



**ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LA MASA DE AGUA
SUBTERRÁNEA “SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)”
INFORME RECOPIULATORIO AÑOS 1982-2015**



Convenio específico de colaboración entre la Comunidad de Usuarios 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

**ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LA MASA DE AGUA
SUBTERRÁNEA “SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)”
INFORME RECOMPILATORIO AÑOS 1982-2015**

Elaborado por:

Jose Antonio Domínguez Sánchez

Leticia Vega Martín

María Dolores Gómez-Escalonilla Sánchez

Miguel Mejías Moreno

Rafael Ochando Jiménez

Jesús del Pozo Tejado

Enero de 2016

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
2. CONTEXTO ADMINISTRATIVO	3
3. ENCUADRE FÍSICO-CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
4. REVISIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
4.1. FORMACIONES ACUÍFERAS	13
4.2. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA LIMÍTROFES	17
5. RED DE OBSERVACIÓN PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL IGME EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA	19
6. HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO JURÁSICO	23
6.1. DISCRETIZACIÓN PIEZOMÉTRICA DEL ACUÍFERO JURÁSICO	23
6.2. PIEZOMETRÍA ACTUAL DEL ACUÍFERO JURÁSICO	26
6.3. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DEL ACUÍFERO JURÁSICO EN AGUAS ALTAS	35
6.4. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DEL ACUÍFERO JURÁSICO EN AGUAS BAJAS	37
7. HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO CRETÁCICO	39
7.1. DISCRETIZACIÓN PIEZOMÉTRICA DEL ACUÍFERO CRETÁCICO	39
7.2. PIEZOMETRÍA ACTUAL DEL ACUÍFERO CRETÁCICO	41
7.3. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE LOS ACUÍFEROS CRETÁCICOS EN AGUAS ALTAS	55
7.4. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE LOS ACUÍFEROS CRETÁCICOS EN AGUAS BAJAS	58
8. RESUMEN Y CONCLUSIONES	61
9. FUTURAS VÍAS DE TRABAJO	67
10. BIBLIOGRAFÍA	69

ANEXOS

- **ANEXO I: RED DE OBSERVACIÓN PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL IGME**
- **ANEXO II: GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LOS PUNTOS DE LA RED DE OBSERVACIÓN**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites de las divisiones hidrológicas históricas de la actual Masa de Agua Subterránea Sierra de Altomira (041.001)

Figura 2. Estaciones climáticas

Figura 3. Formaciones acuíferas jurásicas y cretácicas en la MASb Sierra de Altomira

Figura 4 Mapa geológico de la MASb Sierra de Altomira (041.001)

Figura 5. Distribución de MASb correspondientes a la Cuenca Alta del Guadiana.

Figura 6. Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos (Junio 2014)

Figura 7. Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos (Octubre 2014)

Figura 8. Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos (Marzo 2015)

Figura 9. Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos (Octubre 2015)

Figura 10. Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos (Junio 2014)

Figura 11. Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos (Octubre 2014)

Figura 12. Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos (Marzo 2015)

Figura 13. Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos (Octubre 2015)

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Jurásico de la MASb Sierra de Altomira

Gráfico 2. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Jurásico más nororientales dentro de la MASb Sierra de Altomira

Gráfico 3. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Jurásico suroccidentales dentro de la MASb Sierra de Altomira

Gráfico 4. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Cretácico en la MASb Sierra de Altomira

Gráfico 5. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Cretácico centro-orientales y septentrionales dentro de la MASb Sierra de Altomira

Gráfico 6. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Cretácico situados al sur y suroeste de la MASb Sierra de Altomira

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones climatológicas en el entorno del área de estudio y valores de precipitación máxima, mínima y media del periodo de registro 1960-2014

Tabla 2. Estaciones climatológicas en el entorno del área de estudio y valores de precipitación máxima, mínima y media del periodo de registro 1985-2015.

Tabla 3. Red piezométrica establecida por el IGME en la MASb Sierra de Altomira completada con puntos medidos por la CHG

Tabla 4. Nuevos puntos de observación incorporados a la red piezométrica establecida por el IGME en la MASb Sierra de Altomira.

Tabla 5. Cotas piezométricas (m s.n.m.) en los puntos de observación del acuífero Jurásico de la MASb Sierra de Altomira desde marzo de 2012 (Celdas azules: medidos IGME; celdas amarillas: medidos CHG)

Tabla 6. Niveles piezométricos medidos desde junio de 2014 a octubre de 2015 en los puntos de observación del acuífero Jurásico de la MASb Sierra de Altomira. (Celdas azules: medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Tabla 7. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en el acuífero Jurásico medidos en época de aguas altas (febrero-abril). (Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Tabla 8. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en el acuífero Jurásico medidos en época de aguas bajas (septiembre-noviembre). (Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Tabla 9. Cotas piezométricas (m s.n.m.) en los puntos de observación del acuífero Cretácico de la MASb Sierra de Altomira desde marzo de 2012 (Celdas azules: medidos IGME; celdas amarillas: medidos CHG)

Tabla 10. Niveles piezométricos medidos desde junio de 2014 a octubre de 2015 en los puntos de observación de los acuíferos cretácicos de la MASb Sierra de Altomira. (Celdas azules: medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Tabla 11. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en los acuíferos cretácicos medidos en época de aguas altas (febrero-abril). (Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Tabla 12. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en los acuíferos cretácicos medidos en época de aguas bajas (septiembre-noviembre). (Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En julio de 2012 se suscribió un Convenio Específico de Colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 “Sierra de Altomira”, con el fin de que este Organismo aportara apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica y aguas subterráneas a la Comunidad de Usuarios estableciendo un intercambio de información entre ambas entidades.

El presente informe analiza la información piezométrica histórica existente desde 1982 hasta la actualidad de la Masa de Agua Subterránea (MASb) Sierra de Altomira (041.001). Más concretamente, recopila los datos obtenidos en las campañas de observación realizadas desde el año 2012, al amparo del presente Convenio de Colaboración, que abarca el periodo 2012-2015, con objeto de establecer la evolución piezométrica de la MASb y definir su hidrodinámica. Hasta la fecha se han realizado seis informes de la evolución piezométrica. El presente, que se correspondería, por tanto, con el séptimo informe de seguimiento, constituye el estudio recopilatorio final. Se trata de una síntesis de las labores realizadas y resultados obtenidos a lo largo de los tres años de vigencia del Convenio.

El IGME ha llevado a cabo numerosas actuaciones en la zona, de tipología muy variada. Muchos de los trabajos se enmarcan dentro de la 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” (PIAS) encuadrado dentro del “Plan Nacional de la Minería” (PNIM, IGME, 1969) que se considera el referente nacional de las aguas subterráneas. Dentro de dicho plan se incluyó: “Investigación hidrogeológica de la cuenca alta y media del Guadiana” (IGME, 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 en general y al control de su calidad.

Recientemente el IGME ha realizado diversos trabajos de investigación:

- “Mejora del conocimiento en las MASb Sierra de Altomira (041.001) y Rus Valdelobos (041.005)”. (IGME-CHG, 2009).
- “Encomienda de Gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas”. (IGME-DGA, 2010).
- “Actualización del conocimiento hidrogeológico de la masa de agua subterránea Sierra de Altomira”. Como parte de los trabajos previstos en el convenio entre el IGME y la Excma. Diputación de Cuenca (2011).

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 en la toma de datos físicos y químicos (profundidad del nivel, calidad, temperatura, pH, etc.) de las mismas. Algunas de estas redes de observación se implantaron a principios de los años setenta y varias de ellas continúan operativas en la actualidad en aquellas masas de agua subterránea que por sus características hidrogeológicas, socioeconómicas y medioambientales presentan un 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 ha establecido una red de observación piezométrica que aporta los datos básicos para la realización del presente estudio.

2. CONTEXTO ADMINISTRATIVO

El ámbito territorial y administrativo de la actual MASb 041.001 Sierra de Altomira ha ido variando a lo largo del tiempo. En 1979 el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) estableció el Sistema Acuífero (S.A.) nº 19 - Sierra de Altomira. 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 con el objeto de lograr la protección de las aguas en los estados miembros de la Unión Europea, y se incorpora una nueva figura de gestión hidrológica, la conocida como Masa de Agua Subterránea (MASb). Así, en el Real Decreto 354/2013, de 17 de mayo, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, queda definida la masa de agua subterránea Sierra de Altomira (041.001) como unidad de gestión hidrológica (figura 1). Posteriormente la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, en su reunión de fecha 16 de diciembre de 2014, inicia el procedimiento para declararla en riesgo de no alcanzar el buen estado.

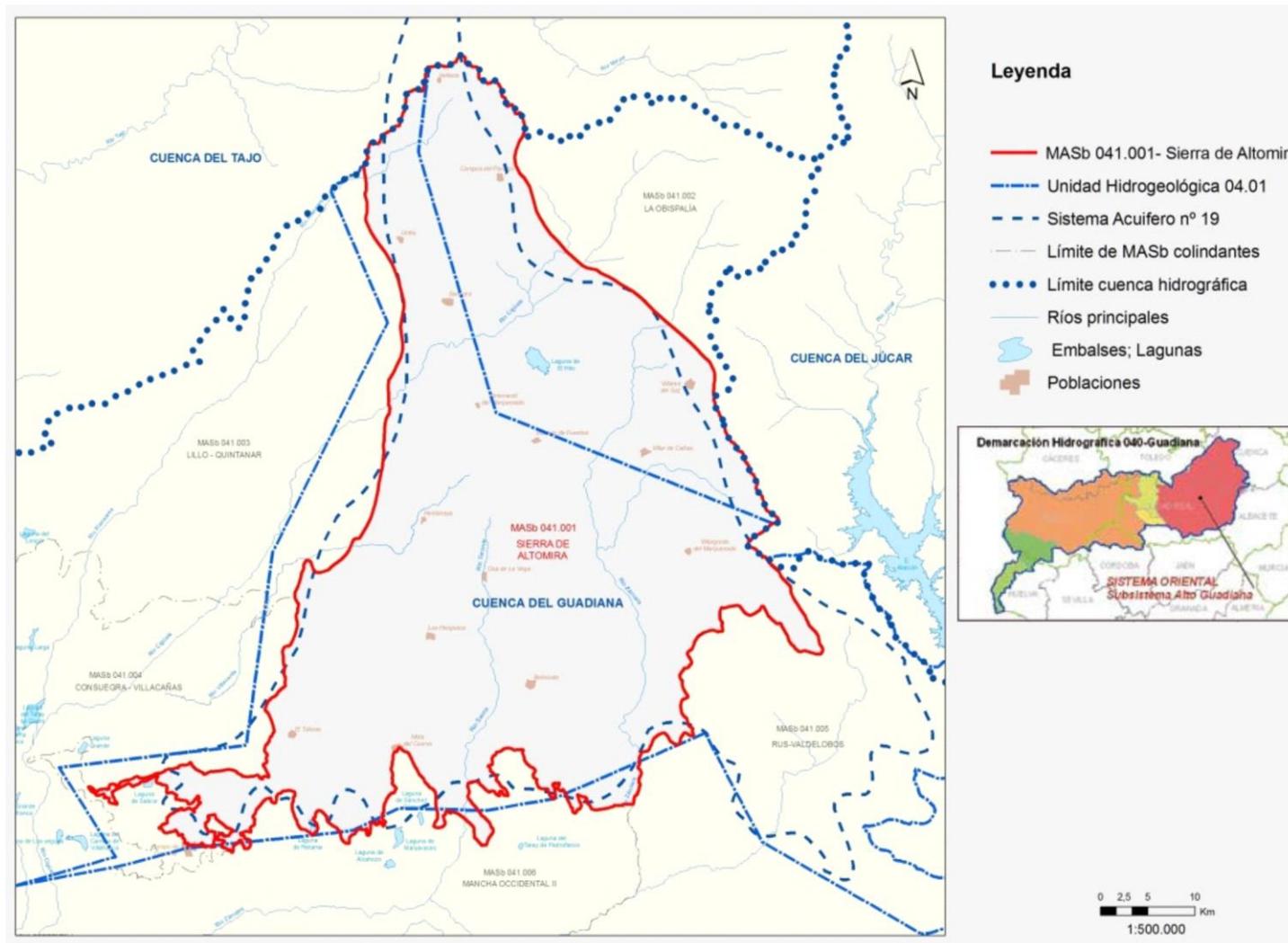


Figura 1. Límites de las divisiones hidrológicas históricas de la actual Masa de Agua Subterránea Sierra de Altomira (041.001)

3. ENCUADRE FÍSICO-CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

La MASb Sierra de Altomira se sitúa en la cuenca alta del río Guadiana (figura 1).

Presenta una superficie total de 2.575 km², mayoritariamente dentro de la provincia de Cuenca (90%), si bien, también incluye parte de las de Toledo (7%) y Ciudad Real (3%).

La altimetría varía desde los 656 m s.n.m. en el río Tajo, aguas abajo del puente de hierro del Salto de Bolarque, y los 1.127 m s.n.m. de la Sierra de Degollados.

Los principales cursos fluviales son, de norte a sur, los ríos Riansares, Gigüela y Záncara.

Dentro de la MASb se incluyen, total o parcialmente, 62 términos municipales que suman una población de 126.727 habitantes (INE, 2007).

La principal actividad socioeconómica es la agricultura de secano, con un porcentaje de ocupación total en la MASb de 60,72 % del territorio (IGN, 2006. Programa CORINE - Coordination of Information on the Environment. CORINE Land Cover, 2006)

Durante la realización de los trabajos se ha recopilado información climática de once estaciones meteorológicas (figura 2) cuyas características principales se muestran en las tablas 1 y 2 adjuntas.

Todos estos datos han sido cedidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2015) gracias al Convenio de Colaboración suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y este Organismo y han sido completados y tratados para este proyecto.

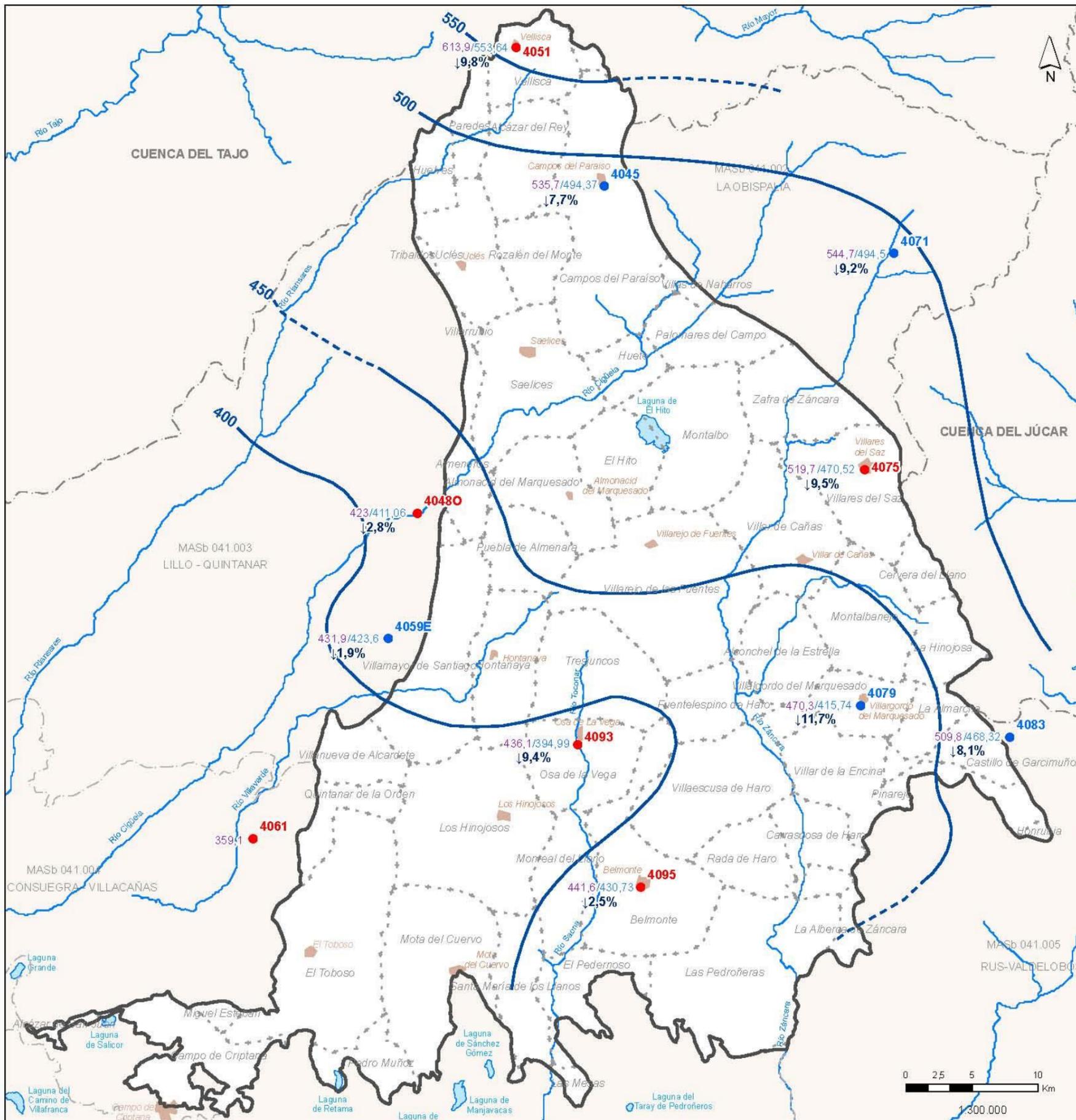
En base a los mismos, se puede establecer que la cuenca alta del Guadiana presenta un clima de tipo mediterráneo-continental, con una estación seca bien definida y marcadas oscilaciones térmicas. Un dato significativo, que se ha comprobado al cotejar registros históricos, es la reducción de las precipitaciones en la zona. La precipitación media anual, según los datos del periodo 1960-2014, era de 480,53 mm/año. Un nuevo cálculo, obtenido para un periodo más corto, de octubre de 1985 a septiembre de 2015, fija una precipitación de 455,72 mm/año. Es decir, la precipitación media en la zona de estudio ha disminuido en unos 25 mm anuales. Destaca, por ejemplo, la estación climática de Vellisca, en la que la precipitación media ha pasado de los 613,9 mm/año (1960-2014) a los 553,64 mm/año (1985-2015), o la de Villargordo del Marquesado que pasa de los 470,3 mm/año (1960-2014) a los 415,44 mm/año (1985-2015) (tablas 1 y 2). Los descensos en la precipitación media son más acusados en las áreas de cabecera de las cuencas hidrográficas, en el margen oriental de la MASb, donde se produce una merma en la precipitación media anual que oscila entre el 11,7 % en la estación meteorológica de Villargordo del Marquesado y el 7,7 % de la de Carrascosa del Campo. En el margen occidental de la MASb, los descensos son menores y varían entre el 1,9 % en Villamayor de Santiago y el 2,8 % de la estación de Pozorrubio. En el centro-sur de la MASb, entre las localidades de Los Hinojosos y Villargordo del Marquesado, el descenso en la precipitación media también es significativo, con un porcentaje medio de merma del 10,55 % (figura 2).

NOMBRE ESTACIÓN	REFERENCIA ESTACIÓN	COORD. U.T.M.(ED50)		COTA (m s.n.m.)	PRECIP MAX. (mm)	AÑO P. MAX.	PRECIP MIN. (mm)	AÑO P. MIN.	PRECIP MED. ANUAL (1960-2014 en mm)
		X	Y						
CARRASCOSA DEL CAMPO	4045	522586	4431813	895	806,0	1976-1977	267,9	2004-2005	535,7
POZORRUBIO SANTIAGO "TORRELEN"	40480	508441	4407089	755	619,7	1987-1988	214,3	2004-2005	423
VELLISCA	4051	515904	4442248	950	1003,2	1976-1977	336,1	2004-2005	613,9
VILLAMAYOR DE SANTIAGO	4059E	506261	4397622	773	635,1	2009-2010	209,1	2004-2005	431,9
QUINTANAR DE LA ORDEN	4061	496017	4382514	691	626,2	1974-1975	103,9	1966-1967	359,1
HUERTA DE LA OBISPALÍA	4071	544515	4426730	910	921,6	1976-1977	265,0	1980-1981	544,7
VILLARES DEL SAZ	4075	542281	4410376	865	888,3	1968-1969	231,9	2004-2005	519,7
VILLARGORDO DEL MARQUESADO	4079	541998	4392585	856	786,0	1968-1969	216,8	2004-2005	470,3
CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	4083	553283	4390188	925	813,7	1968-1969	277,4	1998-1999	509,8
OSA DE LA VEGA	4093	520589	4389618	763	693,0	1968-1969	173,4	2004-2005	436,1
BELMONTE	4095	525368	4378855	750	728,0	1987-1988	185,5	2004-2005	441,6
PRECIPITACIÓN MEDIA EN mm EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (PERIODO 1960-2014)									480,53

Tabla 1. Estaciones climatológicas en el entorno del área de estudio y valores de precipitación máxima, mínima y media del periodo de registro 1960-2014.

NOMBRE ESTACIÓN	REFERENCIA ESTACIÓN	COORD. U.T.M.(ED50)		COTA (m s.n.m.)	PRECIP MAX. (mm)	AÑO HIDROLOGICO P. MAX.	PRECIP MIN. (mm)	AÑO HIDROLÓGICO P. MIN.	PRECIP MED. ANUAL (1985-2015 en mm)
		X	Y						
CARRASCOSA DEL CAMPO	4045	522586	4431813	895	720,7	2003-2004	267,9	2004-2005	494,37
POZORRUBIO SANTIAGO "TORRELEN"	40480	508441	4407089	755	607,5	1987-1988	217,4	2004-2005	411,06
VELLISCA	4051	515904	4442248	950	806	1995-1996	300,8	2004-2005	553,64
VILLAMAYOR DE SANTIAGO	4059E	506261	4397622	773	651	1996-1997	221	2004-2005	423,6
QUINTANAR DE LA ORDEN	4061	496017	4382514	691					SERIE INCOMPLETA
HUERTA DE LA OBISPALÍA	4071	544515	4426730	910	815,5	2009-2010	263	2004-2005	494,5
VILLARES DEL SAZ	4075	542281	4410376	865	772,5	1987-1988	231,9	2004-2005	470,52
VILLARGORDO DEL MARQUESADO	4079	541998	4392585	856	676	1987-1988	216,8	2004-2005	415,44
CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	4083	553283	4390188	925	754,8	2009-2010	276	2004-2005	468,32
OSA DE LA VEGA	4093	520589	4389618	763	685,8	1996-1997	173,4	2004-2005	394,99
BELMONTE	4095	525368	4378855	750	728	1987-1988	185,5	2004-2005	430,73
PRECIPITACIÓN MEDIA EN mm EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (PERIODO 1985-2015)									455,72

Tabla 2. Estaciones climatológicas en el entorno del área de estudio y valores de precipitación máxima, mínima y media del periodo de registro 1985-2015



Legenda

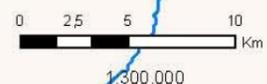
- 1234 Estaciones pluviométricas
- 1234 Estaciones termo-pluviométricas
- 613,9 Precipitación media anual para el periodo 1960-2014
- 553,64 Precipitación media anual para el periodo 1985-2015
- ↓9,8 % Merma porcentual en la precipitación media anual
- ↑2,3 % Aumento porcentual en la precipitación media anual
- 500 — Isoyeta (mm/año)
- 500 - - - - Isoyeta supuesta (mm/año)
- - - - Limite MASb
- - - - Limite cuenca
- - - - Municipios
- Ríos principales
- Embalses; Lagunas
- Poblaciones

NOMBRE ESTACIÓN	REFERENCIA ESTACIÓN	PRECIP. MAX. (mm)	AÑO P. MAX.	PRECIP. MIN. (mm)	AÑO P. MIN.	PRECIP. MED. ANUAL (1960-2014 en mm)
CARRASCOSA DEL CAMPO	4045	806,0	1976-1977	267,9	2004-2005	535,7
POZORRUBIO SANTIAGO "TORRELEN"	40480	619,7	1987-1988	214,3	2004-2005	423
VELLISCA	4051	1003,2	1976-1977	336,1	2004-2005	613,9
VILLAMAYOR DE SANTIAGO	4059E	635,1	2009-2010	209,1	2004-2005	431,9
QUINTANAR DE LA ORDEN	4061	626,2	1974-1975	103,9	1966-1967	359,1
HUERTA DE LA OBISPALÍA	4071	921,6	1976-1977	265,0	1980-1981	544,7
VILLARES DEL SAZ	4075	888,3	1968-1969	231,9	2004-2005	519,7
VILLARGORDO DEL MARQUESADO	4079	786,0	1968-1969	216,8	2004-2005	470,3
CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	4083	813,7	1968-1969	277,4	1998-1999	509,8
OSA DE LA VEGA	4093	693,0	1968-1969	173,4	2004-2005	436,1
BELMONTE	4095	728,0	1987-1988	185,5	2004-2005	441,6
PRECIPITACIÓN MEDIA EN mm EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (PERIODO 1960-2014)						480,53

NOMBRE ESTACIÓN	REFERENCIA ESTACIÓN	PRECIP. MAX. (mm)	AÑO P. MAX.	PRECIP. MIN. (mm)	AÑO P. MIN.	PRECIP. MED. ANUAL (1985-2015 en mm)
CARRASCOSA DEL CAMPO	4045	720,7	2003-2004	267,9	2004-2005	494,37
POZORRUBIO SANTIAGO "TORRELEN"	40480	607,5	1987-1988	217,4	2004-2005	411,06
VELLISCA	4051	806	1995-1996	300,8	2004-2005	553,64
VILLAMAYOR DE SANTIAGO	4059E	651	1996-1997	221	2004-2005	423,6
QUINTANAR DE LA ORDEN	4061					SERIE INCOMPLETA
HUERTA DE LA OBISPALÍA	4071	815,5	2009-2010	263	2004-2005	494,5
VILLARES DEL SAZ	4075	772,5	1987-1988	231,9	2004-2005	470,52
VILLARGORDO DEL MARQUESADO	4079	676	1987-1988	216,8	2004-2005	415,44
CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	4083	754,8	2009-2010	276	2004-2005	468,32
OSA DE LA VEGA	4093	685,8	1996-1997	173,4	2004-2005	394,99
BELMONTE	4095	728	1987-1988	185,5	2004-2005	430,73
PRECIPITACIÓN MEDIA EN mm EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (PERIODO 1985-2015)						455,72




Fecha de plano:	Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"
Enero de 2016	
Autores:	J.A. Domínguez L. Vega
Plano:	Mapa de Isoyetas (mm/año) de la MASb Sierra de Altomira para el periodo 1985-2015



4. REVISIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La MASb Sierra de Altomira está formada por una serie de calizas y dolomías 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 y evaporíticos), de edades paleógenas y miocenas, con potencias superiores a los 300 m, coronada por afloramientos dispersos de calizas de reducido espesor (ITGE, 1989) (figuras 3 y 4).

La MASb 041.001 está considerada como un acuífero complejo, que actúa en régimen libre o semiconfinado en profundidad, cuyo nivel permeable principal está constituido por los materiales carbonatados jurásicos (ITGE, 1989), y en donde, en líneas generales, la circulación preferencial del flujo subterráneo se dirige hacia el sur y suroeste.

Dentro de este contexto, el acuífero jurásico mantiene cierta conexión hidráulica en todo el ámbito de la MASb Sierra de Altomira, mientras que es muy probable la presencia de diversos compartimentos, sectores o bloques acuíferos independientes, asociados a los niveles permeables cretácicos.

Uno de los objetivos principales del proyecto ha sido incrementar el conocimiento sobre la hidrodinámica de la MASb. Para ello se han realizado hasta la fecha un total de seis informes de seguimiento y control de la evolución piezométrica de las aguas subterráneas de la MASb Sierra de Altomira, que incluyen datos desde 1982 hasta la actualidad, con especial atención a los obtenidos desde 2012 en las campañas de medida realizadas al amparo de este Convenio de Colaboración.

También se describían en estos informes las características climáticas de la zona de estudio y se adjuntaba información general del ámbito territorial en el que se desarrolla el trabajo, referente a su geografía, hidrografía, hidrogeología, usos del suelo, aspectos socioeconómicos, etc.

En los primeros informes de seguimiento se ha pretendido ahondar en el conocimiento de la hidrodinámica de la MASb a partir de la revisión de antecedentes y del análisis de datos de piezometría, históricos y actuales, de diversos puntos de observación. En estos informes se analiza la MASb Sierra de Altomira como un único acuífero indiferenciado, es decir, considerando todos los datos como pertenecientes a un mismo nivel permeable. Con ellos se han realizado comparaciones entre periodos de aguas altas y bajas de diferentes años y se han analizado las tendencias evolutivas. Los resultados así obtenidos han sido muy generales, ya que se han basado en un escaso número de datos que, además, se evalúan en conjunto, es decir, sin diferenciación por niveles acuíferos. Ello ha implicado que algunos valores puntuales hayan tenido un peso excesivo en el resultado final, que en cualquier caso, y pese a su generalidad, permiten establecer una idea orientativa de la hidrodinámica del conjunto de la MASb.

No obstante, a partir del 4º Informe de Seguimiento se concluyó que era preciso abordar un estudio de mayor detalle, centrado en el análisis individualizado de los diferentes acuíferos presentes en el sistema. En este sentido se asignó cada punto de observación a un determinado acuífero, de tal forma que se podían analizar individualmente los datos correspondientes a los niveles permeables jurásicos y los correspondientes al Cretácico. Se eliminaron del análisis aquellas captaciones que obtenían recursos de niveles terciarios o de varios tramos acuíferos diferentes a la vez. Los resultados se plasman a partir de este momento en mapas de isopiezas de los acuíferos jurásicos y cretácicos respectivamente.

Otros estudios realizados se han centrado en la investigación de la calidad de las aguas subterráneas de la MASb (IGME, 2015), con especial atención a los elementos que de forma natural o antrópica podían afectar a su potabilidad para el consumo humano, o los estudios referentes a la hidrodinámica de los principales ríos y arroyos de la zona (IGME, 2014 y 2015) y su relación con los acuíferos subyacentes.

En una línea paralela a todos estos estudios, se ha recopilado la documentación existente sobre los balances hídricos de la MASb Sierra de Altomira o de sus

precedentes Sistema Acuífero o Unidad Hidrogeológica y se han realizado nuevas estimaciones de la recarga de la MASb mediante los programas EASYBAL (Vázquez Suñé y Castro, 2002) y RENATA (IGME-DPA, 2012). El objetivo de esta labor ha sido actualizar de la forma más ajustada posible el balance hídrico de esta MASb con el fin de que sirva como base para establecer las estrategias de gestión más adecuadas a medio y corto plazo. Los resultados finales, recogidos en el informe “Estimación del balance hídrico de la masa de agua subterránea Sierra de Altomira (041.001)” (IGME, 2014), indican que existen unos recursos hídricos en la MASb del orden de 115 hm³/año, de los cuales son explotados actualmente para riego entre 24 hm³/año y 26 hm³/año. Según los cálculos de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, incluidos en su actual Plan Hidrológico, 82 hm³/año se transfieren a otros acuíferos, por tanto, según el balance indicado, restarían 8 hm³/año que, si no se incrementan los bombeos, necesariamente, en un balance ajustado, deben incorporarse en el término de transferencias subterráneas. Así pues, esos 8 hm³/año, de posibles excedentes no contabilizados, permitirían planificar una eficiente gestión a corto y medio plazo que garantizara tanto el cumplimiento de los imperativos marcados en el Plan Hidrológico (buen estado cualitativo y cuantitativo de la MASb) como satisfacer las crecientes demandas de los usuarios de la Comunidad.

Con toda la información recopilada y tras su análisis, se concluye que existen dos conjuntos acuíferos principales con hidrodinámicas distintas. Por un lado, un acuífero más profundo formado por los materiales del Jurásico, que se caracteriza por su gran extensión y sus notables recursos. Se trata de un acuífero altamente inercial, es decir, con lentos y poco acusados cambios de tendencia descensos-ascensos de nivel y donde las variaciones del nivel del agua en las captaciones muestran saltos menos significativos entre las épocas de aguas altas y bajas. Por otro lado, existen una serie de niveles o tramos permeables dentro del Cretácico, que se han analizado en conjunto, que se caracterizan por una menor extensión y escasa inercia. En estos casos, su respuesta frente a periodos de lluvias o sequías es rápida y las oscilaciones del nivel muy acusadas.

La MASb Sierra de Altomira se recarga fundamentalmente por infiltración directa del agua de lluvia precipitada sobre terrenos permeables, por la infiltración de la escorrentía superficial y, en menor medida, por los retornos de riego. Los aportes producidos de forma subterránea por el margen septentrional desde la cuenca del Tajo no son bien conocidos, en cualquier caso, han de ser de poca entidad, incluso es posible, en función de los últimos datos piezométricos analizados, que se produzca una transferencia en sentido contrario, es decir, desde la cuenca del Guadiana a la del Tajo.

Las descargas, aparte de las extracciones por bombeo, tienen lugar hacia los ríos, a través de manantiales, y por transferencia subterránea, principalmente hacia la Llanura Manchega.

Por su lado, la estructura tectónica juega un papel decisivo sobre la hidrodinámica de la MASb, por la existencia de niveles margo-arcillosos que favorecen el despegue de las distintas escamas cabalgantes, que funcionan como impermeables de base y barreras impermeables que individualizan acuíferos, de pliegues anticlinales y sinclinales que funcionan también como divisorias locales del flujo subterráneo, o de fallas y cabalgamientos que dividen el área en bloques y que delimitan las depresiones terciarias. La compleja disposición estructural hace que tenga gran interés realizar un estudio en profundidad de la misma. Esta posible línea de trabajo ya se trata en el 6º informe de seguimiento, en el que se presenta un boceto de la posible discretización de la MASb Sierra de Altomira en sectores acuíferos individualizados, tanto dentro de los niveles permeables del Jurásico como del Cretácico.

El presente informe piezométrico final constituye, por tanto, una recopilación de toda la información obtenida durante la vigencia del Convenio, una síntesis de las labores realizadas y un compendio de los resultados obtenidos en las diez campañas de toma de datos realizadas (marzo y octubre de 2012; abril, julio y septiembre de 2013; febrero, junio y octubre de 2014 y marzo y octubre de 2015).

4.1. FORMACIONES ACUÍFERAS

Dentro de la MASb se distinguen, de base a techo, las siguientes formaciones acuíferas:

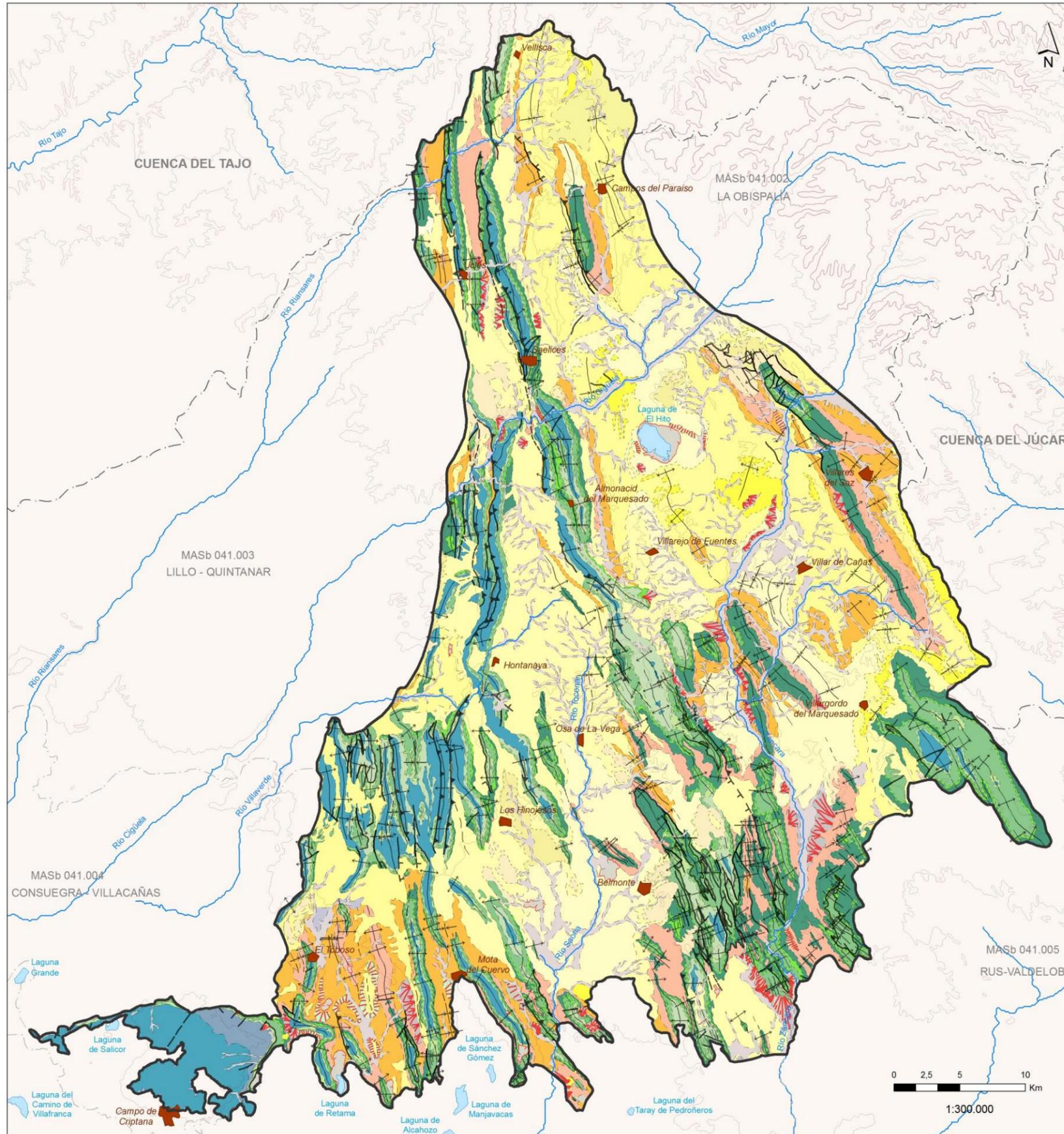
- ***Acuíferos carbonatados jurásicos.*** Son los que presentan la mayor superficie de afloramiento. Se inician con los materiales del Lías, compuestos por una alternancia de dolomías en la base, seguidos por calizas y dolomías a techo. Sobre los mismos encontramos las dolomías del Dogger. Todos estos materiales constituyen un acuífero único, isótropo y homogéneo, si bien, a nivel local puede presentar niveles permeables independientes. El conjunto se encuentra plegado en una sucesión de sinclinales y anticlinales.
- ***Acuíferos detríticos cretácicos.*** En la base se componen de depósitos calcomargosos y brechoides en Facies Weald a los que siguen la Formación Arenas de Utrillas. Por su permeabilidad media-baja se comportan como un nivel semipermeable que origina acuíferos de interés local.
- ***Acuíferos carbonatados cretácicos.*** Por su proximidad a la superficie son los niveles permeables más explotados en la zona. Están constituidos por una alternancia de dolomías, margas y calizas (Cenomaniense-Turonense), con una potencia superior a la centena de metros que aumenta hacia el este.
- ***Acuífero calco-yesífero del tránsito cretácico-terciario.*** Por la mala calidad de sus aguas es un acuífero con escaso aprovechamiento.
- ***Acuíferos terciarios.*** Forman un acuífero multicapa, poco conocido pero de gran potencial, con valores de transmisividad bajos, distribuido en horizontes arenosos y conglomeráticos alternantes con arcillas, y con cambios laterales de facies hacia litologías más evaporíticas.

A techo de esta serie se depositan las calizas tableadas de origen lacustre del Ponticense que pueden constituir niveles locales de cierto interés y suelen formar pequeños acuíferos colgados drenados por manantiales.

- **Acuíferos cuaternarios.** Están formados por materiales detríticos de origen fluvial. Presentan altos valores de permeabilidad. Tienen interés local y se circunscriben a los principales cauces fluviales de la zona.

CENOZOICO	CUATER.	HOLOCENO	Formaciones superficiales	Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.	
		PLEISTOCENO			
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	PALEÓGENO	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.
		SUPERIOR	CAMPANIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel	Calizas y brechas dolomíticas
			SANTONIENSE		
			CONIACIENSE	Fm. Margas de Alarcón	Margas y niveles dolomíticos
			TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada	Calizas, dolomías y margas
				Fm. Margas de Casamedina	
			CENOMANIENSE	Fm. Dolomías tableadas de Villa de Vés	Arenas silíceas y arcillas versicolores
				Fm. Dolomías de Alatoz	
			Fm. Margas de Chera		
		ALBIENSE	Fm. Arenas de Utrillas		
		INFERIOR	Facies Weald	Calizas brechoides, dolomías, arcillas y margas abigarradas	
		JURÁSICO	DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas	Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas
LÍAS	Fm. Carbonatada de Chelva Fm. Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña				
TRÍAS	SUPERIOR	Facies Keuper	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.		

Figura 3. Formaciones acuíferas jurásicas y cretácicas en la MASb Sierra de Altomira



LEYENDA GEOLÓGICA

FORMACIONES SUPERFICIALES

CUARTER	HOLOCENO	FE	QT	QA	OL	A24
	PLEISTOCENO					

A24 Arcilla, limos, arenas y gravas con cantos calizos. Aluvial-Coluvial.
 OL Gravas, arenas, limos y arcillas. Depósitos Coluviales.
 QA Gravas, cantos poligénicos, arenas, limos y arcillas. Fondos de Valle y Llanuras de Inundación.
 QT Gravas poligénicas, arenas y limos, Terrazas fluviales.
 FE Limos arcillosos húmidos y fangos salinos con cantos dispersos. Fondos Endorreicos.
 A Gravas, arenas, limos, arcillas y encostramientos carbonatados. Abanicos aluviales.

DOMINIO DE LA DEPRESIÓN INTERMEDIA Y CUENCA DEL TAJO-MADRID

TERCIARIO	PLIOCENO	A20	A21		
		A19	A18		
	NEÓGENO	MEZ. SUP.	A17N	A17	A18
		MEZ. INF.	A14	A13	A15
	EÓCENO	BRAGONENSE	A11	A16	
		AGENENSE	A12		
OLIGOCENO					
PALEÓCENO		A10			

A21 Calizas micríticas con algas, margas y margocalizas. Unidad Pliocena inferior.
 A20 Brechas, conglomerados y lutitas rojas. Unidad Pliocena inferior.
 A19 Calizas y margas. Caliza del Páramo. Unidad Terminal o del Páramo.
 A18 Margas, margas yesíferas, yesos y brechas. Unidad Terminal o del Páramo.
 A17N Arcillas y limolitas rojas y/o anaranjadas con arenas y gravas basales. Unidad Roja.
 A17 Brechas, microconglomerados, arenas, areniscas y limos. Unidad Terminal o del Páramo.
 A16 Calizas y margas. Unidad Detrítica Superior.
 A15 Limos arcillosos con cristales de yeso. Unidad Detrítica Superior.
 A14 Margas, margocalizas y calizas. Unidad Detrítica Superior-Unidad inferior Miocena.
 A13 Arcillas, limos arenosos rojizos con yesos, niveles de gravas y arenas. Unidad Detrítica Superior.
 A12 Margas yesíferas y yesos, localmente con sílex. Unidad Detrítica Superior.
 A11 Arcillas y limos arenosos rojizos, brechas, conglomerados y arenas, localmente yesos. Unidad Detrítica Superior.
 A10 Conglomerados, arenas, arcillas, yesos y calizas. Unidad Detrítica inferior.

