

**INFORME DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE  
LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA  
“SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)”  
AÑOS 1982-2012**



**Convenio específico de colaboración entre la Comunidad de Regantes de Aguas Subterráneas de La Sierra de Altomira y el Instituto Geológico y Minero de España, para el apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica y aguas subterráneas. 2012-2015.**

**Diciembre 2012**

**INFORME DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE  
LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA  
“SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)”  
AÑOS 1982-2012**

**Elaborado por:**

**María Elena Galindo Rodríguez**

**María Dolores Gómez-Escalonilla Sánchez**

**María Isabel González Fernández**

**Miguel Mejías Moreno**

**Diciembre 2012**

## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>6</b>
<b>3. ASPECTOS GENERALES: ENCUADRE GEOGRÁFICO, USOS DEL SUELO</b>	<b>7</b>
<b>4. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO</b>	<b>8</b>
<b>5. ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO</b>	<b>11</b>
<b>6. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA: MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA SIERRA DE ALTOMIRA (040.001)</b>	<b>24</b>
<b>6.1. RED DE OBSERVACION PIEZOMETRICA DEL IGME</b>	<b>24</b>
<b>6.2. EVOLUCIÓN PIEZOMETRICA</b>	<b>25</b>
<b>7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS PERIODOS DE AGUAS ALTAS Y AGUAS BAJAS</b>	<b>30</b>
<b>8. RESUMEN Y CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>35</b>
<b>ANEJO I</b>	
<b>ANEJO II</b>	
<b>ANEJO III</b>	

## 1. INTRODUCCIÓN

En julio de 2012 se suscribió un Convenio Específico de Colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Comunidad de Regantes de Aguas Subterráneas de la Sierra de Altomira, para el intercambio de información entre ambas entidades y apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica y aguas subterráneas.

El presente informe sobre evolución piezométrica de la Masa de Agua Subterránea (MASb) Sierra de Altomira (041.001), forma parte de las actividades a realizar al amparo de dicho Convenio.

El ámbito territorial de la actual MASb 041.001 Sierra de Altomira ha ido variando a lo largo del tiempo. Los primeros antecedentes parten de los años 70 y corresponden a la definición de sistema acuífero (S.A.) S.A. nº19 (Sierra de Altomira) definida por el Instituto Tecnológico Geominero de España, ITGE, (hoy Instituto Geológico y Minero de España, IGME) (ITGE 1979). Posteriormente, el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (Real Decreto 927/88 de 29 de julio, BOE de 31-8-1988) definió la unidad hidrogeológica (U.H.) 04.01, Sierra de Altomira. (DGOH-ITGE 1988).

Finalmente, con la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), y su trasposición a la legislación española, se establece una nueva metodología para lograr la protección de las aguas en los estados miembros de la Unión Europea, y se incorpora una nueva figura de gestión hidrológica, las masas de agua subterránea (MASb). Figura 1.

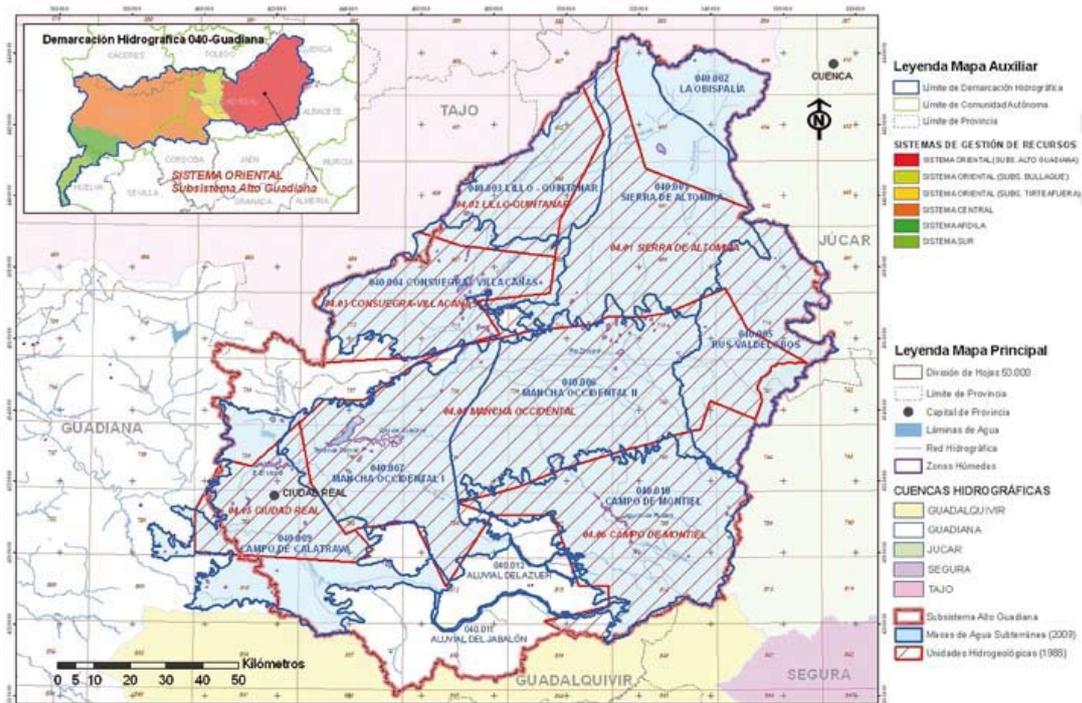


Figura 1. División en unidades hidrogeológicas y masas de agua subterráneas de la cuenca alta del río Guadiana (Martínez-Cortina *et al.*, 2011)

Las actuaciones realizadas por el IGME en la zona han sido numerosas y de tipología muy variada. Muchos de los trabajos realizados se enmarcan dentro de su labor de investigación en el campo de los recursos de la Tierra y, concretamente, de las aguas subterráneas. Durante los años 70, el IGME realizó entre otros: el “Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas” (PNIAS) encuadrado dentro del “Plan Nacional de la Minería” (PNIM, ITGE 1969); considerado como referente nacional de las aguas subterráneas. Dentro de dicho plan se incluyó: “Investigación hidrogeológica de la cuenca alta y media del Guadiana” (ITGE 1979)”. A partir de esta época, se han realizado numerosos estudios encaminados al abastecimiento de poblaciones con aguas subterráneas, a la utilización de los recursos hídricos subterráneos y al control de su calidad. Recientemente, se han realizado diversos trabajos de investigación, como: “Mejora del conocimiento en las MASb Sierra de Altomira (041.001) y Rus Valdelobos (041.005). (IGME-CHG. 2009); “la Encomienda de Gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas” (IGME- DGA 2010) y “Actualización del conocimiento hidrogeológico de la masa de agua subterráneas “Sierra de Altomira”, dentro del convenio entre el IGME y la Excma. Diputación de Cuenca (2011), entre otros.

La infraestructura hidrogeológica básica para el desarrollo de estos trabajos de investigación consiste en el establecimiento de diferentes redes de observación de las aguas subterráneas y de toma de datos de parámetros hidrogeológicos. Algunas de estas redes de observación se implantaron a principios de los años setenta y continúan operativas en la actualidad, preferentemente en aquellas masas de agua subterránea que por sus características hidráulicas, socioeconómicas e implicaciones medioambientales suponen un área de especial interés técnico e investigador.

La MASb, Sierra de Altomira (041.001), es una de estas zonas de interés preferente, y en ella el IGME mantiene operativa una red de observación piezométrica que constituye la infraestructura básica para la realización de este trabajo.

## **2. OBJETIVOS**

El presente informe tiene como principal objetivo recoger el resumen semestral de la evolución piezométrica de la MASb 041.001 Sierra de Altomira y un análisis básico de la climatología registrada en el área de estudio.

Al constituir éste el informe número 1, y dado el carácter periódico que pretende darse a éstos, se incluirán aspectos generales como: características geográficas e hidrográficas, usos del suelo, aspectos socioeconómicos y descripción hidrogeológica de la zona de estudio, que no se repetirá en informes posteriores.

### **3. ASPECTOS GENERALES: ENCUADRE GEOGRÁFICO, USOS DEL SUELO**

La MASb Sierra de Altomira se sitúa en la cuenca hidrográfica del río Guadiana, y dentro de dicha cuenca presenta la disposición más septentrional, situándose en lo que se denomina como cuenca alta del Guadiana. (Fig. 1).

Presenta una superficie total de 2.575 km<sup>2</sup>, que se extiende por las provincias de Cuenca, casi en su totalidad, 2.306 km<sup>2</sup> (un 90%); la de Toledo con 186 km<sup>2</sup> (7 %) y Ciudad Real con 81 km<sup>2</sup> (el 3 %).

La altimetría varía desde la cota correspondiente a la meseta, 656 m s.n.m. en el río Tajo, aguas abajo del puente de hierro del Salto de Bolarque, hasta la Sierra de Degollados donde se alcanzan los 1.127 m s.n.m. fijándose la cota media en 822 m s.n.m.

Los principales cursos fluviales que constituyen la red hidrográfica son: el Riansares, el Cigüela y el Záncara.

La distribución administrativa se divide en 62 términos municipales incluidos, total o parcialmente, en el polígono que delimita la MASb. La población es de 126.727 habitantes (INE, 2007).

A la provincia de Cuenca pertenecen 55 de los 62 términos municipales existentes, presentando el 80% una población inferior a los 1.000 habitantes. En la provincia de Ciudad Real solo existen 3 términos municipales, de los cuales dos de ellos presentan una población por encima de los 10.000 hab. (Campo de Criptana y Alcazar de San Juan). En la de Toledo existen 4 términos municipales, de los que 1 presenta una población por encima de los 10.000 hab. (Quintanar de la Orden).

Utilizando la información correspondiente al proyecto CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover, dirigido por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), donde se desarrolla la creación de una base de datos sobre la cobertura y uso del territorio en la Unión Europea, se puede establecer que el principal uso del suelo es la agricultura de secano, con un porcentaje de ocupación total en la MASb de 60,72 %; seguido del cultivo de viñedos en secano con un 18,38%. La representación porcentual del resto de los usos es muy inferior a los anteriores (Tabla 1).

Actividad	Corine Land Cover 2000	
	Denominación	% en la masa
Aeropuertos	Aeropuertos	0
Vías de transporte	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	0,185
Zonas de regadío	Terrenos regados permanentemente	0
	Cultivos herbáceos en regadío	1,917
	Otras zonas de irrigación	0
	Arrozales	0
	Viñedos en regadío	0
	Frutales en regadío	0
	Cítricos	0
	Frutales tropicales	0
	Otros frutales en regadío	0
	Olivares en regadío	0
	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío	0
	Mosaico de cultivos en regadío	0
	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	0
	Mosaico de cultivos permanentes en regadío	0
	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío	0
Zonas de secano	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural	0
	Tierras de labor en secano	60,729
	Viñedos en secano	18,381
	Frutales en secano	0
	Olivares en secano	0,281
	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano	0
	Mosaico de cultivos en secano	0
	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	0
	Mosaico de cultivos permanentes en secano	0,987
	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano.	6,492
Zonas quemadas	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	0,107
	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural	1,937
Zonas quemadas	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado	0,046
Zonas urbanas	Zonas quemadas	0
	Tejido urbano continuo	0,195
	Tejido urbano discontinuo	0
	Estructura urbana abierta	0,048
	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas	0,075
	Zonas en construcción	0
Zonas mineras	Zonas verdes urbanas	0
Zonas recreativas	Zonas de extracción minera	0,020
	Instalaciones deportivas y recreativas	0
	Campos de golf	0
Praderas	Resto de instalaciones deportivas y recreativas	0
	Prados y praderas	0
	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	0
	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado	0

Tabla 1. Usos del suelo. Corine Land Cover 2000.

#### 4. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO

La cuenca alta del Guadiana presenta un clima de tipo mediterráneo-continental, que se caracteriza por presentar una estación seca bien definida y marcadas oscilaciones térmicas. Las precipitaciones en la zona registran un valor medio anual de 481,7 mm/año.

