

Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE MUNEBREGA: 090.083.001



ÍNDICE

	Pág.
1. PROYECTO	1
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO	6
2. LOCALIZACIÓN	7
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA	9
4. MARCO HIDROGEOLÓGICO	9
5. EQUIPO DE PERFORACIÓN	13
6. DATOS DE LA PERFORACIÓN	13
7. COLUMNA LITOLÓGICA	15
8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	16
9. ENTUBACIÓN REALIZADA	17
10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	20
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO	21
11. HIDROQUÍMICA	26
12. CONCLUSIONES	29

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i>	8
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i>	8
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (409) Calatayud.</i>	9
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.</i>	19
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.083.001 – Munébrega</i>	28
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.083.001 – Munébrega</i>	28

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)..</i>	15
<i>Tabla 2. Entubación realizada.....</i>	17
<i>Tabla 3. Entubación final.....</i>	18
<i>Tabla 4. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</i>	20
<i>Tabla 5. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....</i>	21
<i>Tabla 6. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....</i>	25

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 3: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 4: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino lleva varios años desarrollando un programa de ampliación, mejora y optimización de las redes oficiales de control de las aguas subterráneas incluyendo, piezometría y calidad de las mismas.

A lo largo de los últimos ocho años se han realizado diferentes proyectos de ejecución e instalación de sondeos, de nueva construcción, que han pasado a formar parte y complementar la red oficial de seguimiento del estado cuantitativo y calidad de las aguas de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. La localización de dichos sondeos atendió, fundamentalmente, a criterios técnicos en relación con la caracterización, estado y evaluación de los recursos de las masas de agua donde se ubicaban.

Con el fin de alcanzar los objetivos recogidos en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.: Directiva 2000/60/CE) en sus artículos 4 y 8 y con las especificaciones del anexo V, la Confederación Hidrográfica del Ebro redactó, en diciembre de 2006, el **"Proyecto de Construcción de sondeos para la adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro"** en el que quedaron definidos el número, situación y características constructivas de 35 nuevos sondeos que pasarían a formar parte de la Redes Oficiales y que afectan a masas de agua poco definidas o sin ningún punto de control.

En junio de 2007 se licita, mediante concurso público, el contrato de Servicios para la **"Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro"** en el que se prevé la asistencia técnica, a la dirección de obra, en la construcción de 35 sondeos

que totalizan 3.785 metros de perforación y de los que 13 se prevén hacer a rotopercusión con martillo neumático en fondo y circulación directa, 5 a rotación con circulación inversa y los 17 restantes a percusión.

Con fecha 27 de Abril de 2009 se acuerda la adjudicación definitiva a CONSULNIMA, S.L., firmándose el Contrato de Servicios de Referencia 09.822-0003/0611 con fecha 21 de mayo de 2009.

Con fecha 30 de septiembre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 del contrato para la ejecución de las obras del proyecto.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN Nº 1 del "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO". Éste fue redactado en abril de 2010. En dicho modificado el número total de piezómetros a perforar o adecuar previsto es de 48, debido a la necesidad de realizar una serie de sondeos adicionales al objeto, sobre todo, de sustituir o adecuar ciertos piezómetros existentes que han quedado inoperativos o están en riesgo de estarlo.

Con ello se ve incrementado el número de sondeos a supervisar y vigilar durante las obras en el marco del contrato de servicios a ellas vinculado, por lo que con fecha 1 de octubre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 de dicho contrato de servicios.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN

Nº 1 del contrato para la "INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DELAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO".