DOMINIO DEL NEÓGENO DE LA LLANURA MANCHEGA Y DEL CAMPO DE CALATRAVA

TERCIARIO	NEÓGENO	PLIOCENO	NT	NC
			NC	NC

NC Calizas micríticas, calizas ogerosas, calizas margosas y margas. Localmente con niveles yesíferos y arcillosos (Miembro Carbonatado inferior y superior, Calizas de Minaya).
 NT Gravas y arenas en matriz lutítica; tanguos varicolados (Miembro detrítico de Base). Lutitas rojizas con niveles de arenas; localmente niveles de yesos, margas y calizas (Miembro Lutítico Rojo o Tramo Medio).

DOMINIO DE LA UNIDAD DE LA SIERRA DE ALTOMIRA

MESOCIZO	JURÁSICO	SUPERIOR	A9
			A8
			A7
			A6
			A5
			A4
INFERIOR	A3		
	A1		
DOGGER			
LIASICO			

A9 Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas. Fm. Villalba de la Sierra.
 A8 Calizas y brechas dolomíticas. Fm. Calizas y Brechas de la Sierra de Utiel, Brechas Dolomíticas de Cuenca y Calizas con "Lacazina".
 A7 Margas y niveles dolomíticos. Fm.: Margas de Alarcón.
 A6 Calizas, dolomías y margas. Fm.: Margas de Chera, Dolomías de Villa de Ves, Margas de Casa Medina, Dolomías de la Ciudad Encantada.
 A5 Arenas silíceas y arcillas versicolores. Fm.: Arenas de Utiel.
 A4 Calizas brechóides, dolomías, arcillas y margas abigarradas. Fm.: Weald.
 A3 Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas. Fm.: Carniolas de Cortos de Tajuña, Cuevas Labradas y C. de Cheva.

DOMINIO DE LA COBERTERA MESOZOICA TABULAR DEL CAMPO DE MONTIEL DE CRIPIANA

MESOCIZO	JURÁSICO	L1C
		L1
TRIÁSICO	KEUPER	T3

L1C Calizas grises con crinoides.
 L1 Dolomías masivas camariales y brechóides. Calizas dolomíticas.
 T3 Lutitas rojas y yesos de colores abigarrados.



Fecha de plano:

Enero de 2016

Autores:

J.A. Domínguez
L. Vega

Plano:

Figura 4

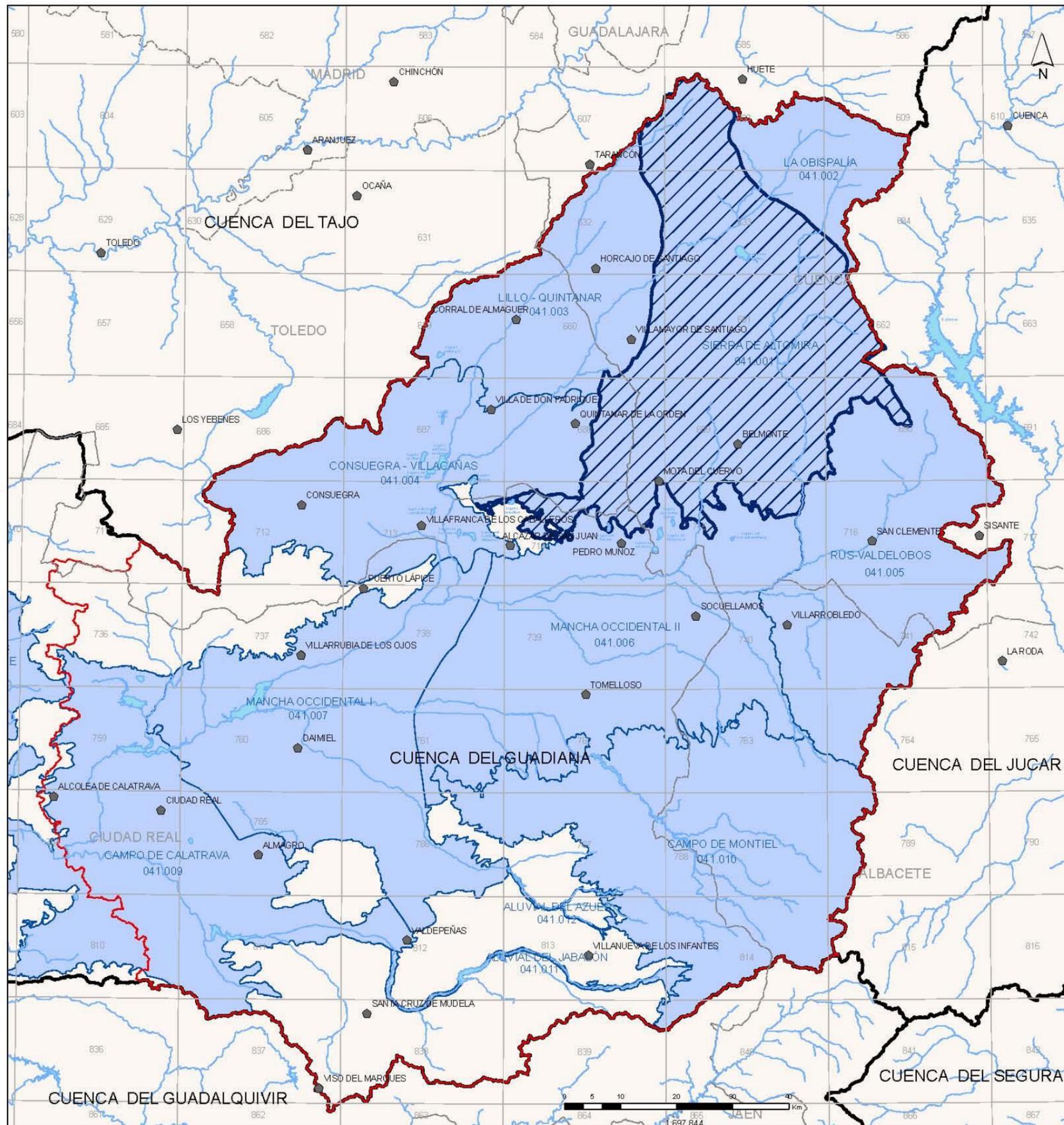
Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Mapa Geológico

4.2. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA LIMÍTROFES

La MASb de Sierra de Altomira limita con las siguientes masas de agua subterránea (figura 5):

- El límite N 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 E queda definido por la divisoria hidrográfica de las cuencas del Guadiana y Júcar.
- En 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 O limita con las MASb Lillo-Quintanar (041.003) y Consuegra-Villacañas (041.004).



Leyenda

- nucleos
- Límite de cuenca
- Límite subsistema Alto Guadiana
- Límite de provincia
- Ríos principales
- ☁ Masas de Agua subterránea
- División de Hojas 1:50.000

 	
Fecha de plano: Enero de 2016	Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"
Autores: J.A. Domínguez L. Vega	Distribución de MASb de la cuenca alta del río Guadiana
Plano: Figura 5	

5. RED DE OBSERVACIÓN PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL IGME EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA

En la zona de estudio se realizan dos campañas anuales de toma de datos, aproximadamente cada seis meses. En torno al mes de marzo, para definir la piezometría de los acuíferos en aguas altas y sobre el mes de septiembre-octubre, con objeto de establecer la piezometría en época de aguas bajas. También se han realizado dos campañas extraordinarias en julio de 2013 y junio de 2014, que han permitido comprobar estados evolutivos intermedios de la piezometría entre los mencionados periodos de aguas altas y bajas, pero cuyos resultados, ya incluidos en informes previos, no se incorporan en el presente.

Durante las diferentes campañas de medida se ha ido definiendo la red de observación piezométrica con la incorporación de nuevos puntos de registro o la eliminación de otros. La selección definitiva de los piezómetros de observación se ha realizado teniendo en cuenta la calidad y fiabilidad de los datos, es decir, su registro histórico y su representatividad dentro de la MASb. Se ha procurado, además, que su distribución zonal fuera lo más homogénea posible a fin de caracterizar correctamente la hidrodinámica del área de estudio.

La red básica de observación establecida por el IGME y medida directamente por personal de este Organismo queda constituida por un total de 37 puntos (tablas 3 y 4), de los cuales 13 son puntos nuevos cuyo nº de inventario es provisional a la espera de asignarles uno definitivo. Estos puntos controlados por el IGME son los incluidos en las tablas siguientes en celdas con fondo azul. La red se completa con registros de 7 piezómetros medidos, desde el año 2000, por la CHG en la zona y que son los encuadrados en las celdas de fondo amarillo. De los 44 puntos piezométricos de la red de observación, 12 captan agua del acuífero Jurásico, 20 del Cretácico, y el resto explotan niveles terciarios de carácter muy local y escasa importancia, por su pequeña extensión y reducido volumen de recursos, o captan varios acuíferos a la vez. Así, existen captaciones que explotan conjuntamente niveles cretácicos y jurásicos, cretácicos y terciarios o incluso terciarios y cuaternarios. Por todo ello, los datos

registrados en estos últimos puntos no son analizados en este estudio, dada la complejidad que supone asignar los resultados de los mismos a uno de los dos acuíferos objeto de análisis (niveles permeables jurásicos y cretácicos).

RED PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL IGME EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)						
Nº Registro IGME	Nº Registro CHG	COORD U.T.M. (ED50)		COTA aprox. (m s.n.m.)	Acuífero que captan	Prof (m)
		X	Y			
212580015	04.01.002	512139	4409836	773	Jurásico	164
212640004	04.01.224	510882	4408477	766	Terciario	23
212680010		512566	4397108	825	Jurásico	170
212730003		500209	4381915	718	Jurásico	160
212770001		501630	4378056	698	Mioceno	300
212780002	04.01.228	512231	4378117	769	Jurásico	136
212820001		498113	4370956	680	Cretácico	320
212820002		495689	4370068	678	Jurásico	260
212820003	04.01.230	498175	4367423	665	Cretácico-Jurásico	321
212830006	04.01.231	502354	4368084	680	Cretácico	290
212830019	04.01.232	501576	4364596	669	Jurásico	200
212840009		508282	4364707	682	Cretácico	70
222410002	04.01.101	515755	4442546	964	Terciario-Cretácico	51
222410015	04.01.242	515432	4442783	990	Cretácico	252
222580010	04.99.001	534420	4418727	970	Jurásico	185
222580011		538366	4416690	833	Cuaternario-Terciario	10
222580012		537348	4416181	832	Cretácico (Albiense)	15
222610001	04.01.234	515303	4405609	856	Terciario	100
222610002		516812	4406511	810	Mioceno inferior	10,6
222620003		525787	4402385	900	Mioceno superior	7,1
222620010	04.01.235	520200	4408700	911	Jurásico	300
222640010		539126	4400775	850	Mioceno inferior	40
222670019	04.01.004	527845	4395137	857	Cretácico	110
222770003	04.01.237P	528341	4380544	823	Cretácico	100
222810004		514729	4370199	740	Jurásico	150
222810007	04.01.238	517321	4372007	726	Jurásico	235
222820018	04.04.286	519983	4363706	684	Cretácico	150
222830001	04.04.010	531713	4366943	716	Cretácico-Jurásico	259
232610002	04.99.002	542544	4402828	835	Terciario	80
232650003	04.01.239	542116	4398344	867	Terciario	95
232720019	04.01.240	552053	4390077	918	Cretácico superior	194
En azul: puntos medidos por el IGME						
En amarillo: puntos medidos por la CHG						

Tabla 3. Red piezométrica establecida por el IGME en la MASb Sierra de Altomira completada con puntos medidos por la CHG

NUEVOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA					
Nº Registro provisional	COORD U.T.M. (ED50)		COTA aprox. (m s.n.m.)	Acuífero que captan	Prof (m)
	X	Y			
3	520566	4411964	880	Cretácico	
4	529469	4389057	867	Cretácico	153
5	531954	4387168	850	Cretácico	250
7	515148	4421840	930	Jurásico	120
20	529070	4391742	875	Cretácico	116
22	529834	4391669	838	Cretácico	
25	539948	4374613	805	Cretácico	110
26	539244	4381991	779	Cretácico	50
27	538589	4381281	774	Cretácico	120
28	532730	4380090	810	Cretácico	200
31	528446	4383210	815	Cretácico	70
32	522403	4403021	885	Cretácico	
37	514805	4426509	853	Jurásico	

En azul: puntos medidos por el IGME

Tabla 4. Nuevos puntos de observación incorporados a la red piezométrica establecida por el IGME en la MASb Sierra de Altomira.

Las características, ubicación y registro fotográfico de los puntos medidos por el IGME se incluyen en el ANEXO I.

6. HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO JURÁSICO

6.1. DISCRETIZACIÓN PIEZOMÉTRICA DEL ACUÍFERO JURÁSICO

Si nos fijamos en los datos reflejados en la tabla 5, que incluye puntos de observación con registros históricos, y en los gráficos 1, 2 y 3, se pueden, en primera instancia, separar dos o incluso tres grupos de piezómetros.

GRAFICOS EVOLUCIÓN PIEZOMETRICA DEL ACUÍFERO JURÁSICO										
Nº registro	mar-12	oct-12	abr-13	jul-13	sep-13	feb-14	jun-14	oct-14	mar-15	oct-15
212580015	727,12	725,17	726,1						720,24	
212680010	712,43	712,17	712,49	715,53	714,51	714,16	714,35	713,15	714,03	712,69
212730003			654,14	655,73	645,86	655,3	654,37	652,99	654,13	647,56
212780002	700,77	700,76	701,24	701	700,28	700,9	700,89	700,62	700,59	700,51
212820002	643,56	638,22	642,84	638,94	640,6	643,61	643,23	640,69	642,66	638,17
212830019	633,81	621,15	632,2	625,12	617,39					
222580010	836,04	834,5	836,2	837,5	836,85	837,23	837,56	835,13	836,06	835,52
222620010	798,56	795,71	806,6	806,4	805,52	805,88	804,37	803,55	802,17	799,2
222810004				679,5	678,16	679,52	678,52	677,69	678,99	676,87
222810007	673,47	672,93	674,68	675,18	674,9	675,72	675,56	675,3	676,4	674,97

Tabla 5. Cotas piezométricas (m s.n.m.) en los puntos de observación del acuífero Jurásico de la MASb Sierra de Altomira desde marzo de 2012
(Celdas azules: medidos IGME; celdas amarillas: medidos CHG)

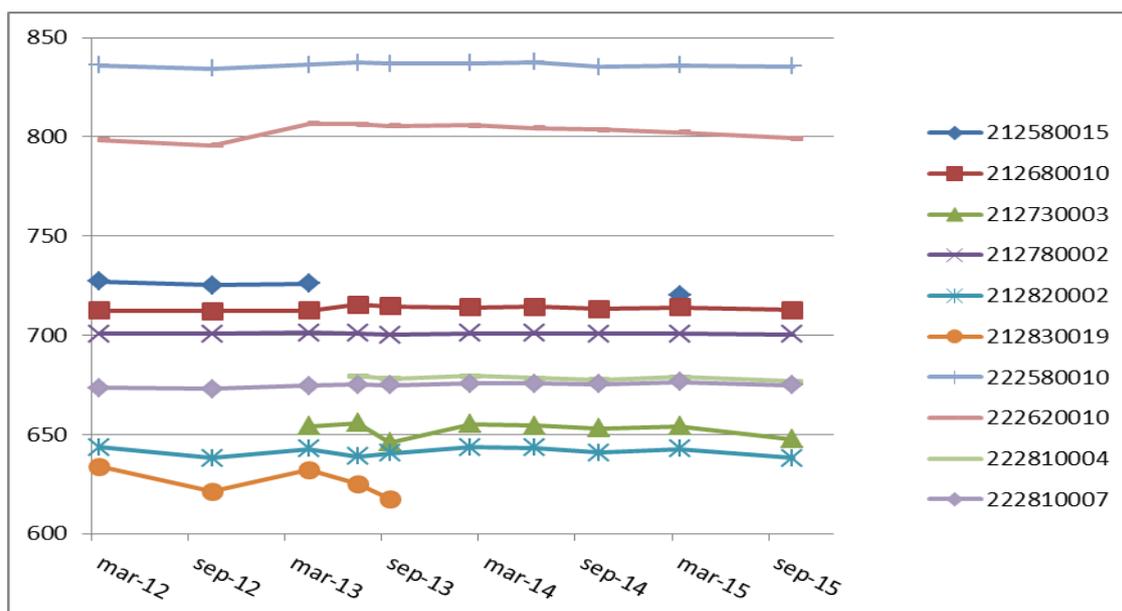


Gráfico 1. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Jurásico de la MASb Sierra de Altomira

El punto de observación 222580010 muestra la piezometría más alta de toda la MASb, con valores que alcanzan los 837,56 m s.n.m. (junio de 2014).

El punto anterior, podría asociarse hidráulicamente con el 222620010, que fija cotas piezométricas entre 795 y 806 m s.n.m.

Estas dos captaciones muestran, como se observa en el gráfico 2, líneas evolutivas similares y podría asumirse que los sectores acuíferos de ambas están en conexión hidráulica o es uno solo. Sin embargo, quedan dudas al observar también momentos en los que la respuesta piezométrica es distinta en ambos puntos. Así, por ejemplo, en las medidas realizadas desde octubre de 2014, mientras asciende o se mantiene estable el nivel del agua en el punto 222580010, en el piezómetro 222620010 desciende.

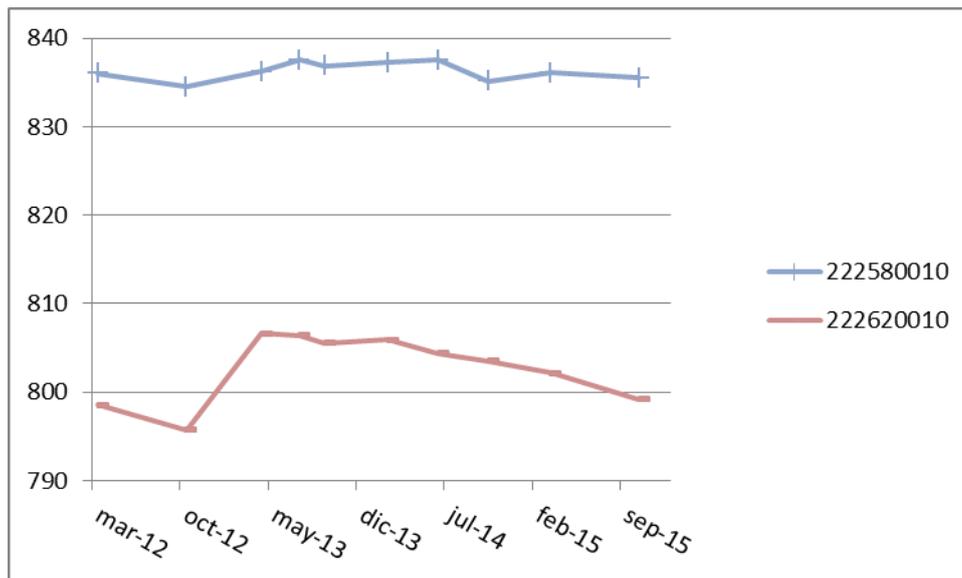


Gráfico 2. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Jurásico más nororientales dentro de la MASb Sierra de Altomira

Entre estas dos captaciones y el resto, situadas todas en el margen occidental y suroccidental de la MASb, existe una diferencia piezométrica significativa. Este grupo de puntos de observación muestra cotas piezométricas que van desde los 727 m s.n.m., del punto 212580015, que es el situado más al norte, hasta los 617,39 m s.n.m. del

punto 212830019, el más meridional. La progresiva disminución de la piezometría hacia el sur, sin puntos con saltos o variaciones significativas de piezometría, induce a pensar que todo este margen se encuentra hidráulicamente conectado.

La continuidad hidráulica entre este sector y el resto de la MASb no es descartable, aunque la falta de puntos de observación intermedios hace imposible asegurar una u otra alternativa.

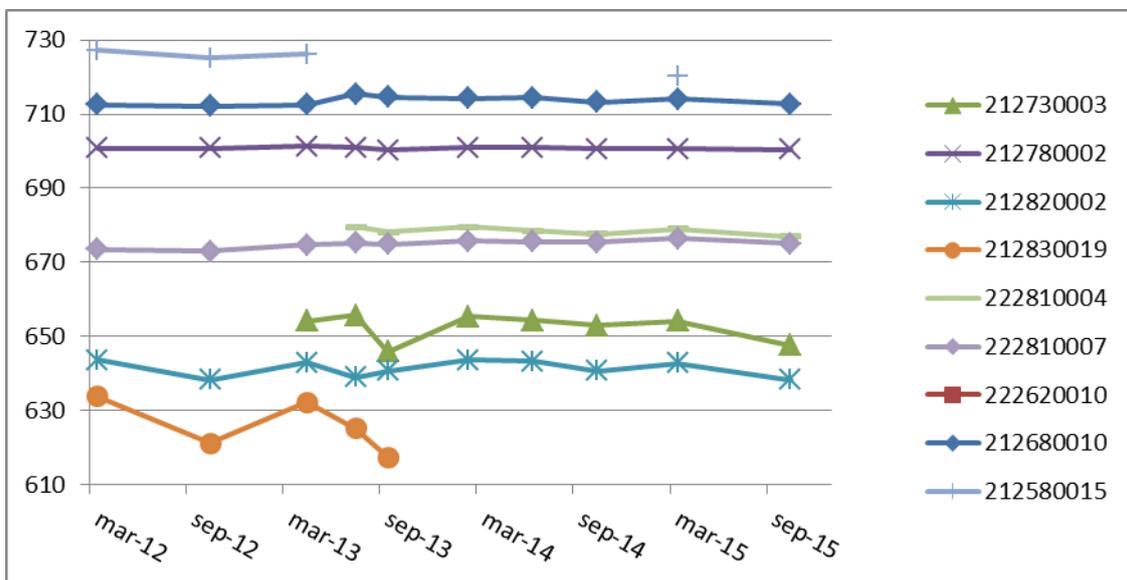


Gráfico 3. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Jurásico suroccidentales dentro de la MASb Sierra de Altomira

En cuanto a las evoluciones piezométricas de las captaciones de este grupo, en general, son similares, aunque existen mínimas diferencias, por ejemplo, los sondeos 212830019 y 212820002, con las piezometrías más bajas, entre 617 y 638 m s.n.m. y situados en el extremo suroeste de la MASb, muestran en las medidas de junio de 2013 una tendencia descendente de los niveles, mientras que en esas fechas el resto de captaciones reflejaban una tendencia mínimamente ascendente. Sin embargo, en la siguiente campaña de muestreo, de septiembre de 2013, mientras la piezometría sigue descendiendo en el punto 212830019, asciende en el 212820002. Estas pequeñas divergencias pueden deberse a múltiples factores, desde la toma de medidas

influenciadas por bombeos, a precipitaciones puntuales y localizadas, que afecten a determinados piezómetros, o respuestas más o menos rápidas de unos sectores acuíferos respecto de otros, sin tener que significar ello que se trate de sectores acuíferos independientes.

En las medidas de octubre de 2014, todas las captaciones marcan un descenso respecto de las medidas previas, para volver a reflejar un ascenso (marzo de 2015) y un nuevo descenso posterior (octubre 2015). Estas últimas variaciones tienen una justificación claramente estacional, de tal forma, que en años de distribución de precipitaciones normales, se miden niveles más bajos en octubre, tras los meses más secos y de mayores extracciones, que en marzo, tras el periodo húmedo y de menores consumos agrícolas. En cualquier caso, estos datos reflejan un comportamiento común en todos los puntos de observación y afianzan la idea de que todos ellos capten un mismo nivel acuífero.

6.2. PIEZOMETRÍA ACTUAL DEL ACUÍFERO JURÁSICO

En este apartado se analiza la hidrodinámica del acuífero Jurásico en base a las últimas medidas tomadas en el conjunto de puntos de observación asignados a este nivel permeable. Se incluyen, por tanto, los nuevos puntos identificados con los números 7 y 37. Las campañas analizadas son las correspondientes a junio y octubre de 2014 y marzo y octubre de 2015.

En el 6º informe de seguimiento se pudo contar con datos actualizados de la red de piezometría medida por la Confederación Hidrográfica del Guadiana, lo que permitió completar los registros del año 2014 y principios del 2015. Ello permitió reinterpretar la hidrodinámica de las campañas previas (junio y octubre de 2014), que se describen a continuación.

RED PIEZOMÉTRICA DE OBSERVACIÓN DEL IGME DE LOS ACUÍFEROS JURÁSICOS EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)										
Nº Registro IGME	Nº Registro CHG	COTA (aprox. m s.n.m.)	Prof. nivel (m)				Cota N.P. (m s.n.m.)			
			jun-14	oct-14	mar-15	oct-15	jun-14	oct-14	mar-15	oct-15
212580015	04.01.002	773	sin datos	sin datos	52,76	sin datos			720,24	
212680010		825	110,65	111,85	110,97	112,31	714,35	713,15	714,03	712,69
212730003		718	63,63	65,01	63,87	70,44	654,37	652,99	654,13	647,56
212780002	04.01.228	769	68,11	68,38	68,41	68,49	700,89	700,62	700,59	700,51
212820002		678	34,77	37,31	35,34	39,83	643,23	640,69	642,66	638,17
212830019	04.01.232	669	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos				
222580010	04.99.001	970	132,44	134,87	133,94	134,48	837,56	835,13	836,06	835,52
222620010	04.01.235	911	106,63	107,45	108,83	111,8	804,37	803,55	802,17	799,2
222810004		740	61,48	62,31	61,01	63,13	678,52	677,69	678,99	676,87
222810007	04.01.238	726	50,44	50,7	49,6	51,03	675,56	675,3	676,4	674,97
7		930	41,43	41,8	42,08	43,04	888,57	888,2	887,92	886,96
37		853		13,73	13,52	14,6		839,27	839,48	838,4

Tabla 6. Niveles piezométricos medidos desde junio de 2014 a octubre de 2015 en los puntos de observación del acuífero Jurásico de la MASb Sierra de Altomira.

(Celdas azules: medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

- *Campaña de junio de 2014*

Las isopiezas de esta campaña para los acuíferos jurásicos quedan representadas en la figura 6.

Con el registro del nuevo punto de observación (nº 7) que fija una cota piezométrica de 888,7 m s.n.m. y los datos de los puntos 222580010 y 222620010, con cotas piezométricas de 837,56 m s.n.m. y 804,37 m s.n.m., respectivamente, se ha reinterpretado el mapa de isopiezas del acuífero jurásico para junio de 2014.

Se ha optado por no trazar líneas isopiezas en la mitad septentrional de la MASb, ya que la escasez de datos y las variadas interpretaciones posibles hacen que la incertidumbre sea tal que se considera más adecuado indicar, únicamente, las cotas piezométricas conocidas sin postular ninguna relación entre ellas.

El conocimiento que se ha ido adquiriendo de la piezometría general, la influencia de la tectónica y el trazado y carácter (ganador o perdedor de los cursos fluviales de la zona, analizados en los estudios foronómicos del IGME de 2014 y 2015) hacen pensar que el acuífero Jurásico se encuentra fragmentado en varios sectores acuíferos desconectados entre sí.

El extremo septentrional de la MASb posiblemente no guarde relación hidráulica con el resto que, a su vez, puede individualizarse en varios sectores alargados norte-sur.

El salto piezométrico entre el punto 7, situado al norte del río Gigüela, y los puntos que se sitúan al sur de dicho cauce aboga por la idea anterior.

En el tercio sur de la MASb, parece existir conexión hidráulica, tal como ya se ha venido indicando en los informes de seguimiento precedentes. Si bien, únicamente se pueden trazar líneas isopiezas con cierto criterio en el margen occidental, en la zona comprendida entre Hontanaya, Mota del Cuervo y Campo de Criptana.

- **Campana de octubre de 2014**

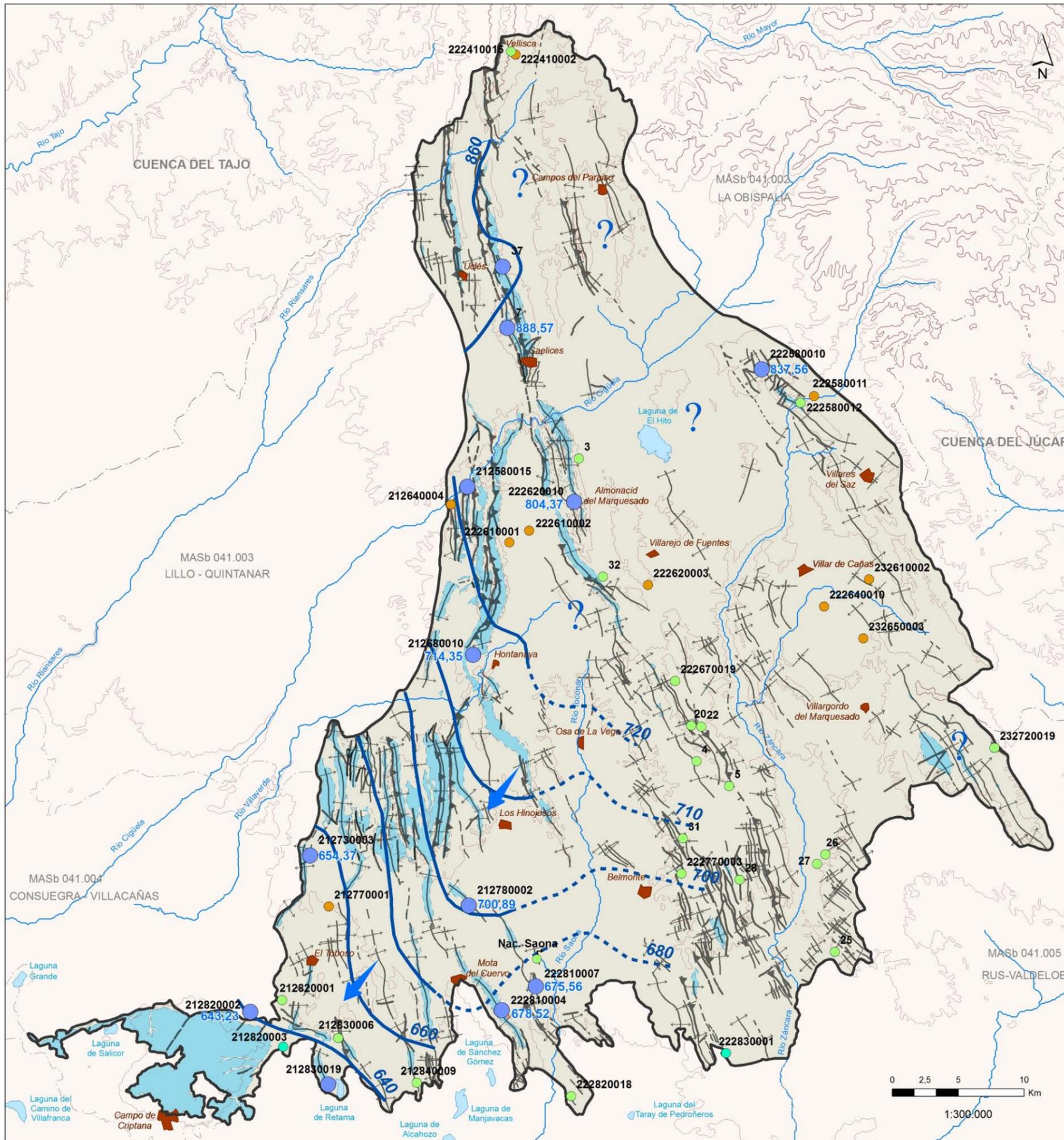
En esta campaña se contó con los registros de los puntos nº 7 y nº 37, situados en el extremo norte de la MASb, y se reafirmó la posibilidad de un sector septentrional, situado al norte del río Gigüela, hidráulicamente desconectado del resto de la MASb.

En este sector septentrional, con solo dos puntos de observación (figura 7), se puede interpretar que el flujo subterráneo se dirige hacia el oeste y noroeste. El río Gigüela marcaría un límite entre las piezometrías al norte del mismo, cercanas a los 890 m s.n.m. (punto nº 7 = 888,2 m s.n.m.) y las de los puntos ubicados al sur de este cauce, con cotas piezométricas por debajo de los 840 m s.n.m. (222580010 = 835,13 m s.n.m. y 222620010 = 803,55 m s.n.m.).

Así mismo, pese a que es posible trazar isopiezas entre el punto 222580010, situado al noreste de la laguna de El Hito y el punto 212680010 (N.P. = 713,15 m s.n.m.) ubicado al oeste de Hontanaya, la notable diferencia de cotas y la estructura tectónica, basada en anticlinales, sinclinales y cabalgamientos con orientación norte-sur, que configuran un espacio de bloques alargados en ese sentido y que condicionan el flujo subterráneo impidiendo o dificultando el flujo este-oeste, hacen que se haya optado por indicar únicamente las cotas piezométricas de los puntos de observación de esta zona, sin trazar líneas isopiezas que las relacionen.

Al igual que la tectónica, los principales cursos fluviales de la zona puede que tengan un papel destacado en la hidrodinámica de la MASb. Así, en algunos casos parecen tener un trazado vinculado a las principales fracturas o alineaciones del área, además de actuar como vías de drenaje (ríos ganadores) o recarga (ríos perdedores) de los acuíferos por los que transitan.

Como en la interpretación correspondiente a los datos de junio de 2014, al sur del río Gigüela, y más concretamente desde Hontanaya hasta Campo de Criptana, en el margen occidental de la MASb, con más puntos de observación, se han podido ajustar mejor las líneas isopiezas y trazar las mismas, deduciendo un flujo subterráneo con dirección sur-suroeste desde cotas piezométricas en torno a los 710 m s.n.m. hasta cotas inferiores a los 640 m s.n.m.



LEYENDA

SIMBOLOGÍA

- 222410002 N° Punto de agua
- 671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.)
- Jurásico
- Cretácico+Jurásico
- Cretácico
- Terciario
- Sentido del flujo subterráneo
- Isopiezas (m s.n.m.)
- Isopiezas supuestas (m s.n.m.)
- Límite MASb
- Límite cuenca
- Ríos principales

TRAMOS ACUÍFEROS JURÁSICOS

CENOZOICO	CUATER.	HOLOCENO		Formaciones superficiales	Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.
		PLEISTOCENO			
MESOZOICO	TERCIARIO	PALEÓGENO		Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.
		MAASTRICHTIENSE	CAMPANIENSE		
	CRETÁCICO	SANTONIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel		Calizas y brechas dolomíticas
		CONIACIENSE	Fm. Margas de Alarcón		Margas y niveles dolomíticos
		TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada		Calizas, dolomías y margas
		CENOMANIENSE	Fm. Dolomías tabeoadas de Villa de Vés Fm. Dolomías de Alatorz Fm. Margas de Chera		
	ALBIENSE	Fm. Arenas de Utrillas		Arenas silíceas y arcillas versicolores	
	JURÁSICO	INFERIOR		Facies Weald	Calizas brechoides, dolomías, arcillas y margas abigarradas
		DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas		Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas
	TRIÁS	LÍAS		Fm. Carbonatada de Cheiva Fm. Calizas y dolomías tabeoadas de Cuevas Labradas Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña	
SUPERIOR		Facies Keuper	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.		

Instituto Geológico y Minero de España



Fecha de plano:

Enero de 2016

Autores:

J.A. Domínguez
L. Vega

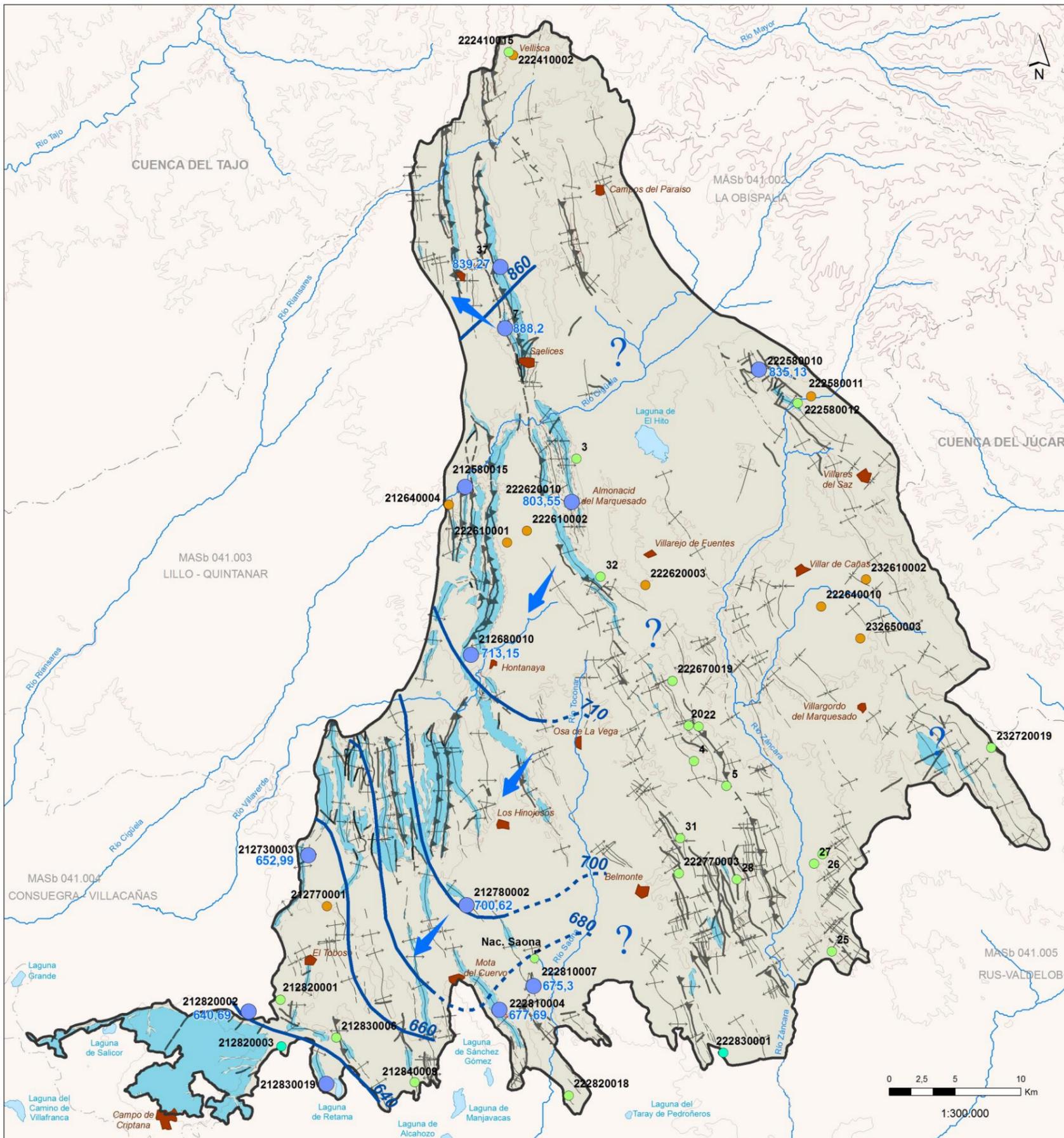
Plano:

Figura 6

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos

Campaña de Junio de 2014



LEYENDA

SIMBOLOGÍA

222410002 Nº Punto de agua

671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.)

- Jurásico
- Cretácico+Jurásico
- Cretácico
- Terciario

Sentido del flujo subterráneo

Isopiezas (m s.n.m.)

Isopiezas supuestas (m s.n.m.)

Límite MASb

Límite cuenca

Ríos principales

TRAMOS ACUÍFEROS JURÁSICOS

CENOZOICO	CUATER.		HOLOCENO	Formaciones superficiales	Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.
	TERCIARIO		PLEISTOCENO		
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.
			CAMPANIENSE		
			SANTONIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel	Calizas y brechas dolomíticas
			CONIACIENSE	Fm. Margas de Alarcón	Margas y niveles dolomíticos
			TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada Fm. Margas de Casamedina	Calizas, dolomías y margas
		CENOMANIENSE	Fm. Dolomías de Alatorz Fm. Margas de Chera		
		INFERIOR	Fm. Arenas de Utrillas	Arenas silíceas y arcillas versicolores	
		JURÁSICO	DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas Fm. Carbonatada de Chelva	Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas
			LÍAS	Fm. Calizas y dolomías tabeadas de Cuevas Labradas Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña	
		TRIAS	SUPERIOR	Facies Keuper	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.

Instituto Geológico y Minero de España



Fecha de plano:

Enero de 2016

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Autores:

J.A. Domínguez
L. Vega

Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos

Plano:

Figura 7

Campaña de Octubre de 2014

0 2,5 5 10 Km

1:300.000

- **Campaña de marzo de 2015**

En la campaña de marzo de 2015 (figura 8) se contó con datos de todos los puntos de observación asignados al acuífero Jurásico. Esta circunstancia permitió apuntalar algunas de las hipótesis relacionadas con la compartimentación de este acuífero en varios sectores hidráulicamente independientes:

▪ **Sector Norte:**

Por un lado, el tercio septentrional de la MASb, al norte del río Gigüela, constituiría, como mínimo, un sector acuífero individualizado. La diferencia de cotas entre el punto 7 (888,2 m s.n.m.), situado al norte de este cauce y los puntos 21258015 (720,24 m s.n.m.) y 222580010 (836 m s.n.m.), ubicados al sur del mismo, así lo justificarían.

Podría, además, considerarse que existe relación o conexión hidráulica entre el punto 7 (888,2 m s.n.m.) y el punto 37 (839,27 m s.n.m.), lo que obligaría a que el flujo subterráneo en esta zona se dirigiera hacia el noroeste. No obstante, también es posible que entre estos dos puntos se sitúe una barrera hidráulica que impida la circulación del flujo subterráneo total o parcialmente. En cualquier caso, sí parece plausible diferenciar un sector Norte en la MASb, separado del resto aproximadamente por el río Gigüela. En tal escenario, existe la posibilidad de que en esta zona se produjeran transferencias subterráneas desde la cuenca del Guadiana a la del Tajo.

Como se ha adelantado, es probable que a su vez, este sector norte esté dividido en dos, tres o incluso cuatro subsectores acuíferos alargados de norte a sur, con sus límites fijados por la estructura tectónica. La ausencia de datos piezométricos impide corroborar estas divisiones que se basan principalmente en la disposición de los pliegues y fallas, con orientación norte-sur, que actuarían como barreras o semibarreras del flujo subterráneo.

▪ Sector Centro Oriental:

Justo al sur del río Gigüela se cuenta con tres datos piezométricos. De este a oeste se pasa de una cota de 836,06 m s.n.m. (222580010) en el área de Zafra de Záncara, al noreste de la laguna de El Hito, a los 802,17 m s.n.m. (222620010), en Almonacid del Marquesado, al oeste de dicha laguna, hasta los 720,24 m s.n.m. (212580015) en Los Almendros, en el margen occidental de la MASb. La correlación piezométrica de estas tres cotas es posible, considerando una dirección del flujo subterráneo de este a oeste. Sin embargo, la ausencia de más datos en esta zona de la MASb hace complicado trazar líneas isopiezas. Además, teniendo en cuenta la estructura tectónica, con diversas fallas y pliegues con orientación norte-sur, y el papel como divisorias hidráulicas que pueden jugar las mismas, se ha optado, en este caso, por la posibilidad de que tales cotas correspondan a sectores acuíferos desconectados entre sí.