En virtud del Convenio de Colaboración suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España y la Agencia estatal de Meteorología (AEMET), para realizar el estudio climatológico de este apartado se han utilizado los datos facilitados por AEMET para las once estaciones pluviométricas seleccionadas, con un tratamiento de completado de datos, estadístico y de representación gráfica elaborado por el IGME. La figura 2 muestra la distribución espacial de dichas estaciones. La tabla 2 muestra los detalles de identificación y localización de cada una de ellas.

Se han seleccionado estas once estaciones por considerarlas representativas y por presentar una mayor cobertura temporal de datos.

La información utilizada ha sido la correspondiente a datos medios mensuales de precipitación total. Se ha considerado la información correspondiente al período comprendido desde el año 1960 hasta el año 2012, que corresponde con un registro de 52 años.

INDICATIVO (AEMET)	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	COORDENADAS UTM		ALTITUD (m s.n.m.)
		X	Y	
4 045	CARRASCOSA DEL CAMPO	522586	4431813	895
4 0480	POZORRUBIO SANTIAGO 'TORRELEN'	508441	4407088	755
4 051	VELLISCA	515904	4442248	950
4 059E	VILLAMAYOR DE SANTIAGO	506261	4397622	773
4 061	QUINTANAR DE LA ORDEN	496017	4382513	691
4071	HUERTA DE LA OBISPALIA	544515	4426730	910
4 075	VILLARES DEL SAZ	542281	4410376	865
4 079	VILLALGORDO DEL MARQUESADO	541998	4392585	856
4083	CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	553283	4390188	925
4 093	OSA DE LA VEGA	520802	4390556	763
4 095	BELMONTE	525368	4378855	750

Tabla 2. Estaciones pluviométricas seleccionadas.

Para cada una de las estaciones se han calculado los valores de precipitación anual y desviación acumulada a partir del análisis de los datos registrados (precipitación diaria y mensual). En el anexo I se muestran los datos de precipitación anual para el año hidrológico correspondiente, así como la desviación acumulada y la clasificación del

año según resulte de tipo húmedo, medio o seco. Se ha considerado como año “seco” aquel con una pluviometría al menos un 15% inferior a la media aritmética de la serie; año “húmedo” aquel en que las precipitaciones superan al menos en un 15% a la media y año “medio” al comprendido entre ambos extremos. Esta información se ha representado gráficamente, anexo II, incluyendo los valores de precipitación anual, el valor medio de la serie y la curva de desviaciones acumuladas para las estaciones seleccionadas.

La **precipitación media anual** en la zona de estudio se ha obtenido como resultado de la media de las 11 estaciones consideradas para el periodo 1960-2012, siendo el valor obtenido de **481,7 mm**. Los valores anuales de precipitación media para cada estación se presentan en la tabla 3.

Los valores más bajos de precipitación corresponden a la zona oeste del área de estudio. Las mayores precipitaciones se producen en las zonas más altas de la divisoria de cuencas, con máximos en la zona este.

INDICATIVO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	VALOR MEDIO ANUAL
4045	CARRASCOSA DEL CAMPO	535,7
4048O	POZORRUBIO SANTIAGO 'TORRELEN'	424,0
4051	VELLISCA	613,9
4059E	VILLAMAYOR DE SANTIAGO	433,2
4061	QUINTANAR DE LA ORDEN	360,2
4071	HUERTA DE LA OBISPALIA	548,1
4075	VILLARES DEL SAZ	520,8
4079	VILLALGORDO DEL MARQUESADO	471,9
4083	CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	510,3
4093	OSA DE LA VEGA	437,7
4095	BELMONTE	443,2
	<b>MEDIA</b>	<b>481,7</b>

Tabla 3. Precipitación anual para los años tipo (mm), valor medio de la serie anual de datos 1960-2012.

Se ha analizado la precipitación anual en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1960/61 y 2011/12 para las 11 estaciones. De su análisis se desprende que desde el inicio de la serie histórica hasta 1963/64 pueden identificarse, en términos generales, los siguientes períodos: un corto periodo húmedo, al que le sigue uno de tipo medio desde 1969/70 hasta 1971/72 y que da paso a un nuevo y breve período húmedo de 1976/77 a 1978/79. Destaca a continuación un largo período medio-seco que abarca desde 1979/80 hasta 1994/95, interrumpido por un corto período húmedo correspondiente al año 1987/88 y/o 1988/89 según la zona. En los años hidrológicos comprendidos entre 1995/96 y 1997/98 se identifica nuevamente un período húmedo corto, seguido de una nueva secuencia climática media-seca que se prolonga hasta la actualidad. El año 2009/10 corresponde claramente a un año húmedo en la totalidad de las estaciones, que se prolonga en algunas estaciones al año hidrológico 2010/11. Finalmente el año 2011/12 es uno de los más secos de la serie histórica.

En la tabla 4 se muestra la precipitación mínima y máxima para cada una de las estaciones seleccionadas, así como el año en que se produce dicha precipitación. De su análisis se desprende que la precipitación mínima en la zona de estudio se registró en la estación 4061 Quintanar de la Orden en el año hidrológico 1966-67; la precipitación máxima en la estación 4051 Vellisca en el año 1976-77. No obstante, el año hidrológico 2004-05 fue uno de los más secos de los registrados en la zona de estudio. Y el año 1968-69 uno de los más húmedos de la zona.

ESTACIÓN	COTA (m)	P min (mm)	P min Año	P máx (mm)	P max Año
4045 Carrascosa del Campo	895	267,9	2004-05	806	1976-77
4048 O Pozorrubio Santiago-Torrelen	755	214,3	2004-05	619,7	1987-88
4051 Vellisca	950	336,1	2004-05	<b>1003,2</b>	<b>1976-77</b>
4059E Villamayor de Santiago	773	209,1	2004-05	635,1	2009-10
4061 Quintanar de la Orden	691	<b>103,9</b>	<b>1966-67</b>	626,2	1974-75
4071 Huerta de la Obispalía	910	265	1980-81	921,6	1976-77
4075 Villares del Saz	865	231,9	2004-05	<b>888,3</b>	<b>1968-69</b>
4079 Villalgorido del Marquesado	856	216,8	2004-05	786	1968-69
4083 Castillo de Garcimuñoz	925	277,4	1998-99	813,7	1968-69
4093 Osa de la Vega	763	<b>173,4</b>	<b>2004-05</b>	693	1968-69
4095 Belmonte	750	185,5	2004-05	728	1987-88

Tabla 4. Precipitación máxima y mínima en las estaciones pluviométricas seleccionadas

## 5. ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

Como se aprecia en la figura 3, correspondiente a la distribución espacial de MASb de la cuenca alta del Guadiana, los límites de la MASb de Sierra de Altomira son los siguientes:

- El límite N de la MASb coincide con la divisoria de aguas superficiales. Si bien el límite subterráneo se sitúa al O del embalse de Buendía (SO de la Cordillera Ibérica), ya en la cuenca del Tajo.
- El límite NE viene definido por el contacto con la MASb La Obispalía. (041.002)
- El límite este queda definido por la divisoria hidrográfica de las cuencas del Guadiana y Júcar.
- El límite SE está en contacto con la MASb Rus-Valdelobos (041.005).
- Al sur limita con la MASb Mancha Occidental II (041.006), en contacto con los materiales terciarios de la fosa manchega.
- En el oeste limita con las MASb Lillo-Quintanar (041.003) y Consuegra-Villacañas (041.004).

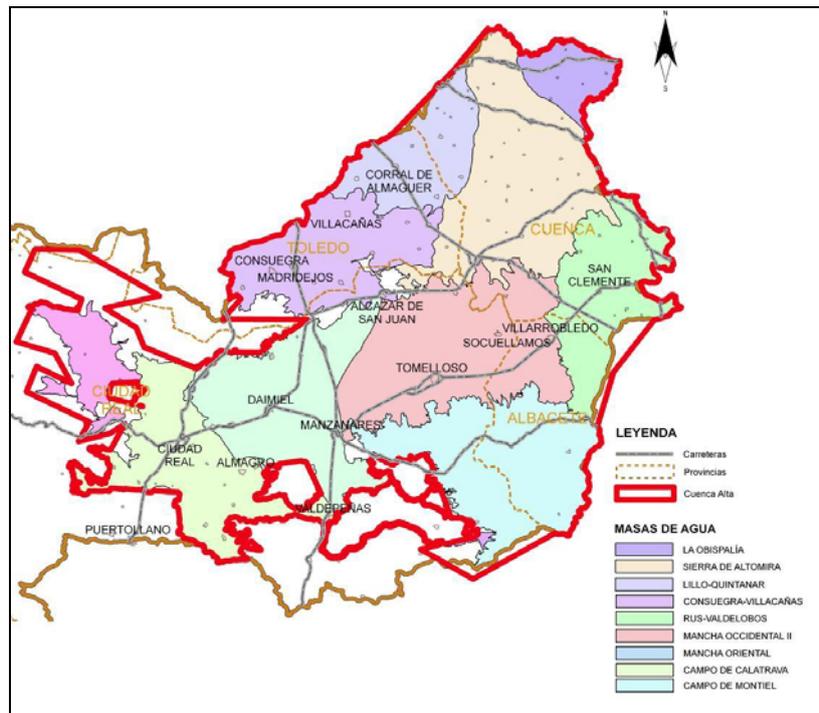


Figura 3. Distribución de MASb correspondientes a la Cuenca Alta del Guadiana.

Los límites hidrogeológicos correspondientes con la divisoria del Tajo y la del Júcar se han definido tradicionalmente como abiertos. Según ITGE (1989) “*Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis*” la circulación del agua subterránea en la Cuenca del Tajo es hacia el N ya que, según la bibliografía consultada, se considera conectado con el embalse de Entrepeñas. En la cuenca del Guadiana existen dos direcciones principales, hacia el O, en el sentido del río Cigüela, y hacia el SE, hacia los ríos Saona, Zancara y Rus.

La MASb Sierra de Altomira está formada por una serie de calizas y dolomía jurásico-cretácicas que se apoyan sobre una base impermeable de arcillas, margas y yesos triásicos, y puede alcanzar una potencia de hasta 1.100 m en el sector oriental de la cuenca. Sobre ellas se sitúa una serie margo-yesífera del tránsito cretácico-terciario y una sucesión de depósitos de origen continental (detríticos a evaporíticos) de edades paleógenas y miocenas con potencias superiores a los 300 m, coronada por afloramientos dispersos de calizas de reducido espesor (ITGE, 1989).

La MASb 041.001 está considerada como un acuífero complejo, que funciona en régimen libre o de semiconfinamiento en profundidad, cuyo acuífero principal está constituido por los materiales jurásicos (ITGE, 1989).

El funcionamiento hidrogeológico está condicionado en gran medida por la estructura: los niveles margosos favorecen el despegue de las distintas escamas y los cabalgamientos funcionan como impermeables de base que individualizan acuíferos.

Los pliegues anticlinales y sinclinales funcionan de divisoria local del flujo subterráneo, así como las fallas que individualizan bloques y definen las depresiones terciarias.

Sin embargo, esta es una simplificación que no refleja la realidad, en cuanto que existen más acuíferos que se explotan. Así específicamente se pueden considerar las siguientes formaciones acuíferas, que de base a techo son:

**-Acuíferos carbonatados jurásicos:** Son los que presentan la mayor superficie de afloramiento. Está compuesto por una alternancia de dolomías en la base del Lias, seguidos por calizas y dolomías; finalizando con calizas a techo de la formación. Sobre los materiales anteriores se encuentran las dolomías correspondientes al Dogger. Todos estos materiales constituyen un acuífero único que, debido a sus características, se define como isótropo y homogéneo. El conjunto se encuentra plegado, aflorando en una alternancia de sinclinales y anticlinales. Aunque se tiende a considerar como un único acuífero, en alguno de los sondeos de investigación hidrogeológica se han identificado diferentes horizontes acuíferos, de interés local y con calidades químicas distintas.

