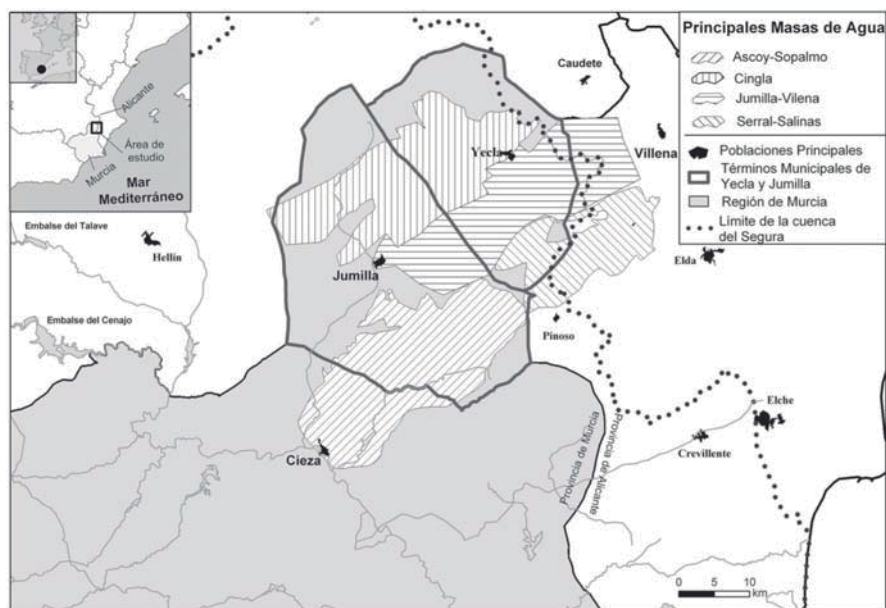


Fig. 1.- Localización de los acuíferos estudiados.

Fig. 1.- Studied aquifers location.

largo plazo de un sistema productivo que ha proporcionado gran riqueza en la zona, lo que ha llevado a un mantenimiento de la población local y unas tasas altas de bienestar social.

La promulgación de la Directiva Marco del Agua (DMA) (D2000/60/EC), ha significado que este modelo de explotación quede en entredicho y que, por tanto, se deban aportar soluciones que alivien el déficit hídrico estructural de los acuíferos de la región. El equilibrio entre los intereses contrapuestos de los diferentes grupos de interés involucrados en esta problemática debe ser un objetivo al que atender mediante generación de escenarios de explotación consensuados por las diferentes partes.

**Objetivos y metodología**

En el marco de una investigación más amplia sobre un análisis integrado de la gestión del agua en los acuíferos del Altiplano de Murcia- en la que se han realizado estudios hidroquímicos, modelos numéricos de flujo, y estudios agroeconómicos, entre otros- se realizó un estudio de su estado cuantitativo actual e histórico. El objetivo de este trabajo es presentar el procedimiento de elaboración, así como mostrar los resultados de dicho análisis.

La metodología seguida para determinar el estado cuantitativo de los acuíferos es la clásica en los estudios

hidrogeológicos (Fig. 2). No obstante, se le ha dado una especial importancia al análisis histórico de la explotación por bombeo, para la que se ha diseñado una metodología específica, especialmente aplicable en aquellos casos de déficit hídrico extremo, en el que la extracción supera ampliamente la recarga.

El estudio empezó con la elaboración del inventario de puntos para cada acuífero. Posteriormente se han realizado trabajos de campo específicos para este estudio, con el fin de actualizar el inventario y completarlo en los casos en que ha sido posible.