▪ Sector Margen Occidental:

El área comprendida por el triángulo con vértice norte en Los Almendros y base en Las Pedroñeras, al este, y Campo de Criptana, al oeste, cuenta con ocho puntos de observación que marcan cotas piezométricas entre los 720,24 m s.n.m. (212580015) en el extremo norte, pasando por los 713 m s.n.m. (212680010) a la altura de Hontanaya, los 700,62 m s.n.m. (212780002) al norte de Mota del Cuervo, los 677,69 (222810004) de Santa María de los Llanos, hasta los 640,69 m s.n.m. (212820002) del extremo suroeste de la MASb, en el Toboso. Con estas cotas se pueden trazar una serie de líneas piezométricas que definen una dirección del flujo subterráneo clara hacia el oeste y suroeste, y que permiten pensar que en esta zona el acuífero Jurásico se encuentra en conexión hidráulica.

- Campana de octubre de 2015

En la campaña de octubre de 2015 (figura 9) no se obtuvieron registros en las captaciones 212580015 y 212830019.

En líneas generales la interpretación que se realiza con estos datos es muy similar a la ya realizada en marzo, con la única diferencia de que todos los registros experimentan un descenso de los niveles piezométricos, más acusado hacia el suroeste.

Se mantiene la descripción por sectores utilizada en la campaña de marzo de este mismo año:

▪ Sector Norte:

A tenor de la diferencia de cotas piezométricas entre el punto 7 (886,96 m s.n.m.), situado al norte del río Gigüela y el punto 222580010 (835,52 m s.n.m.), ubicado al sur del mismo, se considera que el tercio septentrional de la MASb constituye un sector acuífero independiente.

Las cotas piezométricas de los puntos 7 (886,96 m s.n.m.) y 37 (838,4 m s.n.m.) podrían estar relacionadas. No obstante, es muy posible que exista una divisoria de aguas entre estos puntos y que no estén en conexión hidráulica. Este hecho implicaría que este sector Norte se encontraría subdividido, a su vez, en otros menores. Estas divisiones se delimitarían a partir de los ejes de pliegues y fallas que, con orientación norte-sur, actuarían como barreras o semibarreras del flujo subterráneo.

Con estos datos y la interpretación piezométrica reflejada en la figura 9, el flujo subterráneo se dirige hacia el noroeste y oeste, de tal forma que se producen transferencias subterráneas desde la cuenca del Guadiana a la del Tajo y, en mayor medida, hacia la vecina MASb de Lillo-Quintanar (041.003).

▪ Sector Centro Oriental:

Al sur del río Gigüela se cuenta con los datos piezométricos del punto 222620010 (799,2 m s.n.m.), en Almonacid del Marquesado, al oeste de la laguna de El Hito, y el 222580010 (835,52 m s.n.m.), al este de la misma. Es

posible que exista conexión hidráulica entre ambos puntos, tal como se pretende interpretar en la figura 9, sin embargo, la ausencia de más datos hace que esta idea se deba tomar con mucha precaución.

La presencia de cabalgamientos y ejes de pliegues entre estas dos captaciones y el punto 212580015, situado más al oeste y con un dato piezométrico (en marzo de 2015) muy diferente, permite interpretar que tales estructuras tectónicas hacen de barrera al flujo subterráneo diferenciando varios sectores en esta zona, con orientación norte-sur.

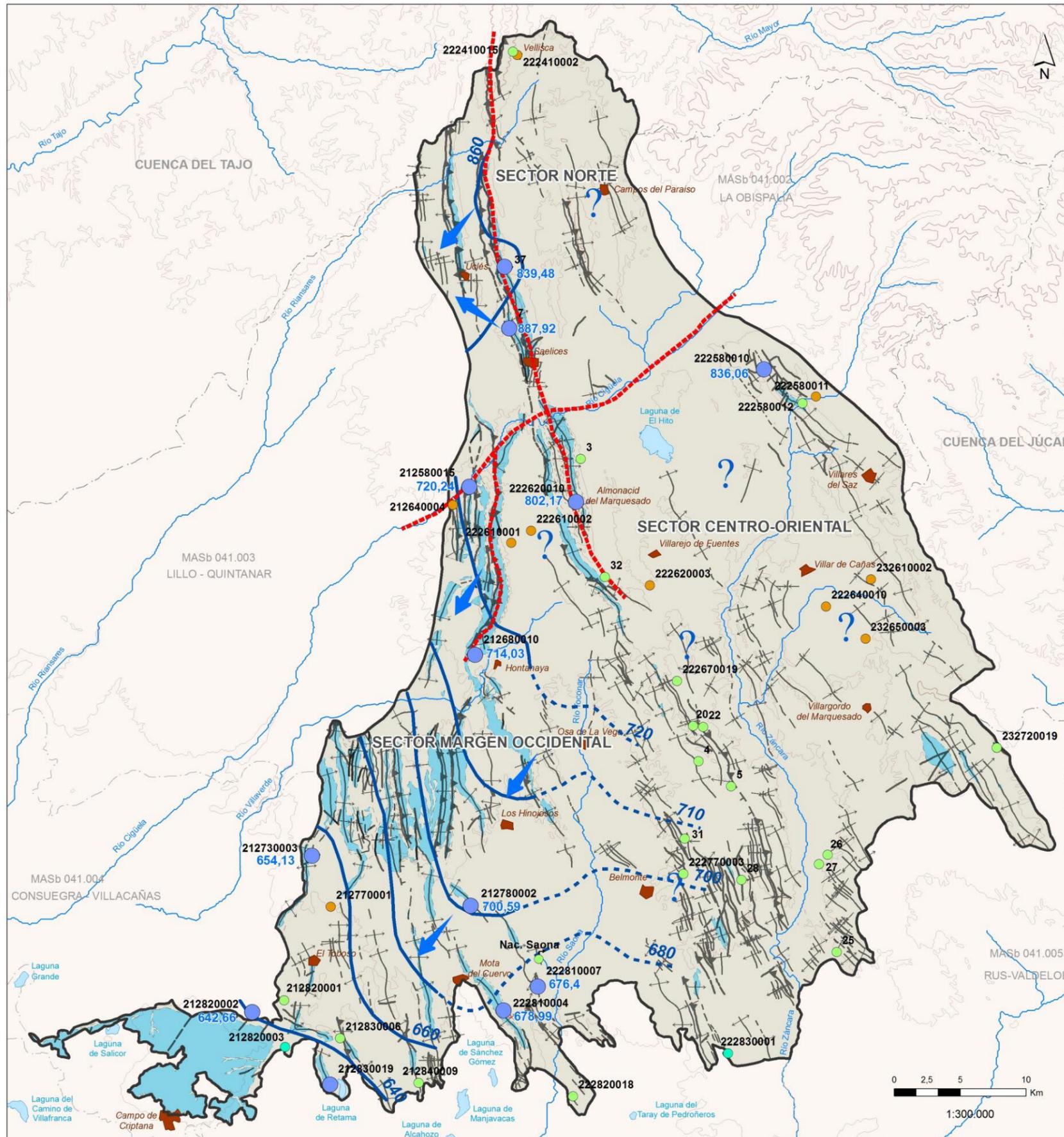
Con estas premisas, se establecería un amplio sector (centro oriental) comprendido aproximadamente entre las localidades de Almonacid del Marquesado y Zafra de Záncara, al norte y El Pedernoso y Castillo de Garcimuñoz, al sur, sin apenas datos, en el que la posible subdivisión en sectores acuíferos menores ha de fundamentarse en un estudio detallado de la estructura tectónica.

▪ Sector Margen Occidental:

Este sector queda comprendido entre las localidades de Los Almendros, al norte, Las Pedroñeras, al este, y Campo de Criptana, al oeste.

En el mismo las cotas piezométricas permiten trazar líneas isopiezas que marcan una dirección del flujo subterráneo hacia el suroeste, desde cotas cercanas a los 720 m s.n.m., en el extremo septentrional, a los 638,17 m s.n.m., medidos en el punto 212820002, situado en el Toboso.

En este amplio sector, en el que no se producen saltos piezométricos significativos, los materiales del Jurásico se encontrarían en conexión hidráulica.



LEYENDA

SIMBOLOGÍA

- 222410002 N° Punto de agua
- 671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.)
- Jurásico
- Cretácico+Jurásico
- Cretácico
- Terciario
- Sentido del flujo subterráneo
- Isopiezas (m s.n.m.)
- Isopiezas supuestas (m s.n.m.)
- Límite MASb
- Límite cuenca
- Ríos principales
- Posibles límites entre sectores acuíferos

TRAMOS ACUÍFEROS JURÁSICOS

CENOZOICO	CUATERNARIO		Formaciones superficiales
	HOLOCENO	PLEISTOCENO	
TERCIARIO	PALEÓGENO		Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.
	MAASTRICHIENSE	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	
MESOZOICO	SUPERIOR	CAMPAÑIENSE	Calizas y brechas dolomíticas
		SANTONIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel
		CONIACIENSE	Fm. Margas de Alarcón
	INFERIOR	TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada
		CENOMANIENSE	Fm. Margas de Casamedina Fm. Dolomías tableadas de Villa de Vés Fm. Dolomías de Alatoz Fm. Margas de Chera
		ALBIENSE	Fm. Arenas de Utrillas
JURÁSICO	DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas	
	LÍAS	Fm. Carbonatada de Chelva Fm. Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña	
TRIAS	SUPERIOR	Facies Keuper	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.



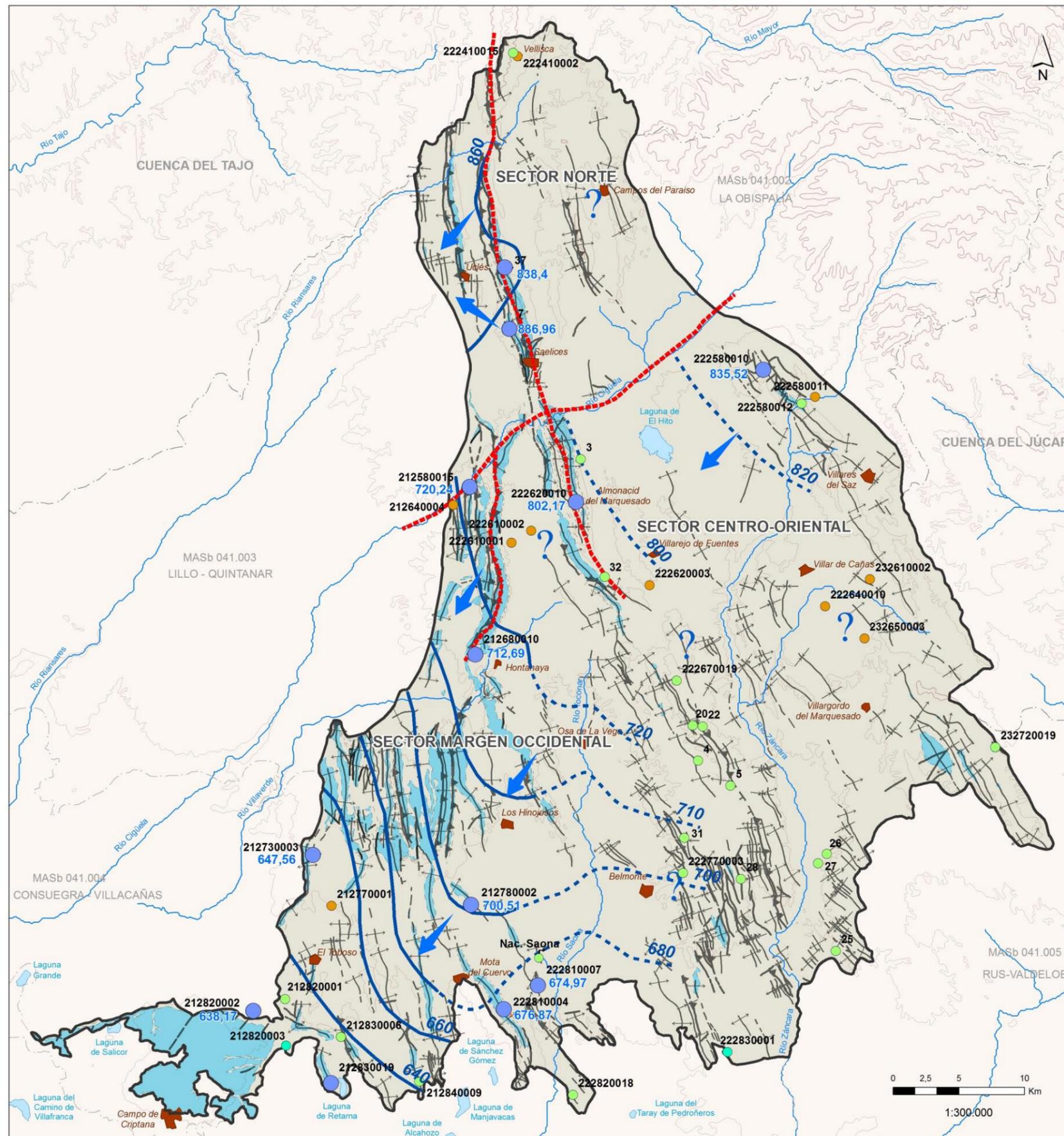

Fecha de plano:	Enero de 2016
Autores:	J.A. Domínguez L. Vega
Plano:	Figura 8

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos

Campaña de Marzo de 2015





LEYENDA

SIMBOLOGÍA

- 22241002 N° Punto de agua
- 671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.)
- Jurásico
- Cretácico+Jurásico
- Cretácico
- Terciario
- Sentido del flujo subterráneo
- Isopiezas (m s.n.m.)
- Isopiezas supuestas (m s.n.m.)
- Límite MASb
- Límite cuenca
- Ríos principales
- Posibles límites entre sectores acuíferos

TRAMOS ACUÍFEROS JURÁSICOS

CENOZOICO	CUATERNARIO		Formaciones superficiales Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.
	HOLOCENO	PLEISTOCENO	
TERCIARIO	PALEÓGENO		Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.
	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villaba de la Sierra (Facies Garumniense)		
MESOZOICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE	Calizas y brechas dolomíticas
		CAMPANIENSE	
		SANTONIENSE	
	INFERIOR	CONIACIENSE	Margas y niveles dolomíticos
		TURONIENSE	Calizas, dolomías y margas
		CENOMANIENSE	
		ALBIENSE	Arenas silíceas y arcillas versicolores
JURÁSICO	DOGGER	Calizas brechoideas, dolomías, arcillas y margas abigarradas	
	LIAS		
TRIÁS	SUPERIOR	Facies Keuper	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.

Instituto Geológico y Minero de España



Fecha de plano:

Enero de 2016

Autores:

J.A. Domínguez
L. Vega

Plano:

Figura 9

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Mapa piezométrico de los acuíferos jurásicos

Campaña de Octubre de 2015



6.3. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DEL ACUÍFERO JURÁSICO EN AGUAS ALTAS

Se analiza en este apartado la evolución del acuífero Jurásico con datos correspondientes a periodos considerados de aguas altas (meses húmedos), desde el inicio de la década de los ochenta del siglo pasado hasta la actualidad. En cuanto a la hidrodinámica se refiere, se establece la tendencia general y la más reciente.

Se considera que los primeros datos disponibles muestran la piezometría del acuífero en un régimen casi natural o mínimamente influenciado por las extracciones, mientras que actualmente se obtiene una visión clara de cómo y en qué orden de magnitud estas extracciones afectan al acuífero, si son sostenibles en el tiempo, fluctúan o siguen tendencias evolutivas muy marcadas.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN AGUAS ALTAS EN EL ACUÍFERO JURÁSICO													
Nº Registro IGME	Acuífero que captan	P.N.P. (m)						AGUAS ALTAS					
		mar-82	mar-11	mar-12	abr-13	feb-14	mar-15	1982-2015	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	
212580015	Jurásico	26,2	43,89	45,88	46,9	sin datos	52,76	-26,56	-1,99	-1,02			
212680010		100,97	sin datos	112,57	112,51	110,84	110,97	-10		0,06	1,67	-0,13	
212730003		sin datos	sin datos	sin datos	63,86	62,7	63,87				1,16	-1,17	
212780002		66,2	67,89	68,23	67,76	68,1	68,41	-2,21	-0,34	0,47	-0,34	-0,31	
212820002		20	33,67	34,44	35,16	34,39	35,34	-15	-0,77	-0,72	0,77	-0,95	
212830019		37,61	33,9	35,19	36,8	sin datos	sin datos		-1,29	-1,61			
222580010		sin datos	133,33	133,96	133,8	132,77	133,94		-0,63	0,16	1,03		
222620010		sin datos	108,04	112,44	104,4	105,12	108,83		-4,4	8,04	-0,72		
222810004		58,15	sin datos	sin datos	sin datos	60,48	61,01	-2,86				-0,53	
222810007		44	55,95	52,53	51,32	50,28	49,6	-5,6	3,42	1,21	1,04	0,68	
MEDIA								-10,43	-0,86	0,82	0,66	-0,40	

Tabla 7. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en el acuífero Jurásico medidos en época de aguas altas (febrero-abril)
(Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Hay que tener presente la notable escasez de puntos de observación mínimamente fiables, de los cuales, además, no se cuenta con datos en todas las campañas de medida realizadas. Este hecho condiciona sensiblemente los resultados, ya que puntos con valores más anómalos tienen una influencia clara en el resultado medio obtenido, creciendo esta cuanto menor es el número de puntos a evaluar.

Otro factor que debe considerarse es que es posible que los resultados de algunos registros no sean totalmente exactos. Es decir, cabe la posibilidad que la comparación entre las medidas antiguas y actuales de un mismo punto no sea del todo fiable. Pueden haber cambiado los puntos de referencia para la toma de las medidas (modificaciones físicas de las captaciones), que el instrumental sea distinto, o simplemente que en el momento de la medida se haya producido un error de lectura o transcripción o haya influenciado en la medida el funcionamiento de otras captaciones cercanas.

Comparando los datos de 1982 y los actuales se comprueba que se ha producido un marcado descenso de los niveles piezométricos. Ello podría ser consecuencia, en parte, de las circunstancias descritas en el párrafo anterior.

Los descensos en algunos puntos son sensiblemente importantes, como ocurre en el 212580015 (-26,56 m) o en el 212680010 (-10 m). Estas variaciones tienen un peso significativo dentro del valor medio final.

Analizando los cuatro últimos años se observa cómo la tendencia descendente general se rompe en el periodo 2012-2014, en donde se produce un aumento generalizado del nivel piezométrico en el acuífero. Así, mientras del año 2011 al 2012 el descenso medio es de 0,86 m, del año 2012 al 2013 se produce un ascenso de 0,82 m, del 2013 al 2014 de 0,66 m y vuelve a descender entre el 2014 y 2015 en 0,40 m. Esta evolución está en consonancia con el régimen de precipitaciones de los últimos años. Las abundantes lluvias acaecidas entre el año 2012 y junio de 2014 repercuten en un ascenso de los niveles, mientras que la escasez de precipitaciones desde mediados del año 2014 hasta la fecha de emisión de este informe ha invertido esa tendencia alcista.

6.4. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DEL ACUÍFERO JURÁSICO EN AGUAS BAJAS

Se comparan ahora los registros medidos en los periodos de aguas bajas (medidas de los meses de septiembre y/o octubre) en los que las precipitaciones son menores y se produce un aumento de las extracciones por bombeo.

No se cuenta con datos de los meses de aguas bajas del año 2011.

Se han de tener en cuenta, como en el apartado anterior, todas las consideraciones indicadas.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN AGUAS BAJAS EN EL ACUÍFERO JURÁSICO										
Nº Registro IGME	Acuífero que captan	P.N.P. (m)					AGUAS BAJAS			
		oct-82	oct-12	sep-13	oct-14	oct-15	1982-2015	2012-2013	2013-2014	2014-2015
212580015	Jurásico	26,75	47,83	sin datos	sin datos	sin datos				
212680010		101,59	112,83	110,49	111,85	112,31	-10,72	2,34	-1,36	-0,46
212730003		sin datos	sin datos	72,14	65,01	70,44			7,13	-5,43
212780002		67	68,24	68,72	68,38	68,49	-1,49	-0,48	0,34	-0,11
212820002		24	39,78	37,4	37,31	39,83	-15,83	2,38	0,09	-2,52
212830019		39,4	47,85	sin datos	sin datos	sin datos				
222580010		sin datos	135,5	133,15	134,87	134,48		2,35	-1,72	0,39
222620010		sin datos	115,29	105,2	107,45	111,8		10,09	-2,25	-4,35
222810004		sin datos	sin datos	61,84	62,31	63,13			-0,47	-0,82
222810007		44	53,07	51,1	50,7	51,03	-7,03	1,97	0,4	-0,33
MEDIA							-8,77	3,11	0,27	-1,70

Tabla 8. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en el acuífero Jurásico medidos en época de aguas bajas (septiembre-noviembre)
(Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Al igual que en la comparativa entre meses húmedos, se constata un claro descenso del nivel piezométrico entre las medidas de 1982 y las actuales, y también las oscilaciones en los últimos años.

En este caso, el descenso acumulado entre las medidas de 1982 y 2015 es de 8,77 m. Sin embargo, entre 2012 y 2013 se produce un claro ascenso de la piezometría media de 3,11 m, que continúa, aunque más atenuado, entre 2013 y 2014, con una subida de 0,27 m. Se rompe la tendencia entre el año 2014 y 2015, con un descenso medio de 1,70 m.

A tenor de los resultados en época de aguas altas y bajas, se puede indicar que el acuífero reacciona de forma ligeramente más acusada en los periodos secos (aguas bajas), en los que la explotación es intensa, que en los húmedos. Es decir, las precipitaciones (dependiendo de su magnitud) en épocas de sequía tienen una influencia más acusada en el nivel piezométrico que las precipitaciones que se producen durante el periodo húmedo (aguas altas).

En cualquier caso, frente a eventos extraordinarios o por encima de la media, la respuesta del acuífero, tanto en época seca como húmeda, es muy evidente, aunque suave, debido al carácter inercial de este acuífero.

7. HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO CRETÁCICO

7.1. DISCRETIZACIÓN PIEZOMÉTRICA DEL ACUÍFERO CRETÁCICO

Al igual que en el caso de los acuíferos jurásicos, si nos fijamos en la tabla 9 y en los gráficos 4, 5 y 6, se pueden, fácilmente, separar los puntos de observación en dos grupos.

Por un lado se sitúan las captaciones con niveles piezométricos entre 807 y 875 m s.n.m. (222410015; 222580012; 222670019; 222770003 y 232720019) y por otro, el grupo de sondeos con niveles piezométricos entre los 637 y 677 m s.n.m. (212820001; 212830006; 212840009 y 222820018).

EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LOS ACUÍFEROS CRETÁCICOS										
Nº registro	mar-12	oct-12	abr-13	jul-13	sep-13	feb-14	jun-14	oct-14	mar-15	oct-15
212820001			665,94	666,83	665,78	664,88	664,72	664,47	664,14	663,68
212830006	645,86	637,86	661,83	645,69	637,38	644,62	644,16	641,22	644,45	640,91
212840009	666,47	666,01	666,26	667,66	667,12	667,86	668,35	667,18	667,64	666,6
222410015	820,54		826	821,8	821,85	825,88	824,88	817,53	824,14	807,02
222580012				826,34	825,78	826,15	825,58	825,48	826,23	825,24
222670019	841,12	824,56	838,93		840,45	845,42	840,62	844,93	848,71	841,64
222770003	821,52		819,24	820,7	820,68	820,67	820,67	821,73	820,68	820,9
222820018	675,54	669,72	675,89	676,05	674,84	676,92		671,54	674,16	
232720019	830,4	824,55	875,94	864,2	853,04	853,18	842,18	833,28	836,67	830,22

Tabla 9. Cotas piezométricas (m s.n.m.) en los puntos de observación del acuífero Cretácico de la MASb Sierra de Altomira desde marzo de 2012
(Celdas azules: medidos IGME; celdas amarillas: medidos CHG)

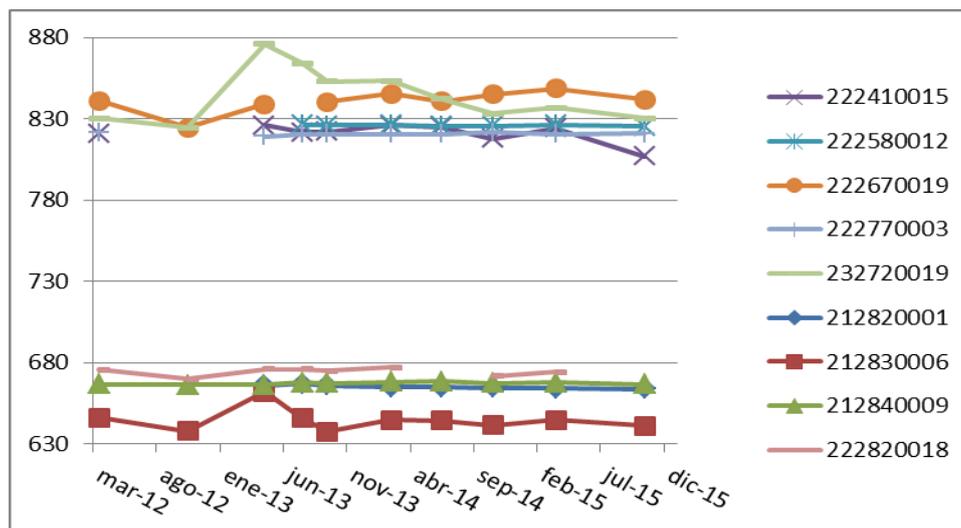


Gráfico 4. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Cretácico en la MASb Sierra de Altomira

Las cotas piezométricas más elevadas se sitúan en la parte central y septentrional de la MASb, mientras que las captaciones con niveles piezométricos más bajos se ubican en el extremo suroccidental y sur de la misma.

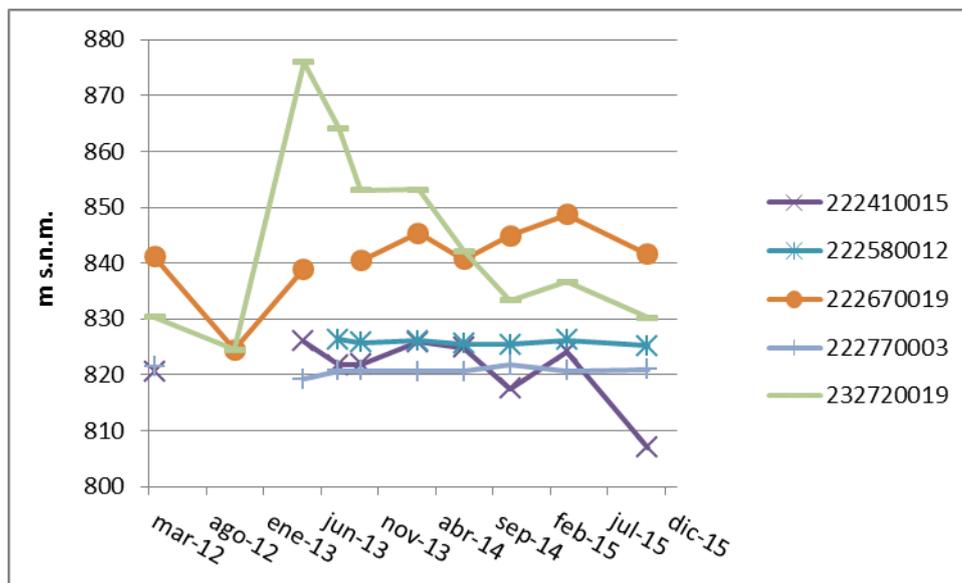


Gráfico 5. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Cretácico centro-orientales y septentrionales dentro de la MASb Sierra de Altomira

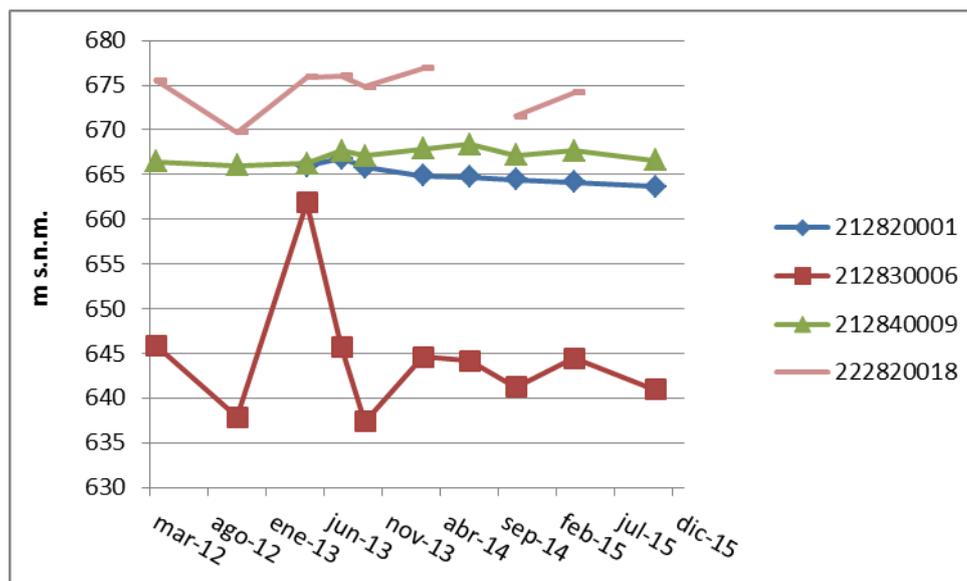


Gráfico 6. Evolución piezométrica de los puntos de observación del acuífero Cretácico situados al sur y suroeste de la MASb Sierra de Altomira

Lo más destacado de las líneas evolutivas expuestas es, en contraposición con las asociadas al acuífero Jurásico, las marcadas oscilaciones registradas en algunos puntos en función del periodo de medida y una evolución grupal menos simétrica, con ascensos de nivel en diversos puntos, coincidentes en el tiempo con descensos en otros.

Así, por ejemplo, el punto 232720019 pasa de una cota piezométrica de 824,55 m s.n.m. en octubre de 2012 (aguas bajas), a rozar los 876 m s.n.m en abril de 2013 (aguas altas), y el sondeo 212830006 sufre una variación en el mismo periodo de casi 24 m, pasando de 637,86 m s.n.m. en octubre de 2012 a 661,83 m s.n.m. en abril de 2013.

Otros puntos, por el contrario, muestran gran estabilidad a lo largo del tiempo. El sondeo 222770003 muestra una amplitud máxima de registro, entre abril de 2013 y octubre de 2014, de 2,49 m. El 22258012 de apenas 1,10 m, entre julio de 2013 y octubre de 2015, y el pozo 21284009 de tan solo 2,34 m, entre octubre de 2012 y junio de 2014.

7.2. PIEZOMETRÍA ACTUAL DEL ACUÍFERO CRETÁCICO

En el siguiente apartado se analiza la hidrodinámica de los acuíferos o sectores acuíferos cretácicos dentro de la MASb Sierra de Altomira a partir de los datos de las cuatro últimas campañas de medida (junio y octubre de 2014 y marzo y octubre de 2015) en las que se incluyen, respecto de las campañas anteriores (años 2012 y 2013), hasta 11 nuevos puntos de observación y donde, además, se han incorporado los datos actualizados de los puntos 222410015 y 222820018, medidos por la CHG.

También se tiene en cuenta la cota del manantial de Saona (714 m s.n.m.) que, según el informe realizado en mayo de 2015 titulado “Estudio sobre la calidad química de las aguas de la masa de agua subterránea Sierra de Altomira (041.001)”, se considera que drena niveles permeables del Cretácico.

RED PIEZOMÉTRICA DE OBSERVACIÓN DEL IGME DE LOS ACUÍFEROS CRETÁDICOS EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)											
Nº Registro IGME	Nº Registro CHG	COTA (aprox. m s.n.m.)	Prof. nivel (m)				Cota N.P. (m s.n.m.)				
			jun-14	oct-14	mar-15	oct-15	jun-14	oct-14	mar-15	oct-15	
212820001		680	15,28	15,53	15,86	16,32	664,72	664,47	664,14	663,68	
212830006	04.01.231	680	35,84	38,78	35,55	39,09	644,16	641,22	644,45	640,91	
212840009		682	13,65	14,82	14,36	15,4	668,35	667,18	667,64	666,6	
222410015	04.01.242	990	165,12	172,47	165,86	182,98	824,88	817,53	824,14	807,02	
222580012		832	6,42	6,52	5,77	6,76	825,58	825,48	826,23	825,24	
222670019	04.01.004	857	16,38	12,07	8,29	15,36	840,62	844,93	848,71	841,64	
222770003	04.01.237P	823	2,33	1,27	2,32	2,1	820,67	821,73	820,68	820,9	
222820018	04.04.286	684	sin dato	12,46	9,84	sin datos		671,54	674,16		
232720019	04.01.240	918	75,82	84,72	81,33	87,78	842,18	833,28	836,67	830,22	
3	NUEVOS PUNTOS	880	68,93	sin dato	70,51	sin datos	811,07		809,49		
4		867	17,21	17,79	17,23	17,68	849,79	849,21	849,77	849,32	
5		850	28,35	27,15	26,29	26,56	821,65	822,85	823,71	823,44	
20		875	33,58	33,75	33,77	34,5	841,42	841,25	841,23	840,5	
22		838	59,38	59,88	59,67	60,91	778,62	778,12	778,33	777,09	
25		805	sin dato	sin dato	sin dato	sin dato					
26		779	24,03	24,14	23,92	24,01	754,97	754,86	755,08	754,99	
27		774	21,54	21,48	21,36	22,79	752,46	752,52	752,64	751,21	
28		810	14,95	sin dato	sin dato	sin dato	795,05				
31		815	10,2	11,41	10,43	11,84	804,8	803,59	804,57	803,16	
32		885	58,65	63,22	58,6	58,72	826,35	821,78	826,4	826,28	
Nacimiento Saona			714					714	714	714	714

Tabla 10. Niveles piezométricos medidos desde junio de 2014 a octubre de 2015 en los puntos de observación de los acuíferos cretácicos de la MASb Sierra de Altomira.
(Celdas azules: medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

- **Campaña de junio de 2014**

Las líneas isopiezas, representadas en la figura 10, muestran, al menos, cuatro sectores principales que pueden, a su vez, estar subdivididos.

En el extremo norte, el punto de observación 222410015 presenta una cota piezométrica de 824,88 m s.n.m., muy similar a las cotas de los puntos 222580012 (825,58 m s.n.m.) y 3 (811,07 m s.n.m.) situados muchos kilómetros al sur, ya en el margen izquierdo del río Gigüela. Pese a la similitud de cotas piezométricas, la gran distancia y la presencia de estructuras tectónicas que pueden alterar o impedir el flujo subterráneo entre estos puntos, hacen pensar que no existe una conexión entre ellos, sino que marcan piezometrías de sectores acuíferos independientes. Quedaría así una zona al norte de dicho río que a priori no guardaría relación con los acuíferos más meridionales.

Al sur del río Gigüela, se pueden diferenciar distintas áreas alargadas en sentido norte-sur, que podrían constituir unidades acuíferas independientes. Así, en el margen oriental de la MASb, el punto 222580012, situado al norte del río Záncara, marca una cota piezométrica de 825,58 m s.n.m., mientras que en el extremo sur de este margen de la MASb, la captación 232720019 fija la cota piezométrica en 842,18 m s.n.m. La diferencia de cotas entre ambos puntos no es tan grande como para justificar la desconexión entre estas zonas y al mismo tiempo, la ausencia de más datos intermedios tampoco permite asegurar que estén hidráulicamente relacionados. Estos puntos se asientan en los extremos de un conjunto de estructuras cuya disposición podría permitir la conexión hidráulica en sentido norte-sur, por lo que en la figura 10 se ha trazado una línea isopieza discontinua que refleja esta circunstancia y las dudas que conlleva.

En el sector central de la MASb, en el que se cuenta con más puntos de observación, las cotas piezométricas permiten interpretar que esta zona se comporta de forma independiente respecto del sector oriental descrito

anteriormente, e igualmente, no guardaría relación con los puntos situados en el margen oeste de la MASb, que presentan piezometrías mucho más bajas. Podría existir conexión hidráulica entre el sector oriental y el central a través de los afloramientos cretácicos más meridionales de la MASb. La piezometría de 842,18 m s.n.m. del punto 232720019, ubicado en el extremo sur del sector oriental, podría estar relacionada con la de los puntos 26 y 27 del límite meridional del denominado sector central, en el que la piezometría se sitúa en torno a los 750 m s.n.m. El flujo subterráneo tendría así una dirección sur y sur-sureste (S; SSE) en el sector central y casi suroeste (SW) en el oriental. En ambos casos dirigida hacia el río Záncara, que actuaría como vía de drenaje de parte de los recursos hídricos subterráneos de esta zona.

Finalmente, en el extremo suroccidental de la MASb, se ha interpretado como posible la conexión hidráulica entre los tres puntos de observación existentes, que marcan piezometrías entre 640 y 670 m s.n.m. y la cota aproximada de drenaje del manantial de Saona (714 m s.n.m.). Este sector suroccidental podría estar en conexión y marcar un sentido del flujo subterráneo Sur, en el área del Saona, y más suroeste hacia Campo de Criptana. La conexión entre este sector y el central no está clara, pero cabe la posibilidad de que exista cierto flujo en todo el margen, entre Las Pedroñeras y Pedro Muñoz.

- **Campaña de octubre de 2014**

Esta campaña de medidas queda representada en la figura 11.

Los distintos niveles permeables del Cretácico, tal como ya se indica en la interpretación hidrodinámica de junio de 2014, se pueden agrupar en diversos sectores acuíferos independientes dentro de la MASb Sierra de Altomira.

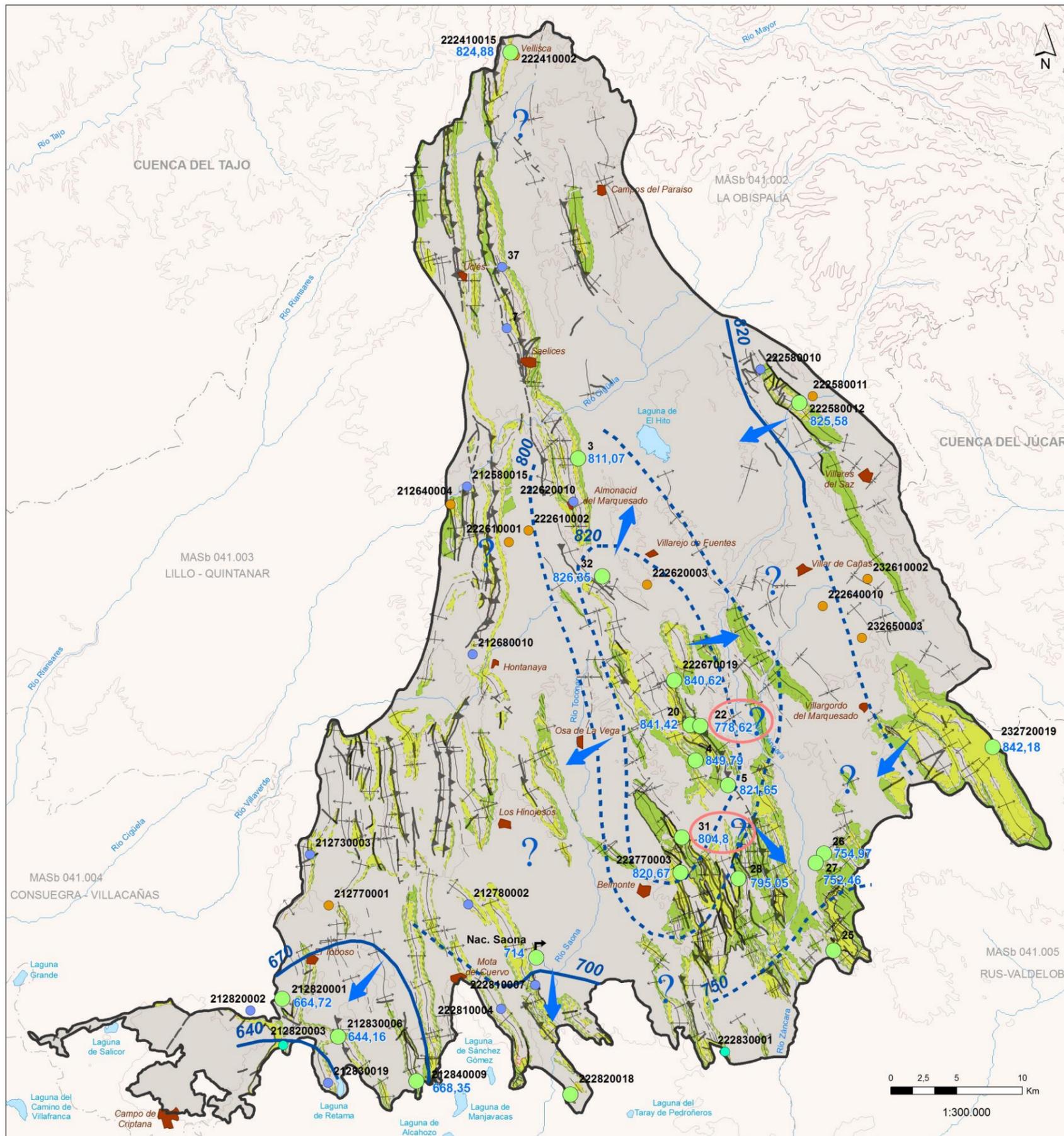
El único dato disponible en el extremo más septentrional de la MASb, punto 222410015 (N.P.= 817,53 m s.n.m.), hace pensar que esta zona se encuentra hidráulicamente desconectada del resto, básicamente por la dificultad para correlacionar esta cota piezométrica con las de los puntos situados al sur del río Gigüela. Así, se opta por no trazar ninguna línea isopieza ya que con un solo dato no se puede realizar una interpretación hidrodinámica mínimamente fiable.

Situación parecida se tiene en el margen oriental de la masa de agua subterránea, en donde solo se cuenta con 2 puntos de observación cuyas cotas piezométricas pueden tanto correlacionarse como considerar que no guardan relación hidrodinámica. Podría suceder que todo este margen estuviera conectado o que se subdividiera en diversos acuíferos independientes entre sí. De esta forma, podría considerarse un sector individualizado desde la sierra de Zafra de Zánacara y Villares del Saz, al norte, hasta las elevaciones cercanas a Villargordo del Marquesado y Castillo de Garcimuñoz, en el extremo sureste de la MASb y trazarse una piezometría en torno a los 820 m s.n.m. que estableciera una dirección del flujo subterráneo noreste-suroeste (NE-SW). Aunque también se podría dividir esta franja en varios sectores acuíferos más o menos conectados entre sí.

Se puede también hablar de un sector central, situado entre Almonacid del Marquesado, al norte y Belmonte, al sur, y prácticamente encajado entre los cursos fluviales de Zánacara, al este y Toconar-Saona, al oeste. En esta zona, las piezometrías permiten, a grosso modo, considerar la existencia de un acuífero independiente. Aun así, diversos puntos de observación en su interior (puntos 22 y 31) marcan piezometrías muy disonantes con el resto, lo que se interpreta por la presencia de pequeños bloques acuíferos totalmente aislados. Este sector central actúa como una divisoria entre los acuíferos orientales y los occidentales, de tal forma que drena sus recursos hacia el río Zánacara por el este y al Toconar-Saona por el oeste. Únicamente en su tercio meridional puede tener conexión hidráulica con los niveles permeables más

surorientales de la MASb, en la zona comprendida entre Alberca de Záncara y Pinarejo y quizás con los del extremo suroccidental. Así, el río Záncara actuaría como vía de drenaje o de recarga de los sectores oriental y central, y el río Toconar-Saona del central por su vertiente este, y del occidental, por su margen derecho.