**-Acuíferos detríticos cretácicos:** Compuesto por depósitos calco-margosos y brechoides en Facies Weald y por depósitos arenosos de la Formación Arenas de Utrillas. La permeabilidad es media o baja y con un carácter variable que depende de la proporción de cemento existente (calcáreo o margoso) y del tamaño de grano. Debido a estas características, su comportamiento hidrodinámico es semipermeable. Las Facies Weald y Utrillas, de escaso espesor y poco afloramiento, suponen acuíferos de interés local.

**-Acuíferos carbonatados cretácicos:** Constituido por una alternancia de dolomías, margas y calizas, del Cenomaniense hasta el Turoniense, con una potencia superior a la centena de metros y aumentando el espesor hacia el este. Al estar más próximo a la superficie es el acuífero más intensamente explotado.

**-Acuífero calco-yesífero del tránsito cretácico-terciario:** Su explotación está condicionada por la “mala” calidad del agua, muy mineralizada, lo que ha dado lugar a que sea un acuífero con muy escaso aprovechamiento.

**-Acuíferos terciarios:** Compuesto por arcillas, limos y arenas con valores de transmisividad bajos. A techo de esta serie se depositan unas calizas tableadas de origen lacustre que pueden generar pequeños aprovechamientos locales.

Los materiales más productivos dentro del Neógeno son las calizas lacustres (Facies Pontiense) del Mioceno superior. Constituyen pequeños acuíferos colgados y drenados de forma natural por manantiales. Hacia el sur presentan mayores extensiones pero poco espesor, muy próximas a la superficie, siendo por tanto vulnerables a las afecciones, tanto de explotación como de calidad de las aguas.

Corresponde con un típico acuífero multicapa, con horizontes arenosos y conglomeráticos alternantes con arcillas, y con cambios laterales de facies hacia litologías más evaporíticas, constituye otro acuífero poco conocido y de gran potencial.

**-Acuíferos cuaternarios:** Constituidos por materiales detríticos de carácter fluvial. Presentan valores altos de permeabilidad lo que favorece la recarga hacia materiales infrayacentes por agua de lluvia y retornos de riego. Estos materiales pueden tener interés local al encontrarse asociados a los principales cauces fluviales de la zona.

Con el fin de facilitar el estudio y la gestión de las formaciones acuíferas existentes en la MASb 041.001 Sierra de Altomira, se plantea la necesidad de definir subzonas dentro de la misma. En anteriores trabajos realizados por el IGME se ha intentado definir y/o delimitar subzonas dentro de la masa de agua subterránea que pudieran presentar un comportamiento hidrogeológico diferenciado. Dichas subdivisiones se han definido en base a criterios hidrogeológicos y de explotación. Se han considerado, entre otras, la existencia de posibles discontinuidades hidrogeológicas y/o estructurales, las profundidades de los niveles piezométricos, la hidroquímica existente, etc.

En este primer informe se expondrá una breve descripción de las distintas subzonas definidas en estos estudios, las cuales serán analizadas en profundidad en el transcurso de este Convenio, con el fin de delimitar y justificar si existe desconexión hidráulica entre las subzonas propuestas.

Una de las actividades contempladas en la “*Encomienda de Gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas*”, fue la Actividad 3: seguimiento y asistencia técnica en el proceso de planificación. Propuesta de zonificación, basada en criterios geológicos e hidrogeológicos, de la cuenca alta del río Guadiana (IGME- DGA 2010).

La metodología utilizada se basó en el establecimiento y definición de criterios geológicos e hidrogeológicos que permitieron caracterizar y determinar posibles límites hidrogeológicos dentro de las distintas MASb.

Los criterios de cierre definidos según los factores geológicos observados fueron: 1. fiabilidad de cierre muy alta: diapiros salinos sin karstificación, fallas inversas y cabalgamientos en materiales impermeables; 2. fiabilidad de cierre alta: fallas normales en materiales impermeables; y 3. fiabilidad de cierre media: fallas inversas y cabalgamientos en materiales permeables; fallas normales en materiales permeables y discordancias erosivas.

Como apoyo a estos criterios geológicos se tuvieron en cuenta una serie de criterios hidrogeológicos: 1. fiabilidad de cierre muy alta: transmisividad, piezometría, direcciones preferentes de flujo, zona aflorantes con barrera impermeable; 2. fiabilidad de cierre alta: zona aflorante de recarga con flujos opuestos, porosidad; y 3. fiabilidad de cierre media: confinamiento, presencia de manantiales y calidad química.

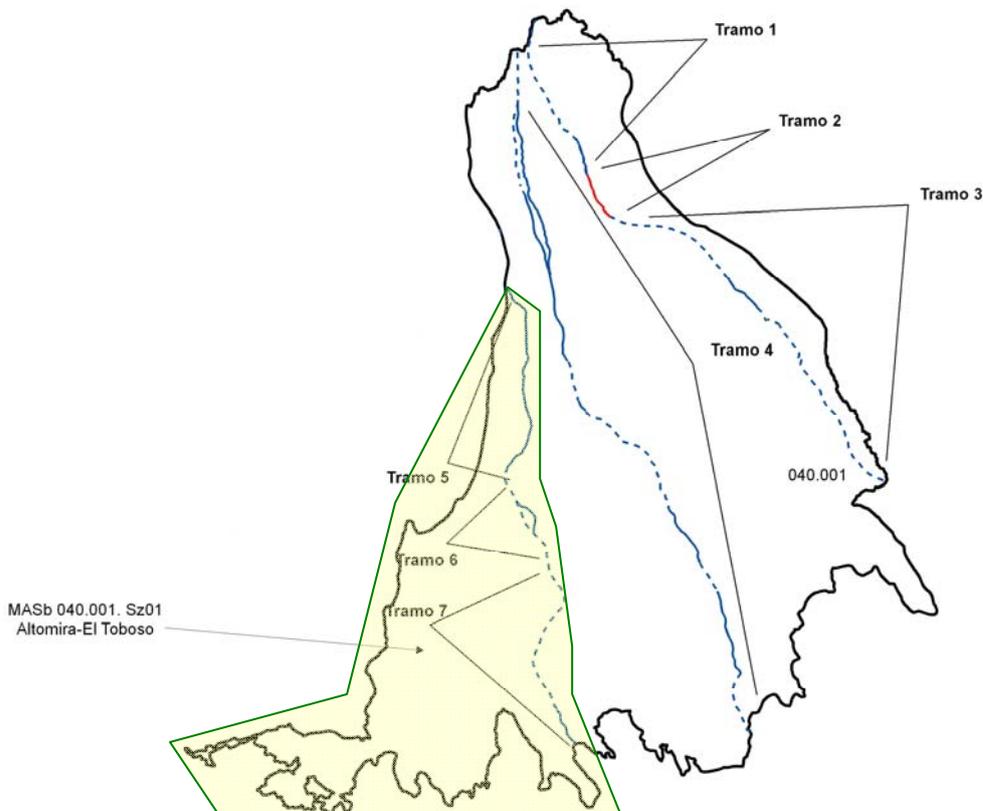
Como producto final, consecuencia de esta metodología, se elaboró un mapa con las distintas subzonas establecidas y sus límites, así como unas tablas con los criterios utilizados para la delimitación de cada subzona.

Para la MASb. 040.001. Sierra de Altomira se diferenciaron 4 subzonas: -Subzona 01 Altomira-El Toboso; -Subzona 02 Altomira-Belmonte; -Subzona 03 Altomira-El Hito; -Subzona 04 Altomira-Carrascosa del Campo.

### **Subzona 01 Altomira-El Toboso**

Esta subzona tiene una extensión de 623 Km<sup>2</sup> aproximadamente, el carácter químico general del agua es sulfatada cálcica y sulfatada bicarbonatada-cálcica y está limitada por los límites de la propia MASb y por las estructuras de los tramos 5, 6 y 7.

En el tramo 5 se observa un cabalgamiento que afecta a los materiales jurásicos. En el tramo 7 el cabalgamiento corta los materiales jurásicos, cretácicos y llega a afectar a los del Terciario. En el tramo 6 la falla inversa pone en contacto la formación impermeable del Triásico (Keuper) con las formaciones jurásicas y cretácicas, haciendo que el Triásico impermeable llegue casi hasta la superficie del terreno. Además, en el tramo 5 afloran manantiales. (Figura. 4).



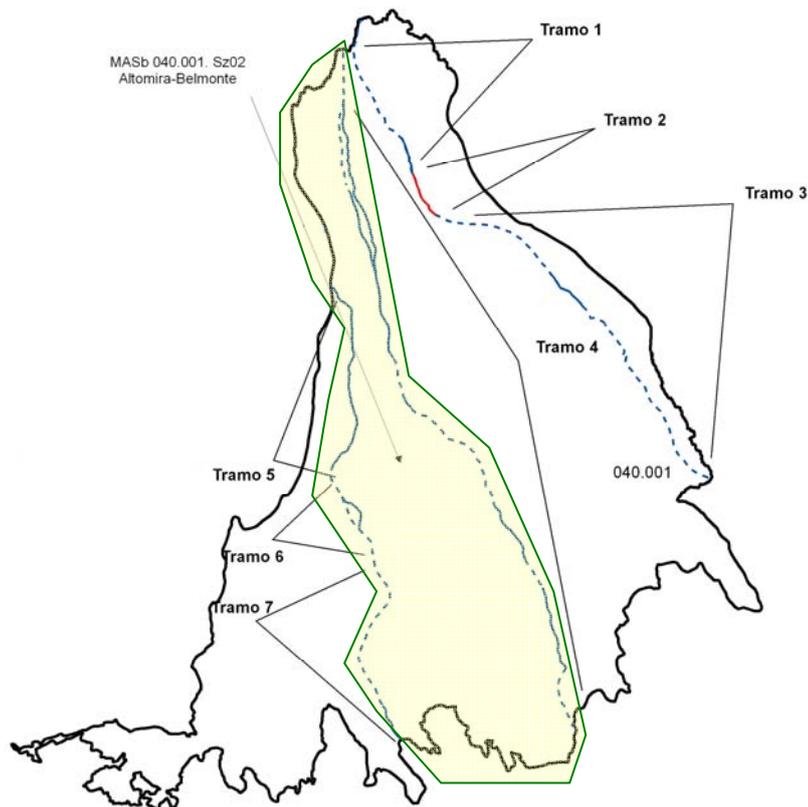
**Figura 4: MASb 040.001. Sz01 Altomira-El Toboso. Tramos**

### **Subzona 02 Altomira-Belmonte**

Esta subzona tiene una superficie de 731 Km<sup>2</sup>, aproximadamente, el carácter químico general predominante del agua es bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sulfatada-cálcica. La subzona está delimitada por los tramos 4, 5, 6 y 7.

En el tramo 4 se identifica un cabalgamiento que afecta a las formaciones jurásicas y cretácicas, si bien en la parte media del tramo, el cabalgamiento pone en contacto los materiales jurásicos con los del Terciario.

En el tramo 5 se observa un cabalgamiento que afecta a los materiales jurásicos. En el tramo 7, el cabalgamiento corta los materiales jurásicos, cretácicos y llega a afectar a los materiales terciarios. En el tramo 6, la falla inversa detectada pone en contacto la formación impermeable del Triásico (Keuper) con las formaciones jurásicas y cretácicas, haciendo que el Triásico llegue casi hasta la superficie del terreno. Además, en los tramos 4 y 5 afloran manantiales. (Figura 5).



**Figura 5: MASb 040.001. Sz02 Altomira-Belmonte. Tramos.**

### **Subzona 03 Altomira-El Hito**

Esta subzona consta de 975 Km<sup>2</sup>, aproximadamente, el carácter químico general predominante del agua es bicarbonatada cálcica, y sulfatada cálcica. Está delimitada por los tramos 1, 2, 3 y 4.