La explotación por bombeo es, con diferencia, el principal elemento que controla el balance hídrico de los acuíferos y, por lo tanto, el conocimiento de su evolución histórica y de sus valores actuales resultan claves para analizar las evoluciones piezométricas registradas y cuantificar la desaturación. En este estudio se ha realizado una detallada reconstrucción histórica de la explotación por bombeo desde su origen, que ha supuesto un importante esfuerzo de investigación sobre las fechas de ejecución de los sondeos, sus vidas útiles y periodos de actividad, así como las reperforaciones y sustituciones, los caudales de extracción de cada captación y la evolución de las áreas de riego atendidas por cada captación. El análisis se ha efectuado a nivel de cada captación significativa y, por agregación, se ha obtenido el total de las principales entidades de riego o abastecimiento. El estudio se ha efectuado para un periodo total de 50 años hidrológicos: 1956/57 a 2005/06.

La evaluación de la recarga ha sido estimada mediante el empleo del código Visual Balan v.2 (Samper *et al.*, 1999; Samper y García Vera, 2004). La calibración del modelo del balance hídrico se efectúa mediante comparación entre niveles calculados y reales. Sin embargo, en su aplicación al caso de estudio, se requiere disponer de al menos un periodo en el que la piezometría responda exclusivamente a la recarga sin afección por bombeo. Los datos disponibles no permiten identificar tal situación y la recarga queda enmascarada por la explotación. Para solventar esto, se ha optado por aplicar el modelo de balance hídrico en un pequeño acuífero cercano al de Serral-Salinas (El Cantal: 1,7 km<sup>2</sup>), cuyos límites son conocidos, el cual presenta régimen natural actualmente y posee suficientes datos piezométricos para la calibración. Este acuífero fue explotado a mediados de la década de los 80, cesó el bombeo

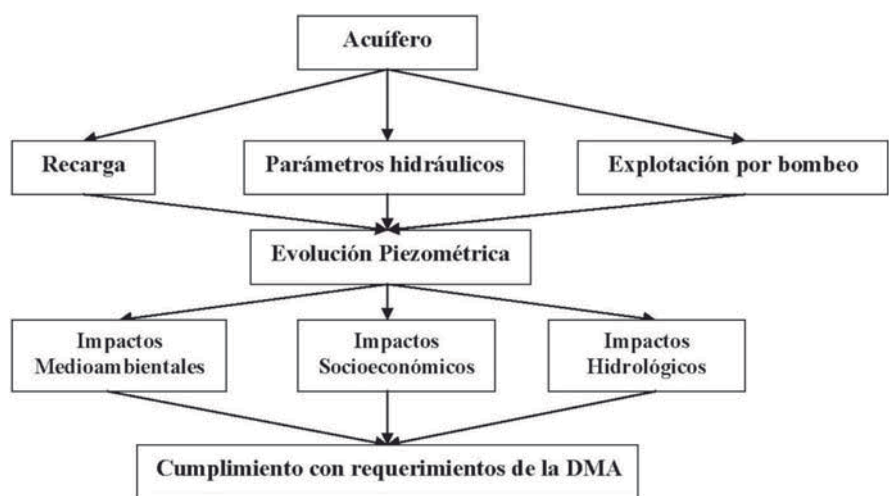


Fig. 2.- Esquema general de la metodología del estudio.

Fig. 2.- General scheme of the methodology.

a finales de esa década y ha recuperado los niveles iniciales.

**Resultados**

El buen ajuste obtenido entre los niveles calculados y los observados para el modelo de balance hídrico en su aplicación al acuífero piloto del El Cantal permite retener un valor medio de recarga del 27% de la precipitación media. La extrapolación de este dato de referencia a los acuíferos estudiados se ha hecho teniendo en cuenta la influencia de otros aspectos hidrogeológicos o geomorfológicos, tales como la superficie permeable aflorante, la litología existente y la variabilidad espacial de la precipitación.

La figura 3 representa la evolución de la explotación en el acuífero Serral-Salinas. Se diferencia la explotación en el sector oriental, cuyo acuífero principal es jurásico, y el sector occidental, cuyo acuífero más importante es cretácico.