Finalmente, en el extremo suroeste de la MASb, se sitúan tres puntos de observación cuyas piezometrías difieren en más de 130 m con las cotas que definen el sector central, si bien el manantial de Saona, con una cota de descarga en torno a los 714 m s.n.m. podría definir una zona con cierta conexión hidráulica entre estos sectores, situados en el margen meridional de la MASb, entre las localidades de Las Pedroñeras y Pedro Muñoz.



LEYENDA

SIMBOLOGÍA

- 222410002 N° Punto de agua Sentido del flujo subterráneo
- 671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.) Isopiezas (m s.n.m.)
- Jurásico
- Cretácico+Jurásico
- Cretácico
- Terciario
- Isopiezas supuestas (m s.n.m.)
- Límite MASb
- Límite cuenca
- Ríos principales

TRAMOS ACUÍFEROS CRETÁVICOS

CENOZOICO	CUATER.		HOLOCENO	Formaciones superficiales	Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.
	TERCIARIO		PLEISTOCENO		
MESOZOICO	CRETÁCIICO SUPERIOR		MAASTRICHTIENSE	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.
			CAMPANIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel	Calizas y brechas dolomíticas
			SANTONIENSE	Fm. Margas de Alarcón	Margas y niveles dolomíticos
			TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada Fm. Margas de Casamedina	Calizas, dolomías y margas
			CENOMANIENSE	Fm. Dolomías tabeadas de Villa de Ves Fm. Dolomías de Alatoz Fm. Margas de Chera	Arenas silíceas y arcillas versicolores
			ALBIENSE	Fm. Arenas de Utrillas	Calizas brechoides, dolomías, arcillas y margas abigarradas
			INFERIOR	Facies Weald	Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas
	JURÁSICO		DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas Fm. Carbonatada de Chelva Fm. Calizas y dolomías tabeadas de Cuevas Labradas	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.
			LÍAS	Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña	
	TRIÁS		SUPERIOR	Facies Keuper	

Instituto Geológico y Minero de España



Fecha de plano:
Enero de 2016

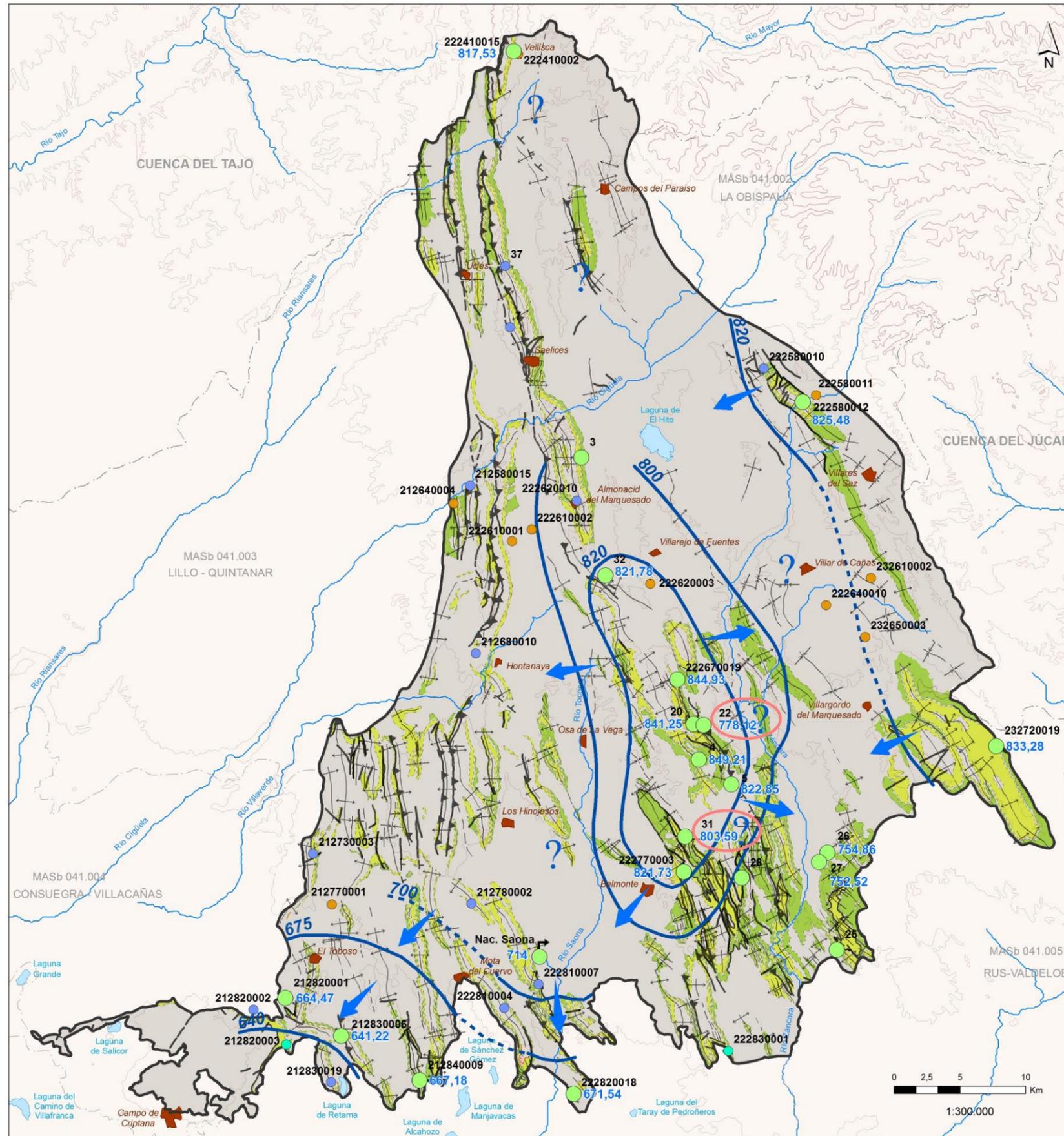
Autores:
**J.A. Domínguez
L. Vega**

Plano:
Figura 10

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos

Campaña de Junio de 2014



LEYENDA

SIMBOLOGÍA

- 222410002 N° Punto de agua Sentido del flujo subterráneo
- 671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.) Isopiezas (m s.n.m.)
- Jurásico
- Cretácico+Jurásico
- Cretácico
- Terciario
- Isopiezas supuestas (m s.n.m.)
- Límite MASb
- Límite cuenca
- Ríos principales

TRAMOS ACUÍFEROS CRETÁICOS

CENOZOICO	CUATER.		Formaciones superficiales	Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.	
	HOLOCENO	PLEISTOCENO			
MESOZOICO	TERCIARIO	PALEÓGENO		Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.	
		CRETÁICO SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	Calizas y brechas dolomíticas
	CAMPANIENSE		Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel		
	SANTONIENSE		Fm. Margas de Alarcón	Margas y niveles dolomíticos	
	CONIACIENSE		Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada	Calizas, dolomías y margas	
	TURONIENSE		Fm. Margas de Casamedina		
	CENOMANIENSE		Fm. Dolomías tableadas de Villa de Ves Fm. Dolomías de Alatoroz Fm. Margas de Chera		
	CRETÁICO INFERIOR	ALBIENSE	Fm. Arenas de Utrillas	Arenas silíceas y arcillas versicolores	
		Facies Weald		Calizas brechoideas, dolomías, arcillas y margas abigarradas	
	JURÁSICO	DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas Fm. Carbonatada de Chelva	Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas	
LIÁS		Fm. Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña			
TRIAS	SUPERIOR		Facies Keuper	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.	

Fecha de plano: Enero de 2016	Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"
Autores: J.A. Domínguez L. Vega	
Plano: Figura 11	Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos Campaña de Octubre de 2014

- **Campaña de marzo de 2015**

Los resultados de esta campaña se muestran en el mapa de piezometrías correspondiente a la figura 12.

Como en el caso del acuífero Jurásico, la descripción de los resultados de la campaña de piezometría del mes de marzo de 2015 de los niveles cretácicos se va a realizar individualizando sectores.

▪ **Sector Norte:**

Como en las anteriores campañas (junio y octubre de 2014), con un único dato en este sector es imposible realizar una interpretación hidrodinámica fiable. La cota piezométrica en marzo de 2015 del punto 222410015 (N.P.= 824,14 m s.n.m.) es similar a la de los primeros puntos situados al sur del río Gigüela, pero la notable distancia y la configuración tectónica, con fallas cabalgamientos y pliegues que muy probablemente actúan como divisorias, totales o parciales, del flujo subterráneo, hacen pensar que este sector norte de la MASb no solo está hidráulicamente desconectado del resto, sino que probablemente puede, a su vez, subdividirse en varios sectores internos de hidrodinámica dispar.

Debido a las posibles interpretaciones, en la figura 12 únicamente se ha indicado la cota piezométrica del mencionado punto, sin trazar ninguna línea isopieza ni marcar ninguna flecha indicativa del sentido del flujo subterráneo.

▪ **Sector Margen Oriental:**

La ausencia de puntos de observación en esta zona es el principal inconveniente para definir la hidrodinámica de la misma. Los dos puntos de observación 222580012 (N.P.= 826,23) y 232720019 (N.P.=836,67) se sitúan respectivamente en Zafra de Záncara y Castillo de Garcimuñoz, es decir, uno al norte y otro en el extremo sur, muy separados entre sí y podrían

tener conexión hidráulica o que la presencia de alguna estructura actuara como barrera hidráulica impidiendo dicha conexión.

▪ Sector Central:

Se encuadraría, tal como ya se ha indicado anteriormente, entre los ríos Záncara, al este, y Toconar-Saona, al oeste, con la localidad de Almonacid del Marquesado, como límite norte y Belmonte, como límite en el margen sur.

Con los datos de la campaña de marzo de 2015 se confirma que esta zona constituye una elevación piezométrica independiente del resto de la MASb, al menos en sus dos tercios septentrionales. Se han podido trazar dos líneas isopiezas cerradas que configuran un domo con cotas piezométricas cercanas a los 850 m s.n.m., pero que aun así, encierran algunos puntos, como el 31 (N.P.= 804,57) y sobre todo el 22 (N.P.= 778,33), cuyas cotas piezométricas solo son justificables si corresponden a sectores acuíferos aislados.

En su margen sur las piezometrías, en torno a los 800 m s.n.m., podrían relacionarse con las correspondientes a los puntos del entorno de Carrascosa de Haro, 26 (N.P.=755,08 m s.n.m.) y 27 (N.P.=752,64 m s.n.m.), lo que daría pie a pensar en una posible zona de conexión entre este sector central y el extremo más meridional del sector oriental.

La posibilidad de conexión hidráulica entre el sector central y los afloramientos cretácicos que dan origen al manantial de Saona es también probable, pero con notables dudas.

▪ Sector Margen Occidental:

Tal como se puede observar en la figura 12, no se cuenta con ningún punto de observación en todo el margen oeste de la MASb Sierra de Altomira. Concretamente entre las localidades de Los Almendros, al norte, y Los Hinojosos y Quintanar de la Orden, al sur, es imposible realizar una

interpretación hidrodinámica por ausencia de datos, así como conjeturar el grado de conexión hidráulica entre esta zona y el resto de la MASb, en concreto con el sector central y con el denominado sector suroccidental.

▪ Sector Suroccidental:

Se circunscribe al extremo suroeste de la MASb Sierra de Altomira, en la zona de contacto con la MASb Consuegra-Villacañas (041.004) y la MASb Mancha Occidental II (041.006).

Cuatro puntos de observación, con cotas piezométricas entre los 644,45 m s.n.m. (212830006) y los 674,16 m s.n.m. (212840009), junto con la cota de surgencia del manantial de Saona (714 m s.n.m.), permiten trazar una serie de líneas isopiezas que definen un flujo subterráneo con un claro sentido sur y suroeste. La conexión de este sector con los niveles permeables situados más al norte (sector margen occidental) es probable, aunque se desconoce con certeza por la ausencia de datos.

Igualmente, la posibilidad de que se produzca una transferencia de recursos hídricos subterráneos desde el sector central hacia esta zona es factible, aunque presenta notables incertidumbres.

- **Campana de octubre de 2015**

Los resultados de esta campaña se muestran en el mapa de piezometrías correspondiente a la figura 13.

La descripción de los resultados de esta campaña de piezometría se sigue realizando por sectores.

▪ Sector Norte:

En este sector se cuenta con un único dato piezométrico, por lo que es imposible realizar una interpretación hidrodinámica fiable. La cota piezométrica en marzo de 2015 del mismo era de 824,14 m s.n.m., mientras

que en octubre el nivel se situó en 807,02 m s.n.m., lo que refleja un claro descenso de la piezometría en esta zona.

Si en marzo las medidas a uno y otro lado del río Gigüela eran similares, en octubre no lo son tanto, hecho que apoya la idea de que entre este sector “Norte” y los sectores “Central” y “Margen Oriental” existe una o varias barreras, con orientación este-oeste, que individualizan bloques acuíferos independientes. Otras posibles estructuras tectónicas perpendiculares a las anteriores, como pliegues y cabalgamientos, pueden jugar también un papel importante y subdividir en sectores acuíferos menores, este tercio septentrional de la MASb. Algunos de estos posibles límites se han representado en las figuras 12 y 13.

▪ Sector Margen Oriental:

Tampoco son abundantes los puntos de observación en el margen oriental de la MASb Sierra de Altomira.

Los descensos piezométricos respecto del mes de marzo también son generalizados aunque menos acusados que en el área norte. El punto de observación 222580012 pasa de una cota piezométrica en marzo de 2015 de 826,23 m s.n.m. a 825,24 m s.n.m. en octubre; la piezometría en el punto 232720019, situado en el extremo sur, desciende algo más, de los 836,67 m s.n.m. en marzo a los 830,22 de octubre.

La disposición estructural en la zona, constituida por fracturas y pliegues con orientación norte-sur, puede permitir que ambos puntos se encuentren conectados hidráulicamente, tal como se interpreta en la figura 13. Sin embargo, esta suposición, choca con el papel que algunas estructuras transversales a las anteriores, como los anticlinales al norte de Villares de Saz, pueden realizar y que podrían impedir la circulación subterránea hacia el sur. Por todo ello, es muy probable que todo este margen se encuentre

subdividido en diversos sectores acuíferos con diferentes grados de conexión hidráulica entre ellos.

▪ Sector Central:

Con los datos de las campañas de marzo y octubre de 2015 se confirma que esta zona constituye una elevación piezométrica prácticamente independiente del resto de la MASb. Los descensos piezométricos entre marzo y octubre de 2015 son pequeños, incluso en el punto de observación 222770003 se produce un ligero ascenso desde los 820,68 m s.n.m. a los 820,9 m s.n.m.

Las líneas isopiezas trazadas en las figuras 12 y 13 son, por tanto, prácticamente coincidentes. Únicamente en el extremo norte de este sector, la ausencia de dato en el punto nº 3, impide que el trazado de dichas isopiezas sea continuo, reflejando con ello la incertidumbre existente.

En cualquier caso, se han trazado para el mes de octubre de 2015 dos líneas isopiezas cerradas con cotas piezométricas en su área central próximas a los 850 m s.n.m. Aparecen, como en las campañas anteriores, dos puntos con registros anómalos, fruto probablemente de su ubicación en pequeños bloques acuíferos desconectados hidráulicamente del resto. El punto de observación 31 marca una cota del nivel del agua en 803,17 m s.n.m. y el 22 en 777,09 m s.n.m.

Este sector central, actuaría como una barrera hidráulica que dividiría la MASb Sierra de Altomira prácticamente por la mitad, hecho que se apoya además en las estructuras que con orientación preferente norte-sur ejercerían una notable influencia en la hidrodinámica.

Así, desde este domo piezométrico central el flujo subterráneo circularía de forma excéntrica, con líneas isopiezas elípticas. Al noreste lo haría hacia la laguna de El Hito, al este y sureste hacia el río Záncara, al oeste y suroeste

hacia el Saona y al noroeste el flujo subterráneo se dirigiría hacia el arroyo de Villaverde.

En el extremo sur de este sector se sitúan los puntos de observación 26 y 27, con cotas piezométricas entre 750 y 755 m s.n.m. Su relación con las cotas que fija el domo piezométrico anterior es factible, aunque con ciertas dudas. Quizá entre los afloramientos cretácicos del entorno de Carrascosa de Haro y los situados al oeste del río Záncara exista una barrera hidráulica que dificulte, en mayor o menor medida, el flujo subterráneo.

Podría existir también cierta conexión hidráulica entre el sector central y los afloramientos cretácicos que dan origen al manantial de Saona, pero se tendrían, en este caso, similares dudas. Las cotas piezométricas en el extremo suroccidental del sector central, situadas en torno a los 800 m s.n.m., podrían relacionarse, pese al significativo salto piezométrico, con dicho manantial, aunque tal conexión puede que sea puntual, ocasional o nula.

El carácter permanente de dicha surgencia y su moderado caudal, medido en marzo y octubre de 2014 con 32 l/s y 12 l/s (IGME, 2014) y febrero y octubre de 2015 con 20 l/s y 3 l/s (IGME, 2015), respectivamente, inducen a pensar en la necesidad de que drene un sector acuífero de cierta extensión. Por la orientación de las estructuras tectónicas, parece más factible que sus recursos procedan de los afloramientos situados más al norte, desde el denominado sector “Margen Occidental”.

- Sector Margen Occidental:

Tal como se puede observar en las figuras 12 y 13, no se cuenta con ningún punto de observación en todo el margen oeste de la MASb Sierra de Altomira. Concretamente entre las localidades de Los Almendros, al norte, y Los Hinojosos y Quintanar de la Orden, al sur, no se ha realizado ninguna interpretación de la hidrodinámica por lo que, aunque se puede presuponer

que el flujo subterráneo se dirige hacia el sur y suroeste, el grado de conexión hidráulica entre esta zona y el resto de la MASb es desconocido.

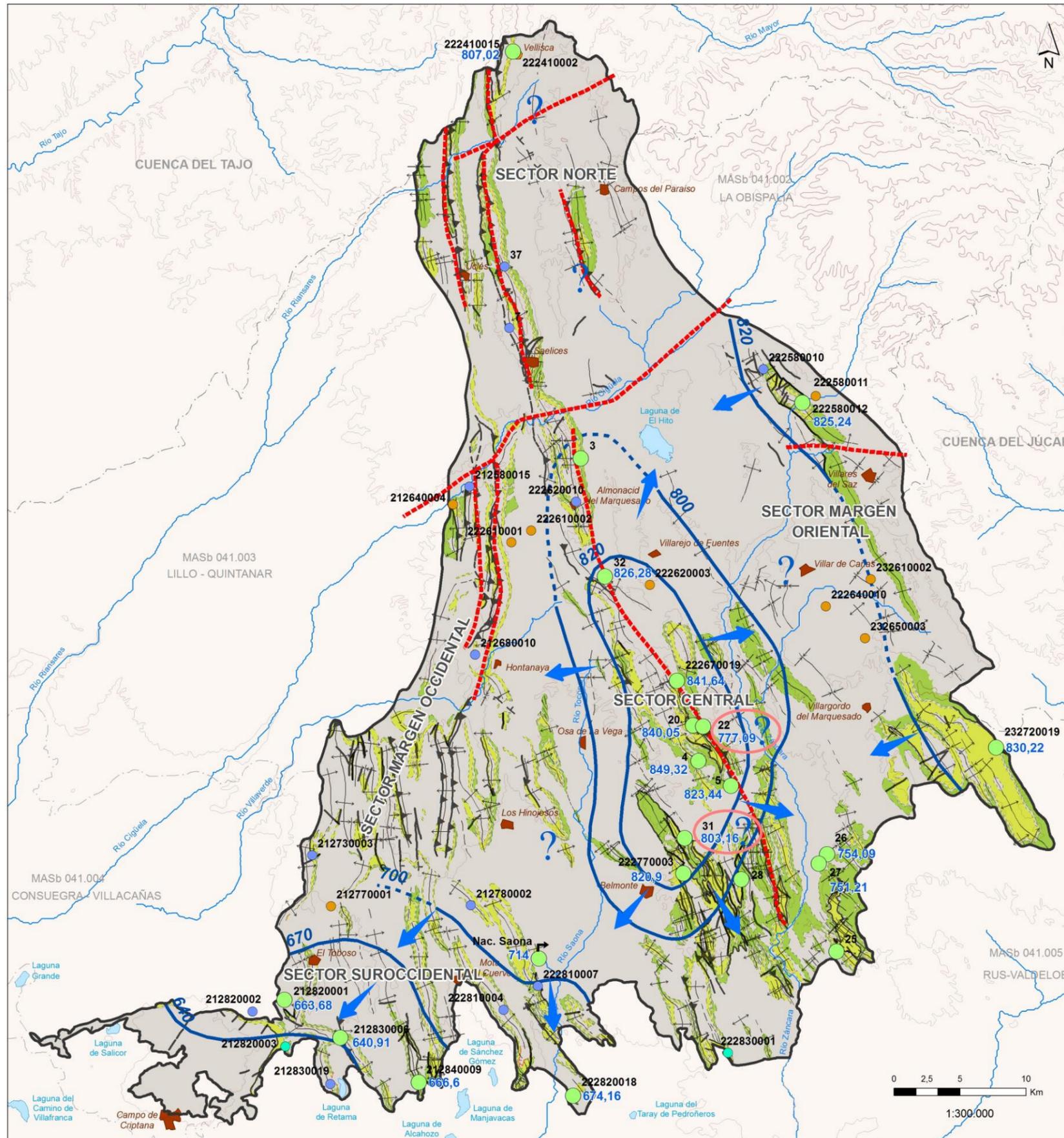
▪ Sector Suroccidental:

En este sector han descendido las piezometrías entre marzo y octubre de 2015 en todos los puntos de observación. La bajada más significativa se ha registrado en el punto 212830006, que ha pasado de 644,45 m s.n.m. en marzo a los 640,91 m s.n.m. en octubre. En el resto de puntos los descensos han rondado el metro.

La cota piezométrica en la zona oscila, en esta campaña, entre esos 640,91 m s.n.m. (212830006) y los 714 m s.n.m. de surgencia del manantial de Saona, que, no obstante, registra entre las medidas de caudal de marzo (20 l/s) y octubre (3 l/s) una merma muy significativa.

La conexión con el denominado sector “Margen Occidental” es desconocida, pero es probable que gran parte de los recursos del manantial de Saona procedan del mismo.

El flujo subterráneo en este sector se dirige hacia el sur y suroeste.



LEYENDA

- SIMBOLOGÍA**
- 222410002 N° Punto de agua
 - 671,77 Medida del nivel piezométrico (m s.n.m.)
 - Jurásico
 - Cretácico+Jurásico
 - Cretácico
 - Terciario
 - Sentido del flujo subterráneo
 - Isopiezas (m s.n.m.)
 - Isopiezas supuestas (m s.n.m.)
 - Límite MASb
 - Límite cuenca
 - Ríos principales
 - Posibles límites entre sectores acuíferos

TRAMOS ACUÍFEROS CRETÁVICOS

CENOZOICO	CUATERNARIO		DESCRIPCIÓN	
	HOLOCENO	PLEISTOCENO		
MESOZOICO	TERCIARIO	PALEÓGENO	Formaciones superficiales Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.	
		SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Darumiense)
			CAMPANIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel
			SANTONIENSE	Calizas y brechas dolomíticas
			CONIACIENSE	Fm. Margas de Alarcón
	CRETÁCIICO	TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada	
		CENOMANIENSE	Fm. Dolomías tabeadas de Vila de Ves Fm. Dolomías de Alatoz Fm. Margas de Chero	
		ALBIENSE	Fm. Arenas de Utrillas	
		INFERIOR		Arenas silíceas y arcillas versicolores
				Facies Weald
JURÁSICO	DOGGER	Calizas y dolomías microcristalinas		
	LÍAS	Fm. Carbonatada de Chelva Fm. Calizas y dolomías tabeadas de Cuevas Labradas Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña		
TRIÁS	SUPERIOR	Facies Keuper		
		Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.		

Instituto Geológico y Minero de España



Fecha de plano: Enero de 2016	Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"
Autores: J.A. Domínguez L. Vega	
Plano: Figura 13	Mapa piezométrico de los acuíferos cretácicos Campaña de Octubre de 2015

7.3. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE LOS ACUÍFEROS CRETÁDICOS EN AGUAS ALTAS

Se realiza a continuación el mismo análisis que en el apartado 6.3, pero centrado en la evolución piezométrica de los acuíferos cretácicos de la MASb Sierra de Altomira.

Los datos son los registrados en época de aguas altas. El objetivo es conocer primero la tendencia evolutiva desde los años ochenta del siglo pasado, con el acuífero en un régimen casi natural, hasta la actualidad, si esta tendencia es continua, sufre fluctuaciones o cambios significativos y segundo, ver qué tendencia sigue el acuífero en los últimos años, en los que se cuenta con una red de observación más extensa y datos más fiables.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN AGUAS ALTAS EN LOS ACUÍFEROS CRETÁDICOS												
Nº Registro IGME	Acuífero que captan	P.N.P. (m)						AGUAS ALTAS				
		mar-82	mar-11	mar-12	abr-13	feb-14	mar-15	1982-2015	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
212820001	Cretacico	sin datos	sin datos	sin datos	14,06	15,12	15,86				-1,06	-0,74
212830006		15	35,9	34,14	18,17	35,38	35,55	-20,55	1,76	15,97	-17,21	-0,17
212840009		sin datos	18,82	15,53	15,74	14,14	14,36		3,29	-0,21	1,6	-0,22
222410015		sin datos	sin datos	169,46	164	164,12	165,86			5,46	-0,12	-1,74
222580012		sin datos	sin datos	sin datos	sin datos	5,85	5,77					0,08
222670019		sin datos	sin datos	15,88	18,07	11,58	8,29			-2,19	6,49	3,29
222770003		sin datos	sin datos	1,48	3,76	2,33	2,32			-2,28	1,43	0,01
222820018		sin datos	9,95	8,46	8,11	7,08	9,84		1,49	0,35	1,03	-2,76
232720019		sin datos	sin datos	87,6	42,06	64,82	81,33			45,54	-22,76	-16,51
MEDIA							-20,55	2,18	8,95	-3,83	-2,08	
MEDIA (sin los datos de las captaciones 212830006 y 232720019)								2,39	0,23	1,56	-0,30	

Tabla 11. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en los acuíferos cretácicos medidos en época de aguas altas (febrero-abril)
(Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

Si en el caso de los datos correspondientes al acuífero Jurásico había que hacer algunas consideraciones, estas mismas son mucho más importantes para los registros de los niveles permeables cretácicos. En este caso, la escasez de datos comparables es muy importante hasta el año 2012, por lo que los resultados medios obtenidos están muy condicionados por algunos de los registros.

Igualmente hay que tener en consideración el resto de incertidumbres indicadas.

Un ejemplo claro de lo anterior es la comparación entre las medidas de piezometría de 1982 y las actuales, ya que solo se cuenta con un punto de observación con registros en ambas fechas, debiendo asignar al conjunto del acuífero este resultado puntual. Solo se puede decir que ese registro evidencia un descenso significativo del nivel, de más de 20 m. No obstante, las oscilaciones que se producen en esta captación hacen pensar en que la misma explota un reducido sector acuífero, muy condicionado por las precipitaciones o los bombeos.

En las valoraciones realizadas entre los años 2011 y 2015 tanto este punto (212830006) como el 232720019 se eliminan de los cálculos por considerar que su evolución solo es representativa de áreas muy concretas de la MASb, en las que esta se encuentra dividida, es decir, áreas o sectores reducidos sin conexión hidráulica con el resto de la MASb.

Una vez desestimados estos puntos, se constata que se ha producido un ascenso paulatino de la piezometría entre el año 2011 y el año 2014. Así, a partir de 2011 se contabilizan los siguientes ascensos medios de nivel, 2,39 m del 2011 al 2012, 0,23 m del 2012 al 2013 y 1,56 m del 2013 al 2014. Esta tendencia ascendente se invierte el último año en el que se produce un descenso medio de -0,30 m.

A partir del año 2012 se cuenta con un mayor y más fiable número de puntos de observación. Se producen registros variables a lo largo del tiempo, con ascensos y descensos en las captaciones que, en varios casos, no pueden asociarse a periodos de mayor o menor precipitación. Estas fluctuaciones son más significativas que las

registradas en los puntos de observación del acuífero Jurásico y dan una idea del carácter menos inercial de los acuíferos cretácicos. Estos sectores o bloques acuíferos son de menor extensión y contienen un volumen más pequeño de reservas. Consecuentemente, responden de forma más acusada a las extracciones, a los periodos secos o a las precipitaciones abundantes.

7.4. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE LOS ACUÍFEROS CRETÁDICOS EN AGUAS BAJAS

En este apartado se comparan los registros medidos en los periodos de aguas bajas (medidas de los meses de septiembre y/o octubre) en los que las precipitaciones son menores y se produce un aumento de las extracciones por bombeo.

No se cuenta con datos de los meses de aguas bajas del año 2011.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS EN AGUAS BAJAS EN LOS ACUÍFEROS CRETÁDICOS										
Nº Registro IGME	Acuífero que captan	P.N.P. (m)					AGUAS BAJAS			
		oct-82	oct-12	sep-13	oct-14	oct-15	1982-2015	2012-2013	2013-2014	2014-2015
212820001	Cretacico	sin datos	sin datos	14,22	15,53	16,32			-1,31	-0,79
212830006		17	42,14	42,62	38,78	39,09	-22,09	-0,48	3,84	-0,31
212840009		sin datos	15,99	14,88	14,82	15,4		1,11	0,06	-0,58
222410015		sin datos	sin datos	168,15	sin datos	182,98				
222580012		sin datos	sin datos	6,22	6,52	6,76			-0,3	-0,24
222670019		sin datos	32,44	16,55	12,07	15,36		15,89	4,48	-3,29
222770003		sin datos	sin datos	2,32	1,27	2,1			1,05	-0,83
222820018		sin datos	14,28	9,16	sin datos	sin datos		5,12		
232720019		sin datos	93,45	64,96	84,72	87,78		28,49	-19,76	-3,06
MEDIA							-22,09	10,03	-1,71	-1,30
MEDIA (sin los datos de las captaciones 212830006 y 232720019)								7,37	0,80	-1,15

Tabla 12. Comparativa histórica de los niveles piezométricos en los acuíferos cretácicos medidos en época de aguas bajas (septiembre-noviembre)
(Celdas azules: puntos medidos por el IGME; celdas amarillas: puntos medidos por la CHG)

La ausencia de datos sigue siendo un problema importante, con el agravante de que en aguas bajas son más significativas las variaciones piezométricas registradas.

En aguas altas se han desestimado los registros de los puntos de observación 212830006 y 232720019, por sus notables variaciones de nivel, en el presente registro destaca también el punto 222670019, que sufre un notable ascenso entre las medidas de 2012 y 2013 (15,89 m), no obstante, se ha mantenido a la hora de realizar los cálculos medios.

Estas sensibles variaciones en la piezometría de algunos puntos de observación confirman la diversidad de niveles acuíferos individualizados dentro de los materiales cretácicos de la MASb Sierra de Altomira y las posibilidades reales de que esta MASb pueda ser subdividida en varios sectores acuíferos independientes.

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente informe constituye el estudio recopilatorio final de las labores realizadas y resultados obtenidos a lo largo de los tres años de vigencia del Convenio Específico de Colaboración, suscrito en julio de 2012, entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Comunidad de Usuarios de Aguas Subterráneas de la Sierra de Altomira, con el fin de que este Organismo aportara apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica y aguas subterráneas a dicha Comunidad de Usuarios, estableciendo un intercambio de información entre ambas entidades.

A lo largo de este periodo se han realizado, entre otros estudios, un total de seis informes periódicos de seguimiento de la piezometría, a los que hay que añadir el presente informe final.

Los trabajos han incluido la recopilación y análisis de la información piezométrica histórica existente de la Masa de Agua Subterránea (MASb) Sierra de Altomira (041.001) desde 1982 hasta la actualidad. Además, se han tomado nuevos datos en varias redes de observación (piezométrica, foronómica y de calidad de las aguas subterráneas) con el objetivo de establecer la evolución piezométrica de la MASb y definir su hidrodinámica.

La zona de estudio pertenece a la cuenca alta del río Guadiana, tiene una superficie total de 2.575 km² y se extiende por las provincias de Cuenca, de forma casi exclusiva y, en mucha menor medida, por las de Toledo y Ciudad Real.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo-continental, con una estación seca bien definida y marcadas oscilaciones térmicas. La precipitación media anual según los datos del periodo 1960-2014, era de 480,53 mm/año, si bien un nuevo cálculo para el periodo (octubre de 1985 a septiembre de 2015), fija la tasa de precipitación en 455,72 mm/año. Este dato evidencia un descenso en los últimos años de casi 25 mm en los registros de lluvia.

La hidrodinámica de la MASb es compleja, debido a la presencia de diversos niveles permeables con características y comportamientos diferentes y a una disposición estructural muy condicionada por la presencia de cabalgamientos, fallas y pliegues. Ello ha motivado la definición, por parte de distintos autores, de diversas subunidades acuíferas, más o menos desconectadas, dentro de la MASb, que faciliten su estudio y gestión.

El acuífero principal en el área de estudio es el constituido por los materiales jurásicos, formados por dolomías y calizas.

Sobre estos materiales se asientan los depósitos del Cretácico, con una alternancia litológica mayor que intercala tramos permeables e impermeables (calizas, margas, arenas, dolomías...).

Suprayacentes a estos, encontramos los depósitos calco-yesíferos del tránsito Cretácico-Terciario y los niveles permeables o semipermeables terciarios, compuestos por arcillas, limos y arenas y calizas tableadas a techo.

La tectónica juega un papel fundamental en la hidrodinámica de la MASb. Las estructuras cabalgantes, las fallas de gran salto y numerosos pliegues, en algunos casos muy apretados, ocasionan múltiples desconexiones hidráulicas (en la vertical y en la horizontal) y la más que previsible presencia de bloques o subunidades acuíferas independientes. Este hecho se refleja en los últimos informes de seguimiento, realizados en el año 2015, en los que se indica la posibilidad de que existan diversas barreras hidráulicas internas en la MASb, que dificulten o impidan la circulación del flujo subterráneo. En las figuras 8, 9, 12 y 13 se han diferenciado, “grosso modo”, una serie de sectores acuíferos individualizados.

La red básica de observación establecida y medida por el IGME consta de un total de 37 puntos (tablas 3 y 4), de los cuales 13 son puntos que se empezaron a medir en 2014. La red se completa con registros de 7 piezómetros medidos por la CHG.

De los 44 puntos piezométricos de la red de observación, 12 captan agua del acuífero Jurásico, 20 del Cretácico, y el resto explotan niveles terciarios de interés local, por su pequeña extensión y reducidos recursos, o captan varios acuíferos a la vez. Estos últimos puntos, que no pueden asignarse a uno de los dos niveles acuíferos analizados (Jurásico y Cretácico) han sido desestimados, por tanto, para los cálculos e interpretaciones.

Los datos de piezometría de las distintas campañas de medida se plasman en varios planos piezométricos. Se han analizado por separado los niveles permeables jurásicos y cretácicos y a partir de los mismos se han diferenciado los siguientes sectores acuíferos dentro de la MASb Sierra de Altomira.

En el acuífero Jurásico a partir de la campaña de junio de 2014, con la inclusión del punto de observación nº 7, situado en el extremo norte de la MASb, se interpreta que el tercio septentrional de la misma, al norte del río Gigüela, se encuentra desconectado hidráulicamente del resto. Esta zona se ha denominado *Sector Norte* y se define a partir del significativo salto piezométrico entre los datos del punto nº 7 y los situados al sur del río Gigüela. Las campañas posteriores (octubre de 2014 y marzo y octubre de 2015) apoyan esta idea. El flujo subterráneo en este sector se dirige básicamente hacia el este, hacia la MASb Lillo-Quintanar, si bien, cabe la posibilidad de que se produzcan transferencias subterráneas hacia la cuenca del Tajo. Las estructuras tectónicas pueden además dividir el sector en varios subsectores más o menos independientes.

Al sur del río Gigüela se ha diferenciado un *Sector Centro Oriental*, comprendido entre las localidades de Almonacid del Marquesado y Zafra de Záncara, al norte y El Pedernoso y Castillo de Garcimuñoz, al sur y un *Sector Margen Occidental*, ubicado en la zona definida por un triángulo con vértices en los municipios de Los Almendros, al norte, Las Pedroñeras, al sureste y Campo de Criptana, al suroeste. Mientras que en el primero de ellos la escasez de datos apenas permite una interpretación de la hidrodinámica, en el *Sector Margen Occidental* las líneas isopiezas marcan una dirección del flujo subterráneo clara hacia el oeste y suroeste. Como en el caso del *Sector Norte*, cabe la posibilidad de que existan diversas barreras o semibarreras que

subdividan estos sectores acuíferos en otros menores cuya hidrodinámica puede ser totalmente independiente.

En el acuífero Cretácico también se han diferenciado una serie de sectores presumiblemente independientes. A su vez, tanto por el contexto tectónico, definido por estructuras con orientación norte-sur, como por la estratigrafía de este conjunto de materiales, en el que se alternan tramos permeables e impermeables, así como por los propios datos piezométricos, la posibilidad de que estos sectores acuíferos estén divididos en bloques menores es muy alta.

Se ha definido así un *Sector Norte*, en el que solo existe un punto de observación y que, al igual que en el acuífero Jurásico, se sitúa al norte del río Gigüela. Este sector puede estar subdividido en varios subsectores.

Al sur del río Gigüela se han diferenciado, aunque con límites poco definidos, otros cuatro sectores:

Un *Sector Margen Oriental*, en donde también es notable la ausencia de puntos de observación y que tanto puede constituir un único acuífero, alargado y ceñido al margen este de la MASb, como dividirse en varios bloques más o menos conectados hidráulicamente.

Al oeste del anterior se ha diferenciado un *Sector Central*, que se encuadraría entre los ríos Záncara, al este y Toconar-Saona, al oeste, con la localidad de Almonacid del Marquesado, como límite norte y Belmonte en el margen sur. Este sector actuaría como un domo piezométrico o divisoria de aguas subterráneas.

Con los datos de las últimas campañas (figuras 12 y 13) es posible trazar líneas isopiezas cerradas, con forma elíptica, que obligan a que el flujo subterráneo se dirija al noreste hacia la laguna de El Hito, al este y sureste hacia el río Záncara, al oeste y suroeste hacia el río Saona y al noroeste hacia el arroyo de Villaverde. Pese a ello, no faltan en el interior de esta área los puntos de observación con medidas claramente disonantes que obligan a pensar en la presencia de microbloques acuíferos totalmente desconectados.

El margen sur de este Sector Central podría estar conectado con el extremo más meridional del *Sector Margen Oriental*, e incluso podrían producirse transferencias

subterráneas hacia el suroeste, hacia el manantial de Saona, ya dentro del denominado *Sector Margen Occidental*.

Este *Sector Margen Occidental* queda comprendido entre las localidades de Los Almendros, al norte, y Los Hinojosos y Quintanar de la Orden, al sur. En el mismo no se cuenta con ningún punto de observación, pero los continuos cabalgamientos y fracturas que lo recorren de norte a sur permiten aventurar que la conexión hidráulica se ve entorpecida con frecuencia, fundamentalmente, en dirección este-oeste. Así, es posible que existan varios sectores acuíferos independientes, estrechos y alargados, jalonando esa vertiente de la MASb.

Parece, no obstante, que se produce una circulación subterránea en dirección norte-sur, a favor de las estructuras, por lo que desde esta zona probablemente existe flujo hacia los niveles permeables cretácicos más suroccidentales, que constituirían el *Sector Suroccidental*.

Este último sector se situaría en la zona de contacto con las MASb Consuegra-Villacañas (041.004) y Mancha Occidental II (041.006). Las piezometrías en esta zona marcarían un flujo con dirección sur y suroeste, desde el manantial de Saona hasta el área de Campo de Criptana.

Pese a estas posibles sectorizaciones, tanto en el acuífero Jurásico como en los niveles permeables cretácicos, la hidrodinámica general del conjunto de la MASb marca un flujo subterráneo general que se dirige hacia el sur y suroeste.

En resumen, el estudio individualizado del registro evolutivo de la piezometría del acuífero Jurásico y de los niveles permeables cretácicos por un lado y las sucesivas interpretaciones piezométricas de los datos de las campañas de observación tanto en aguas altas como bajas por otro, permite concluir que ambos acuíferos, Jurásico y Cretácico, dentro de la MASb Sierra de Altomira, están muy probablemente divididos en varios sectores cuya conexión hidráulica está muy condicionada por la tectónica.

Los sectores acuíferos jurásicos, en líneas generales, son más extensos, con grandes reservas e importantes recursos, lo que se refleja en su comportamiento inercial, es decir, se minimizan y atenúan los efectos producidos por los periodos de sequía, de abundantes precipitaciones o las extracciones por bombeo.

Por su lado, los niveles permeables del Cretácico muestran respuestas piezométricas a los periodos secos o húmedos y especialmente a los bombeos, mucho más acusadas, poco inerciales, con diversos puntos con piezometrías no correlacionables y evoluciones diversas. Todo ello, al amparo de la mencionada tectónica de fallas y pliegues, permite considerar la existencia de numerosos sectores acuíferos hidráulicamente independientes, de extensión muy variable, en algunos casos notablemente reducida, y recursos limitados.

Finalmente, a tenor de los resultados comparativos en época de aguas altas y bajas, se puede indicar que los acuíferos reaccionan de forma ligeramente más acusada en los periodos secos (aguas bajas), en los que la explotación es intensa, que en los húmedos. Es decir, las precipitaciones (dependiendo de su magnitud) en épocas de sequía tienen una influencia más acusada en el nivel piezométrico que las precipitaciones que se producen durante el periodo húmedo (aguas altas). En cualquier caso, frente a eventos extraordinarios o por encima de la media, la respuesta de los acuíferos, tanto en época seca como húmeda, es muy evidente, aunque más suave en los acuíferos del Jurásico que en los del Cretácico, debido al carácter más inercial de los mismos.

9. FUTURAS VÍAS DE TRABAJO

Los resultados obtenidos a lo largo de los tres años de vigencia del actual Convenio (2012-2015) han permitido profundizar en el conocimiento de la hidrogeología e hidrodinámica de la MASb Sierra de Altomira y establecer las líneas de trabajo que deberían seguirse para continuar con esta labor.

Entre ellas destaca la necesidad de realizar un estudio lo más detallado posible de la disposición espacial de los niveles permeables dentro de la MASb. La compleja tectónica y una estratigrafía, fundamentalmente en los materiales del Cretácico, con constantes intercalaciones de tramos permeables e impermeables, ocasiona que en realidad la MASb Sierra de Altomira sea un conjunto de sectores acuíferos con conexiones hidráulicas muy variables entre sí.

El objetivo final no ha de consistir en discretizar en exceso la MASb, sino establecer los principales bloques o sectores acuíferos que la integran, para mejorar la gestión y abrir vías de desarrollo futuro de la región, sustentadas en un conocimiento más preciso de la ubicación y volumen de los recursos disponibles.

Por tanto, otra de las labores futuras ha de consistir en la recopilación de información que permita concretar las entradas y salidas del sistema para poder estimar balances sectoriales. Para ello, es fundamental el análisis de datos actualizados, tanto meteorológicos (precipitación y temperatura) como agrarios (superficies de cultivo, dotaciones de riego, etc), que faciliten los cálculos de la infiltración y que fijen los consumos.

En esta misma línea, se debe continuar también con las campañas de observación de la evolución de la piezometría y los caudales en los principales cauces, para definir con mayor exactitud las principales áreas de recarga y descarga del sistema.

Valencia, 29 de enero de 2016

10. BIBLIOGRAFÍA

IGME (1969). Plan Nacional de la Minería. Programa Nacional de Investigación Minera. (PNIM). Madrid

IGME (1975). Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. (PIAS). Madrid

IGME (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 (PIAS). 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.