Los tramos 1 y 3 están afectados por un cabalgamiento que afecta a los materiales del Triásico, Cretácico y Terciario. En el tramo 2 hay presencia de cabalgamientos que pone en contacto materiales del Paleógeno inferior con materiales del Mioceno inferior. Este cabalgamiento también afecta a materiales cretácicos. El cabalgamiento a lo largo del tramo 4 afecta a materiales del Jurásico y del Cretácico, si bien en la parte media del tramo, el cabalgamiento pone en contacto los materiales jurásicos con los del Terciario. En materiales permeables, en los tramos 1, 3 y 4 aparecen manantiales. (Figura 6).

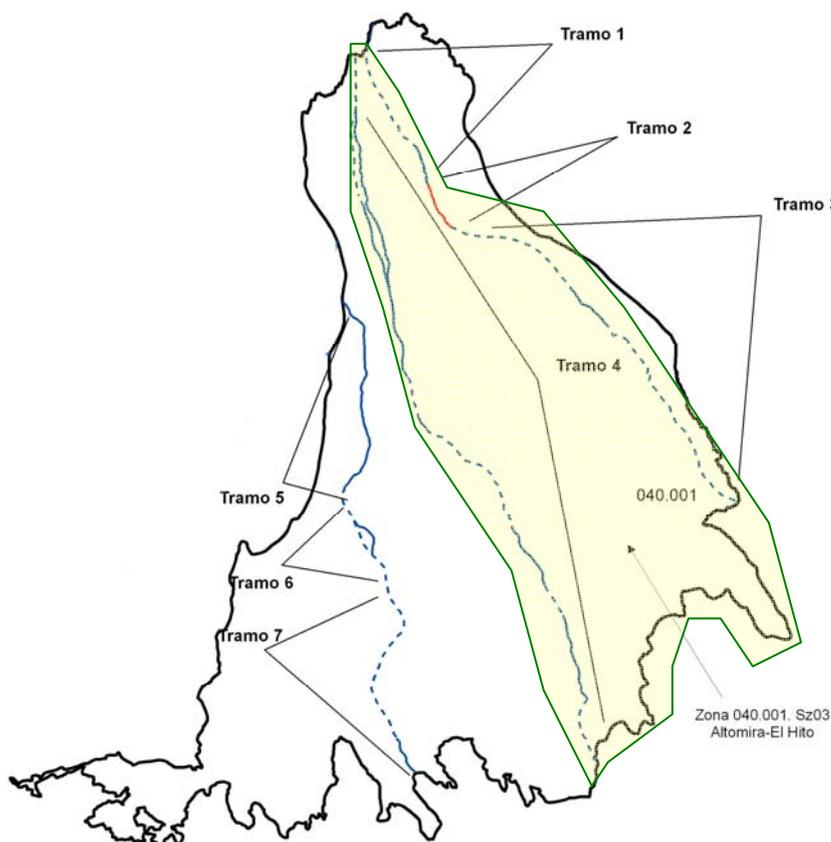


Figura 6: MASb 040.001. Sz03 Altomira-El Hito. Tramos.

### **Subzona 04 Altomira-Carrascosa del Campo**

Esta subzona consta de 245 Km<sup>2</sup> aproximadamente, el carácter químico general predominante del agua es sulfatada cálcica. La subzona está limitada por los límites de la propia masa de agua y por las estructuras de los tramos 1, 2 y 3.

Los tramos 1 y 3 están afectados por un cabalgamiento que corta a los materiales del Triásico, Cretácico y Terciario. En el tramo 2 hay presencia de cabalgamientos que pone en contacto materiales del Paleógeno inferior con materiales del Mioceno inferior. Este cabalgamiento también afecta materiales cretácicos. En materiales permeables, en los tramos 1 y 3 aparecen manantiales. (Figura 7).

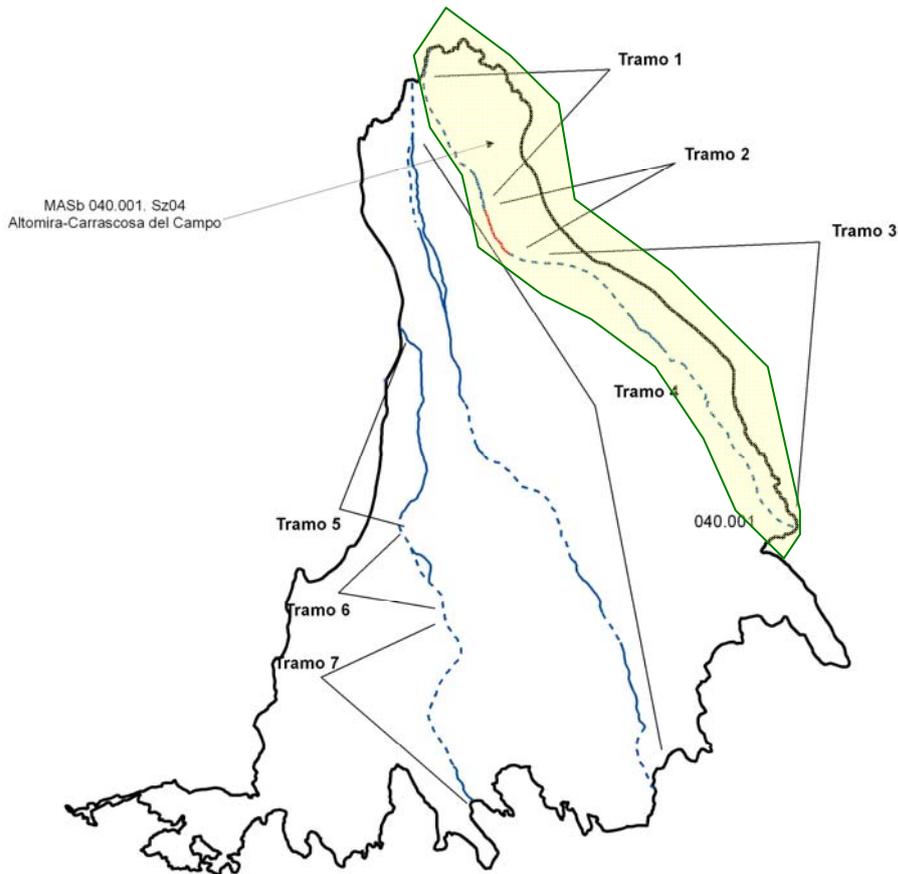


Figura 7 MASb. 040.001. Sz04 Altomira-Carrascosa del Campo. Tramos.

Otra propuesta de zonificación se realizó en los trabajos efectuados durante la elaboración del informe “Mejora del conocimiento en las MASb de Sierra de Altomira (041.001) y Rus Valdelobos (041.005) (IGME-CHG. 2009).

En dicho estudio se discretizó el territorio en subzonas, haciendo una primera diferenciación en base a las edades de los materiales: subsistema acuífero jurásico (SAJ), subsistema acuífero cretácico (SAC) y acuíferos terciarios. (Figura 8).

Los **materiales jurásicos** constituyen uno de los principales acuíferos de la MASb. Los afloramientos correspondientes a estos materiales se sitúan en la franja occidental y al N de la franja central de la MASb de Sierra de Altomira.

Los materiales jurásicos susceptibles de comportarse como formaciones permeables no forman un único acuífero homogéneo. En general se diferencian tres grandes tramos: inferior, medio y superior. En conjunto, estas formaciones jurásicas pueden tener un espesor de 420-800 m. Otro hecho a considerar es la diferente circulación del flujo, tanto en su infiltración a través de la zona no saturada como en la propia zona saturada. El agua circula a favor de la fracturación y disolución de las calizas; aunque también puede verse favorecida por la existencia de áreas singulares con distintos grados de dolomitización y/o variaciones litológicas que determinen la existencia de horizontes más porosos dentro de las formaciones carbonatadas.

Los pliegues y fallas afectan al comportamiento hidrodinámico, desconectando acuíferos a causa de las divisorias hidrogeológicas que forman los ejes anticlinales y cabalgamientos cuyo material infrayacente es impermeable. Así se pueden definir una serie de subunidades acuíferas locales que permitirán conocer mejor el funcionamiento hidrogeológico del mismo. Dichas subunidades estarán definidas en función de la estructura, posibles desconexiones hidráulicas y de la facilidad de acceso para su explotación, por tanto no se contemplan como tales a las formaciones acuíferas subyacentes en las Depresiones terciarias. En la figura 8 se muestra los distintos subacuíferos jurásicos definidos. Estos son:

**-S.A.J. Saelices.** Limitado por el río Riansares al N y el río Cigüela al S. Corresponde al tramo superior de los carbonatos jurásicos y que presenta unas transmisividades del orden de 8-110 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.J. de Sierra de Almenara.** Área correspondiente al flanco occidental de la Depresión de Tresjuncos, rellena de materiales detríticos terciarios de hasta 500 m. Forma en su extremo varios cabalgamientos y al sur se acaba abruptamente en la Cañada Honda en Hontanaya. Las transmisividades son del orden de 5.000 m<sup>2</sup>/día en Villamayor de Santiago.

**-S.A.J. Almonacid-San Clemente.** Corresponde al de mayor superficie, ocupando casi toda la franja central. Está limitado por la depresión de Tresjuncos al O y la depresión de El Hito y de Rus al E. Existen pocos afloramientos en la MASb, al encontrarse recubierto por los materiales de edad cretácica. En líneas generales, aparece muy fracturado y karstificado, afectado por estrechos pliegues de orientación NO-SE. Se dispone de pocos ensayos, obteniéndose transmisividades bajas al N (en torno a 10 m<sup>2</sup>/día) que se incrementan al S de la zona (500-2.000 m<sup>2</sup>/día). La circulación del flujo es hacia el S, aunque al N se define un flujo menor que circula hacia el río Cigüela.

**-S.A.J. Cervera del Llano.** Aflora al NE, limitado por las depresiones de El Hito e Intermedia. Presenta unos caudales de explotación inferiores a 10 l/s y una transmisividad de 100 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.J. Los Hinojosos.** Situado en el extremo más occidental corresponde a un conjunto de estrechos pliegues de orientación N-S, truncados a N, O y S por fallas y fracturas regionales. La transmisividad es baja, inferior a 10 m<sup>2</sup>/día y los caudales inferiores a 10 l/s.

**-S.A.J. Hontanaya.** Situado entre la depresión de Tresjuncos al este y la depresión de Monreal al O. La transmisividad es del orden de 300 m<sup>2</sup>/día, con caudales de explotación del orden de 10 l/s.

**-S.A.J. Mota del Cuervo.** Son estrechos pliegues dispuestos de N-S y depresiones terciarias que rellenan las depresiones interpliegues. Presenta una transmisividad muy variadas. Del análisis de su distribución en superficie se observa que los acuíferos captados en zonas con menos pliegues, al sur, son más transmisivas, que los captados en las zonas de pliegues, hacia el oeste, e inferiores a 300 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.J. de Pinarejo.** Es un afloramiento aislado entre depresiones rellenas de materiales terciarios, al E del área de estudio. La transmisividad se encuentra en torno a 200-700 m<sup>2</sup>/día, con caudales de explotación de 12 l/s.

**-S.A.J. Campo de Criptana.** Situado en el extremo más SO, corresponde a una superficie de aspecto tabular constituida por las calizas basales, con un espesor máximo de 150 m. Se ha estimado una transmisividad del orden de 300 m<sup>2</sup>/día.