En la figura 4 se puede comparar la evolución de la explotación por bombeo en los cuatro acuíferos. Destaca la estabilización en valores muy próximos al máximo desde mediados de la década de los 80.

En la tabla I se recogen los valores medios anuales del balance hídrico para cada acuífero, así como el descenso total del nivel piezométrico resultante y la tasa de descenso de los últimos diez años. Se ha estimado en unos 3000 hm<sup>3</sup> el valor acumulado de la desaturación para los cuatro acuíferos del estudio.

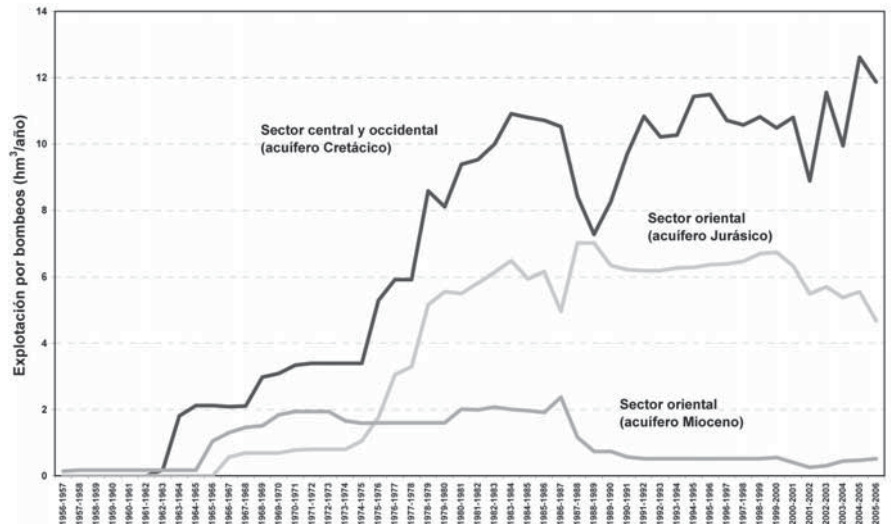


Fig. 3.- Reconstrucción de la explotación de aguas subterráneas para el periodo 1956/1957-2005/2006 en los sectores del acuífero Serral-Salinas.

Fig. 3.- Groundwater exploitation (hm<sup>3</sup>/year) in the period 1956/1957- 2005/2006 in Serral-Salinas aquifer sectors.

Como reflejo de la anterior información, los niveles piezométricos tienen una tendencia muy acusada a la baja. La figura 5 muestra que el sector oriental del acuífero Serral-Salinas es el que experimenta un mayor descenso; por el contrario, el acuífero más cercano a la estabilización es el de Cingla.

**Discusión**

La explotación intensiva de los acuíferos carbonatados del Altiplano de Murcia suscita gran interés en relación con los requerimientos de la DMA relati-

vos a la consecución del buen estado cuantitativo de las masas de agua subterránea para el año 2015. El gran desequilibrio hídrico entre entradas y salidas de estos acuíferos, que se ha traducido en un descenso generalizado de los niveles piezométricos, hace que esos requerimientos sean imposibles de lograr incluso para el año 2027, fecha en la que terminan las dos prórrogas establecidas por dicha Directiva.

El desconocimiento de algunos datos hidrogeológicos básicos de los acuíferos, entre los que destaca el volumen de reservas, hace que el análisis de la gestión y su posterior implementación no puedan