Real Decreto 927/88 de 29 de julio, BOE de 31-8-1988. Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica

ITGE (1989). Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis

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

Vázquez Suñé y Castro, 2002. Plantilla de cálculo de la infiltración EASYBAL

IGN (2006) Programa CORINE: CoORDination of INformation of the Environment. CORINE Land Cover 2006

INE (2007). www.ine.es/datosabiertos

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-DPA (2012). Programa para el cálculo de la recarga a los acuíferos a partir de los procesos que tienen lugar en el suelo (RENATA). Calibración mediante modelos de flujo

IGME- Excma. Dip. Cuenca. (2011). “Actualización del conocimiento hidrogeológico de la masa de agua subterráneas “Sierra de Altomira (041.001)”. Convenio específico de colaboración

Real Decreto 354/2013, de 17 de mayo, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana. (Publicado en BOE núm. 121 de 21 de Mayo de 2013)

IGME (2014). “Estimación del balance hídrico de la masa de agua subterránea “Sierra de Altomira (041.001)”

IGME (2014). “Estudio foronómico de la Masa de Agua Subterránea Sierra de Altomira (041.001). Campañas de medida 2013-2014”

AEMET, Agencia Estatal de Meteorología (2015)

IGME (2015). “Estudio foronómico recopilatorio de las campañas de medida realizadas en el periodo 2012-2015 en la Masa de Agua Subterránea Sierra de Altomira (041.001)”

IGME (2015). “Estudio sobre la calidad química de las aguas de la masa de agua subterránea Sierra de Altomira (041.001)”

ANEXO I

RED PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL

IGME EN LA MASb

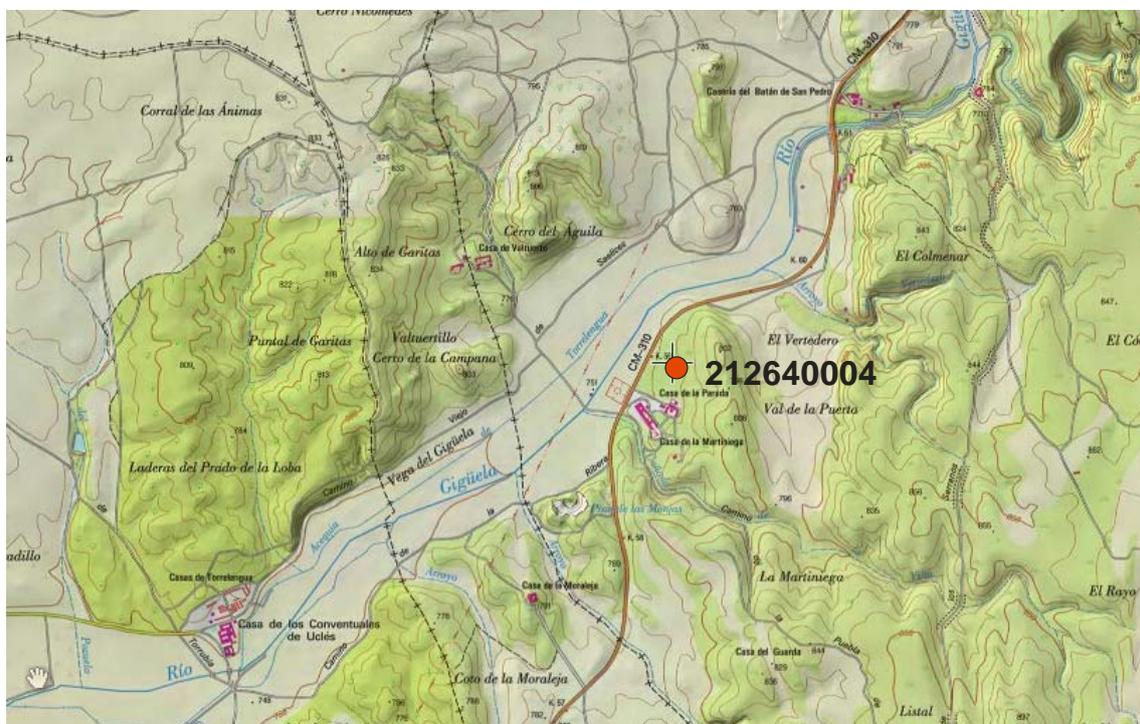
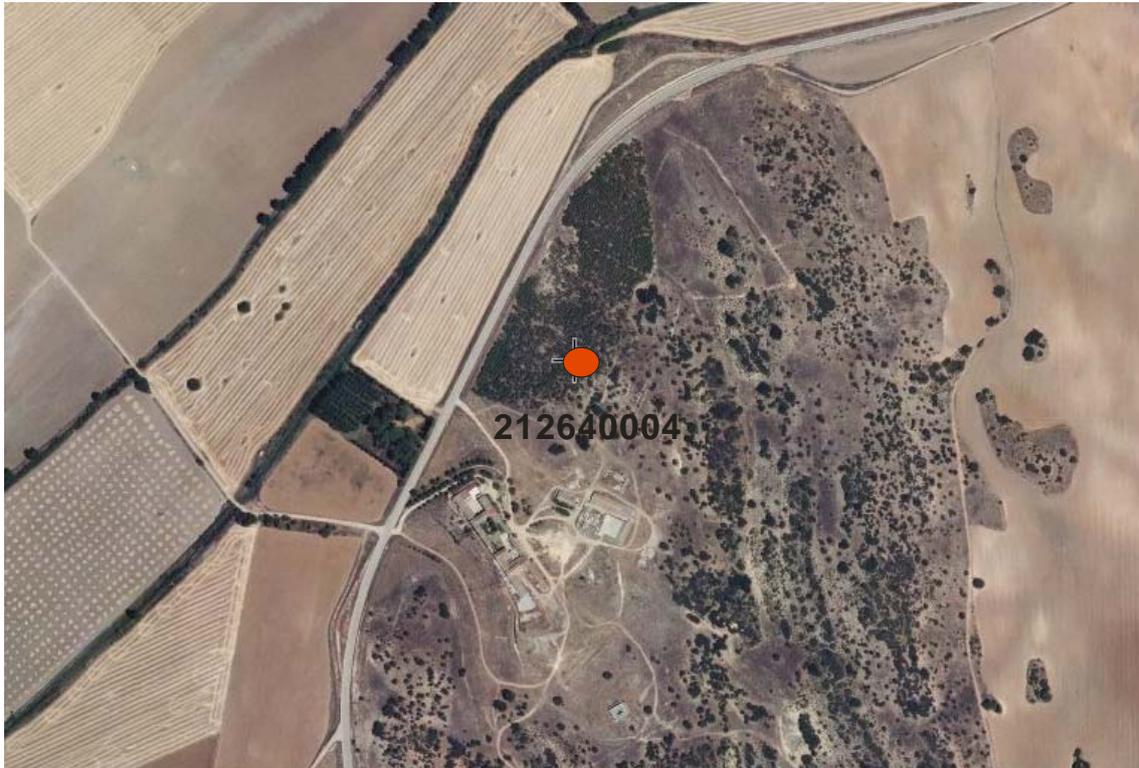
SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)

Enero 2016

RED PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL IGME EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)						
Nº Registro IGME	Nº Registro CHG	COORD U.T.M. (ED50)		COTA aprox. (m s.n.m.)	Acuífero que captan	Prof (m)
		X	Y			
212640004	04.01.224	510882	4408477	766	Terciario	23
212680010		512566	4397108	825	Jurásico	170
212730003		500209	4381915	718	Jurásico	160
212770001		501630	4378056	698	Mioceno	300
212780002	04.01.228	512231	4378117	769	Jurásico	136
212820001		498113	4370956	680	Cretacico	320
212820002		495689	4370068	678	Jurásico	260
212820003	04.01.230	498175	4367423	665	Cretácico-Jurásico	321
212830006	04.01.231	502354	4368084	680	Cretácico	290
212840009		508282	4364707	682	Cretácico	70
222410002	04.01.101	515755	4442546	964	Terciario-Cretacico	51
222580011		538366	4416690	833	Cuaternario-Terciario	10
222580012		537348	4416181	832	Cretácico (Albiense)	15
222610001	04.01.234	515303	4405609	856	Terciario	100
222610002		516812	4406511	810	Mioceno inferior	10,6
222620003		525787	4402385	900	Mioceno superior	7,1
222640010		539126	4400775	850	Mioceno inferior	40
222670019	04.01.004	527845	4395137	857	Cretácico	110
222770003	04.01.237P	528341	4380544	823	Cretácico	100
222810004		514729	4370199	740	Jurásico	150
222810007	04.01.238	517321	4372007	726	Jurásico	235
222830001	04.04.010	531713	4366943	716	Cretácico-Jurásico	259
232610002	04.99.002	542544	4402828	835	Terciario	80
232720019	04.01.240	552053	4390077	918	Cretácico superior	194

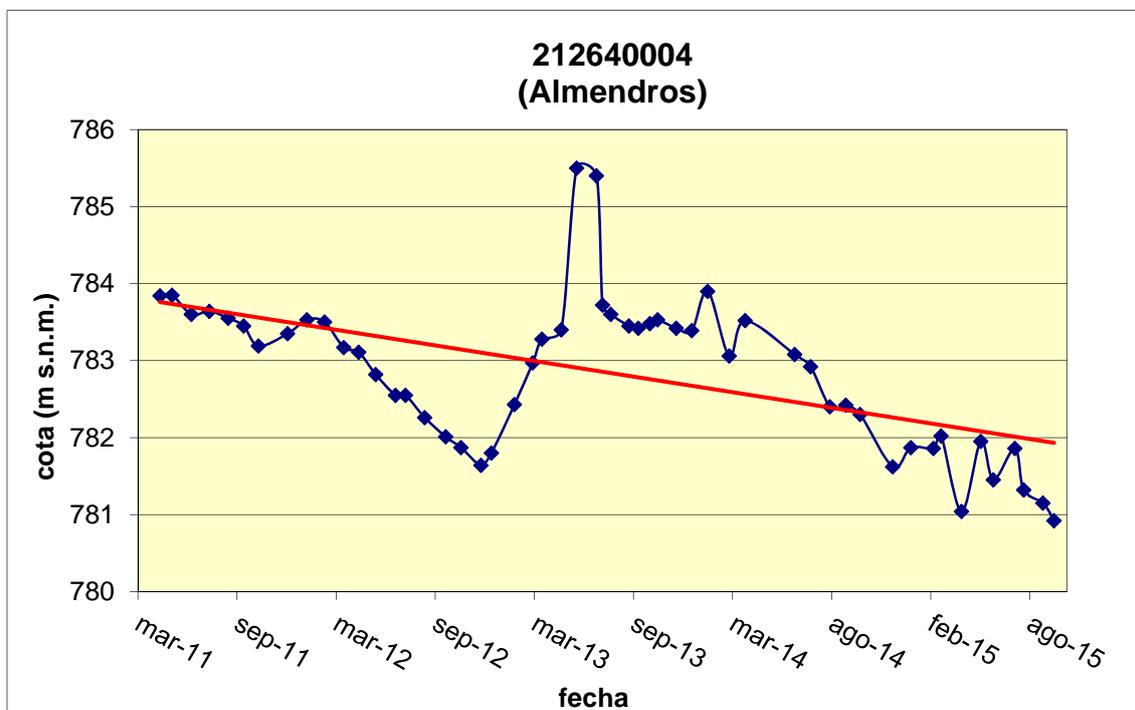
EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE				
Nº Registro IGME	Nº Registro CHG	Acuífero que captan	Periodo	Tendencia
212640004	04.01.224	Terciario	abril 2011 - oct 2015	Descendente
212680010		Jurásico	marzo 2010 - oct 2015	Ascendente
212730003		Jurásico	sin datos	
212770001		Mioceno	sin datos	
212780002	04.01.228	Jurásico	marzo 2011 - oct 2015	Ligeramente descendente
212820001		Cretácico	sin datos	
212820002		Jurásico	mayo 2011 - oct 2015	Ligeramente descendente
212820003	04.01.230	Cretácico-Jurásico	marzo 2011 - oct 2015	Ligeramente descendente
212830006	04.01.231	Cretácico	marzo 2011 - oct 2015	Descendente
212840009		Cretácico	marzo 2011 - oct 2015	Ascendente
222410002	04.01.101	Terciario-Cretácico	mayo 2011 - oct 2015	Ligeramente ascendente
222580011		Cuaternario-Terciario	sin datos	
222580012		Cretácico (Albiense)	sin datos	
222610001	04.01.234	Terciario	marzo 2011 - oct 2015	Estable
222610002		Mioceno inferior	sin datos	
222620003		Mioceno superior	sin datos	
222640010		Mioceno inferior	sin datos	
222670019	04.01.004	Cretácico	mayo 2011 - oct 2015	Ascendente
222770003	04.01.237P	Cretácico	junio 2012 - oct 2015	Ascendente
222810004		Jurásico	sin datos	
222810007	04.01.238	Jurásico	abril 2011 - oct 2015	Ascendente
222830001	04.04.010	Cretácico-Jurásico	mayo 2011 - oct 2015	Ascendente
232610002	04.99.002	Terciario	mayo 2011 - oct 2015	Ascendente
232720019	04.01.240	Cretácico superior	abril 2011 - oct 2015	Descendente

Nº IGME: 212640004 (ALMENDROS)





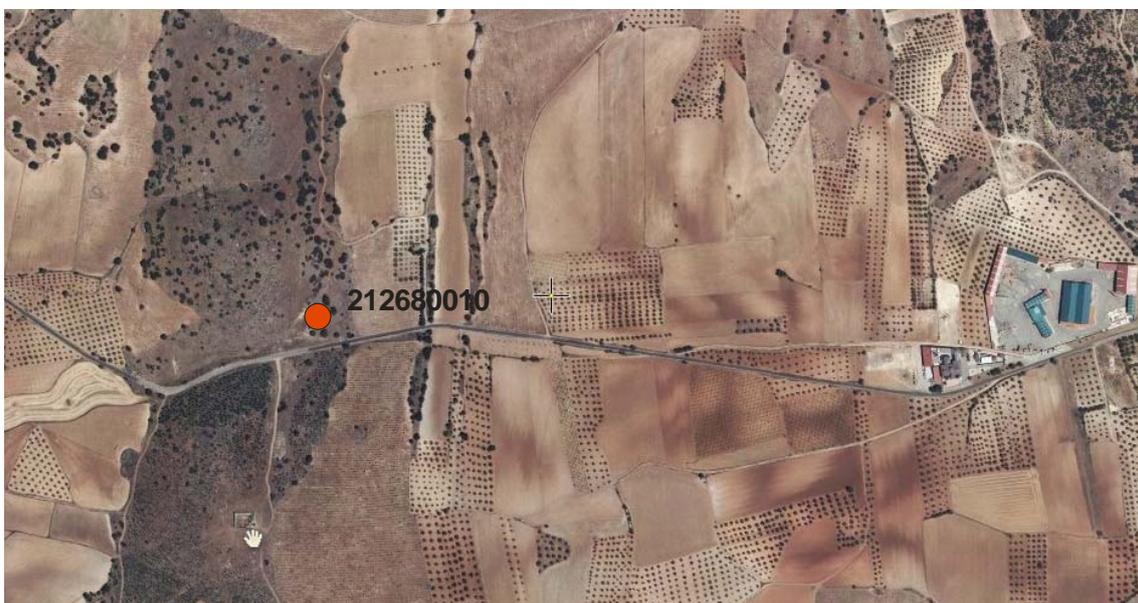
EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



EVOLUCIÓN: Descendente

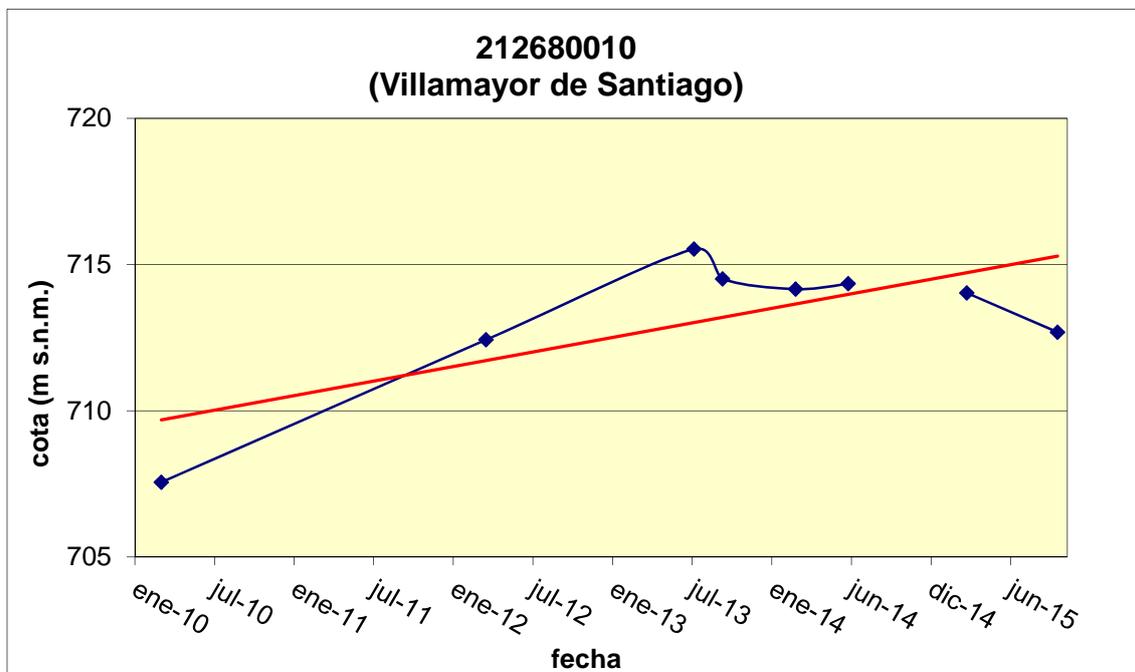
(Abril 2011-October 2015)

Nº IGME: 212680010 (VILLAMAYOR DE SANTIAGO)





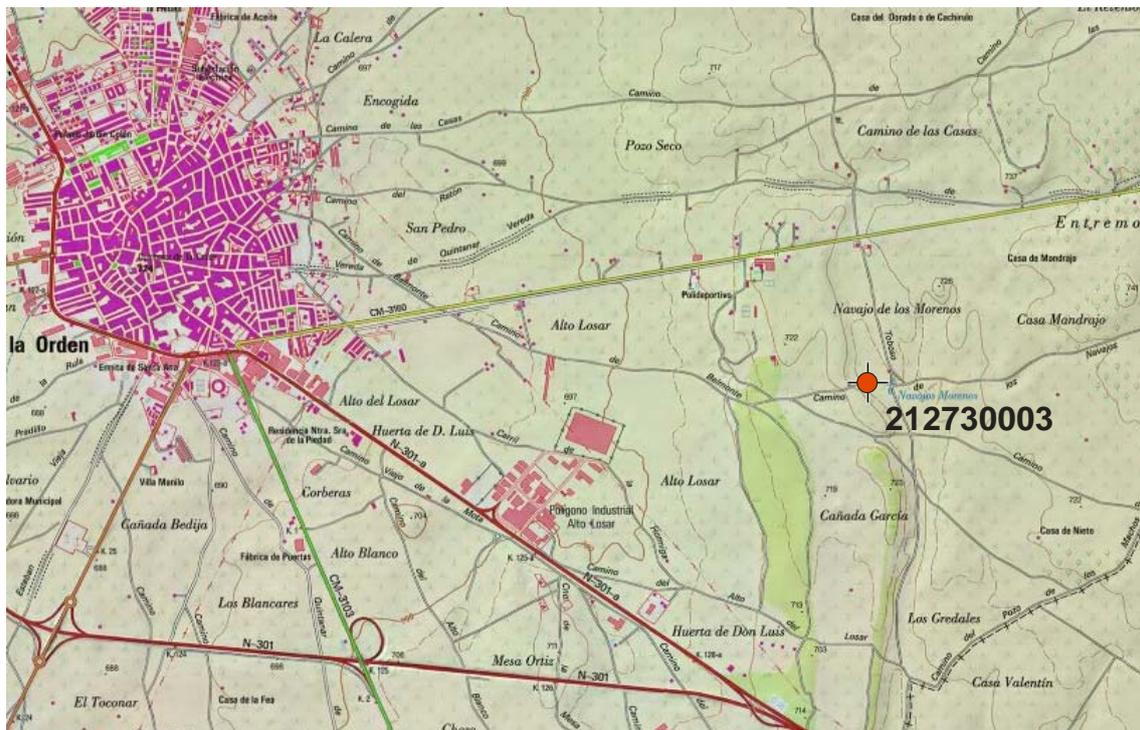
EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



EVOLUCIÓN: Ascendente

(Marzo 2010-Octubre 2015)

Nº IGME: 212730003 (QUINTANAR DE LA ORDEN)





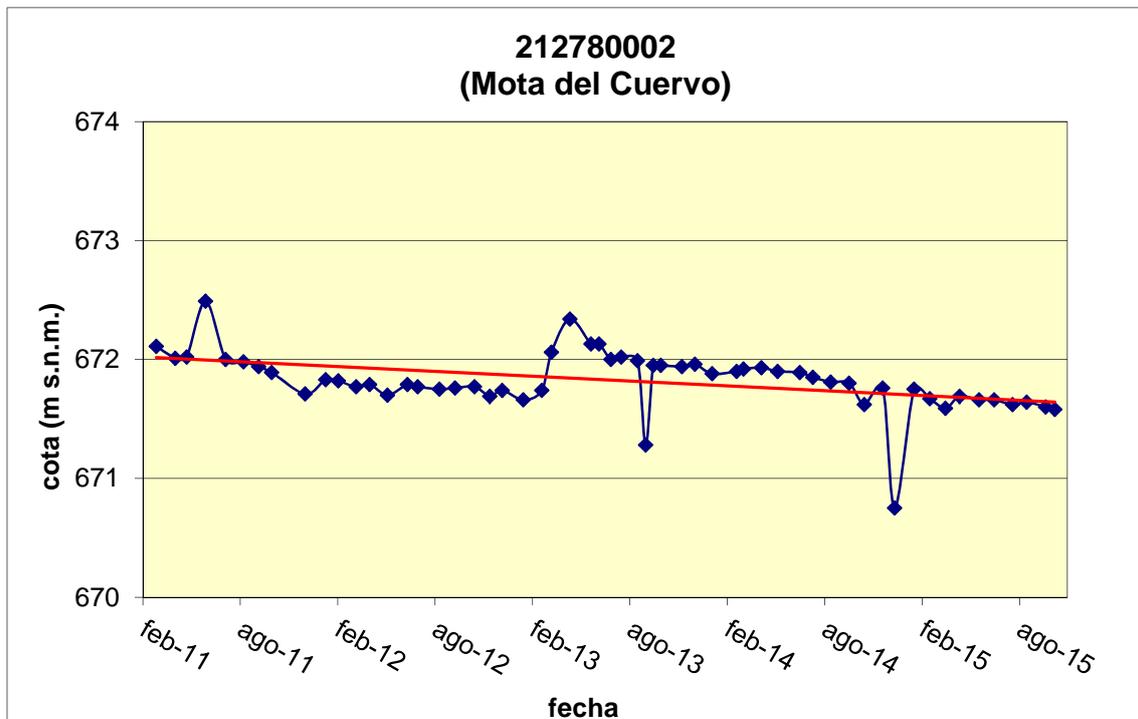


Nº IGME: 212780002 (MOTA DEL CUERVO)



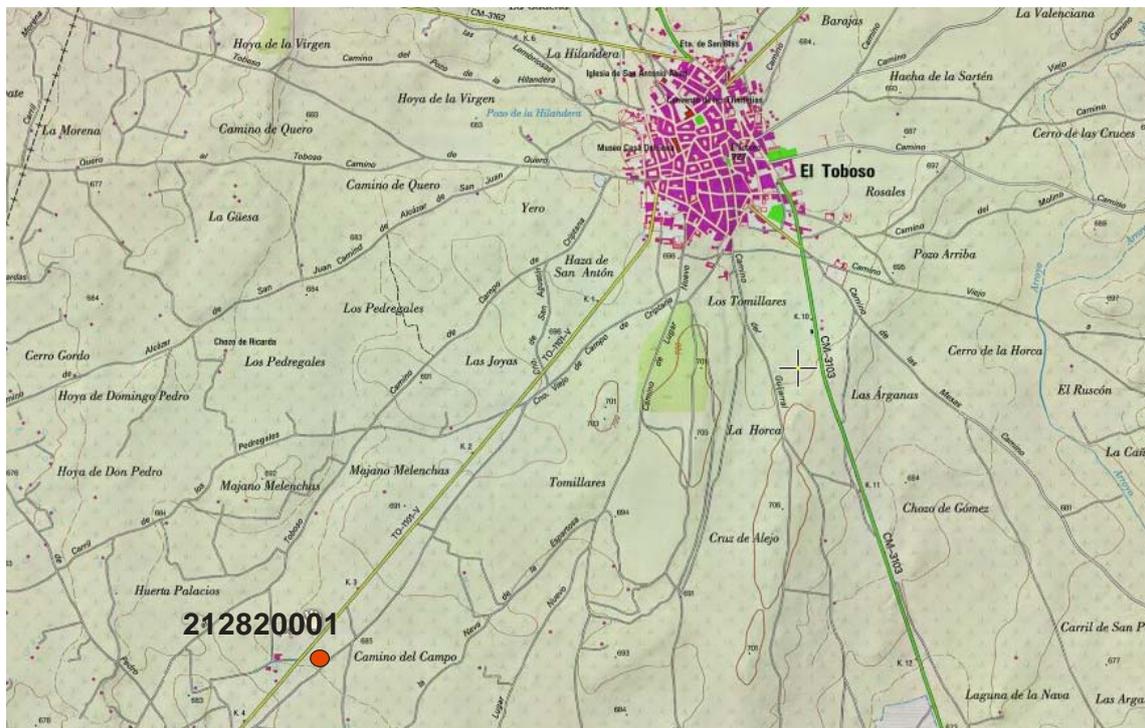


EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



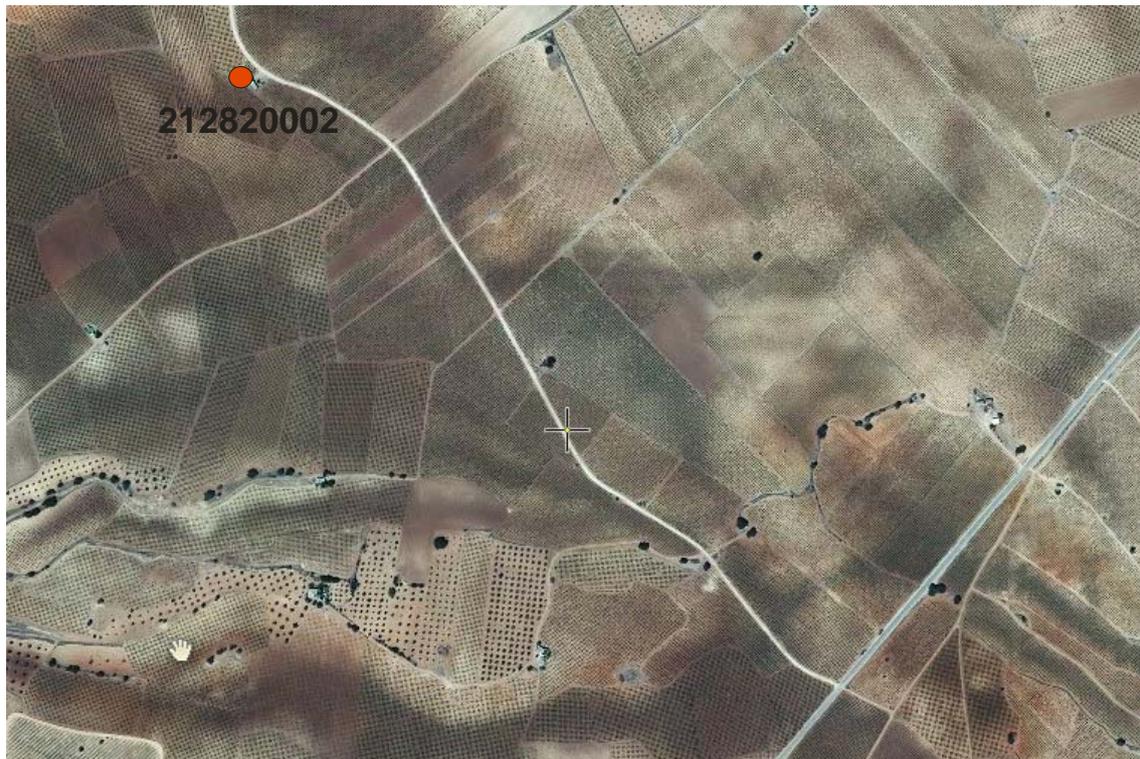
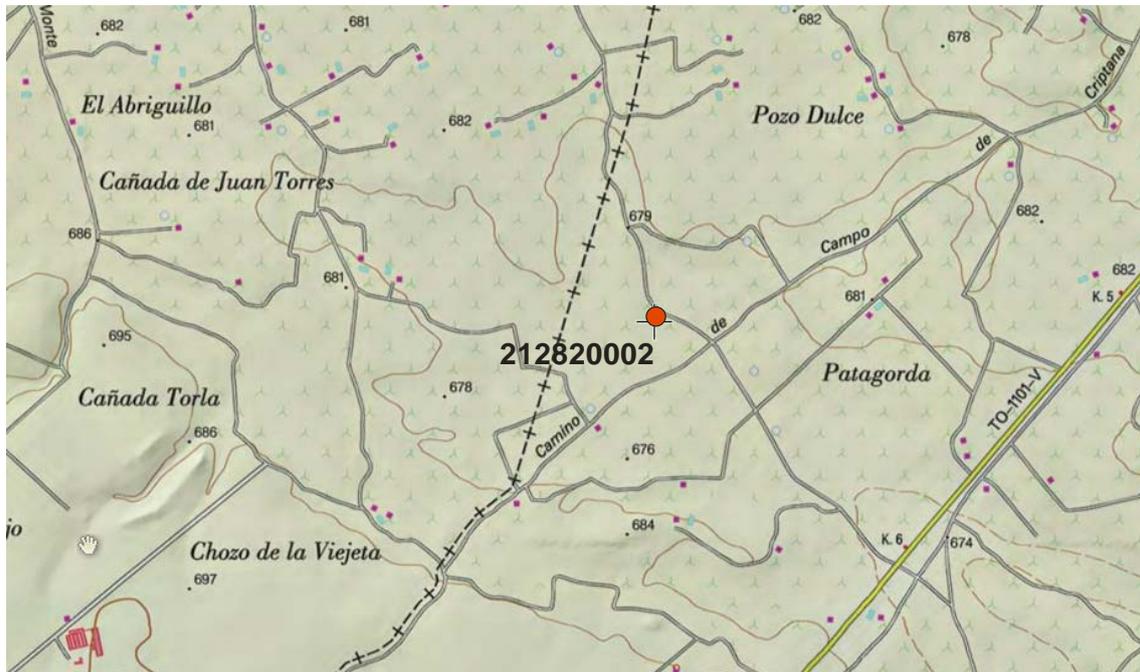
EVOLUCIÓN: Ligeramente descendente
(Marzo 2011- Octubre 2015)

Nº IGME: 212820001 (EL TOBOSO)



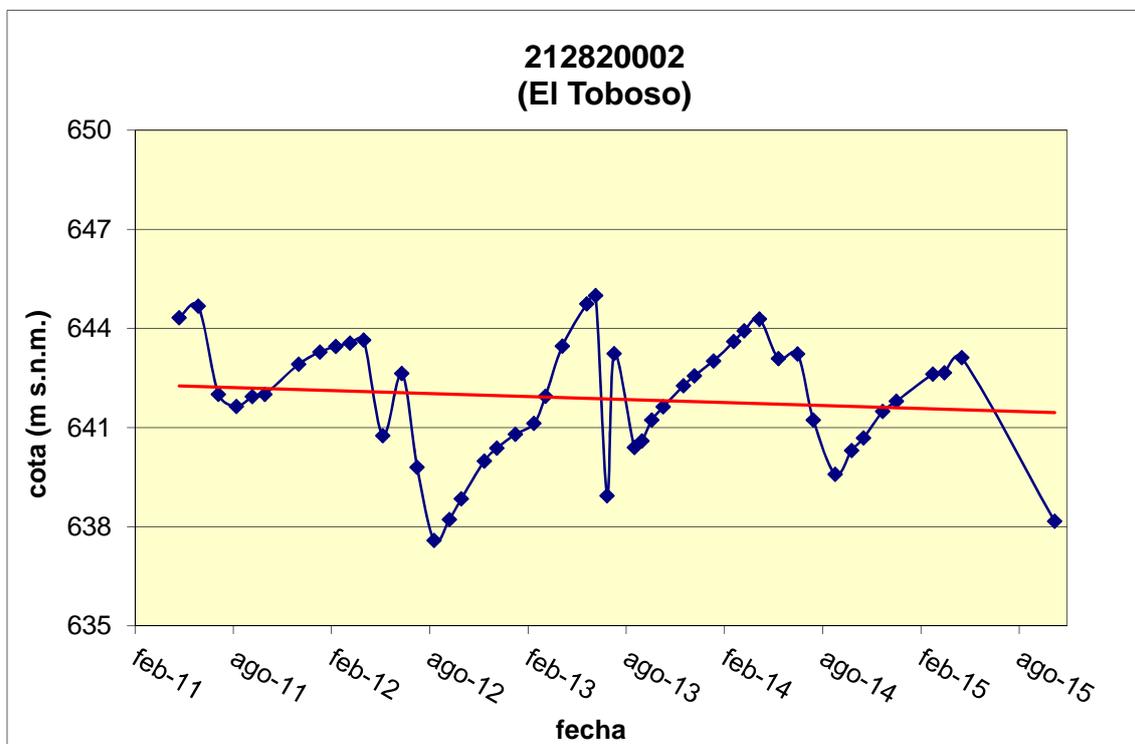


Nº IGME: 212820002 (EL TOBOSO)





EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



EVOLUCIÓN: Ligeramente descendente

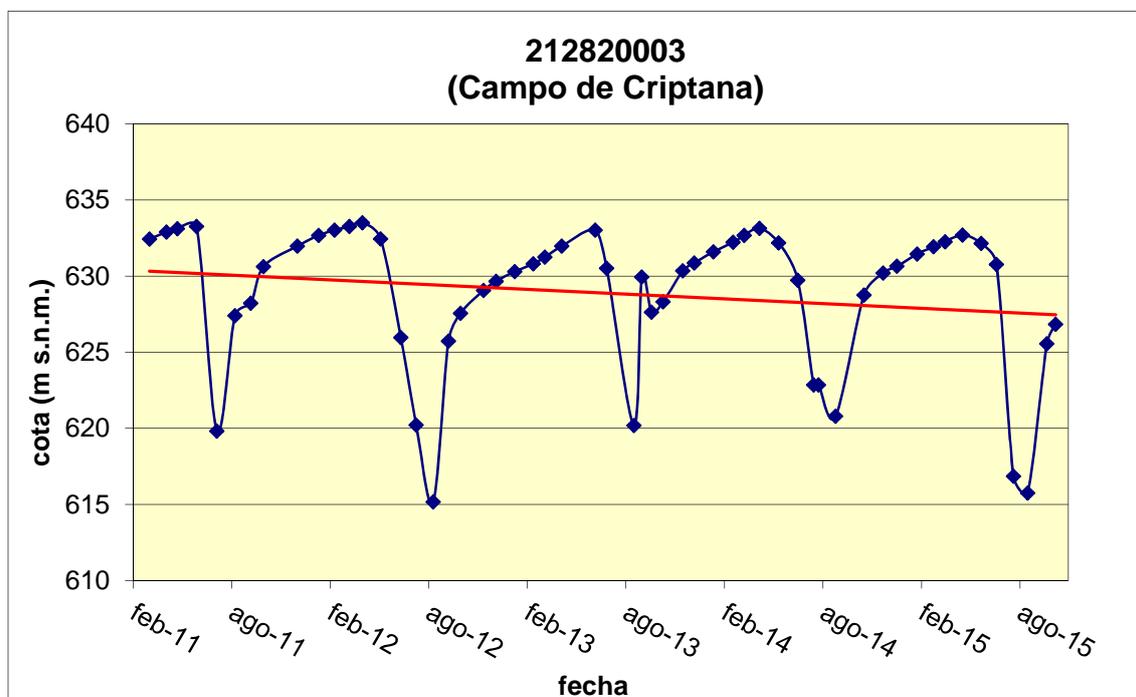
(Mayo 2011- Octubre 2015)

Nº IGME: 212820003 (CAMPO DE CRIPTANA)





EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



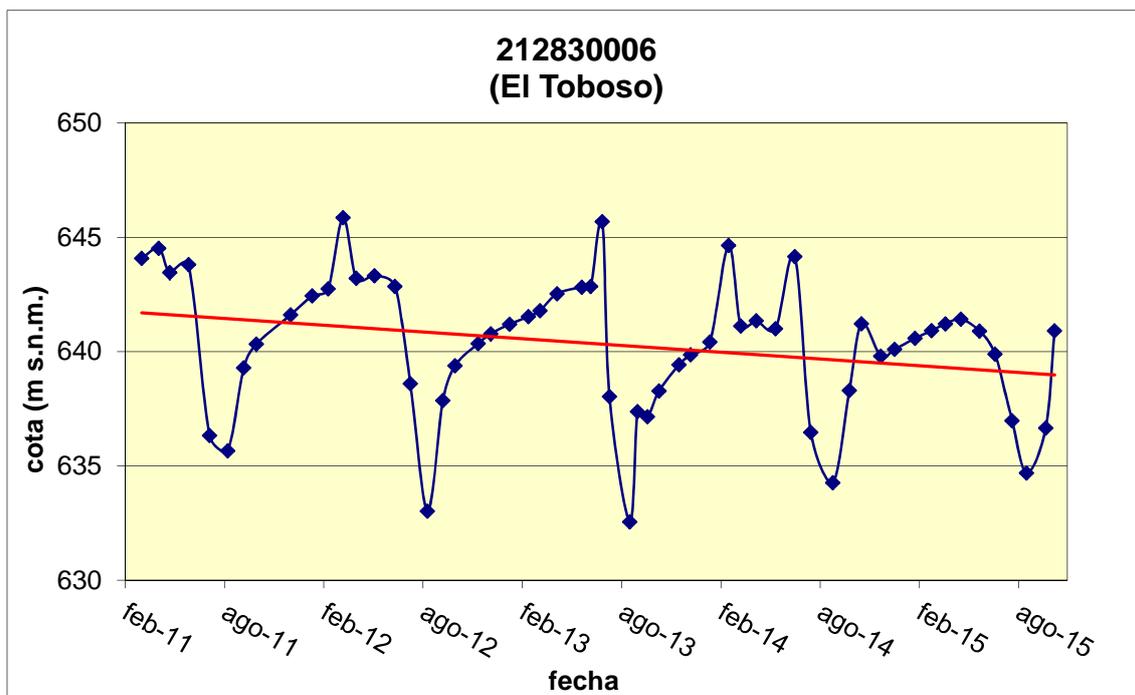
EVOLUCIÓN: Ligeramente descendente
(Marzo 2011-Octubre 2015)

Nº IGME: 212830006 (EL TOBOSO)



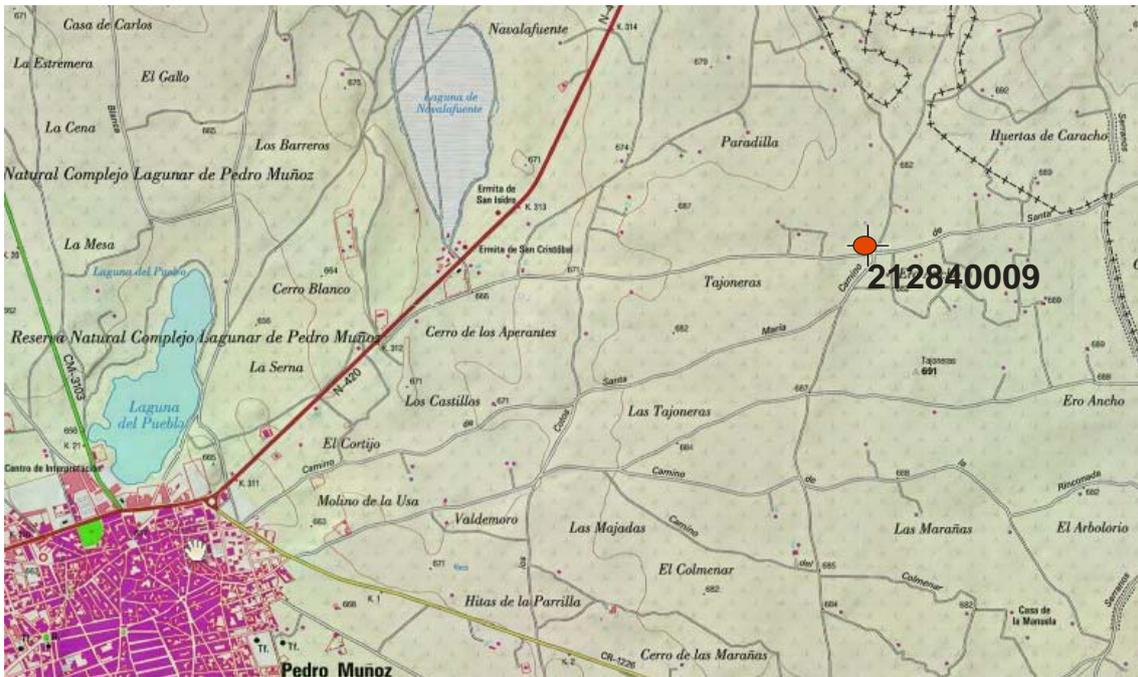


EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



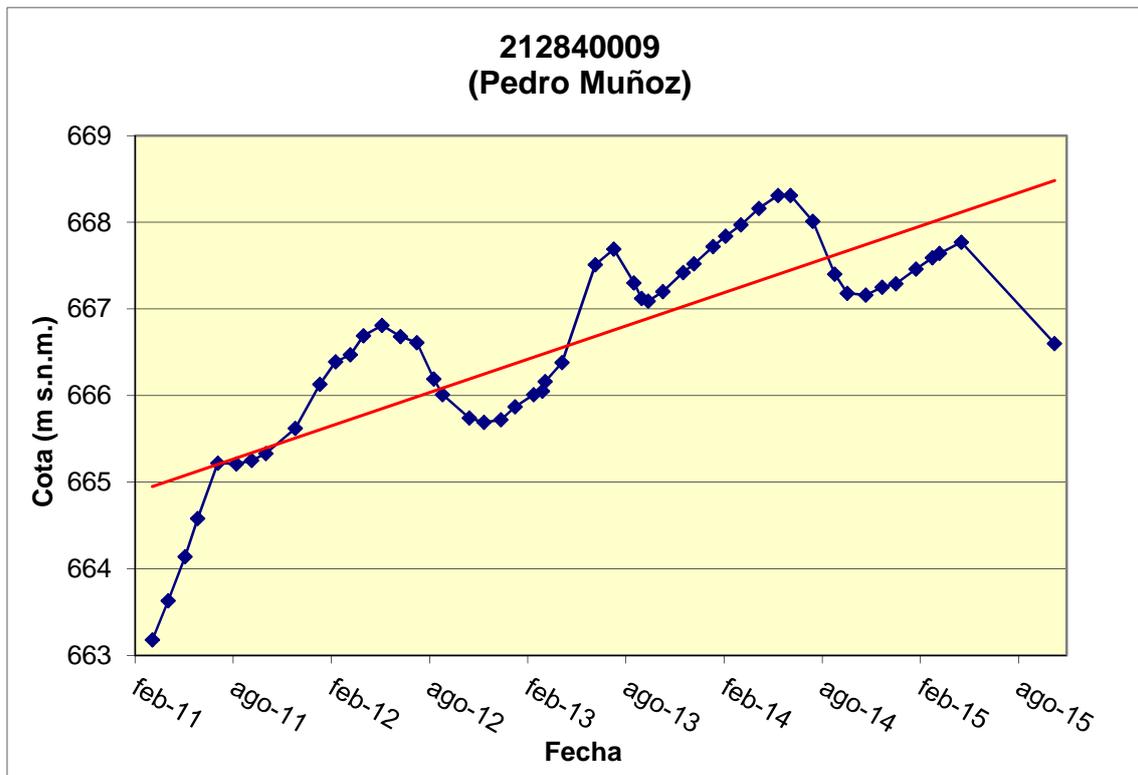
EVOLUCIÓN: Descendente
(Marzo 2011-Octubre 2015)