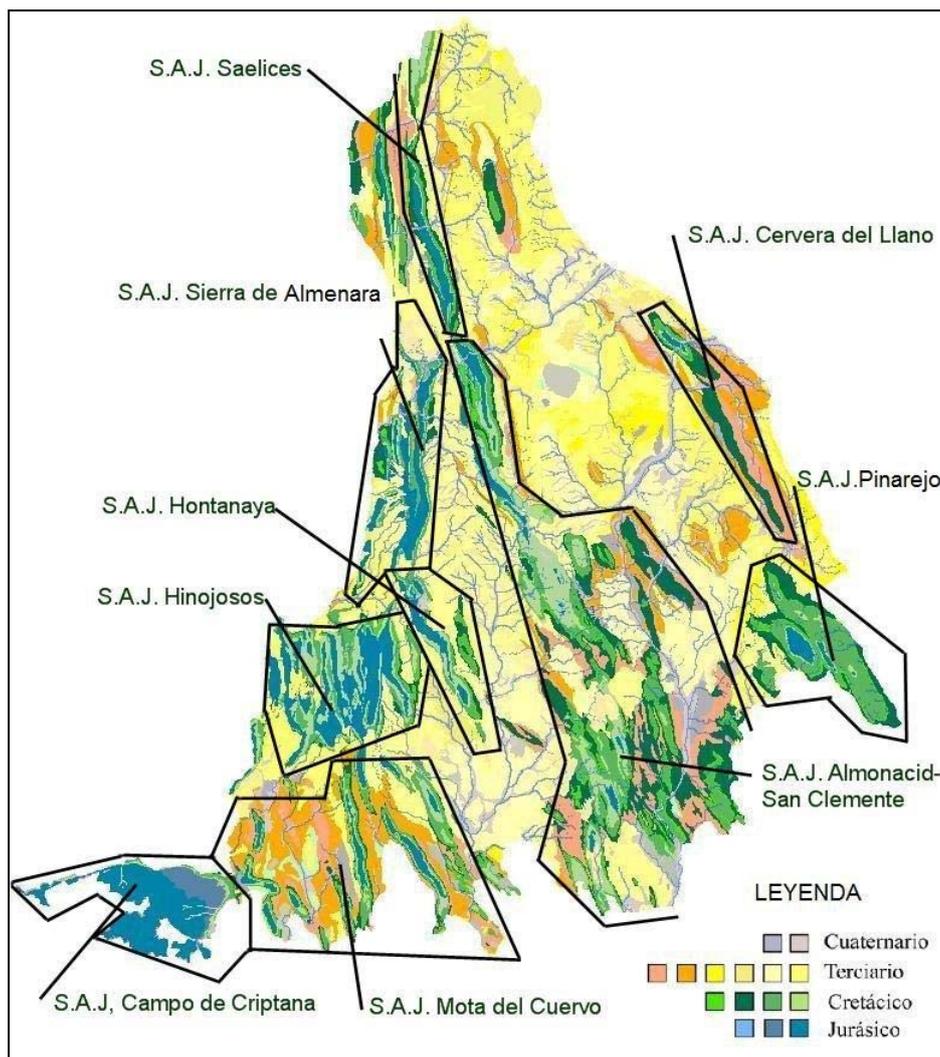


Figura 8. Subacuíferos jurásicos.

Las **formaciones carbonatadas cretácicas** constituyen la mayor parte de superficies aflorantes de materiales mesozoicos, en su parte central y oriental, encontrándose infrayacentes a los materiales yesíferos del tránsito al terciario y, discordantemente, bajo los depósitos terciarios detríticos y yesíferos que rellenan las fosas y depresiones existentes.

Específicamente, las formaciones que constituyen los acuíferos de base a techo, son:

1. Calizas y margas cenomanienses, con espesores medios de 80 m que constituyen acuíferos de interés local.
2. Calizas, dolomías y brechas del Turoniense-Campaniense, constituyen los principales acuíferos carbonatados que se explotan, ya que su agua es de excelente calidad y se encuentran en general karstificados.
3. Calizas, margas y yesos del tránsito Cretácico-Terciario; es un acuífero de deficiente calidad química aunque con importantes caudales de explotación, como en el área de Cervera del Llano.

Al igual que en el caso de las formaciones acuíferas jurásicas, se pueden definir, en función de las estructuras (pliegues anticlinales, fallas, escamas) que constituyen divisorias hidrogeológicas, y su facilidad de captación para su explotación, los siguientes subsistemas acuíferos. Figura 9.

El **S.A.C. Escamas y pliegues de Uclés y El Hito**. Está constituido por un conjunto de escamas y cabalgamientos (Martínez, 1996) que individualizan acuíferos. Ejemplo de ello son: - **Escama de Fuenterredonda**: Se sitúa al O del cabalgamiento del anticlinal de Santa Quiteria. - **Cabalgamiento del anticlinal de Santa Quiteria**.

**-S.A.C. Sierra de la Coba**. Limita al E con la depresión de Tresjuncos y corresponde al flanco oriental del anticlinal de núcleo jurásico que se define en orientación NO-SE. Las transmisividades son del orden de 200 m<sup>2</sup>/día en Hontanaya y del orden de 6.000 m<sup>2</sup>/día en Osa de la Vega.

**-S.A.C. Anticlinal de Carrascosa del Campo**. Aflora en un anticlinal situado en el extremo nororiental de la MASb Sierra de Altomira, posiblemente corresponde a un cabalgamiento de materiales mesozoicos perteneciente a la franja oriental. Se encuentra cubierto por materiales terciarios arcilloso-detríticos y yesíferos del tránsito cretácico-terciario.

**-S.A.C. Villares del Saz**. La transmisividad es del orden de 1.100 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.C. Montalbo**. Correspondiente a la parte N del anticlinal de Záncara, parece estar separado del S.A.C. Villares del Saz por una falla de dirección E-O. El caudal de explotación es de unos 20 l/s y la transmisividad estimada es de 3.700 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.C. Castillo de Garcimuñoz**. Se ha definido al flanco oriental y de buzamiento más suave del anticlinal de La Almarcha. La transmisividad es baja, inferior a 10 m<sup>2</sup>/día.

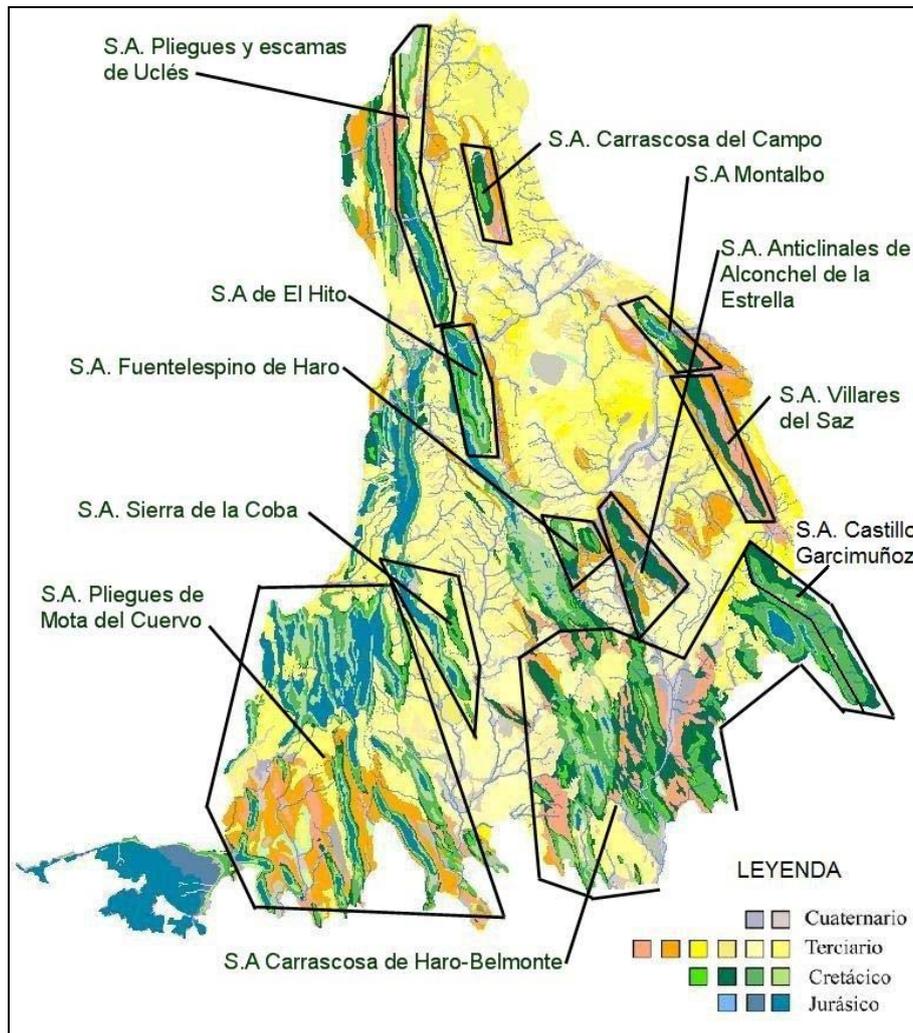


Figura 9. Subacuíferos cretácicos

**-S.A.C. Pliegues de Mota del Cuervo.** Corresponden a las estribaciones meridionales de la MASb Sierra de Altomira. Es un conjunto de pliegues de orientación N-S en cuya parte N predominan los materiales jurásicos y al S afloran más materiales cretácicos, siempre ocupando los flancos de los pliegues y estando cubiertos por los materiales terciarios. Al igual que en el S.A.C. *Escamas y pliegues de Uclés*, se pueden individualizar pequeños acuíferos que funcionan de manera casi-independiente, entre los ejes anticlinales jurásicos. Los caudales de explotación y/o aforados en los sondeos de la zona son elevados (3 a 83 l/s) y la transmisividad es del orden de 4.000-9.800 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.C. Fuentelespino de Haro.** Corresponde a una pequeña extensión constituida por dos anticlinales al N de Fuentelespino de Haro, en la franja central, limitado al N por la depresión de El Hito y al sur por otras depresiones terciarias, mientras que a E y O contacta con otros pliegues que afectan al mesozoico y a los que puede estar conectado hidráulicamente. La transmisividad es del orden de 200 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.C. Carrascosa de Haro-Belmonte.** Contempla los pliegues de la zona de la franja central que al N está limitado por los afloramientos del cretácico inferior, al S por el

contacto con la Llanura Manchega, al E por la divisoria de aguas que ejerce el eje anticlinal de La Almarcha así como por su contacto con la depresión del Rus, y al O por su contacto con la depresión de Tresjuncos. Puede estar conectado lateralmente con las formaciones acuíferas de la Masb. 041.005 Rus-Valdelobos. Las transmisividades varían entre 240 a 1.000 m<sup>2</sup>/día.

**-S.A.C. Anticlinales de Alconchel de la Estrella.** Conjunto de anticlinales, situados al S de la Depresión de El Hito, sin datos sobre captaciones, pero que por el potencial interés que puede tener, en cuanto a los otros S.A.C. que le rodean, se define como área para una mayor investigación.

Obviamente, en las zonas cubiertas por depósitos terciarios se pueden captar también estas formaciones acuíferas; asimismo estos subsistemas pueden coincidir en gran parte con los subsistemas acuíferos jurásicos.

Los **materiales terciarios**, se encuentran cubriendo los materiales mesozoicos y rellenan las depresiones existentes entre los pliegues anticlinales o a las grandes depresiones situadas entre las tres franjas de materiales carbonatados mesozoicos, y por las que discurren los ríos Saona y Záncara.

A grosso modo se pueden diferenciar tres grandes conjuntos litológicos, que constituirán acuíferos de interés local muy condicionados por su litología; de base a techo se distinguen:

1. Depósitos detríticos paleógenos, constituidos por arcillas, areniscas y conglomerados con espesores de 100-140 m.
2. Depósitos arcillosos, margosos y yesíferos, de edad paleógena-neógena, de espesores entre 100 a más de 500 m en contacto con las depresiones del Tajo e Intermedia.
3. Depósitos carbonatados neógenos, conocidos tradicionalmente como “calizas de los páramos” al norte, o calizas pontienses. Si bien al norte se encuentran aflorantes, con espesores de 50 m, hacia el sur se encuentran cubiertas de depósitos detríticos pliocenos, con espesores variables, entre 15-50 m.

Los depósitos detríticos funcionan como un acuífero multicapa, constituido por numerosos horizontes acuíferos de espesores métricos y de carácter semiconfinado, mientras que los acuíferos carbonatados constituyen un acuífero libre o confinado, según se encuentre aflorante o cubierto por los materiales pliocenos.

Las captaciones existentes en zonas de relieve son fuentes y surgencias, asociadas a horizontes acuíferos de interés local y pozos de escasa profundidad, que captan horizontes muy someros. En las depresiones y flancos de los pliegues, existen sondeos de profundidad no superior a 200 m, que suelen captar varios horizontes acuíferos.