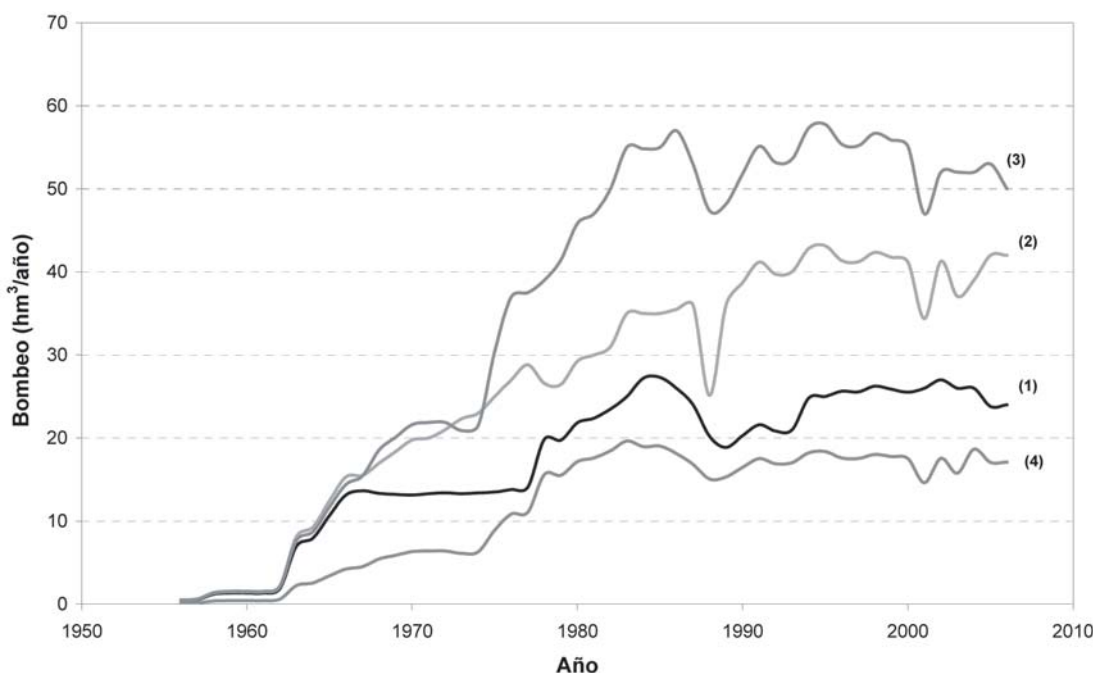


Fig. 4.- Análisis comparativo de la explotación por bombeo (hm<sup>3</sup>/año) en los cuatro acuíferos del estudio. 1 Cingla, 2 Jumilla-Villena, 3 Ascoy-Sopalmo, 4 Serral-Salinas.

Fig. 4.- Comparative exploitation reconstruction of the studied aquifers. 1 Cingla, 2 Jumilla-Villena, 3 Ascoy-Sopalmo, 4 Serral-Salinas.

Acuífero	Recarga (hm <sup>3</sup> /año)	Bombeo actual (hm <sup>3</sup> /año)	Variación del almacenamiento (hm <sup>3</sup> /año)	Δ h desde régimen natural (m)	Δ h medio últimos diez años (m/año)
Cingla	13	30	-17	25	1,3
Jumilla-Villena	15	46	-31	115	3,5
Ascoy-Sopalmo	2	52	-50	187	4,5
Serral-Salinas	5	18	-13	130 (sector W) 290 (sector E)	4,9 (sector W) 10,5 (sector E)
Total	35	147	-111		

Tabla I.- Balance hídrico de los acuíferos estudiados y tasas de descenso piezométrico (Δ h).

Table I.- Studied aquifers water budget and piezometric drawdown rates (Δ h).