Nº IGME: 212840009 (PEDRO MUÑOZ)





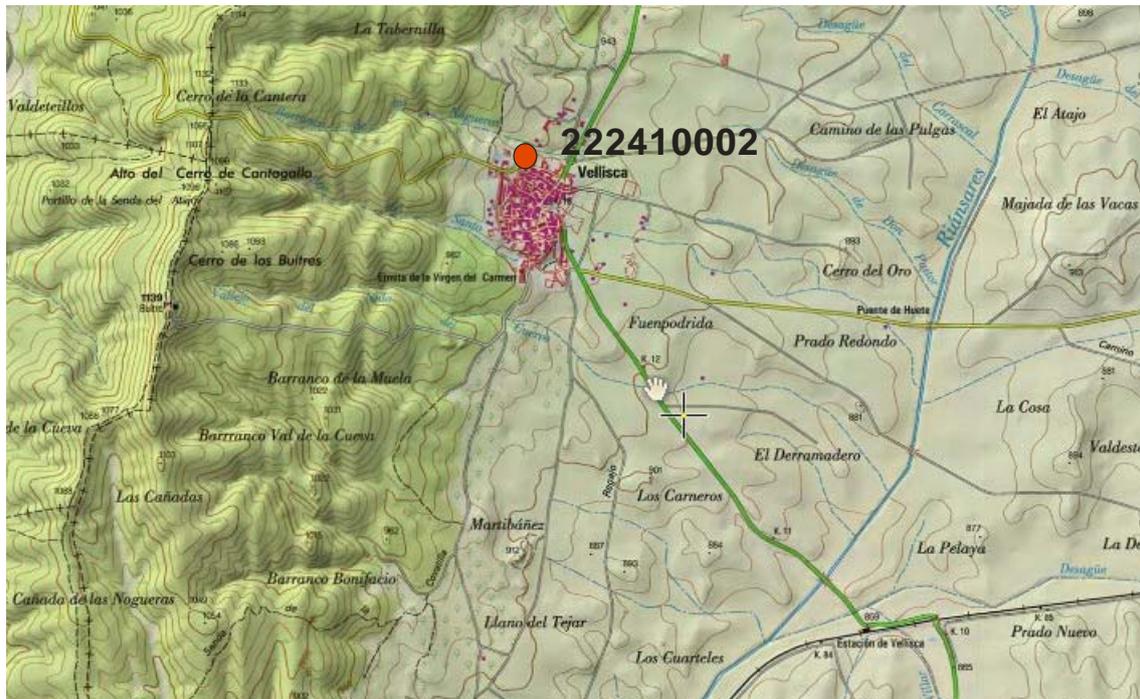
EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



EVOLUCIÓN: Ascendente

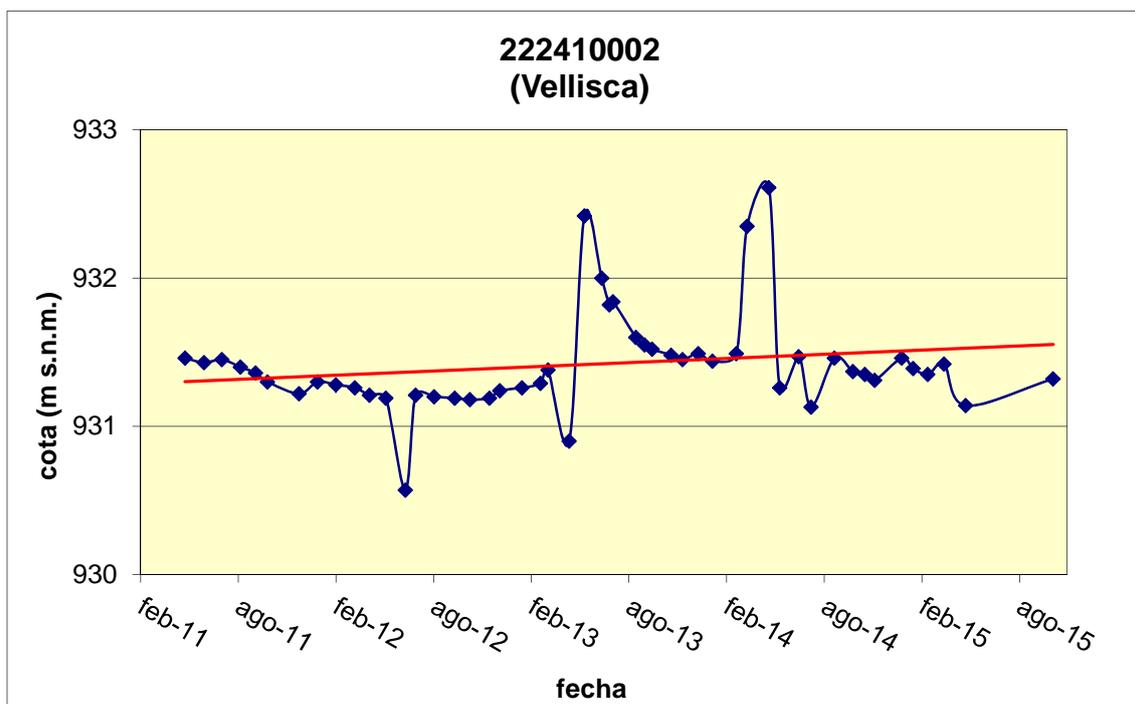
(Marzo 2011-Octubre 2015)

Nº IGME: 222410002 (VELLISCA)



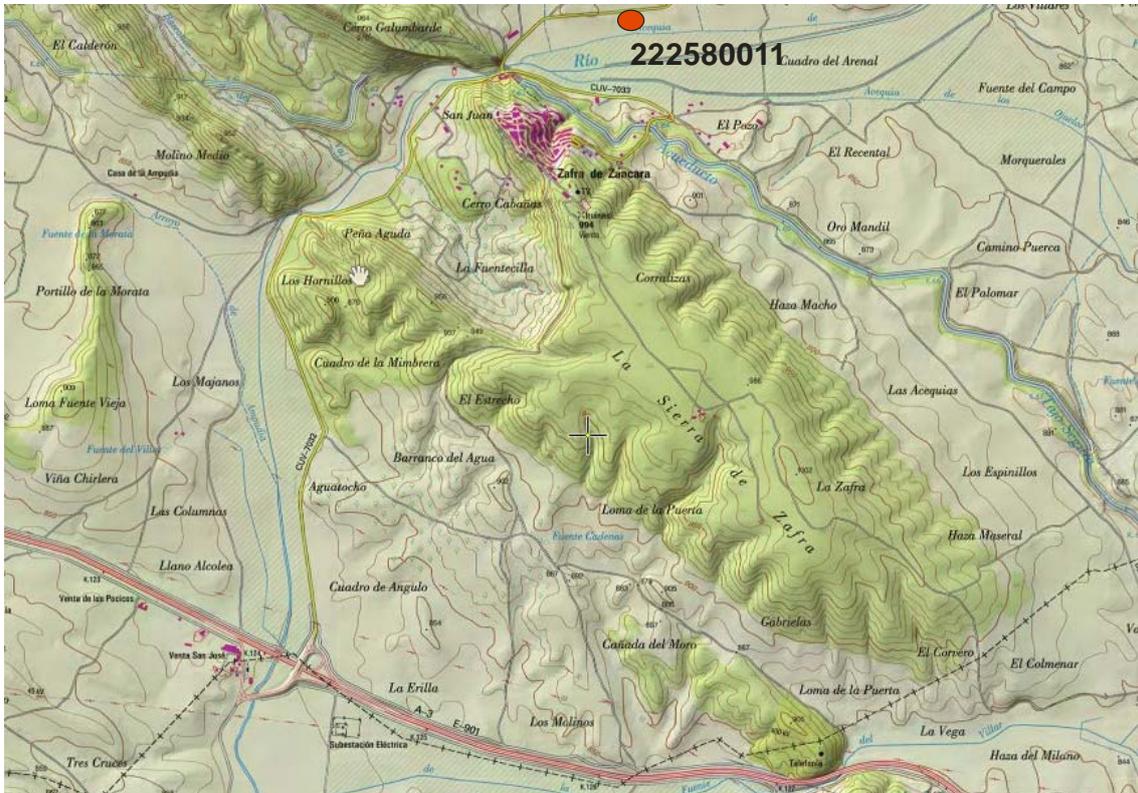


EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



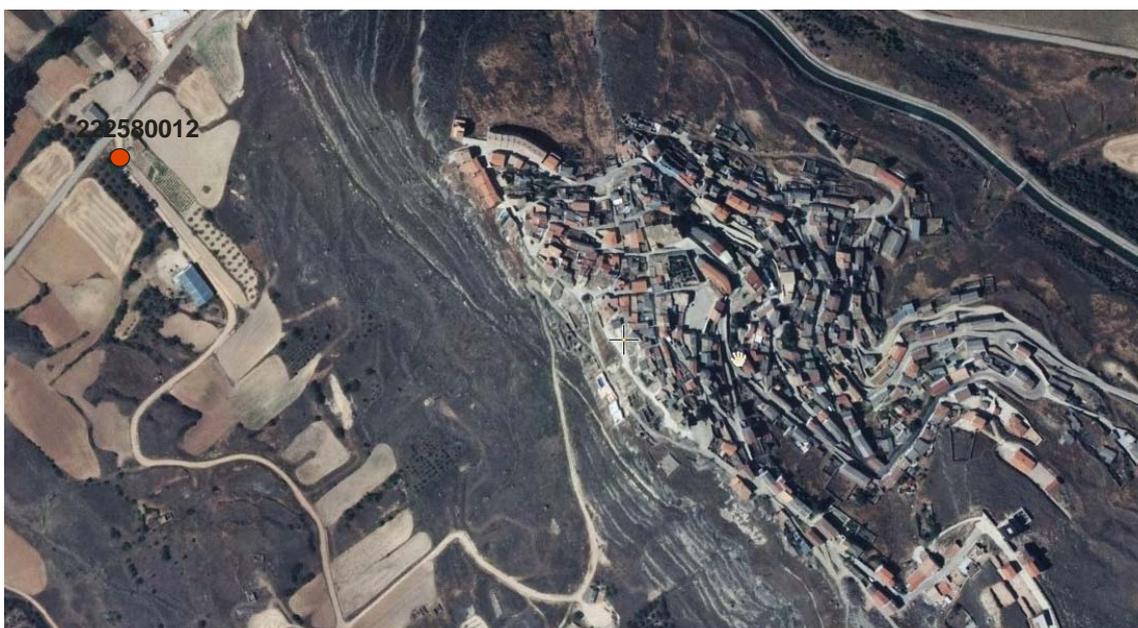
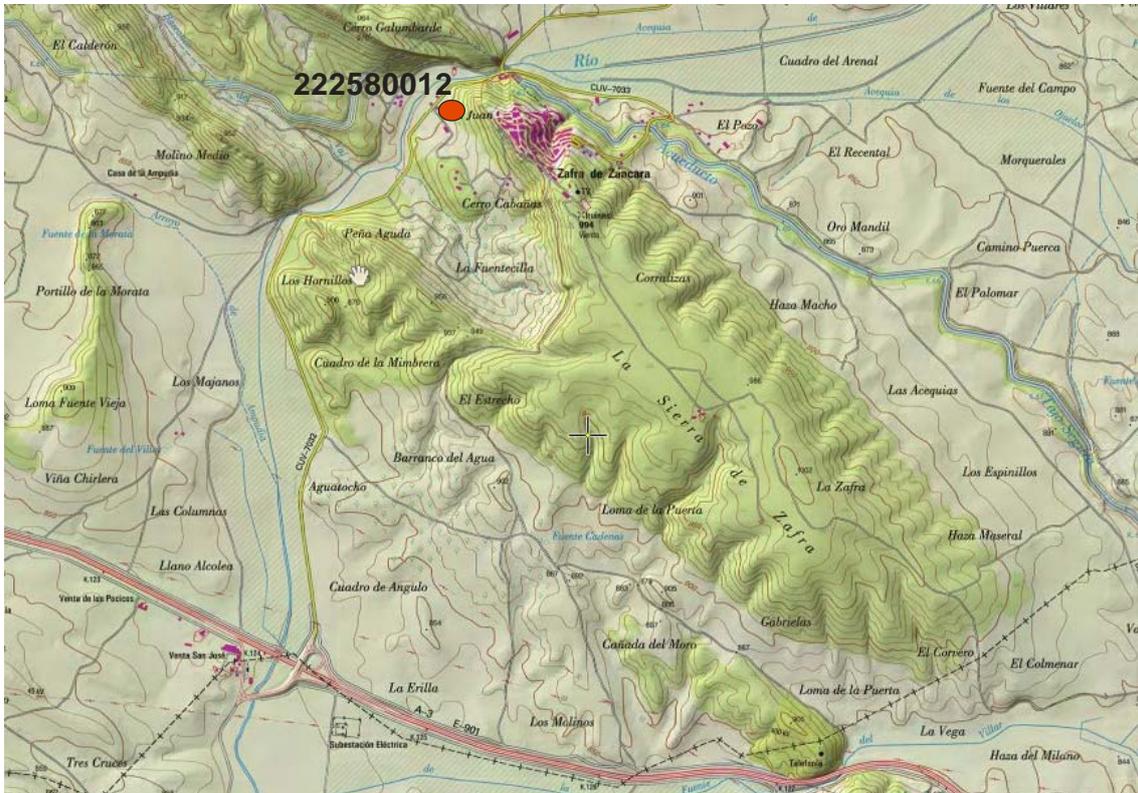
**EVOLUCIÓN: Ligeramente ascendente
(Mayo 2011-Octubre 2015)**

Nº IGME: 222580011 (ZAFRA DE ZÁNCARA)



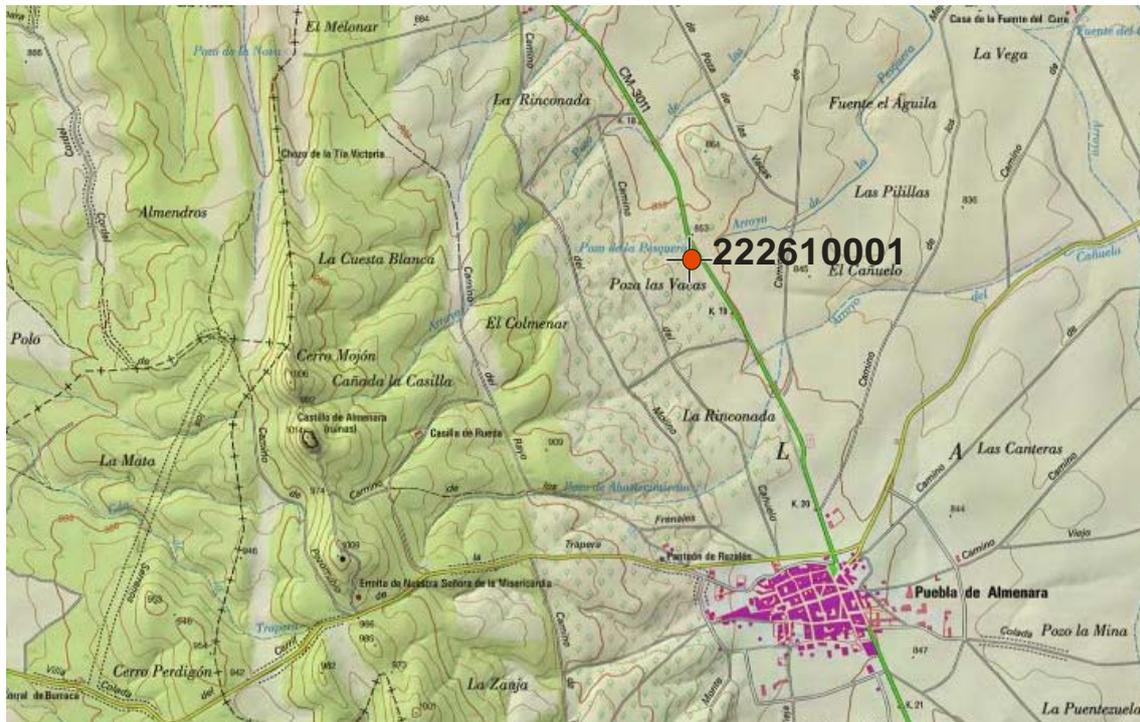


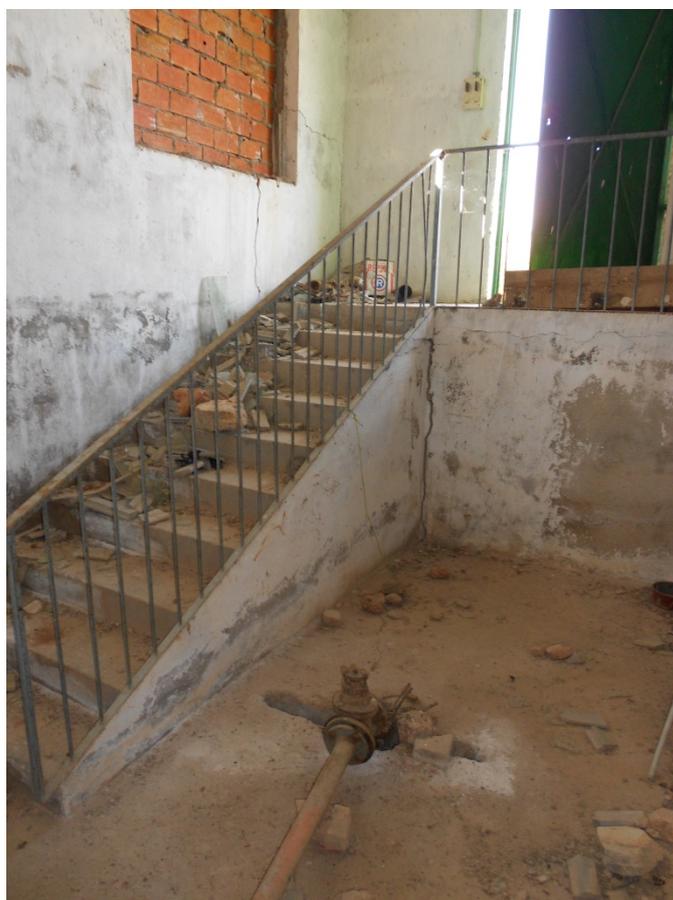
Nº IGME: 222580012 (ZAFRA DE ZÁNCARA)



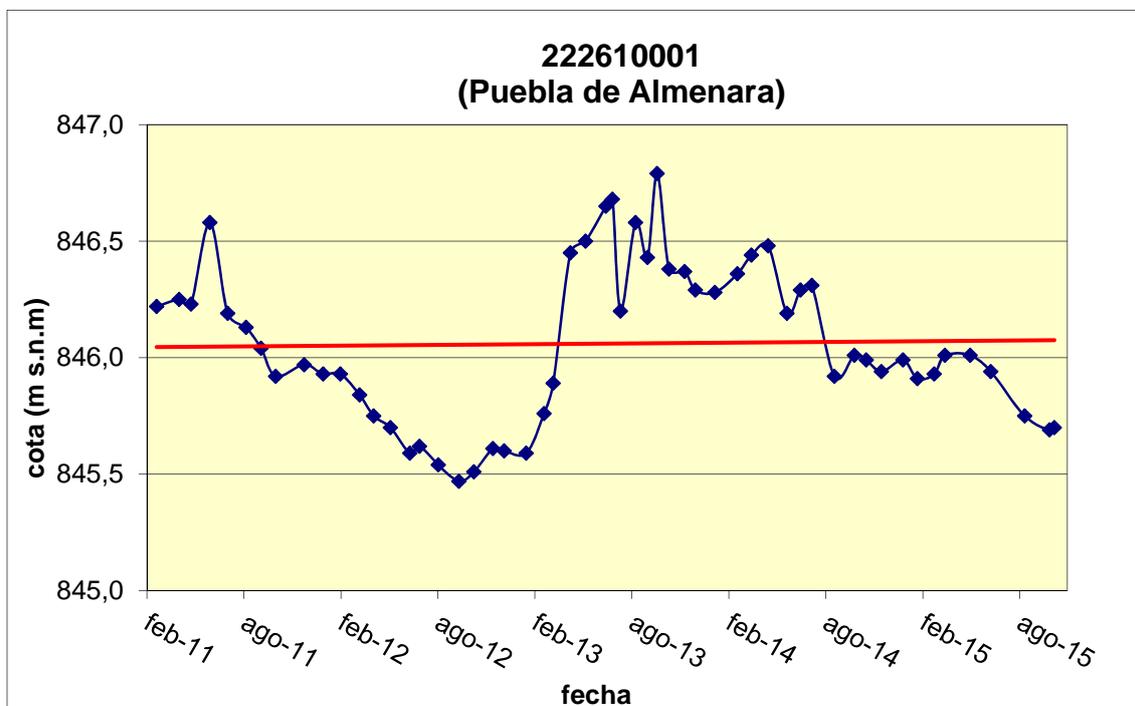


Nº IGME: 222610001 (PUEBLA DE ALMENARA)





EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE

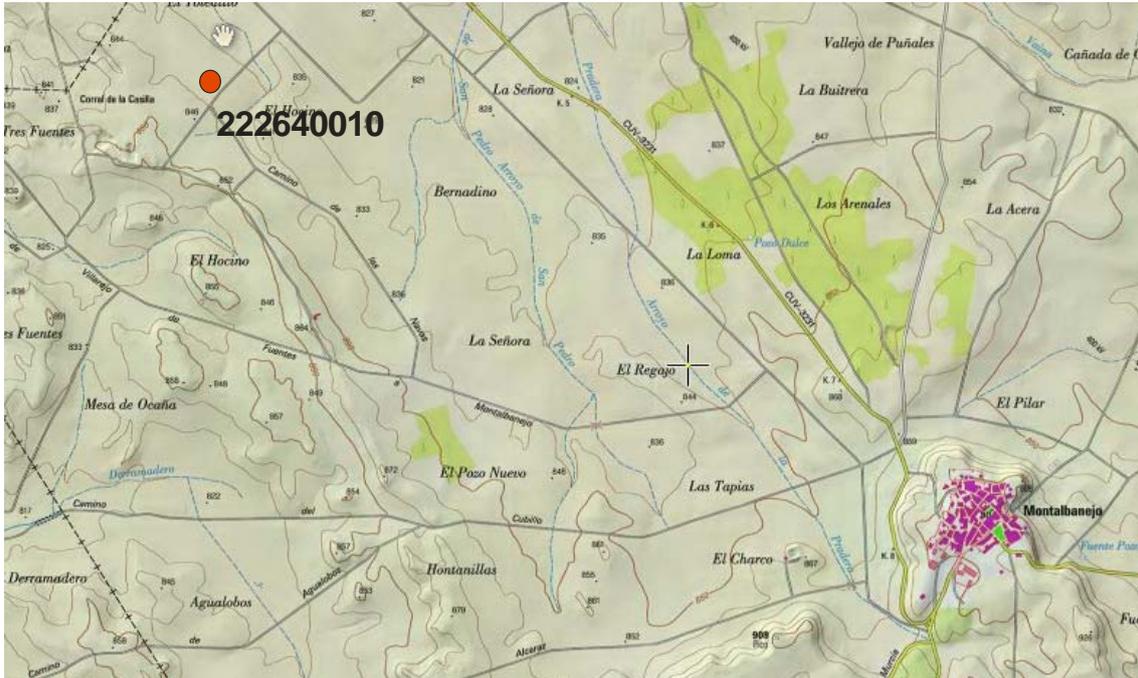


EVOLUCIÓN: Estable
(Marzo 2011-Octubre 2015)



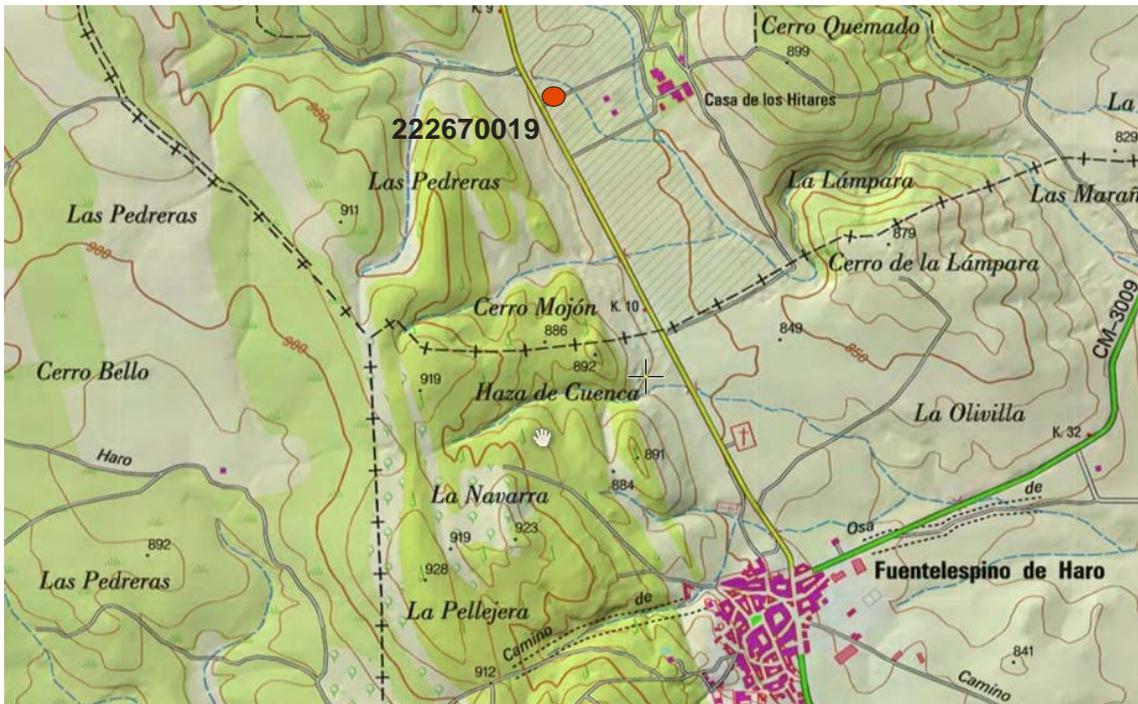


Nº IGME: 222640010 (MONTALBANEJO)



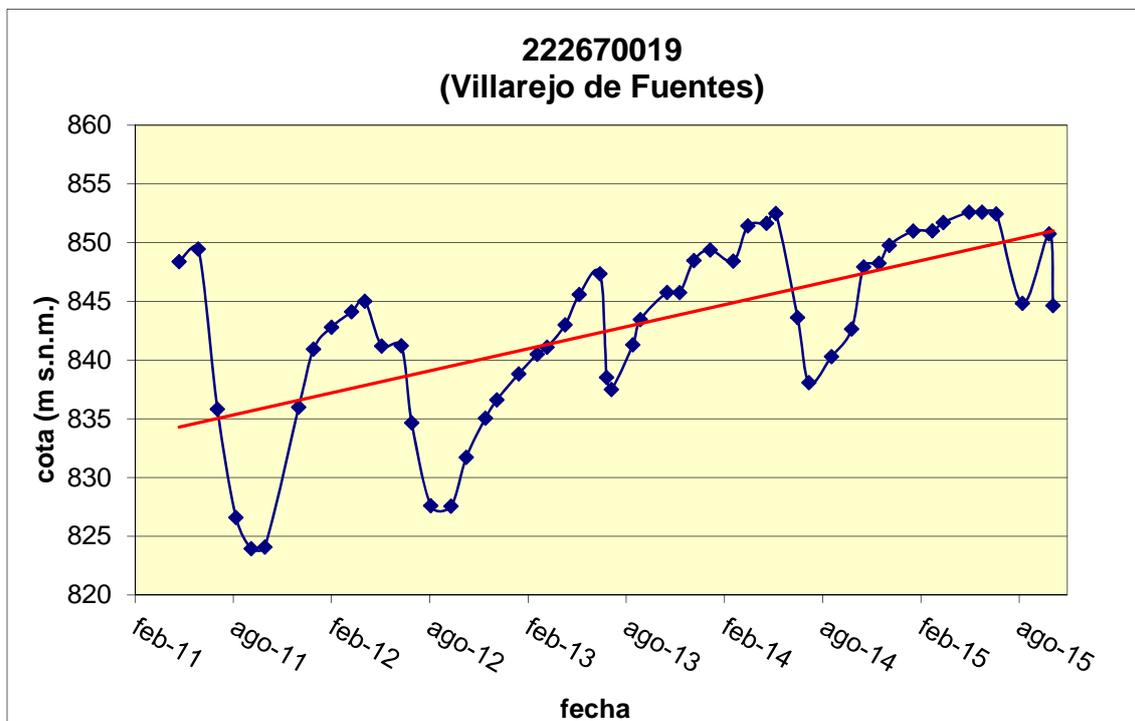


Nº IGME: 222670019 (VILLAREJO DE FUENTES)



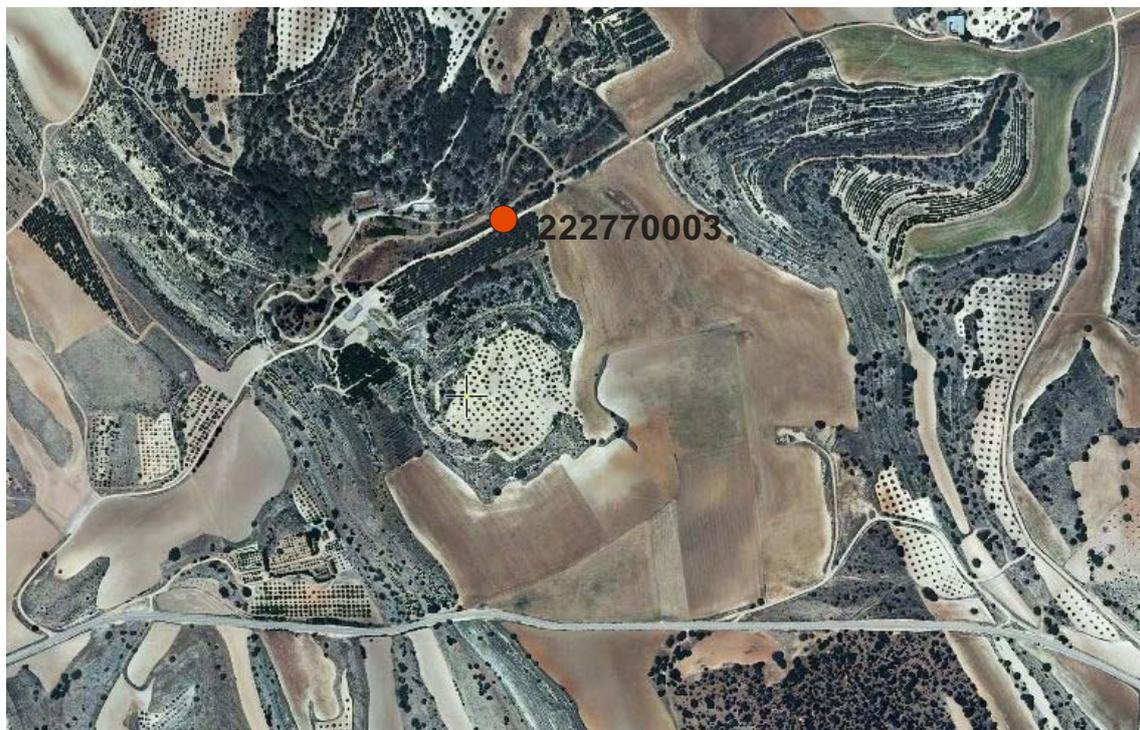
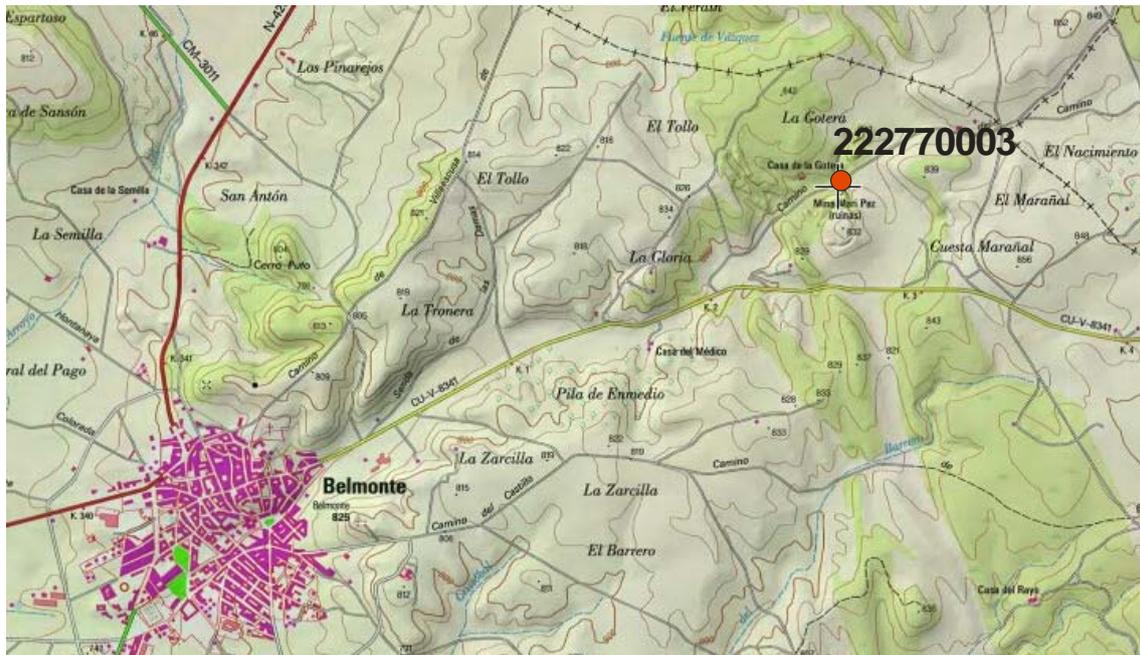


EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



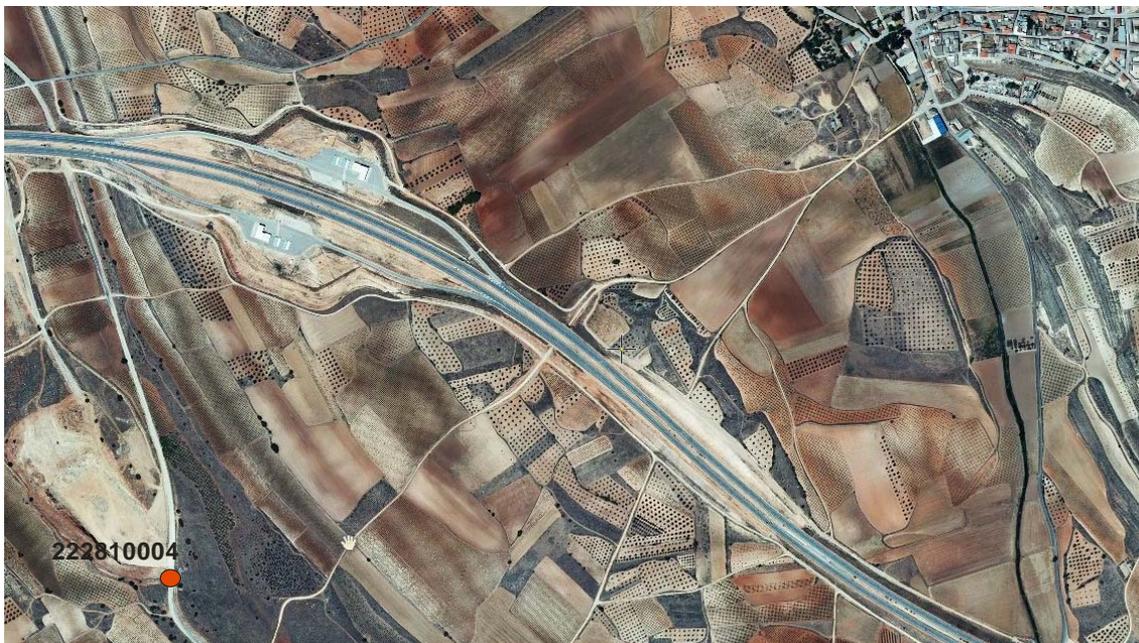
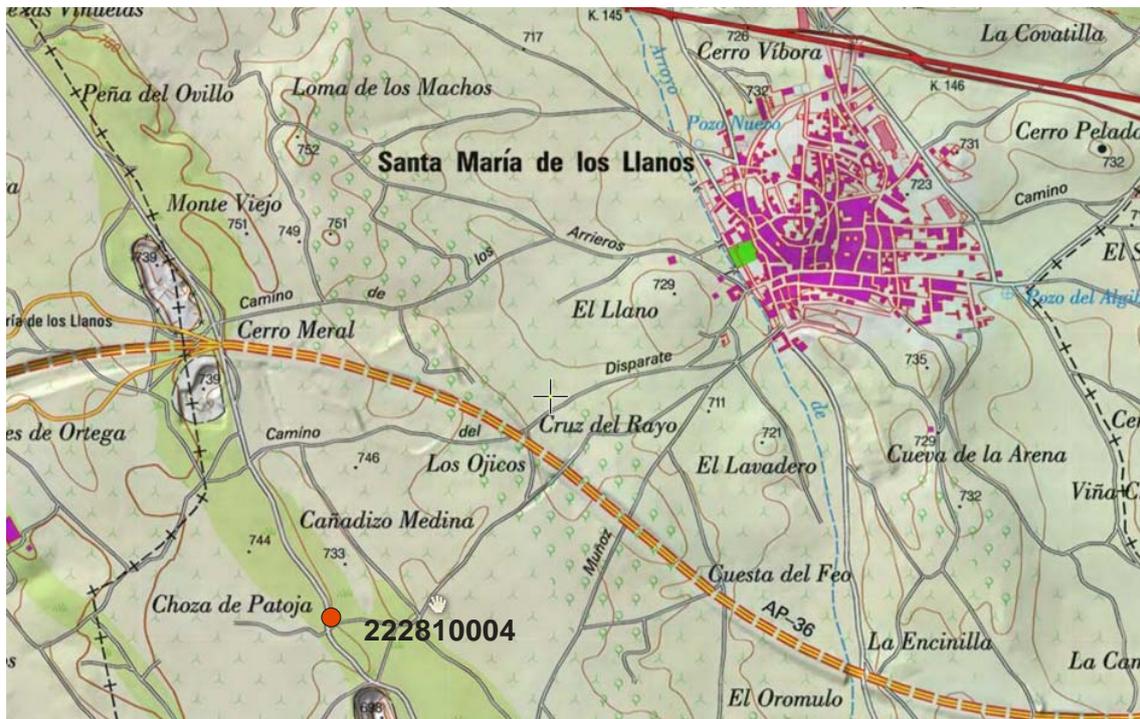
EVOLUCIÓN: Ascendente
(Mayo 2011- Octubre 2015)

Nº IGME: 222770003 (BELMONTE)





Nº IGME: 222810004 (SANTA M^a DE LOS LLANOS)



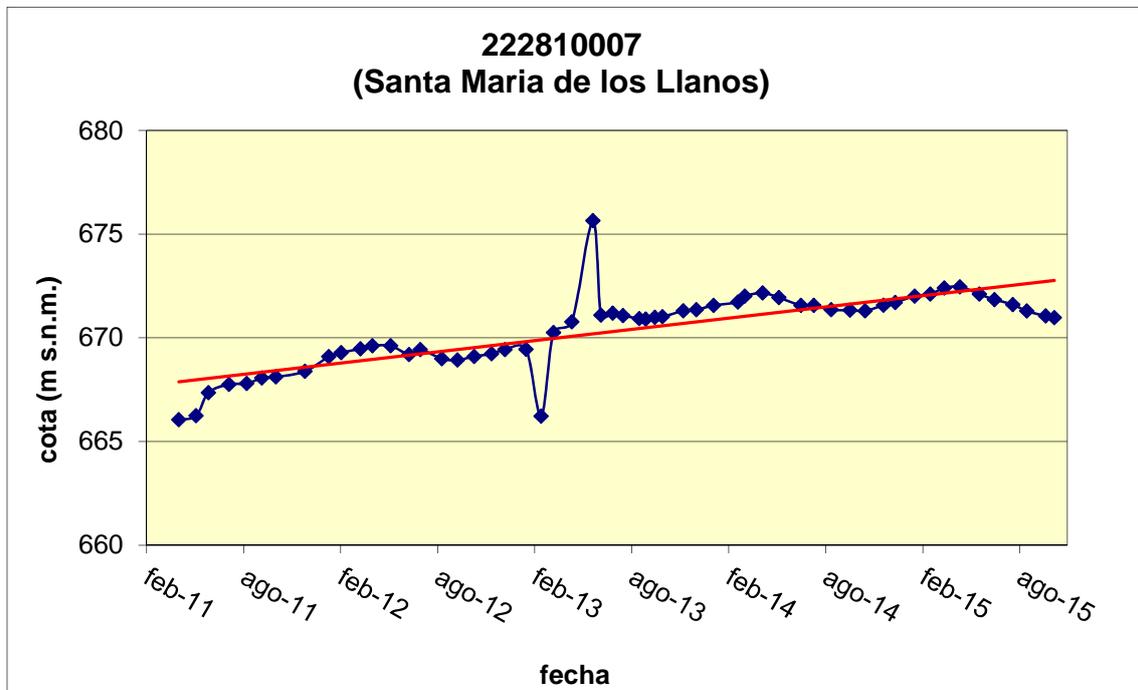


Nº IGME: 222810007 (SANTA M^a DE LOS LLANOS)





EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE

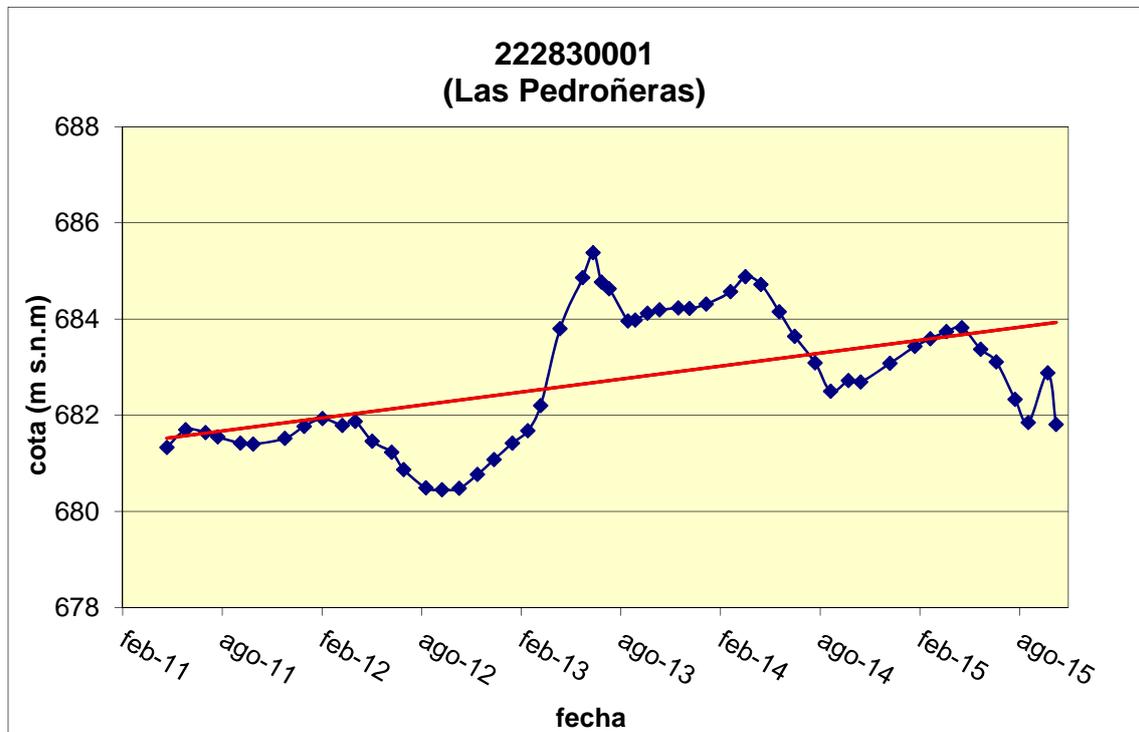


EVOLUCIÓN: Ascendente

(Abril 2011-Octubre 2015)

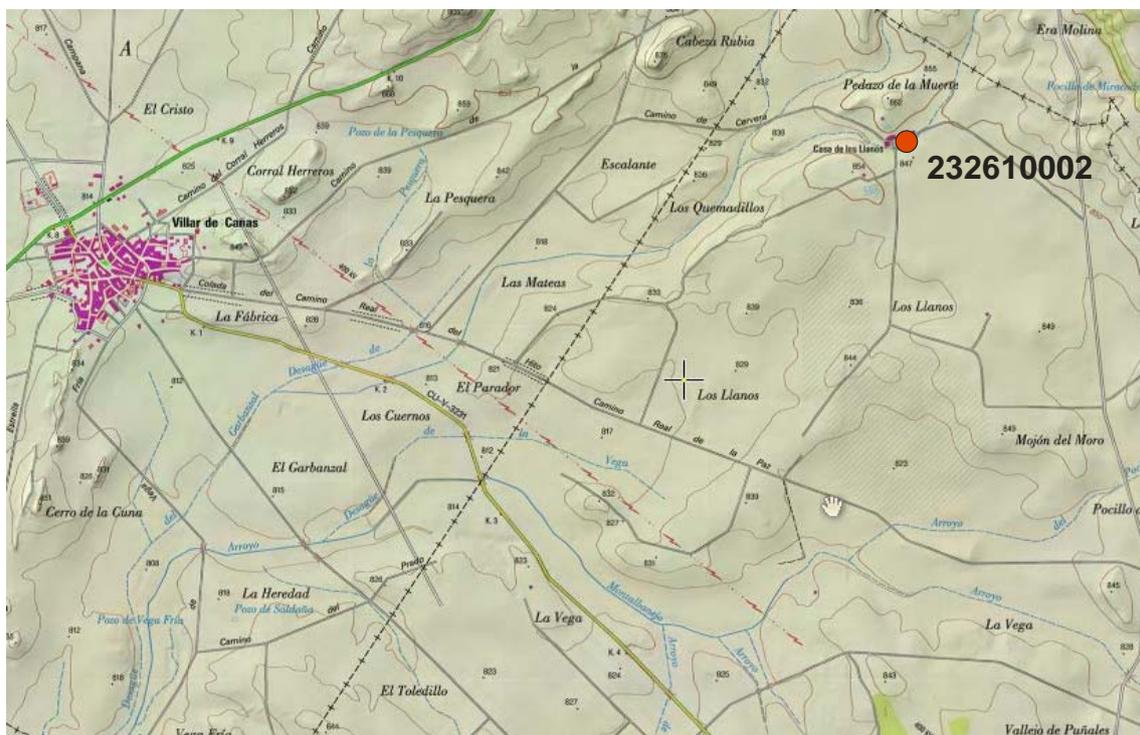


EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



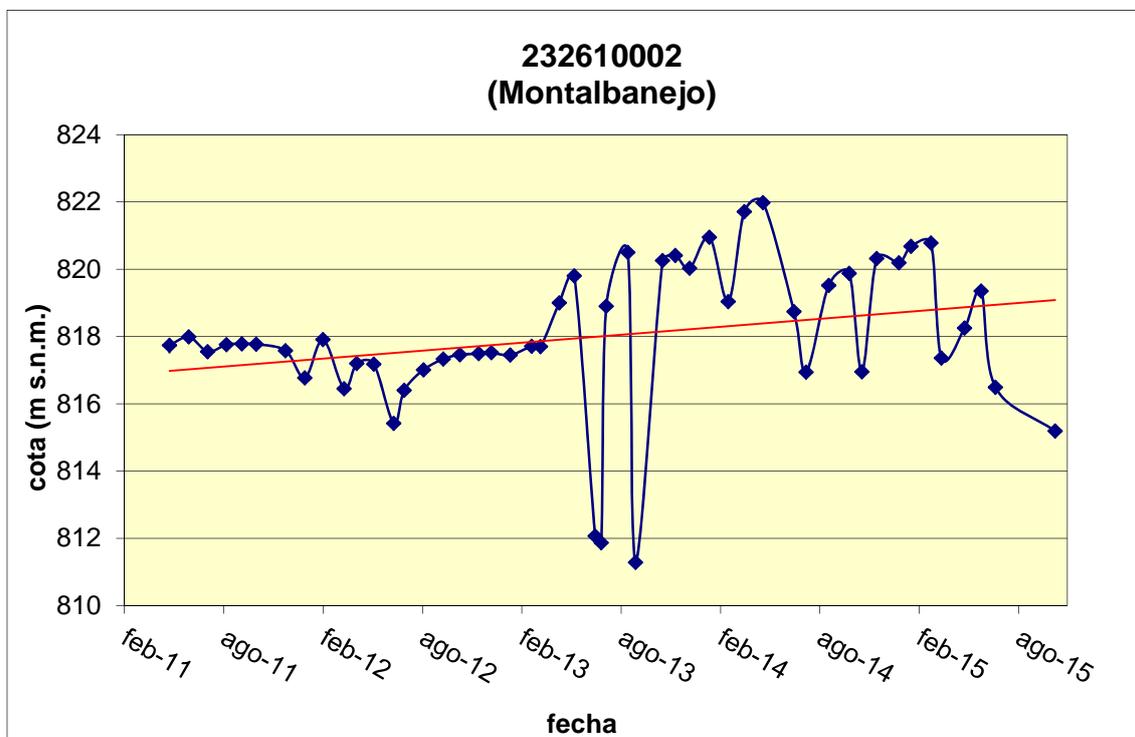
EVOLUCIÓN: Ascendente
(Mayo 2011-Octubre 2015)

Nº IGME: 232610002 (MONTALBANEJO)



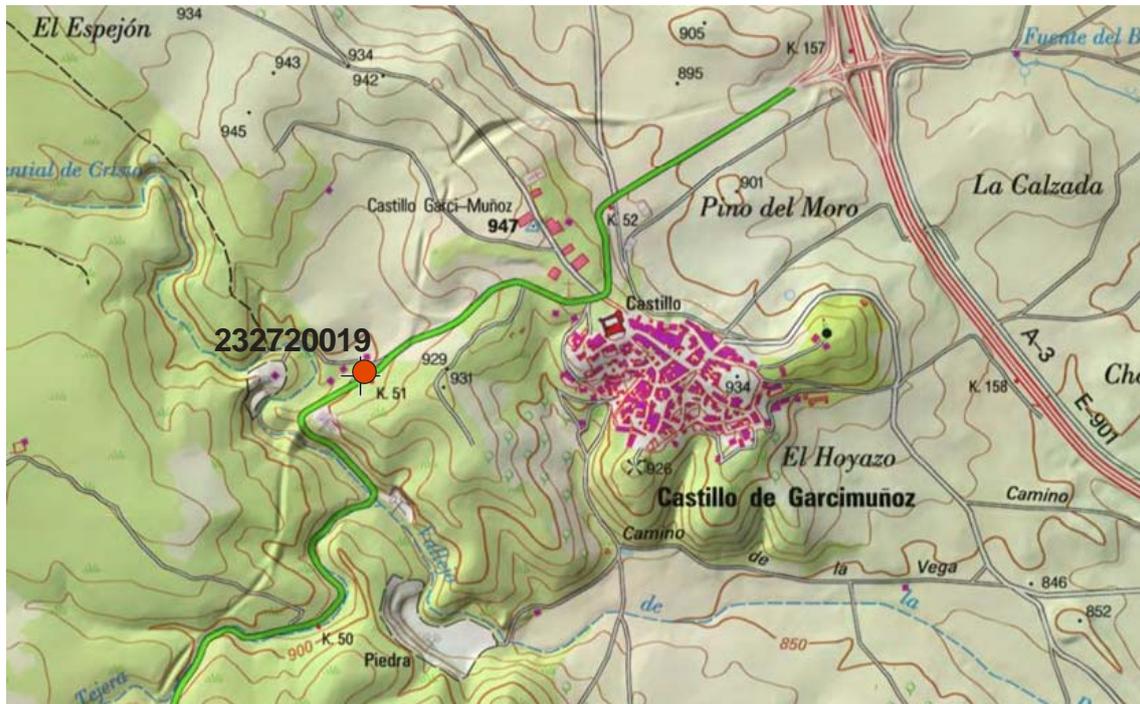


EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



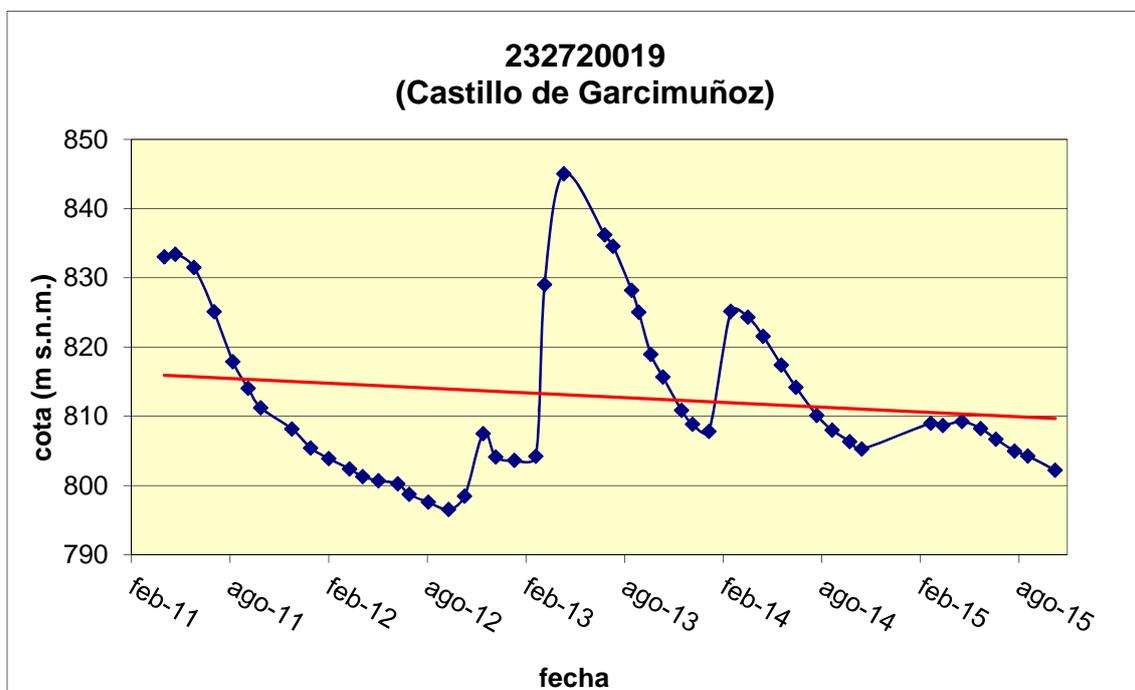
EVOLUCIÓN: Ascendente
(Mayo 2011-Octubre 2015)

Nº IGME: 232720019 (CASTILLO DE GARCIMUÑOZ)





EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA RECIENTE



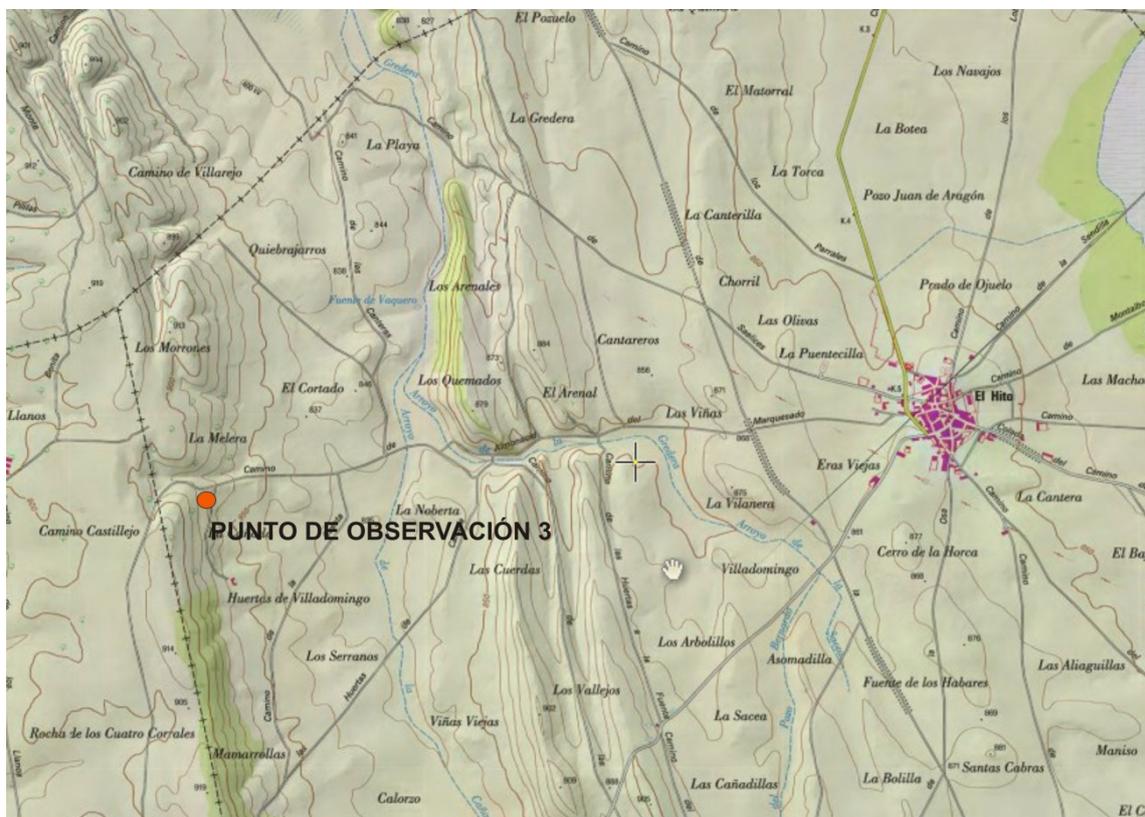
EVOLUCIÓN: Descendente

(Abril 2011-October 2015)

***NUEVOS PUNTOS INCORPORADOS A LA RED
PIEZOMÉTRICA ESTABLECIDA POR EL IGME EN
LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)
(NÚMEROS DE REGISTRO PROVISIONALES)***

NUEVOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA					
Nº Registro provisional	COORD U.T.M. (ED50)		COTA aprox. (m s.n.m.)	Acuífero que captan	Prof (m)
	X	Y			
3	520566	4411964	880	Cretácico	
4	529469	4389057	867	Cretácico	153
5	531954	4387168	850	Cretácico	250
7	515148	4421840	930	Jurásico	120
20	529070	4391742	875	Cretácico	116
22	529834	4391669	838	Cretácico	
25	539948	4374613	805	Cretácico	110
26	539244	4381991	779	Cretácico	50
27	538589	4381281	774	Cretácico	120
28	532730	4380090	810	Cretácico	200
31	528446	4383210	815	Cretácico	70
32	522403	4403021	885	Cretácico	
37	514805	4426509	853	Jurásico	

Nº (provisional):3 (EL HITO)



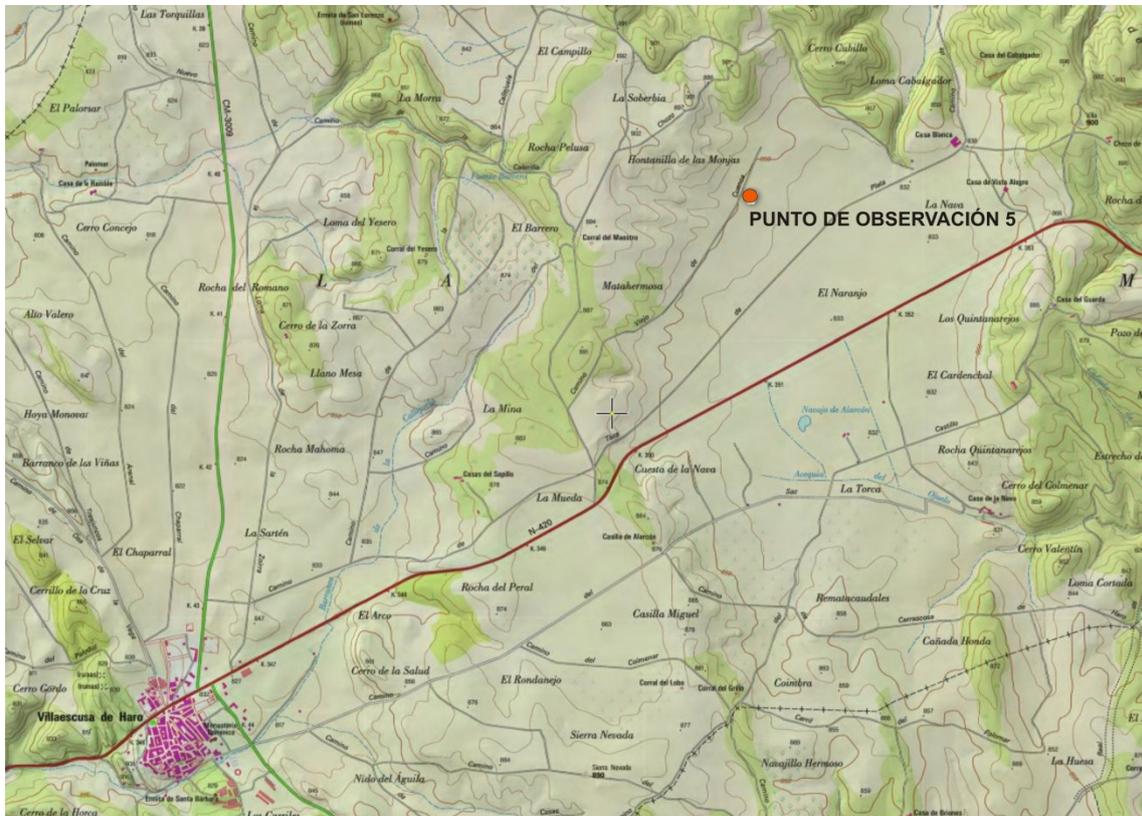


Nº (provisional):4 (VILLAESCUSA DE HARO)





Nº (provisional):5 (VILLAESCUSA DE HARO)





Nº (provisional):7 (SAELICES)





Nº (provisional):20 (FUENTELESPINO DE HARO)



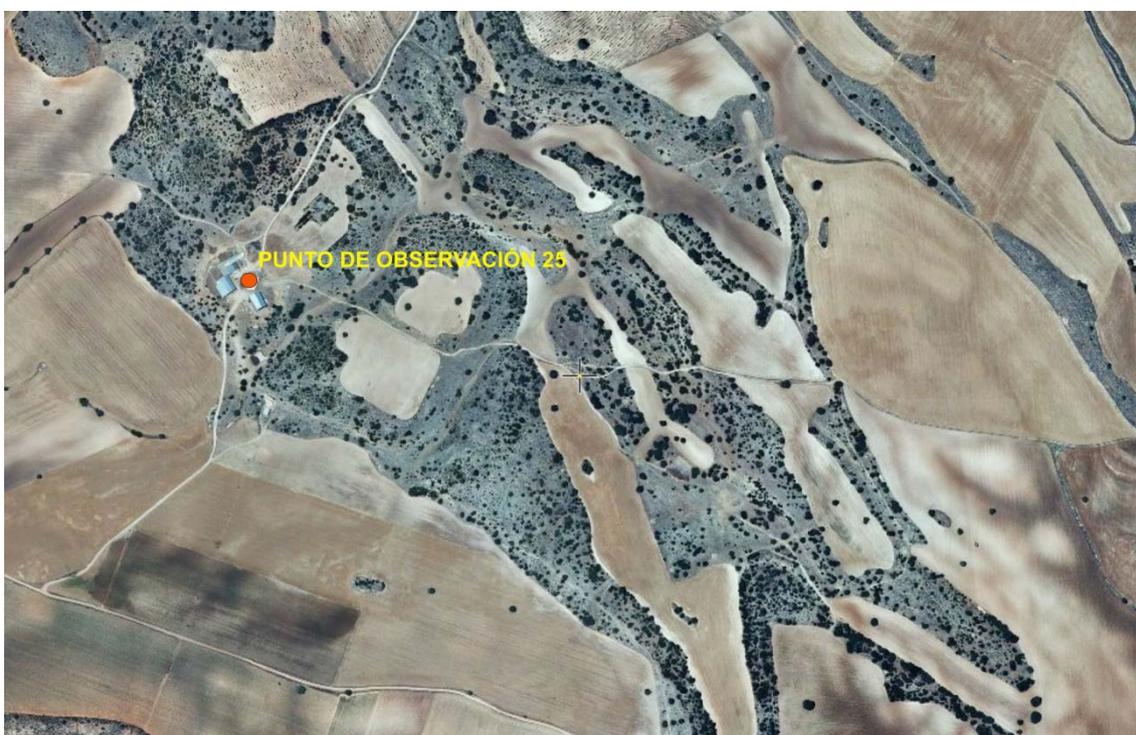
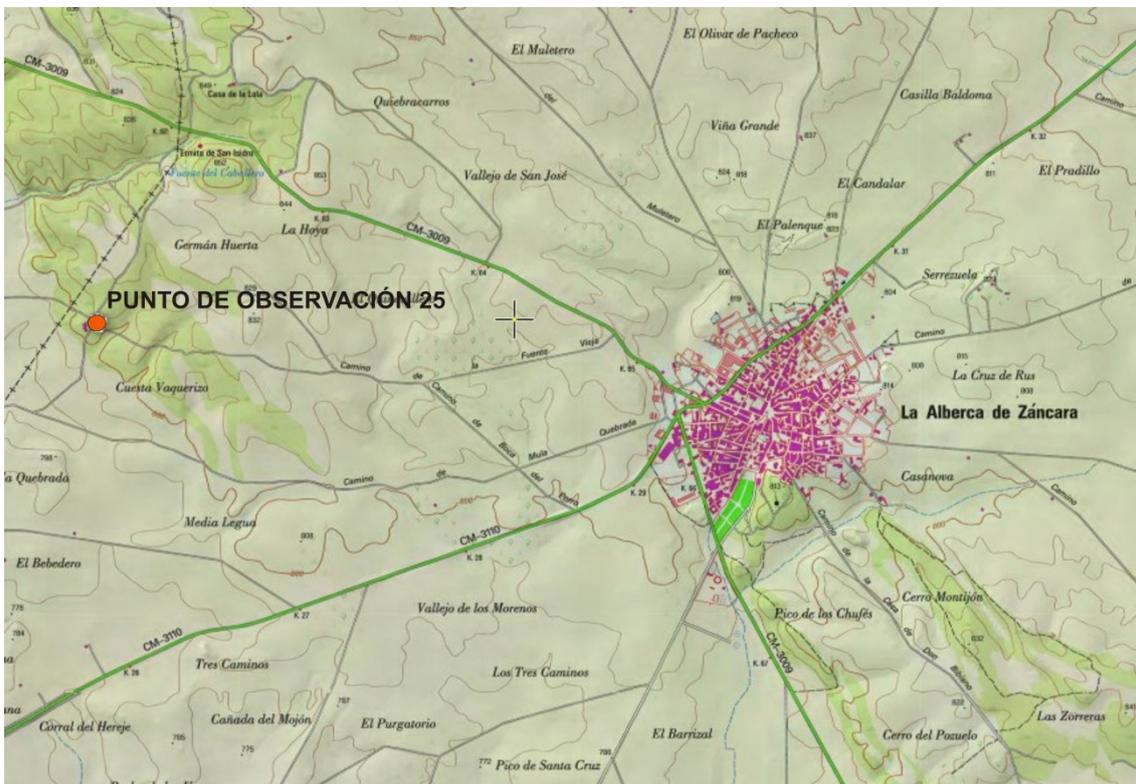


Nº (provisional):22 (FUENTELESPINO DE HARO)



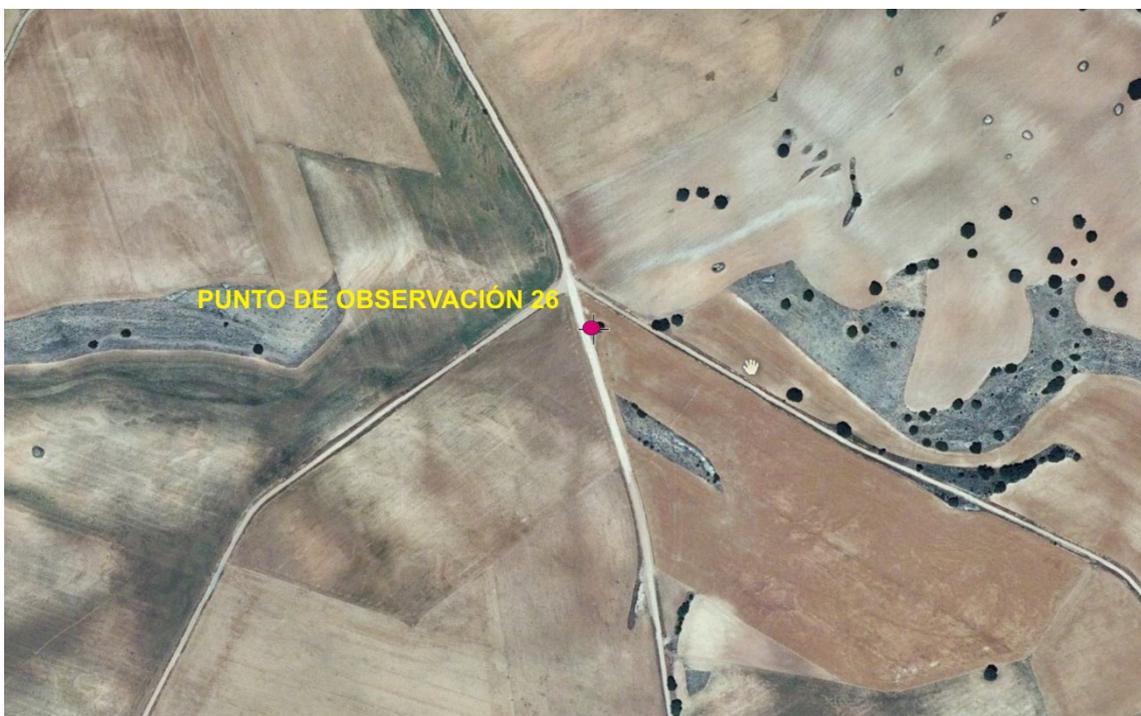


Nº (provisional):25 (LA ALBERCA DE ZÁNCARA)





Nº (provisional):26 (CARRASCOSA DE HARO)





Nº (provisional):27 (CARRASCOSA DE HARO)





Nº (provisional):28 (RADA DE HARO)





Nº (provisional):31 (VILLAESCUSA DE HARO)

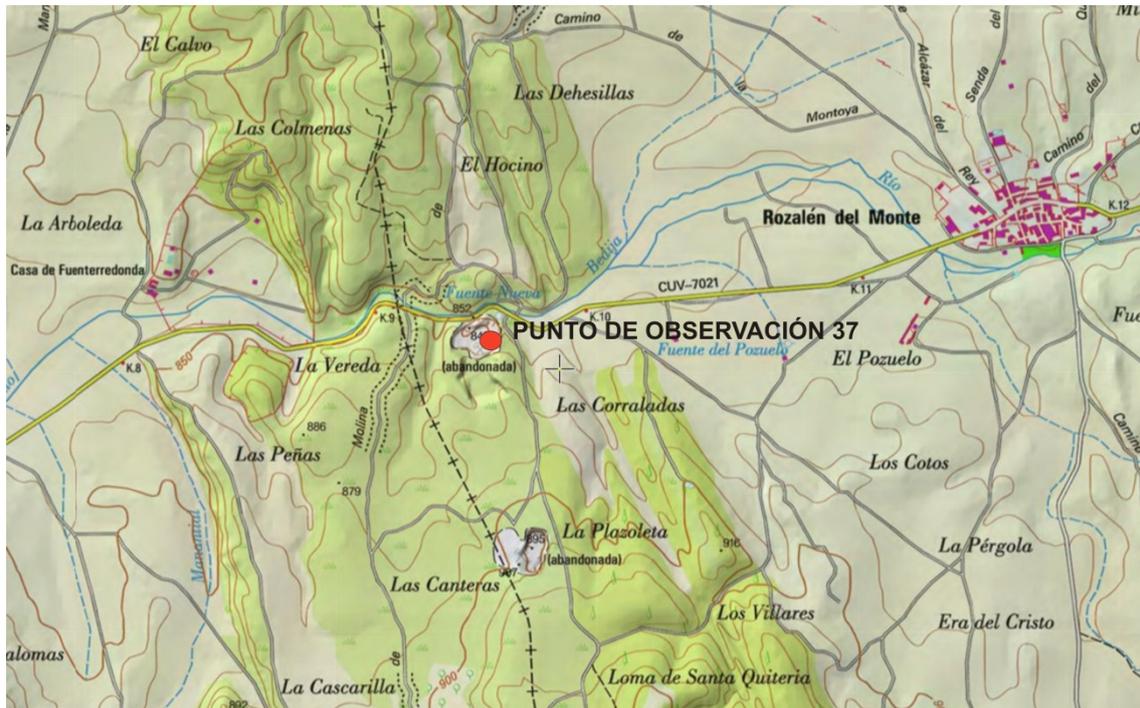




Nº (provisional):32 (VILLAREJO DE LAS FUENTES)



Nº (provisional): 37 (ROZALÉN DEL MONTE)



ANEXO II

GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA

DE LOS PUNTOS DE LA RED DE

OBSERVACIÓN ESTABLECIDA POR EL IGME

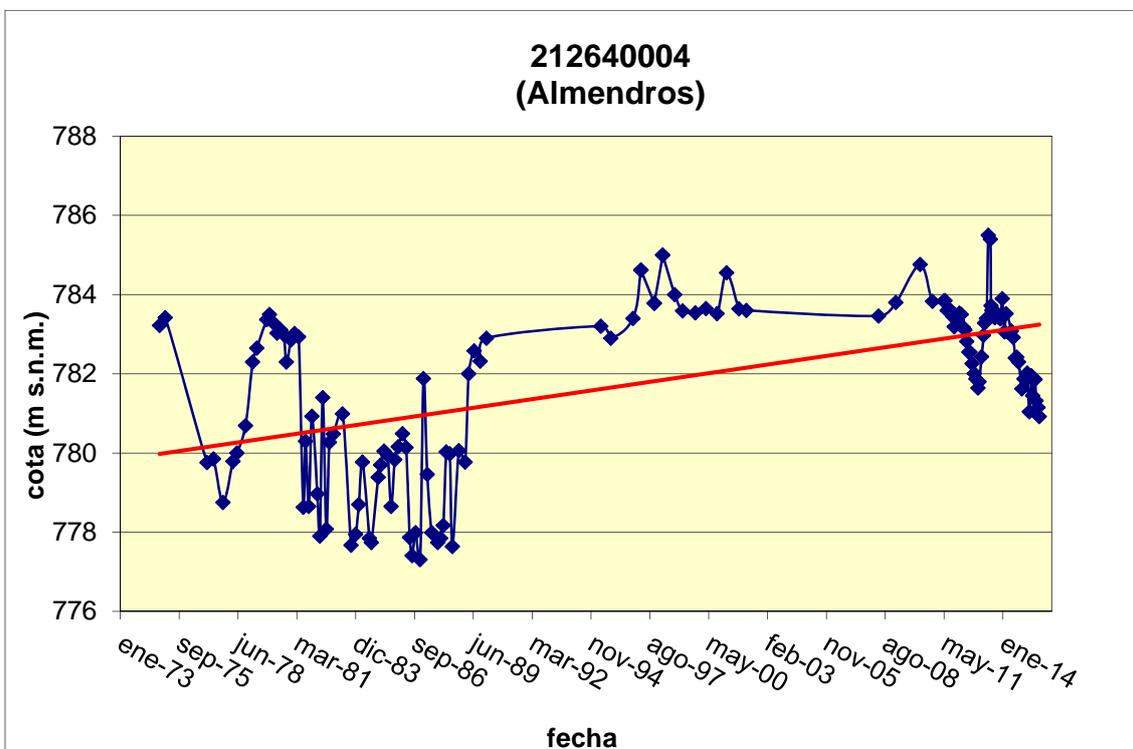
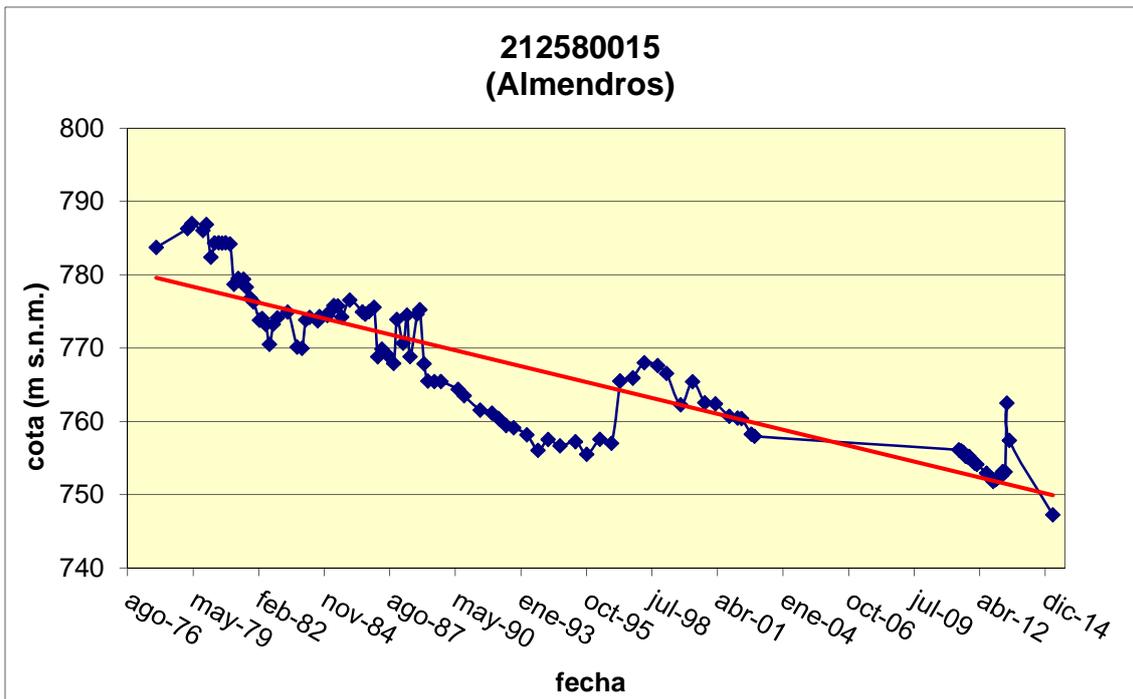
EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA

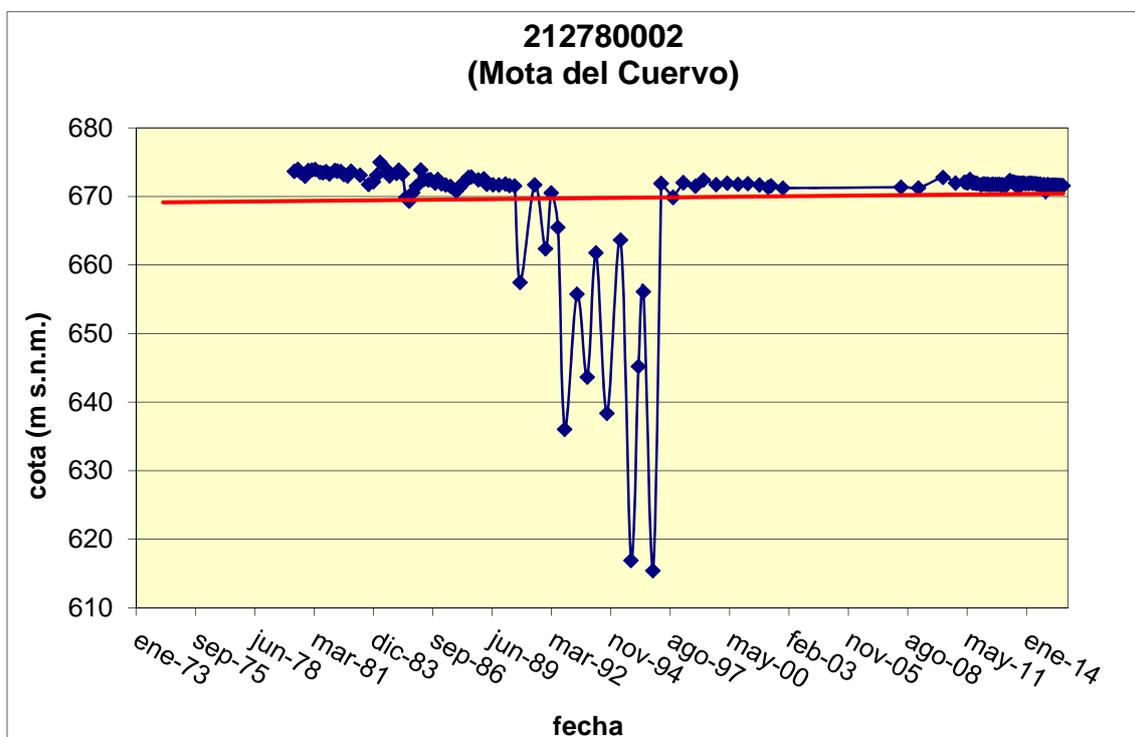
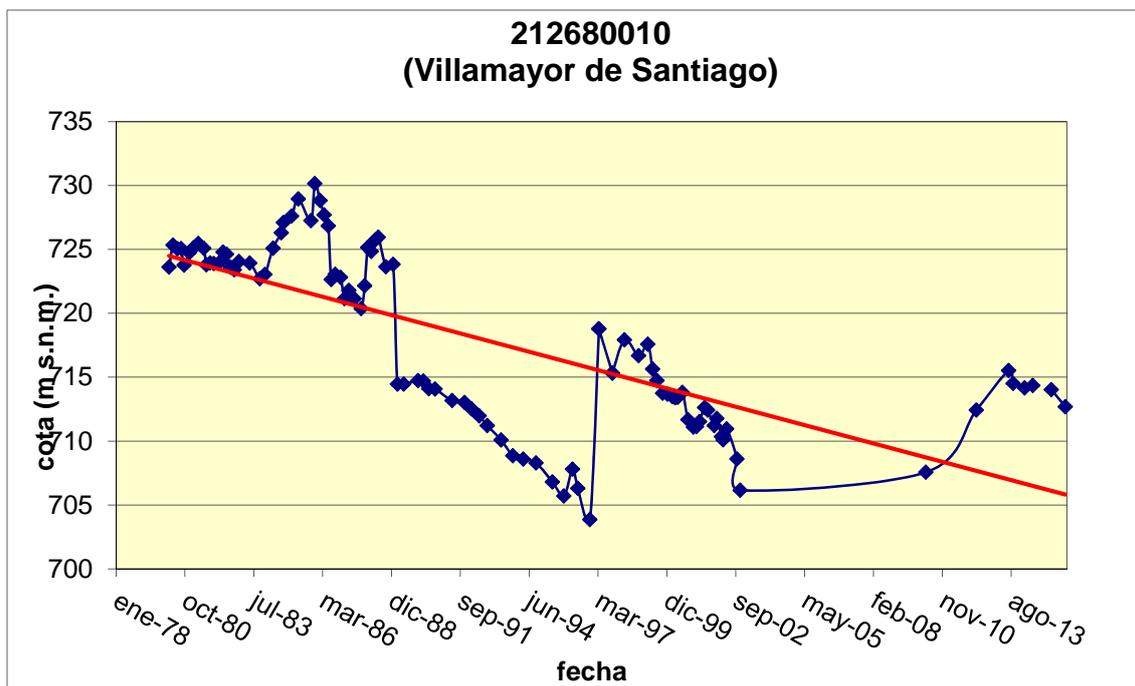
Enero 2016