Los parámetros hidráulicos deducidos muestran una transmisividad baja, del orden de 10-40 m<sup>2</sup>/día y los caudales de explotación, generalmente inferiores a 10 l/s, aunque en algunas captaciones se alcanzan los 20 l/s.

Como se ha indicado, con anterioridad, a día de hoy, no se cuenta con suficiente información para conocer con precisión las conexiones entre las diferentes formaciones acuíferas. A lo largo de este convenio se pretende profundizar en el conocimiento de los mismos con el fin de delimitar y justificar si existe desconexión hidráulica entre las diferentes subzonas propuestas.

## **6. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA SIERRA DE ALTOMIRA (040.001). 1982-2012.**

### **6.1 RED DE OBSERVACIÓN PIEZOMÉTRICA DEL IGME.**

Desde el año 1973 se controlan sistemáticamente los niveles piezométricos de aquellos puntos que forman parte de las redes de observación de aguas subterráneas definidas por el IGME, entre los que se encuentran captaciones correspondientes a la masa de agua subterránea de Sierra de Altomira. En el año 2000 se transfieren a las distintas confederaciones hidrográficas diversas competencias en materia de aguas subterráneas, entre las que se incluye el mantenimiento y medida de dichas redes. El IGME, sin embargo, continúa realizando medidas de niveles piezométricos en aquellas zonas consideradas de interés hidrogeológico. Estas campañas de medida se realizan con una periodicidad semestral: una primera en marzo (situación de aguas altas en los acuíferos) y una segunda campaña en septiembre (situación de aguas bajas en los acuíferos).

La red del IGME correspondiente a la MASb Sierra de Altomira para el año 2012 consta de 22 puntos de observación, de los cuales 13 tienen serie histórica con datos desde 1982.

Además, se cuenta con la información aportada por la Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG) de su red oficial, que registra información de niveles desde el año 2000. El total de puntos controlado por la CHG para la MASb de Sierra de Altomira es de 46 puntos, de los cuales 19 son coincidentes con puntos controlados por el IGME, por lo que se contaría con información piezométrica de otros 27 puntos de la zona.

Estos piezómetros, seleccionados de acuerdo a su evolución y su registro histórico, y considerados como más representativos del comportamiento hidrogeológico de la región, presentan una distribución espacial bastante homogénea como se puede apreciar en la figura 10.

El reflejo de la evolución piezométrica regional se realizará fundamentalmente a partir del análisis de los niveles medidos en los 22 puntos correspondientes a la red del IGME, contando con el apoyo de la información aportada por los 27 piezómetros de la CHG para el trazado de las isopiezas. Los hidrogramas de los piezómetros del IGME que

reflejan un comportamiento regional, junto con algunos de la CHG, se muestran en el Anexo III

De los puntos del IGME el 45% capta agua del acuífero jurásico, el 32 % de los materiales cretácicos y el 23% restante en los materiales del terciario.

## 6.2. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA.

La evolución piezométrica durante el periodo 1982-2012 puede sintetizarse como una sucesión de descensos más o menos pronunciados de los niveles, con esporádicas recuperaciones parciales asociadas a períodos húmedos. Esta evolución piezométrica, analizada en detalle, se puede resumir, con algunas incertidumbres, en las siguientes etapas:

- 1982 – 1988: se produce un descenso generalizado de nivel con un valor medio de 0,28 m/año.
- 1988 – 1996: los descensos se acentúan llegando a un valor medio de 1,32 m/año, atribuible a la sequía que se produce en este periodo junto con valores elevados de explotación.
- 1996 – 1999: se produce una recuperación media de 3,05 m/año, como consecuencia del periodo húmedo (años hidrológicos 1995/96-1997/98).
- 1999 – 2002: se registran nuevamente descensos continuados del nivel en aproximadamente 1,4 m/año.
- 2002 – 2010: los descensos son series acentuadas, con un valor medio en torno a 0,19 m/año.
- 2010 – 2011: como consecuencia del año hidrológico húmedo 2009/10 se invierte la tendencia y se produce un ascenso de nivel de 1,5 m.
- 2011 – 2012: continúa un ligero ascenso del nivel con 0,02 m de promedio.

Los datos para el periodo 2011/12 relativos a los niveles de los 13 piezómetros de la Sierra de Altomira que presentan una serie histórica con datos desde 1982, se recogen en la tabla 5. Esta tabla contiene las medidas de profundidad de nivel piezométrico correspondientes al período de aguas altas en los años 1982, 2011 y 2012. Se incluyen además los cálculos de las variaciones de nivel, entre 2011-2012 y 1982-2012.

El análisis del último periodo 2011/12 refleja, prácticamente una estabilización de los niveles, con un valor medio de 0,02 m de ascenso con respecto a los datos de marzo de 2011.

PIEZÓMETROS REPRESENTATIVOS						
Nº Registro	Acuífero que captan	P.N.P. (m)			Diferencia nivel (m)	
		1982	2011	2012	2011-2012	1982-2012
212580015	Jurásico	26,20	43,89	45,88	-1,99	-19,68
212680010	Jurásico	100,97	sin datos	112,57	sin datos	-11,60
212780002	Jurásico	66,20	67,89	68,23	-0,34	-2,03
212820002	Jurásico	20,00	33,67	34,44	-0,77	-14,44
212830019	Jurásico	37,61	33,90	35,19	-1,29	2,42
222810007	Jurásico	44,00	55,95	52,53	3,42	-8,53
212820003	Jurásico y Terciario	13,00	32,16	31,34	0,82	-18,34
212830006	Cretácico	15,00	35,90	34,14	1,76	-19,14
222830001	Cretácico	29,30	36,48	36,02	0,46	-6,72
212640004	Terciario	11,03	6,16	6,83	-0,67	4,20
222410002	Terciario	34,00	28,54	28,74	-0,20	5,26
232610002	Terciario	17,00	22,26	23,55	-1,29	-6,55
232650003	Terciario	33,00	41,90	41,61	0,29	-8,61
MEDIA					0,02	-7,98

Tabla 5. Medidas de nivel en piezómetros representativos de la masa de aguas subterráneas Sierra de Altomira. Se indican los valores de la profundidad del nivel piezométrico (P.N.P.) en marzo de los años 1982, 2011, 2012. En las columnas de la derecha se calcula la variación anual promedio del periodo 2011-2012 y 1982-2012.

En este primer informe, se ha planteado un doble enfoque para el estudio y representación de la piezometría de la MASb de la Sierra de Altomira. Por un lado, se muestra una aproximación del funcionamiento del acuífero, mediante la representación de las isopiezas del período 1993-2008 y por otro, la representación de un mapa de isopiezas con datos actuales. Dichas representaciones se realizarán tanto para el acuífero jurásico como el cretácico.

En posteriores informes se analizará el comportamiento piezométrico por subzonas, en el caso de que se encuentre esa homogeneidad en los datos y/o se haya podido delimitar y justificar la desconexión hidráulica entre las diferentes subzonas propuestas.

Para la realización del mapa piezométrico del periodo 1993-2008, se han tenido en cuenta los piezómetros procedentes de las redes de piezometría del IGME y la CHG, correspondientes a los acuíferos jurásico y cretácico, y que contaban con datos históricos suficientes (desde octubre de 1973 hasta la actualidad). Para su elaboración se han empleado medidas procedentes de diversas fechas, dentro de dicho período (1993-2008), y se han trazado isopiezas con intervalos de 25 m.

El objetivo de dicho mapa es establecer un esquema de funcionamiento hidrodinámico tentativo, que determine las principales direcciones de flujo en la MASb. Asimismo, se ha realizado un mapa de isopiezas con datos actuales, marzo 2012, con el fin de determinar la situación de los niveles en período de aguas altas.

#### Evolución piezométrica del acuífero jurásico

En la figura 11 se puede observar el mencionado mapa de isopiezas para el período 1993-2008. Del análisis de dicha representación se observa una circulación del agua

subterránea preferencial hacia el sur, hacia la Mancha Occidental y Rus-Valdelobos. Además, se aprecia un flujo procedente de la cuenca del Tajo, al N, correspondiente de la MASb Entrepeñas (030.014), hacia la zona de Saelices.

También se define una circulación hacia el O, a la MASb Lillo-Quintanar y a la MASb Consuegra-Villacañas. Asimismo, se podría establecer la hipótesis de una posible desconexión entre la zona central y la zona occidental de la masa.

Las cotas piezométricas se encuentran entre 640-842 m s.n.m., con un gradiente piezométrico del orden de 4 ‰. (IGME- Excma. Diputación de Cuenca 2011).

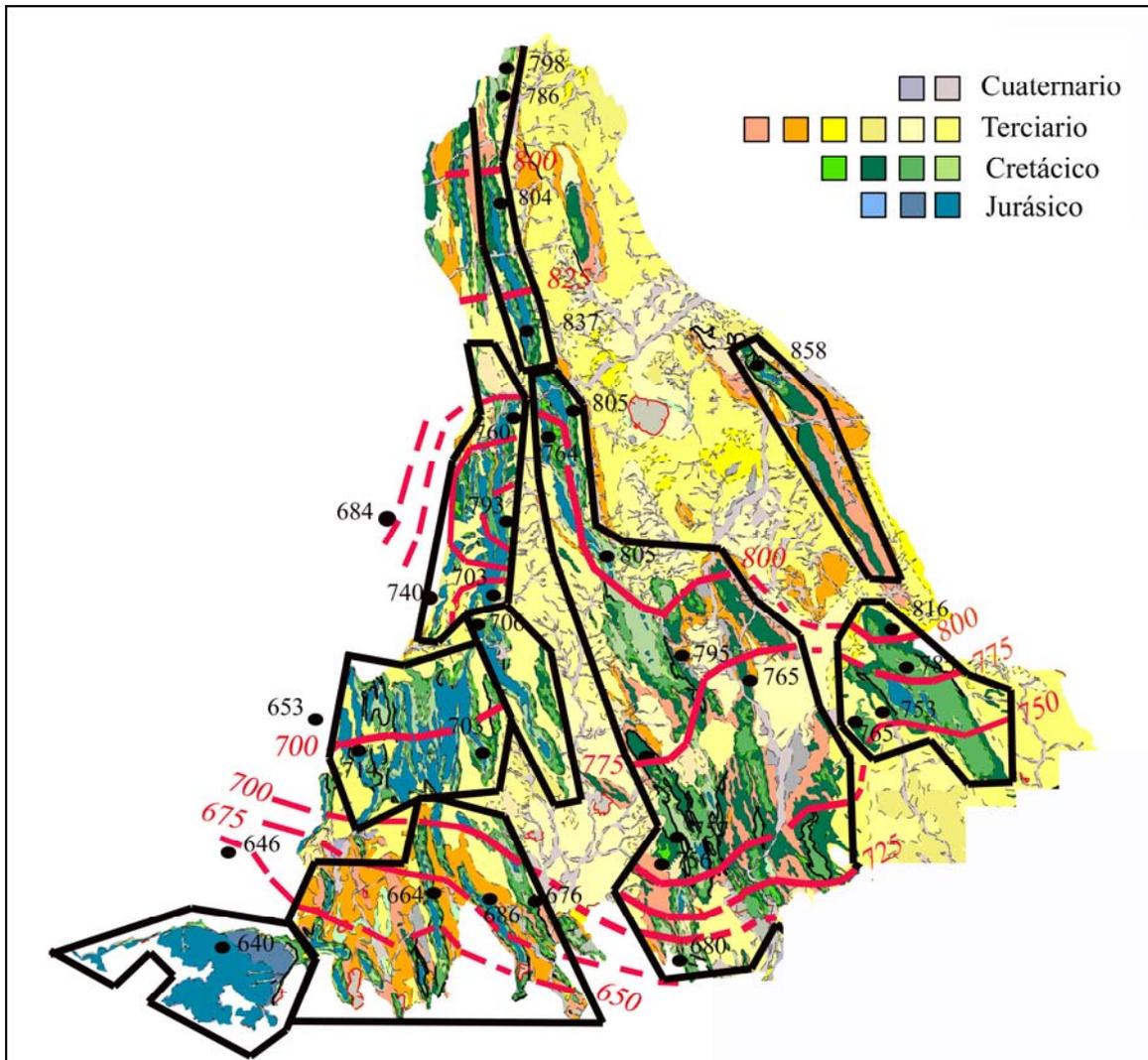


Figura 11. Aproximación al funcionamiento hidrogeológico de los **acuíferos jurásicos** de la MASb. En rojo isopiezas para el periodo 1993-2008.