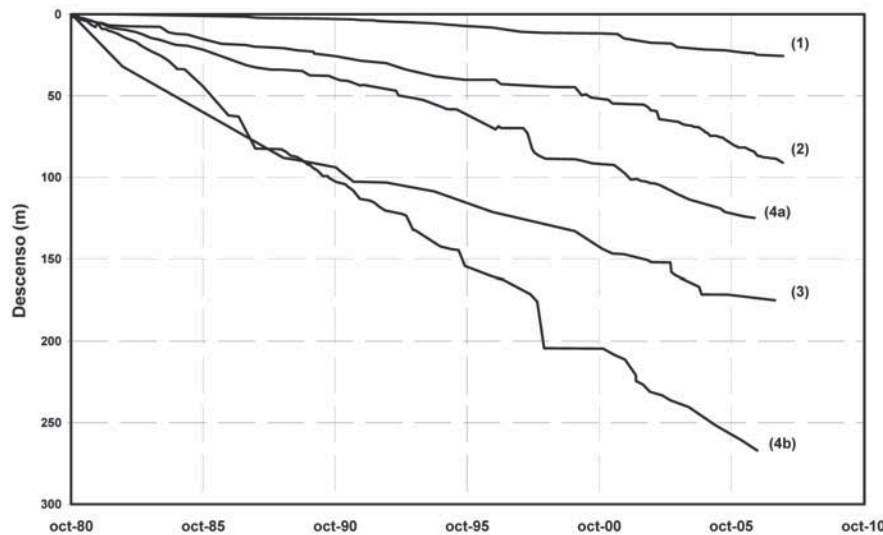


Fig. 5.- Descenso piezométrico comparativo de todos los acuíferos del estudio. 1 Cingla, 2 Jumilla-Villena, 3 Ascoy-Sopalmo, 4a Serral-Salinas (sector occidental), 4b Serral-Salinas (sector oriental).

Fig. 5.- Comparative drawdown of the studied aquifers. 1 Cingla, 2 Jumilla-Villena, 3 Ascoy-Sopalmo, 4a Serral-Salinas (occidental sector), 4b Serral-Salinas (oriental sector).

llevarse a cabo completamente hasta que no se despejen esas dudas. Es, por tanto, necesario desarrollar las técnicas adecuadas para la cuantificación del volumen de reservas que tienen dichos acuíferos carbonatados y que puedan ser explotables al menos a medio plazo.

**Conclusiones**

El hecho de que se haya producido un vaciado de reservas de unos 3000 hm<sup>3</sup> en total, tiene una serie de repercusiones o impactos de diferente naturaleza y signo. En primer lugar, ese volumen de agua ha generado una riqueza que ha permitido el desarrollo

socioeconómico y la fijación de la población. Por otro lado, se ha producido la desaparición de todas las salidas naturales de los acuíferos y de sus ecosistemas asociados. Además, el coste de extracción del agua subterránea se encarece a medida que los niveles piezométricos bajan. Esto llevará a medio plazo a que únicamente los cultivos agrícolas más rentables sean competitivos. Es necesario, por tanto, el desarrollo de técnicas que sean capaces de tener en cuenta estas variables y que recojan los intereses de todas las partes involucradas, con el objetivo de llegar a establecer escenarios consensuados de explotación del agua subterránea.

**Agradecimientos**

Investigación financiada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) dentro del marco de elaboración de la Tesis doctoral del primer firmante, titulada «Análisis integrado y estrategias de gestión de acuíferos en zonas semiáridas. Caso del Altiplano (Murcia, España)». Se agradece la colaboración de la Demarcación Hidrográfica del Segura y de todas las entidades de riego del Altiplano, en especial a la Comunidad de Regantes de la Hoya del Mollidar.

**Referencias**

Custodio, E. (2002). *Hydrogeology Journal*, 10, 254-277.  
 European Commission, (2000). *Water Framework Directive. Official Journal 327 of the European Communities 72*. Directive 2000/60/EC, Bruselas.  
 Samper, J., Huguet, Ll., Ares, J. y García Vera, M.A. (1999). *Manual del usuario del programa VISUAL BALAN v.1.0: Código interactivo para la realización de balances hidrológicos y la estimación de la recarga*. Publicación Técnica de ENRESA nº 5/99, Madrid. 205 p.  
 Samper, J. y García Vera, M.A. (2004). *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, XXVI, 595-604. Zaragoza.  
 UNESCO (2006). *Non-renewable groundwater resources. A guidebook on socially-sustainable management for water policy makers*. (S. Foster, y P. Loucks, Eds.). UNESCO.