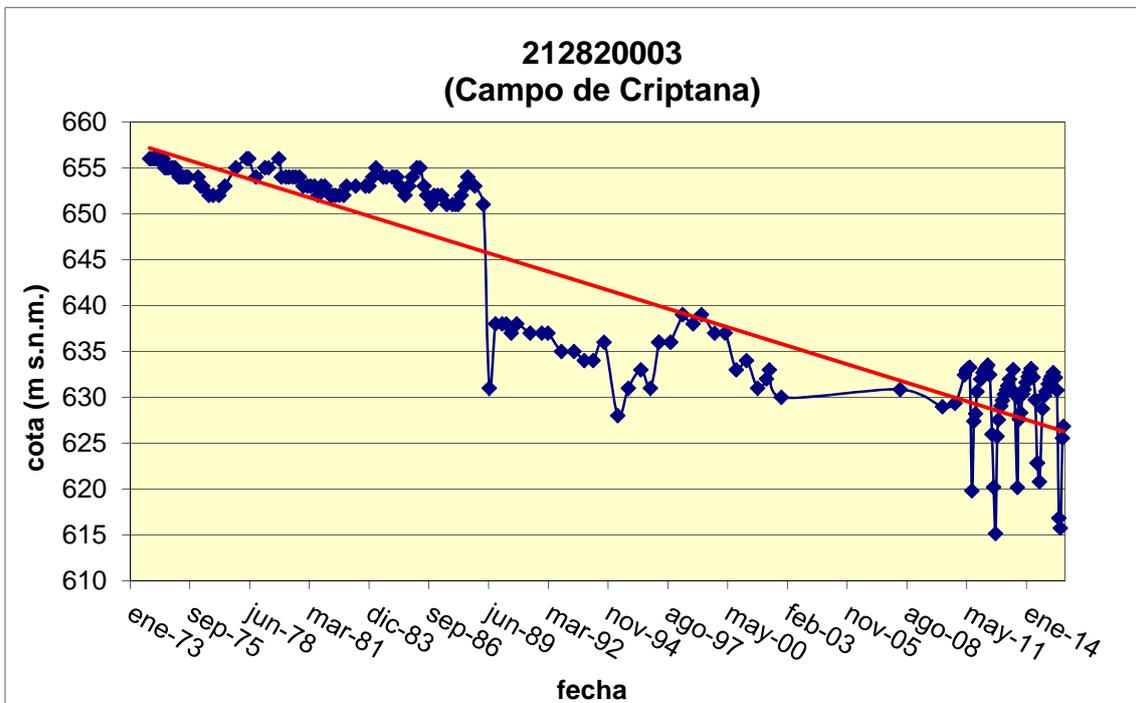
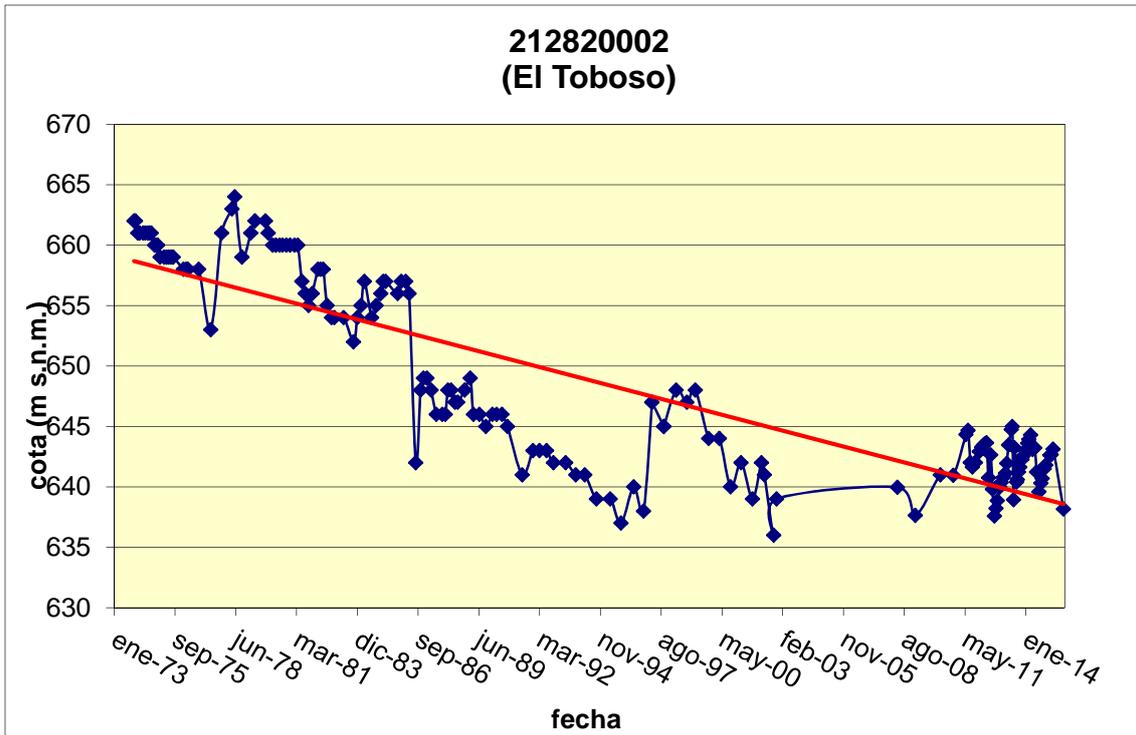
PUNTOS DE LA RED DE OBSERVACIÓN ESTABLECIDA POR EL IGME

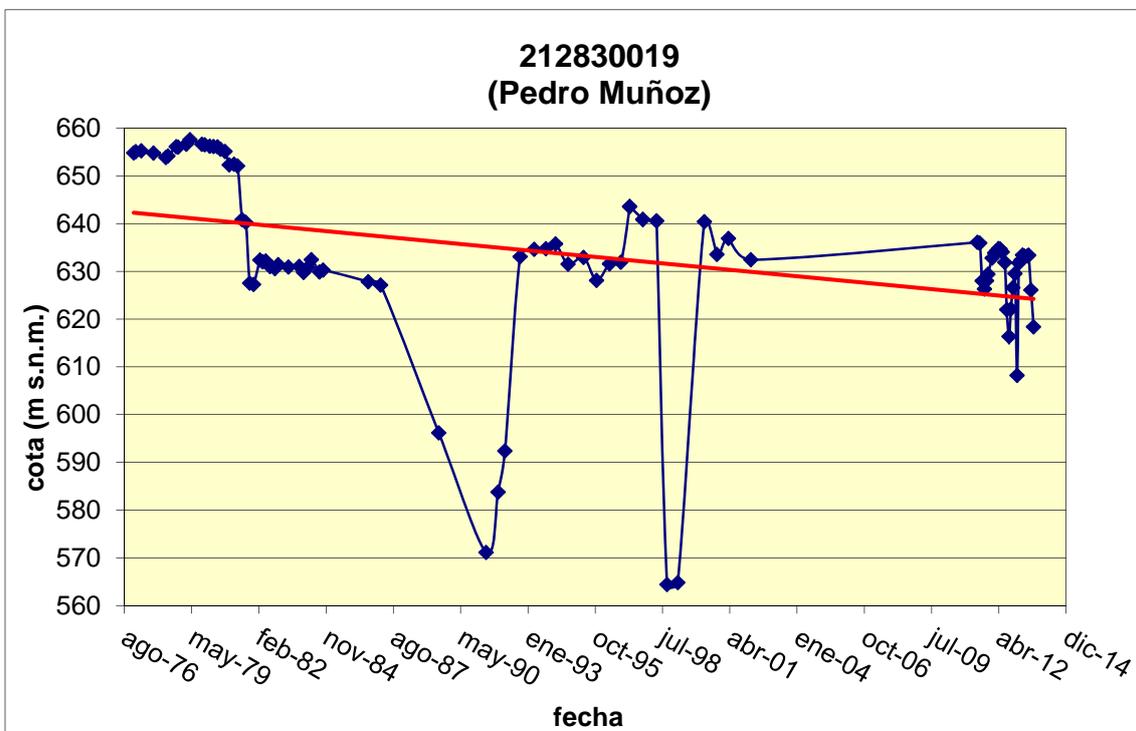
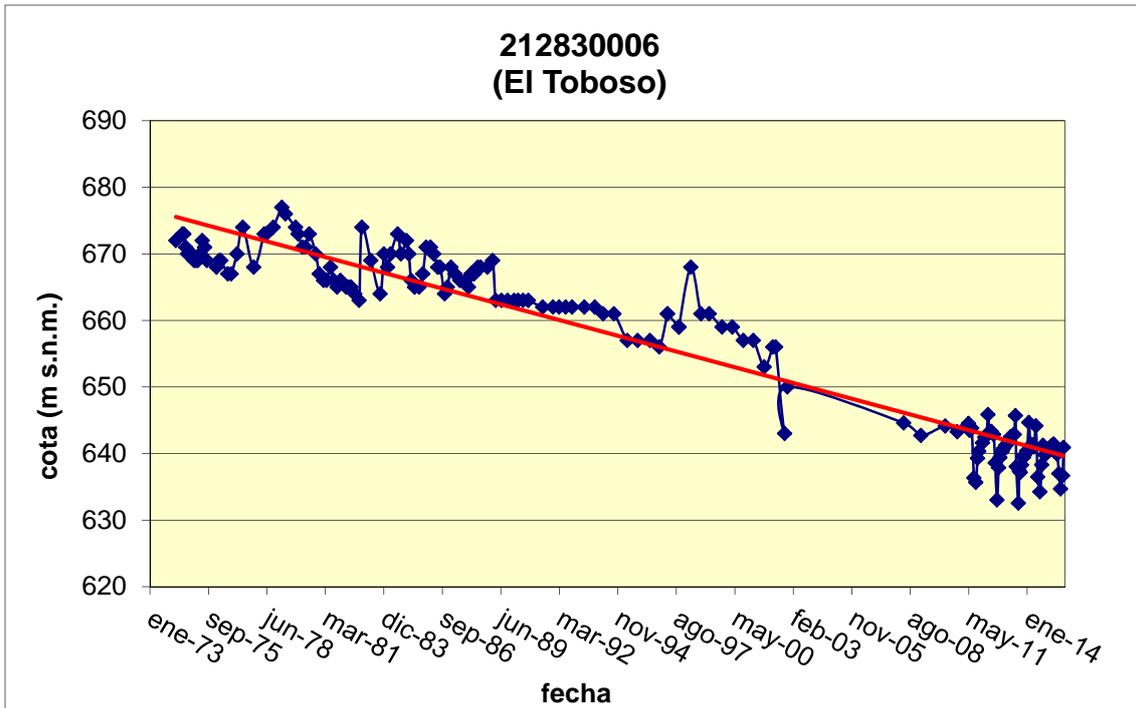
Nº Registro IGME	Nº Registro CHG	COORD U.T.M. (ED50)		COTA (aprox. m s.n.m.)	Acuífero que captan	Prof (m)
		X	Y			
212580015	04.01.002	512139	4409836	773	Jurásico	164
212640004	04.01.224	510882	4408477	766	Terciario	23
212680010		512566	4397108	825	Jurásico	170
212730003		500209	4381915	718	Jurásico	160
212770001		501630	4378056	698	Mioceno	300
212780002	04.01.228	512231	4378117	769	Jurásico	136
212820001		498113	4370956	680	Terciario-Cretacico	320
212820002		495689	4370068	678	Jurásico	260
212820003	04.01.230	498175	4367423	665	Cretácico-Jurásico	321
212830006	04.01.231	502354	4368084	680	Cretácico	290
212830019	04.01.232	501576	4364596	669	Jurásico	200
212840009		508282	4364707	682	Cretácico	70
222410002	04.01.101	515755	4442546	964	Terciario-Cretacico	51
222410015	04.01.242	515432	4442783	990	Cretácico	252
222580010	04.99.001	534420	4418727	970	Jurásico	185
222580011		538366	4416690	833	Cuaternario-Terciario	10
222580012		537348	4416181	832	Cretácico (Albiense)	15
222610001	04.01.234	515303	4405609	856	Terciario	100
222610002		516812	4406511	810	Mioceno inferior	10,6
222620003		525787	4402385	900	Mioceno superior	7,1
222620010	04.01.235	520200	4408700	911	Jurásico	300
222640010		539126	4400775	850	Mioceno inferior	40
222670019	04.01.004	527845	4395137	857	Cretácico	110
222770003	04.01.237P	528341	4380544	823	Cretácico	100
222810004		514729	4370199	740	Jurásico	150
222810007	04.01.238	517321	4372007	726	Jurásico	235
222820018	04.04.286	519983	4363706	684	Cretácico	150
222830001	04.04.010	531713	4366943	716	Cretácico-Jurásico	259
232610002	04.99.002	542544	4402828	835	Terciario	80
232650003	04.01.239	542116	4398344	867	Terciario	95
232720019	04.01.240	552053	4390077	918	Cretácico superior	194

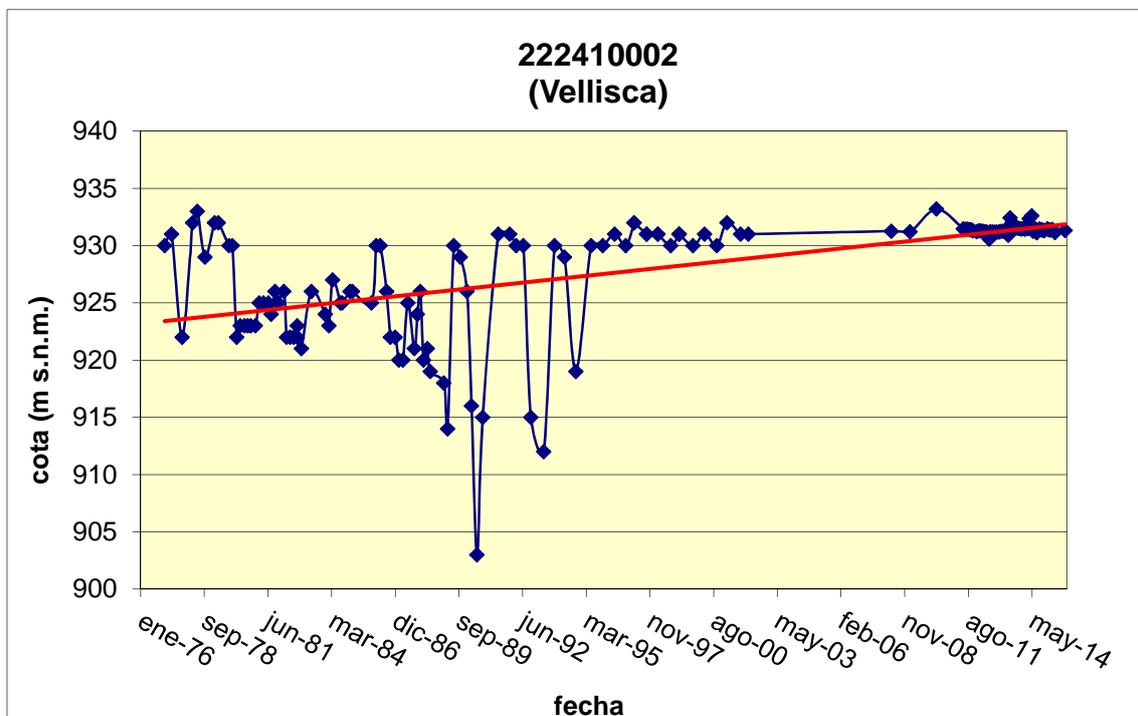
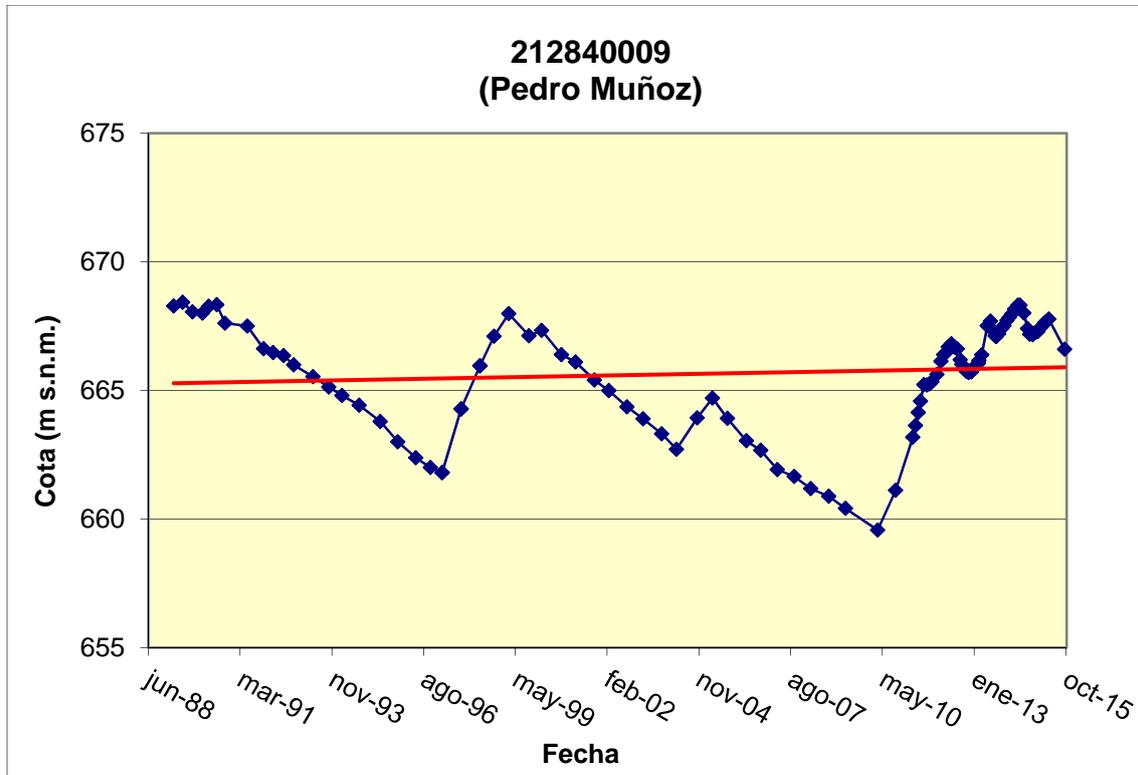
DATOS IGME
DATOS CHG

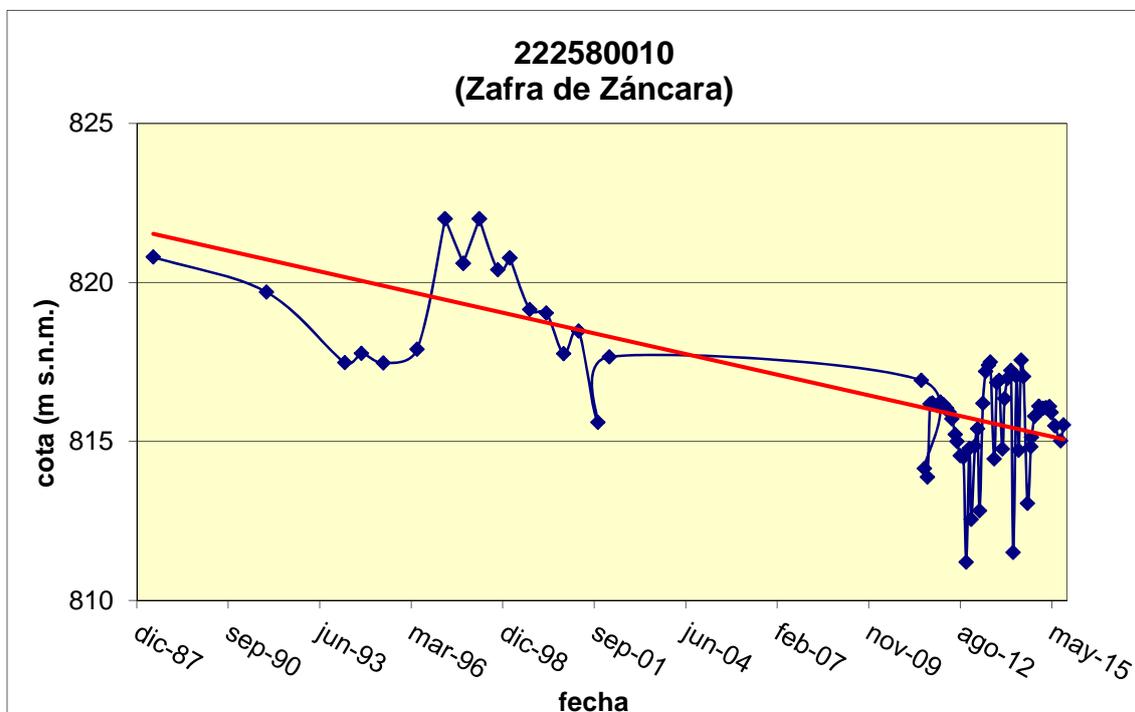
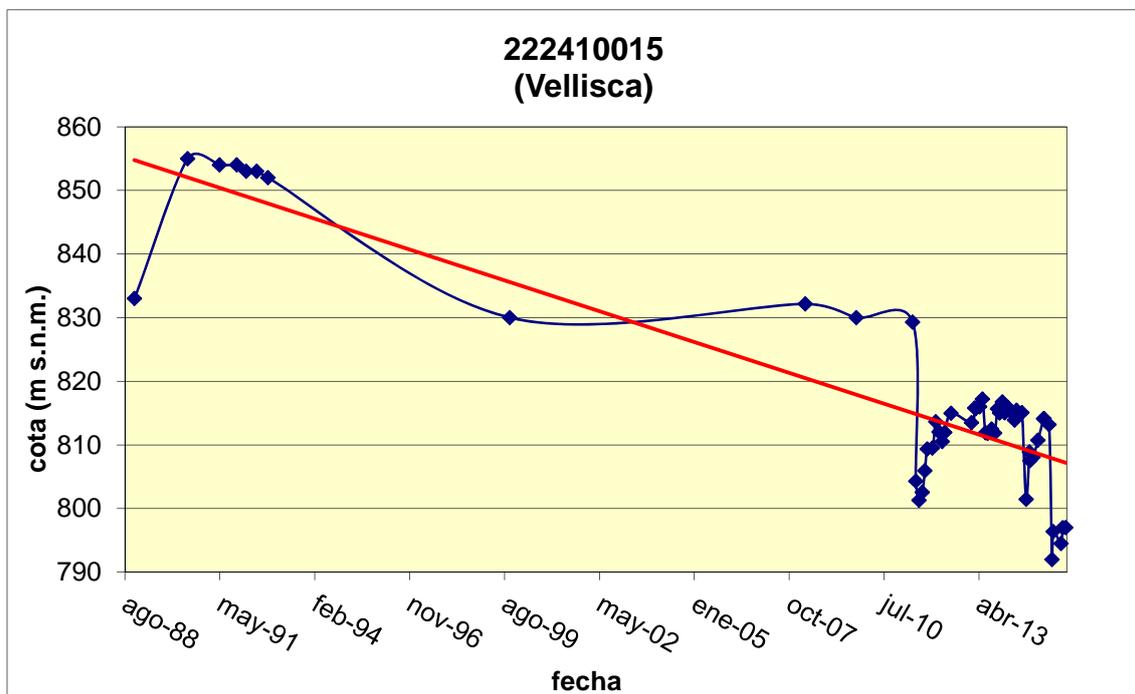


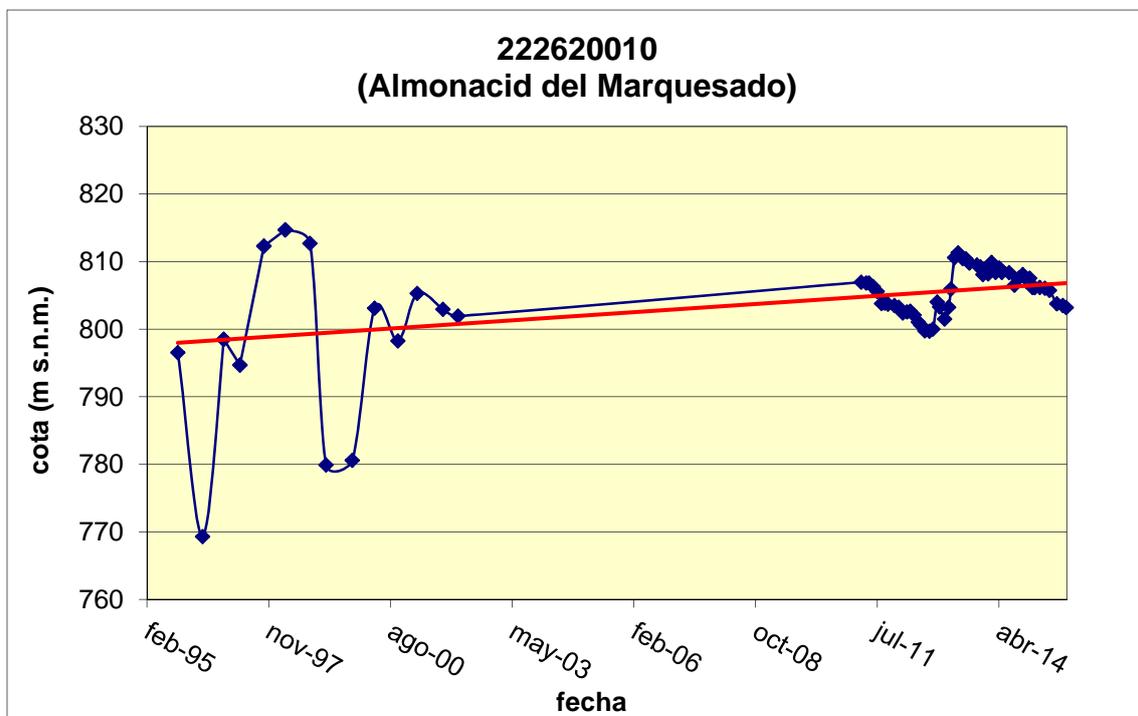
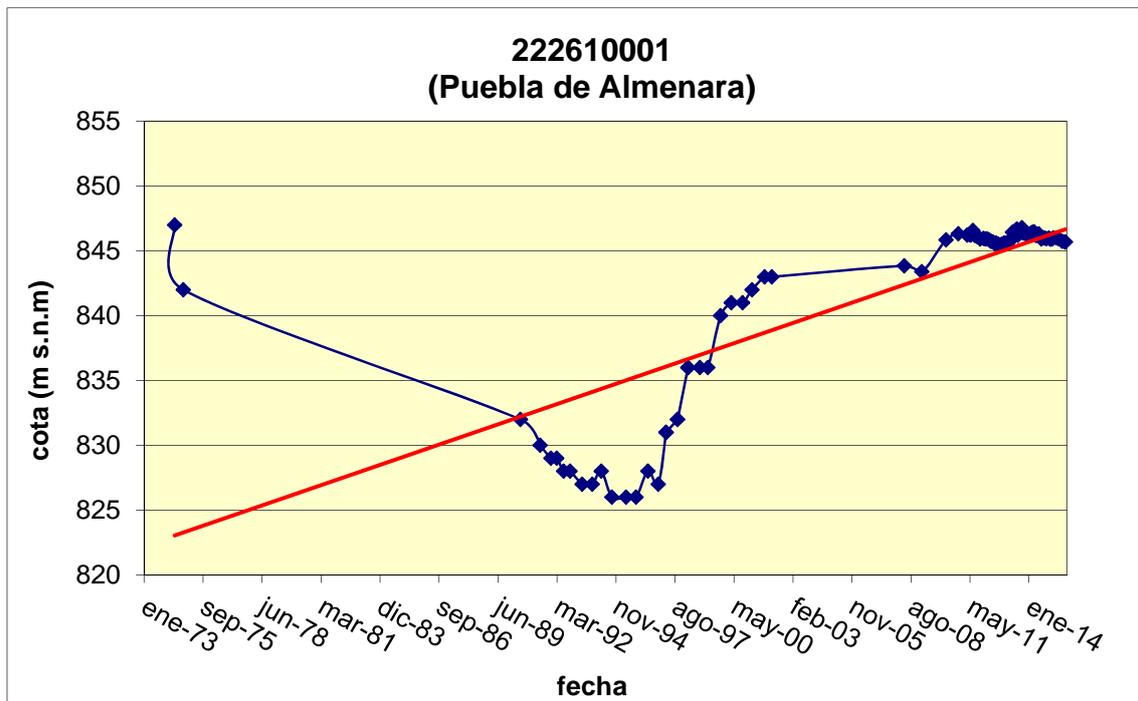


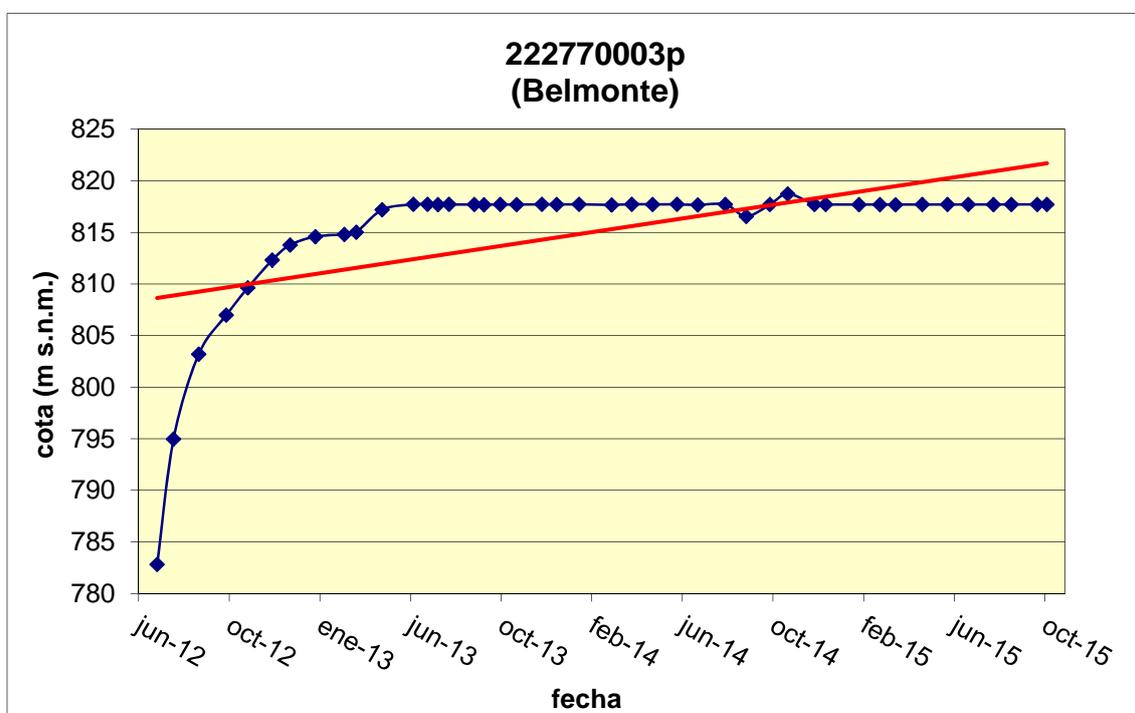
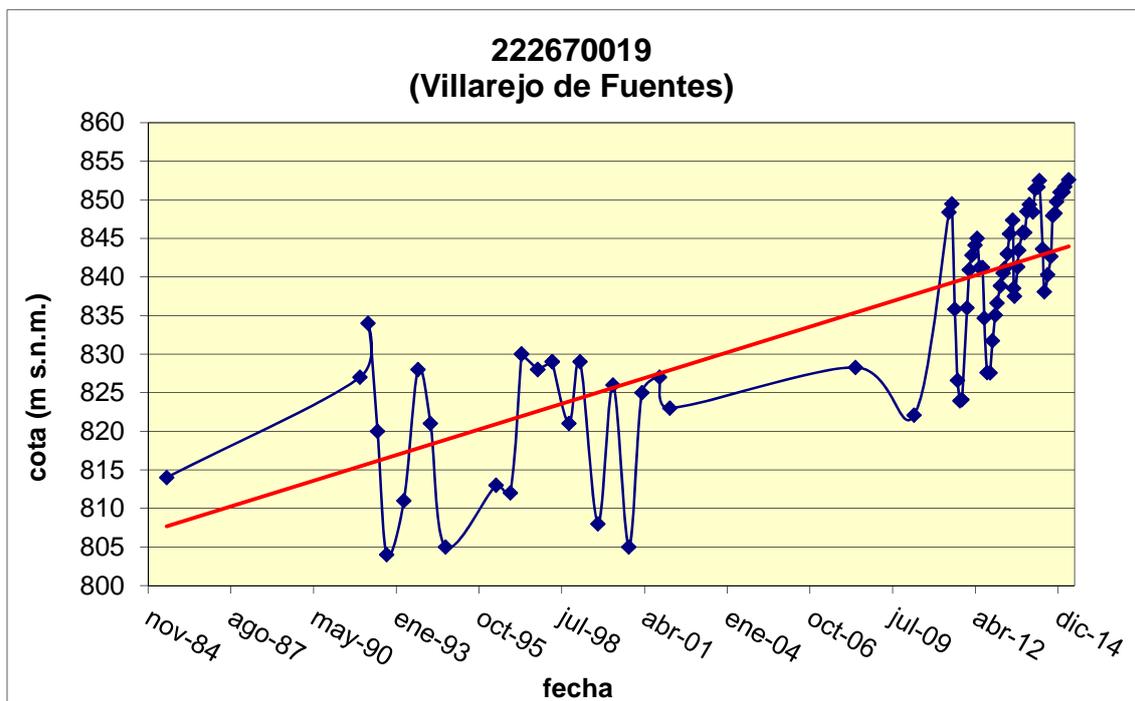


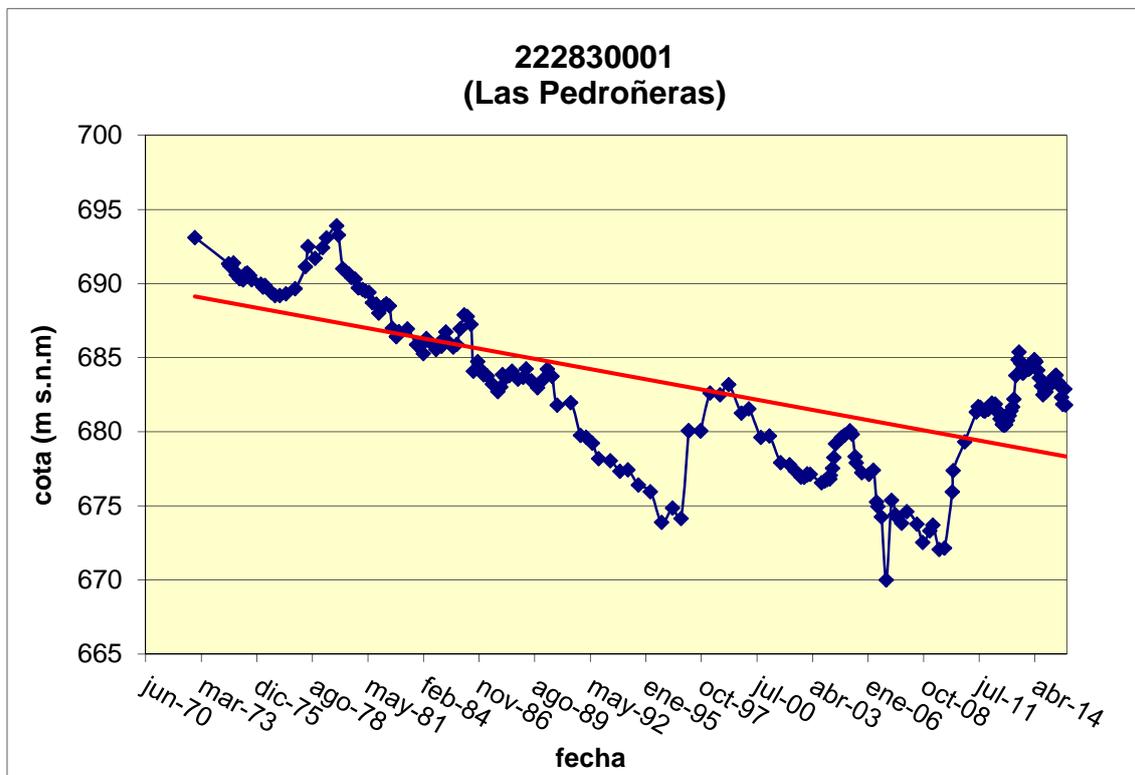


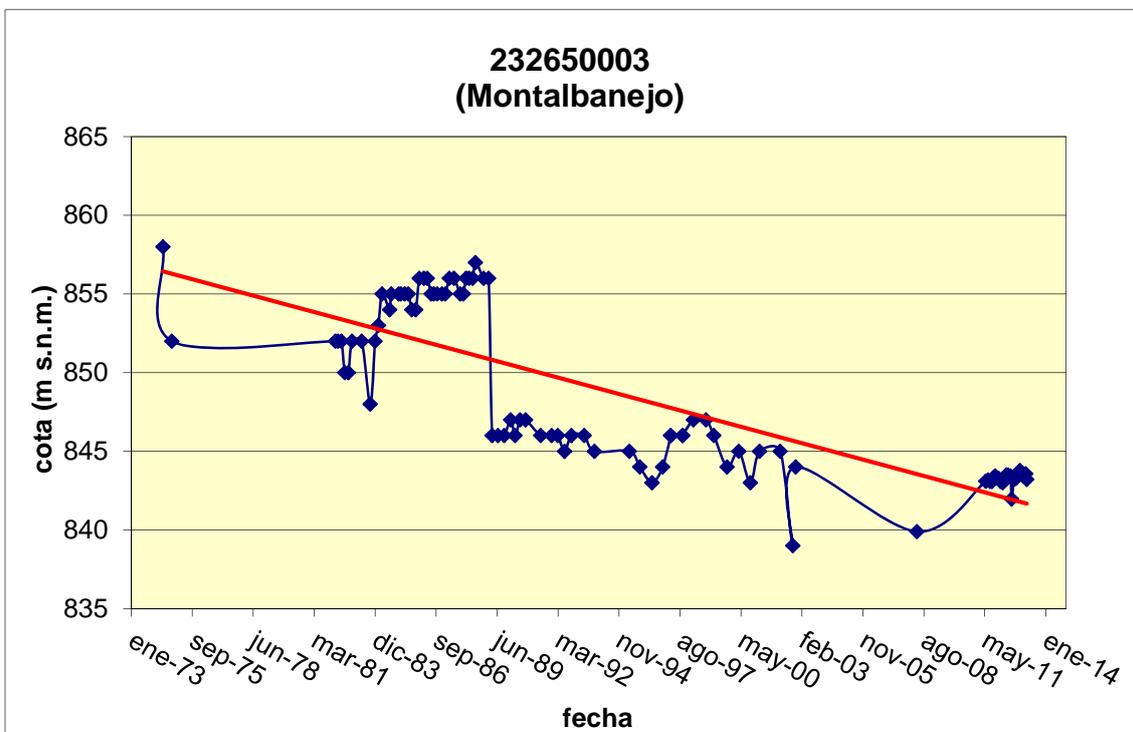
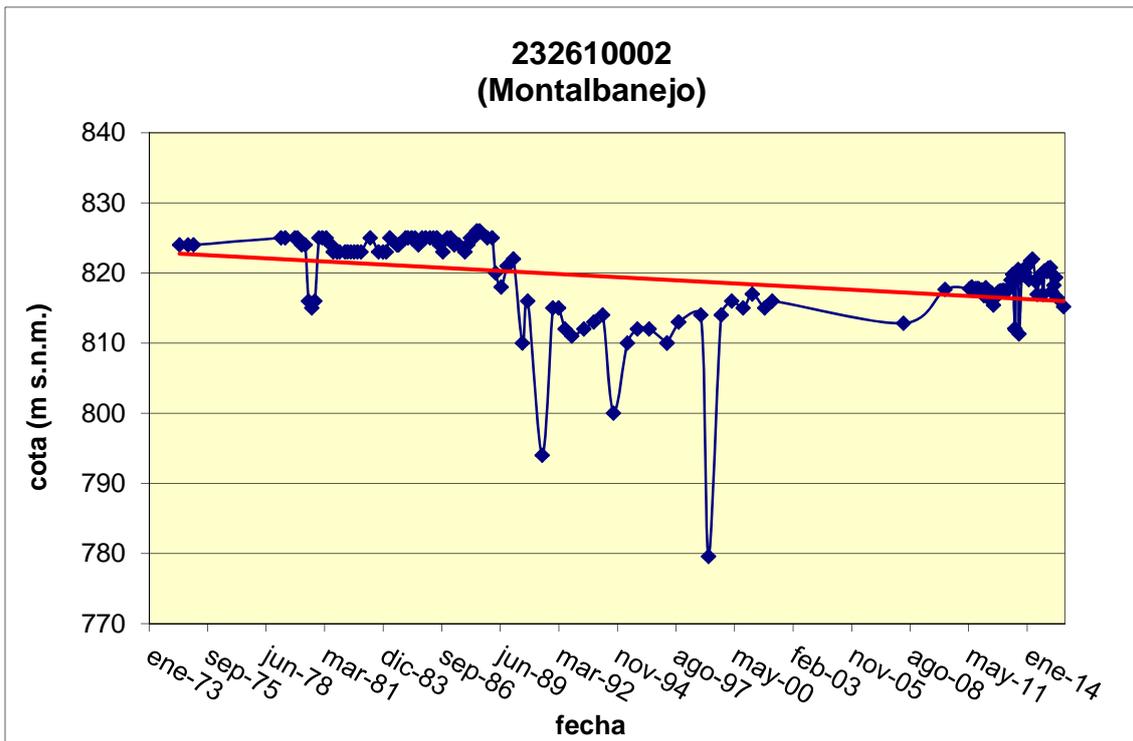


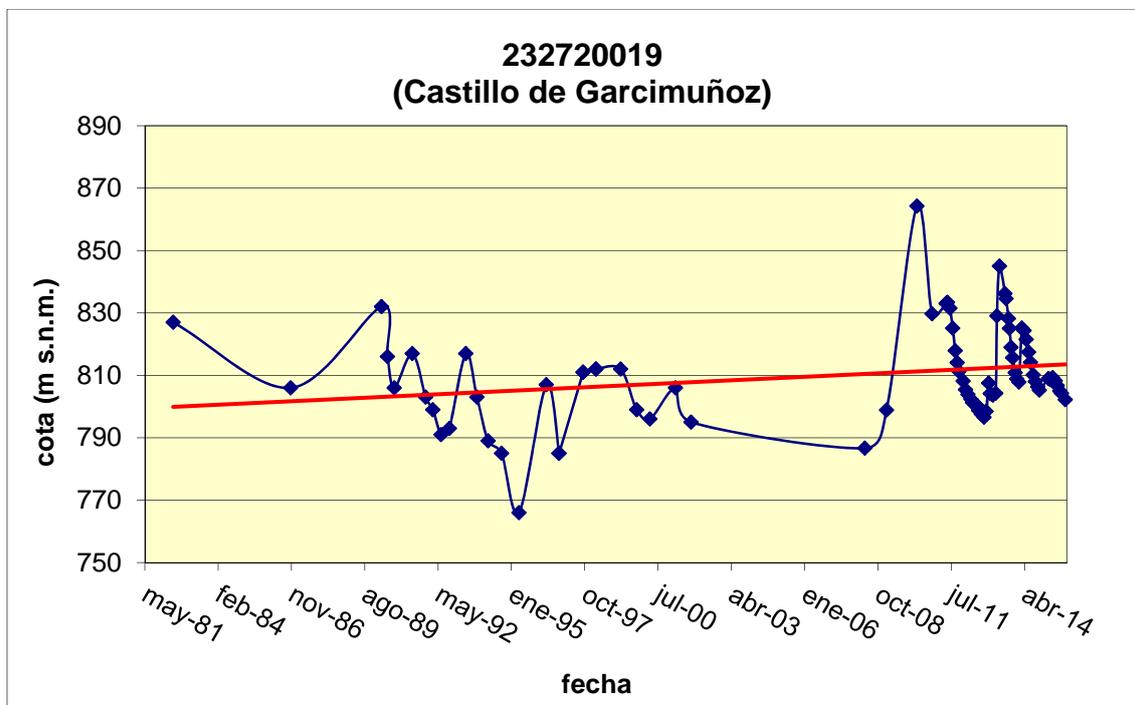












PUNTOS MEDIDOS POR LA CHG

Nº Registro CHG	COORD U.T.M. (ETRS89)		COTA (aprox. m s.n.m.)	Prof (m)
	X	Y		
04.01.006	501669	4378131	699	300
04.01.007	532760	4380005	819	206
04.01.008	540021	4383697	794	100
04.01.009	551921	4385787	875	160
04.01.010	508370	4364598	686	70
04.01.015	528842	4371385	764	499
04.01.017	519258	4366460	702	193
04.01.018	528634	4383367	815	296
04.01.201	552551	4388902	937	260
04.01.202	518174	4412776	887	200
04.01.203	499830	4381738	721	204
04.01.204	496146	4368283	685	248
04.01.205	520161	4407328	894	138
04.01.207	508614	4431609	806	175
04.01.208	514616	4425485	893	272
04.01.209	509588	4376993	767	204
04.01.210	511974	4397104	822	240
04.01.211	508568	4393349	759	264
04.01.212	508734	4393132	763	102
04.01.213	528679	4369007	719	168
04.01.214	542373	4381275	880	218
04.01.215	530977	4381234	866	312
04.01.217	525969	4375578	753	182
04.01.218	523085	4394760	849	192
04.01.220	514928	4370194	739	236
04.01.221	522564	4403180	887	152
04.01.222	514012	4404016	957	250