Atendiendo a la evolución de los datos piezométricos, **para el período 1973-2008**, se observa, a grandes trazos, un suave descenso del nivel piezométrico, que se acentúa a partir de la década de los años 80 del siglo pasado, entre 20-30 m, para recuperarse algo a principios del año 1997, coincidiendo con un periodo húmedo. Sin embargo, tras una leve recuperación vuelve a tender al descenso suave. Durante el periodo comprendido

entre 1977 y 2008 se llega a alcanzar un descenso de hasta un máximo de 32 m en algunos puntos. El efecto de las lluvias de diciembre de 1996 produce ascensos de 3 a 15 m en los acuíferos septentrionales y más moderados, de hasta 10 m, en los meridionales. La situación a finales de 1995 es la más desfavorable en el acuífero, obtenida a partir del análisis de los datos del período 1973-2008, y tras comparar situaciones extremas correspondientes a datos de periodos de aguas altas con datos de periodos de aguas bajas.

Las zonas situadas al N, (S.A.J. Saelices, S.A.J Cervera del Llano y S.A.J Pinarejo) muestran una mayor estabilidad para los periodos estudiados. Así en el S.A.J. Saelices, para la serie comprendida entre 1980-87 el descenso es de 3 m; en el S.A.J. Cervera del Llano, para el periodo 1987-2002, el descenso es de 4 m; con un incremento del mismo tras las lluvias de finales de 1996.

En la figura 12 se ha representado las isopiezas correspondientes a marzo de 2012 con datos procedentes de la red del IGME y de la CHG. Se observa que las isopiezas muestran una disposición similar a las mostradas en la Figura 11. En la tabla nº 6 se muestran los puntos seleccionados para el trazado de las isopiezas para este período y la medida de nivel piezométrico para marzo de 2012.

Nº PUNTO	N. P.
212580015	754,12
212680010	712,43
212780002	671,77
212820002	643,56
212830019	634,81
222580010	816,04
222610001	845,84
222620010	802,56
222810007	669,47
212820003	633,26

Tabla 6. Piezómetros más significativos de los acuíferos jurásicos procedentes de las redes del IGME y de la CHG

### Evolución piezométrica de los acuíferos cretácicos

La figura 13, muestra el mapa tentativo realizado para el acuífero cretácico, con datos piezométricos de los últimos quince años (1993-2008). Al igual que el realizado para el Jurásico, se aprecia una circulación hacia el sur de la masa, definiéndose una conexión evidente con Mancha Occidental II pero también con Rus-Valdelobos. Asimismo, se observa que la piezometría de la zona septentrional se encuentra más desconectada, parece circular hacia el S y O en las zonas más orientales, mientras que al N parecen circular hacia el río Riansares y Ciguela.

La recarga, además de provenir de la infiltración de la lluvia a través de las superficies aflorantes o del goteo de los materiales terciarios, puede provenir de la conexión al E

con los materiales detríticos de la Depresión Intermedia y de la conexión con el acuífero cretácico de la Serranía de Cuenca.

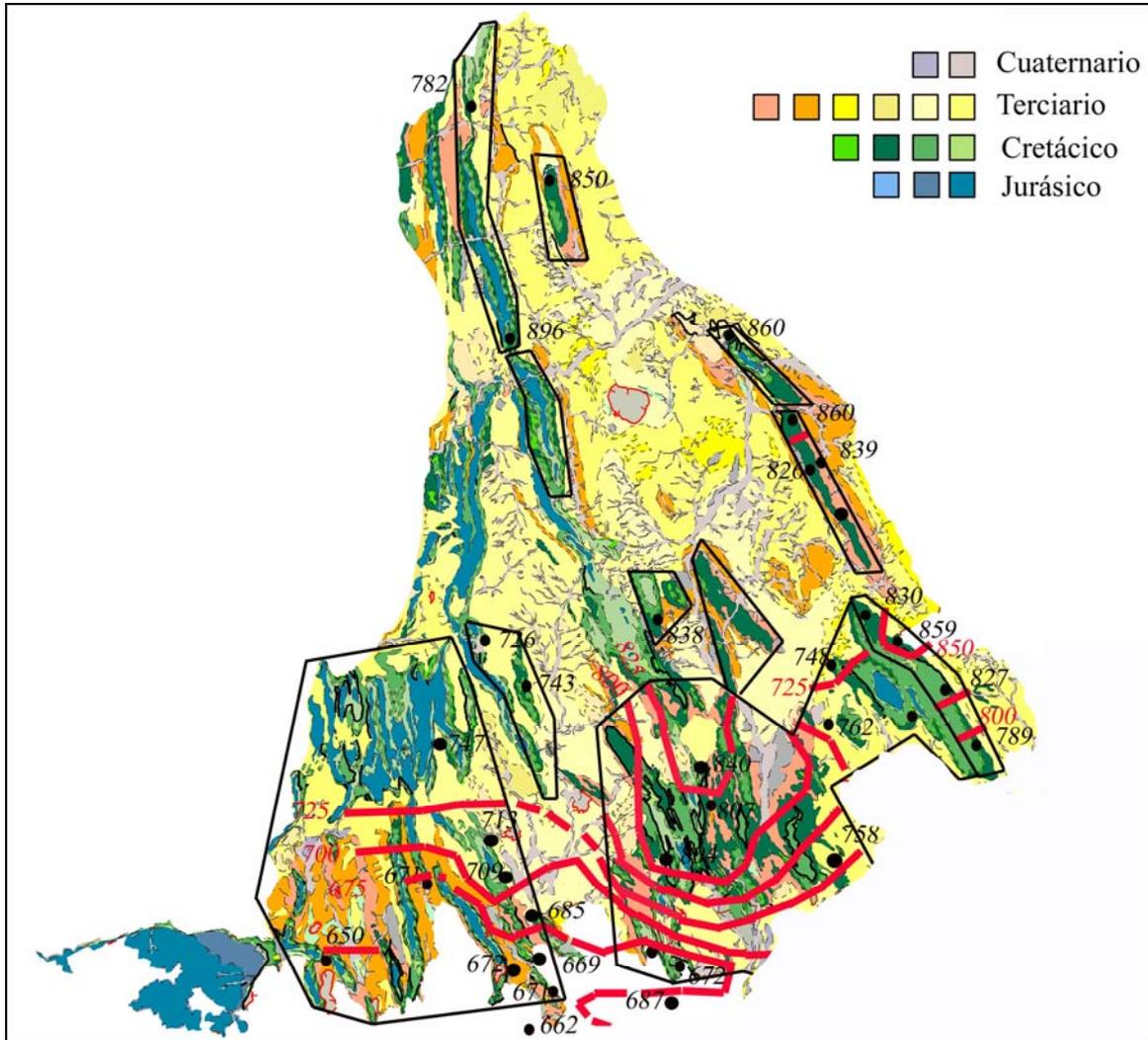


Figura 13 Aproximación al funcionamiento hidrogeológico de los **acuíferos cretácicos** de la MASb. En rojo isopiezas para el periodo 1993-2008.

Atendiendo a la evolución de los datos piezométricos, **para el período 1973-2008**, procedentes de los piezómetros seleccionados como representativos del acuífero cretácico se observa una tendencia decreciente de los niveles piezométricos, interrumpido por pequeños ascensos asociados a secuencias húmedas. Así, por ejemplo, en algunas zonas se ha producido un descenso del orden de unos 20 m desde julio de 1974 hasta septiembre de 2008. Similares tendencias se observan en otros puntos de agua, que durante el período 1990-1996 presentan oscilaciones y descensos de nivel piezométrico que pueden estar relacionados con bombeos y explotaciones en el entorno. En general los niveles piezométricos responden rápidamente a fuertes lluvias, con ascensos del orden de los 6 o 7 m. La situación en 1995, constituye, como en el caso anterior, la más desfavorable, obtenida a partir del análisis de los datos del período

1973-2008, y tras comparar situaciones extremas correspondientes a datos de periodos de aguas altas con datos de periodos de aguas bajas.

El mapa piezométrico elaborado con los datos del año 2012, figura 14, parece evidenciar, a falta de estudios de detalle, la desconexión de la zona septentrional con respecto a la zona meridional y la circulación del agua subterránea hacia el S, hacia las masas de agua colindantes.

En la tabla nº 7 se muestran los puntos seleccionados de la red del IGME y de la CHG, para el trazado de las isopiezas y la medida de nivel piezométrico de marzo de 2012 tomada en dichos puntos.

Nº PUNTO	N. P.
212830006	645,86
222410015	810,54
222670019	844,12
222770003	818,52
222820018	676,54
222830001	681,89
232720019	802,4

Tabla 7. Piezómetros más significativos de los acuíferos cretácicos procedentes de las redes del IGME y de la CHG.

En líneas generales, el funcionamiento hidrodinámico y de flujo de la MASb Sierra de Altomira muestra una circulación preferencial hacia el sur, en conexión con los acuíferos de Mancha Occidental y Rus-Valdelobos; aunque en la zona septentrional, de manera local, los acuíferos drenan hacia los cursos de agua superficiales.

## **7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS PERIODOS DE AGUAS ALTAS Y AGUAS BAJAS**

En la tabla 8 se recogen los valores de profundidad de nivel piezométrico obtenidos en los periodos de aguas altas y aguas bajas para el año 2012, así como la diferencia de nivel entre ambas situaciones para cada uno de los piezómetros de la red del IGME. No se incluye los valores correspondientes al punto 222770003 ya que se ha reprofundizado en el mes de junio de 2012, por lo que sus datos no serían representativos. Se incluyen también los valores registrados en ambos periodos para el año 1982.

Como cabe esperar, las diferencias entre los periodos de agua altas y bajas presentan un valor negativo, acorde con el descenso de nivel piezométrico debido a la disminución de las precipitaciones en el periodo estival, así como por el incremento en las extracciones para regadío que se producen en primavera y verano.

Para el año 2012, la diferencia de nivel entre aguas altas y bajas presenta un valor medio de -3,58 m. Esta diferencia es mayor que los -1,27 m de variación media que se registraron en el año 1982, si bien con un menor número de datos disponibles. Las

diferencias de nivel entre aguas altas y bajas en 2012 respecto a 1982 se encuentran especialmente acentuadas en algunos piezómetros, diferencias entre 3 y 7 veces mayores en algunos puntos como 212580015, 21283006 y 212830019.

Nº de Registro	P.N.P. Aguas Altas 2012	P.N.P. Aguas Bajas 2012	Diferencia 2012	P.N.P. Aguas Altas 1982	P.N.P. Aguas Bajas 1982	Diferencia 1982
212580015	45,88	47,83	-1,95	26,2	26,75	-0,55
212640004	6,83	7,99	-1,16	11,03	9,73	1,30
212680010	112,57	112,83	-0,26	100,97	101,59	-0,62
212780002	68,23	68,24	-0,01	66,2	67	-0,8
212840009	15,53	15,99	-0,46	sin datos	sin datos	
212820002	34,44	39,78	-5,34	20	24	-4,00
212820003	31,34	38,86	-7,52	13	13	0,00
212830006	34,14	42,14	-8,00	15	17	-2,00
212830019	35,19	47,85	-12,66	37,61	39,4	-1,79
222410002	28,74	28,81	-0,07	34	38	-4,00
222410015	169,46	sin datos		sin datos	sin datos	
222580010	133,96	135,5	-1,54	sin datos	sin datos	
222610001	4,16	4,53	-0,37	sin datos	sin datos	
222620010	112,44	115,29	-2,85	sin datos	sin datos	
222670019	15,88	32,44	-16,56	sin datos	sin datos	
222810007	52,53	53,07	-0,54	44	44	0,00
222820018	8,46	14,28	-5,82	sin datos	sin datos	
222830001	36,02	37,36	-1,34	29,3	31,39	-2,09
232610002	23,55	22,67	0,88	17	17	0,00
232650003	41,61	41,73	-0,12	33	35	-2,00
232720019	87,6	93,45	-5,85	sin datos	sin datos	
<b>MEDIA</b>			<b>-3,58</b>			<b>-1,27</b>

Tabla 8- Variaciones de nivel entre las situaciones de aguas altas (marzo-abril) y aguas bajas (septiembre-octubre) en el año 2012 y, como referencia, el año 1982.

## 8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. La zona objeto de estudio se sitúa en la cuenca hidrográfica del río Guadiana, y dentro de dicha cuenca presenta la disposición más septentrional, situándose en lo que se denomina como cuenca alta del Guadiana. Presenta una superficie total de 2.575 km<sup>2</sup>, que se extiende por las provincias de Cuenca, Toledo y Ciudad Real.
2. El objetivo principal de este informe es realizar un resumen semestral de la evolución piezométrica de la MASb 041.001 Sierra de Altomira y un análisis básico de la climatología registrada.
3. La cuenca alta del Guadiana presenta un clima de tipo mediterráneo-continental, que se caracteriza por presentar una estación seca bien definida y marcadas oscilaciones térmicas. Las precipitaciones en la zona registran un valor medio anual en torno a 481,7 mm/año.

Los valores más bajos de precipitación se registran en la zona oeste y los más elevados en las zonas más altas de la divisoria de cuenca, con máximos en la zona este.

Del análisis de la precipitación anual en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1960/61 y 2011/12, para 11 estaciones, se desprende que desde el inicio de la serie histórica hasta 1963/64 pueden identificarse, en términos generales, los siguientes periodos: un corto periodo húmedo, al que le sigue uno de tipo medio desde 1969/70 hasta 1971/72 y que da paso a un nuevo y breve período húmedo de 1976/77 a 1978/79. Destaca a continuación un largo período medio-seco que abarca desde 1979/80 hasta 1994/95, interrumpido por un corto período húmedo correspondiente al año 1987/88 y/o 1988/89 según la zona. En los años hidrológicos comprendidos entre 1995/96 y 1997/98 se identifica nuevamente un período húmedo corto, seguido de una nueva secuencia climática media-seca que se prolonga hasta la actualidad. El año 2009/10 corresponde claramente a un año húmedo en la totalidad de las estaciones, que se prolonga en algunas estaciones al año hidrológico 2010/11. Finalmente el año 2011/12 es uno de los más secos de la serie histórica.

4. La MASb 041.001 está considerada como un acuífero complejo, el cual funciona en régimen libre o de semiconfinamiento en profundidad, cuyo acuífero principal está constituido por los materiales jurásicos (ITGE, 1989). Dentro de la masa se pueden considerar las siguientes formaciones acuíferas, de base a techo son:

**-Acuíferos carbonatados jurásicos:** Son los que presentan la mayor superficie de afloramiento. Está compuestos por una alternancia de dolomías, seguidos por calizas y dolomías; finalizando con calizas a techo de la formación.

**-Acuíferos detríticos cretácicos:** Compuesto por depósitos calco-margosos y brechoides en Facies Weald y por depósitos arenosos de la Formación Arenas de Utrillas.

**-Acuíferos carbonatados cretácicos:** Constituido por una alternancia de dolomías, margas y calizas. Es el acuífero más intensamente explotado.

**-Acuífero calco-yesífero del tránsito cretácico-terciario:**

**-Acuíferos terciarios:** Compuesto por arcillas, limos y arenas. A techo de esta serie se depositan unas calizas tableadas que pueden generar pequeños aprovechamientos locales.

5. Con el fin de facilitar el estudio y la gestión de las formaciones acuíferas existentes, se plantea la necesidad de definir subzonas dentro de la MASb. Se parte de clasificaciones propuestas en anteriores trabajos realizados por el IGME. En estos se ha intentado definir y/o delimitar subzonas que pudieran presentar un comportamiento hidrogeológico diferenciado. En este primer informe se expone una breve descripción de las distintas subzonas definidas en estos estudios, las cuales serán estudiadas en profundidad en el trascurso de este convenio, con el fin de delimitar y justificar si existe desconexión hidráulica entre las subzonas propuestas.

Según la “*Encomienda de Gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas*”, Actividad 3: seguimiento y asistencia técnica en el proceso de planificación. Propuesta de zonificación, basada en criterios geológicos e hidrogeológicos, de la cuenca alta del río Guadiana (IGME- Dirección General del Agua 2010), para la MASb. 040.001. Sierra de Altomira se diferenciaron 4 subzonas: -Subzona 01 Altomira-El Toboso; -Subzona 02 Altomira-Belmonte; -Subzona 03 Altomira-El Hito; y -Subzona 04 Altomira-Carrascosa del Campo.

La metodología utilizada se basó en el establecimiento y definición de criterios geológicos e hidrogeológicos que permitieron caracterizar y determinar posibles límites hidrogeológicos dentro de las distintas MASb.

Otra propuesta de zonificación se realizó durante los trabajos efectuados durante la elaboración del informe “*Mejora del conocimiento en las MASb de Sierra de Altomira (041.001) y Rus Valdelobos (041.005) (IGME-CHG. 2009)*”. En dicho estudio se discretizó el territorio en subzonas, haciendo una primera diferenciación en base a las edades de los materiales: subsistema acuífero jurásico (SAJ), subsistema acuífero cretácico (SAC) y acuíferos terciarios.

Los **materiales jurásicos** se subdividieron a su vez en subunidades acuíferas: -S.A.J. Saelices; -S.A.J. de Sierra de Almenara; -S.A.J. Almonacid-San Clemente; -S.A.J. Cervera del Llano; -S.A.J. Los Hinojosos; - S.A.J. Hontanaya; -S.A.J. Mota del Cuervo; -S.A.J. de Pinarejo, -S.A.J. Campo de Criptana.

En las **formaciones carbonatadas cretácicas** se han definido las siguientes subunidades acuíferas: - S.A.C. Escamas y pliegues de Uclés; -S.A.C. Sierra de la Coba; -S.A.C. Anticlinal de Carrascosa del Campo; -S.A.C. Villares del Saz; -S.A.C. Montalbo; -S.A.C. Castillo de Garcimuñoz; -S.A.C. Pliegues de Mota del Cuervo; - S.A.C. Fuentelespino de Haro; -S.A.C. Carrascosa de Haro-Belmonte; -S.A.C. Anticlinales de Alconchel de la Estrella.

6. La red del IGME correspondiente a la MASb Sierra de Altomira para el año 2012 consta de 22 puntos de observación, de los cuales 13 tienen serie histórica con datos desde 1982.

7. La evolución piezométrica observada en la zona durante el periodo 1982-2012 puede sintetizarse como una sucesión de descensos más o menos pronunciados de los niveles, presentándose esporádicamente recuperaciones parciales asociadas a períodos húmedos, pudiendo diferenciarse las siguientes etapas:

- 1982 – 1988: se produce un descenso generalizado de nivel con un valor medio de 0,28 m/año.
- 1988 – 1996: los descensos se acentúan llegando a un valor medio de 1,32 m/año, atribuible a la sequía que se produce en este periodo junto con valores elevados de explotación.

- 1996 – 1999: se produce una recuperación media de 3,05 m/año, como consecuencia del periodo húmedo (años hidrológicos 1995/96-1997/98).
- 1999 – 2002: se registran nuevamente descensos continuados del nivel en aproximadamente 1,4 m/año.
- 2002 – 2010: los descensos son series acentuadas, con un valor medio en torno a 0,19 m/año.
- 2010 – 2011: como consecuencia del año hidrológico húmedo 2009/10 se invierte la tendencia y se produce un ascenso de nivel de 1,5 m.
- 2011 – 2012: continúa un ligero ascenso del nivel con 0,02 m de promedio.

8. El análisis del último periodo 2011/12 refleja, prácticamente una estabilización de los niveles, con un valor medio de 0,02 m de ascenso con respecto a los datos de marzo de 2011.

9. Se ha planteado un doble enfoque para el estudio y representación de la piezometría de la MASb de la Sierra de Altomira. Por un lado, se muestra una aproximación del funcionamiento del acuífero, mediante la representación de las isopiezas del período 1993-2008 y por otro, la representación de un mapa de isopiezas con datos actuales con el fin de determinar la situación de los niveles en período de aguas altas. Dichas representaciones se realizarán tanto para los acuíferos jurásicos como los cretácicos.

El objetivo del mapa de isopiezas del período 1993-2008 es establecer un esquema de funcionamiento hidrodinámico tentativo, que determine las principales direcciones de flujo en la MASb.

Respectos al año 2012, del análisis de las isopiezas correspondientes a los materiales jurásicos se observa una disposición similar a las obtenidas para el período 1993-2008. Para los materiales cretácicos, se aprecia, a falta de estudios de detalle, una desconexión de la zona septentrional con respecto a la zona meridional y una circulación del agua subterránea hacia el sur, hacia las masas de agua colindantes.

En líneas generales, el funcionamiento hidrodinámico y de flujo de la MASb Sierra de Altomira muestra una circulación preferencial hacia el sur en conexión con los acuíferos de Mancha Occidental y Rus-Valdelobos; aunque en la zona septentrional, de manera local, los acuíferos drenan hacia los cursos de agua superficiales.

10. Finalmente, se exponen los valores de profundidad de nivel piezométrico obtenidos en los periodos de aguas altas y aguas bajas para el año 2012, así como la diferencia de nivel entre ambas situaciones para cada uno de los piezómetros de la red del IGME. Como se referencia, se incluyen también los valores registrados en ambos periodos para el año 1982. Para el año 2012, la diferencia de nivel entre aguas altas y bajas presenta un valor medio de -3,58 m. Esta diferencia es mayor que los -1,27 m de variación media que se registraron en el año 1982.

Madrid, 17 de diciembre de 2012

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

- ITGE (1969). Plan Nacional de la Minería. Programa Nacional de Investigación Minera. (PNIM). Madrid.
- ITGE (1975). Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. (PNIAS). Madrid.
- ITGE (1979). Investigación hidrogeológica de la cuenca alta y media del Guadiana. Informe final (Sistema 19: Sierra de Altomira, Sistema 20: Mancha de Toledo, Sistema 22: Cuenca del río Bullaque, Sistema 23: Llanura Manchega, Sistema 24: Campo de Montiel). Plan Nacional de Investigación en Aguas Subterráneas (PNIAS). Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- DGOH-ITGE (1988). Estudio de delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares, y síntesis de sus características. Dirección General de Obras Hidráulicas e Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid. 58 pp.
- ITGE (1989). Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis.
- Martínez, M. (1996). Informe final del sondeo de abastecimiento de agua potable al municipio Uclés (Cuenca). Informe interno.
- CE 2000. Directiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Comisión Europea, Luxemburgo.
- IGME-CHG. (2009). “Mejora del conocimiento en las MASb Sierra de Altomira (041.001) y Rus Valdelobos (041.005). Convenio de Colaboración.
- IGME- D.G.A (2010). “Encomienda de Gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas”
- IGME- Excma. Dip. Cuenca. (2011). “Actualización del conocimiento hidrogeológico de la masa de agua subterráneas “Sierra de Altomira (041.001)”. Convenio específico de colaboración.
- Martínez Cortina L., Mejías, M., Díaz Muñoz J.A., Morales García, R. y Ruiz Hernández, J.M. (2011). Cuantificación de recursos hídricos subterráneos en la cuenca alta del Guadiana. Consideraciones respecto a las definiciones de recursos renovables y disponibles. Boletín Geológico y Minero 122(1): 17-36. ISSN 0366-0176.