Las razones de interés general que justifican las modificaciones de obra consideradas en el Modificado Nº 1 son las que se describen a continuación:

- Existencia de determinados sondeos de titularidad pública que cumplen los mismos objetivos hidrogeológicos previstos y pueden ser incorporados a la red piezométrica (1 PIEZÓMETRO).
- Las características propias de determinadas masas de agua subterránea requieren el control del estado cuantitativo de diversos acuíferos característicos de la misma. Ello obliga a realizar diversos sondeos de menor profundidad para alcanzar las zonas alteradas de estos mismos acuíferos para una misma masa (3 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de reponer algunos piezómetros de la red oficial que en el transcurso de los años desde la redacción del proyecto han quedado inoperativos; ello requiere que sean sustituidos por sondeos nuevos que permitan el mantenimiento del control con la menor carencia de registro posible, al objeto de poder realizar la correlación de los datos y de no tener pérdida de medidas (5 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de intentar la adecuación de una serie de sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial que actualmente se encuentran obstruidos o en riesgo debido a la falta de protección de la tapa o brocal. En caso de no ser posible la desobstrucción sería necesario construir otro sondeo de similares características por entenderse inoperativos (6 PIEZÓMETROS).

- Variaciones constructivas de los piezómetros del proyecto durante la ejecución y planificación de las obras (mediciones, sistemas de perforación más adecuados, ubicación...).

Con ello el número total de piezómetros previsto a perforar o adecuar, y por tanto a inspeccionar y vigilar, es de 48 con la siguiente distribución:

- Número total de piezómetros: 48
- Sondeos a rotoperusión: 28
- Sondeos a percusión: 14
- Sondeos existentes a incorporar a la red: 1
- Sondeos existentes a acondicionar: 6
- Sondeos de hasta 100 m de profundidad prevista: 19
- Sondeos de entre 100-200 m de profundidad prevista: 22
- Sondeos de más de 200 m de profundidad prevista: 7

En Resumen, los trabajos realizados por CONSULNIMA, S.L. a lo largo de la ejecución del Proyecto se pueden agrupar en:

TRABAJOS DE INSPECCIÓN

- En relación con la supervisión de la obra.
- En relación con la documentación administrativa

TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

- Control del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Control de ejecución de la obra
- Control de medición
- Control presupuestario
- Control de programación
- Control de Calidad

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS

Los trabajos desempeñados y que han sido objeto de control durante la ejecución del proyecto constructivo se pueden desglosar y resumir en:

- **Trabajos anteriores a la perforación**
 - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
 - Comprobación de accesos y permisos.
 - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
 - Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

- **Trabajos durante la perforación**
 - Perforación
 - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
 - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
 - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc.

- **Trabajos finales**
 - Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo (bombeo y recuperación).
 - Restauración del terreno a su estado original y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
 - Representación e interpretación de los datos colectados.
 - Redacción de un informe final de cada uno de los sondeos/piezómetros.

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, empresa adjudicataria de la construcción de los sondeos y empresa adjudicataria de la Inspección y Vigilancia, se creó un proyecto en un Centro de Trabajo Virtual en el que se han ido incorporando todos los datos y documentación generada durante la ejecución de cada sondeo.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.083.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico para el acuífero del paleozoico en la masa de agua subterránea sierras Paleozoicas de Ateca (083).

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero Paleozoico, que de la escorrentía superficial y de las precipitaciones. Se trata de un acuífero eminentemente fisurado cuya zona de descarga puede ser a través del contacto con los materiales terciarios del borde de la depresión de Calatayud.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las Pizarras y areniscas del Paleozoico (Ordovícico) que forman el acuífero en esta zona.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Munébrega (fig. 1). En la parcela 5 del polígono 16, de titularidad municipal.

Para acceder al sondeo desde la localidad de Munébrega, hay que tomar el cruce con la carretera A-2505 que lleva a la localidad de La Viñuela. Se continúa hasta los depósitos del abastecimiento de Agua y allí se toma una bifurcación a la izquierda que conecta con una pista cementada. Se continúa recto hasta la siguiente bifurcación situada, aproximadamente, a 1,9 km desde los depósitos, para tomar el camino que sale a la izquierda y seguir todo recto hasta un pozo situado junto al camino. Posteriormente se continúa por el camino hasta coronar una pendiente prolongada. El sondeo se ha realizado en una parcela adjunta al camino y por encima de otra con cultivo de almendros.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 30) del punto son:

X: 605265 Y: 4566399 Z: 840m.s.n.m

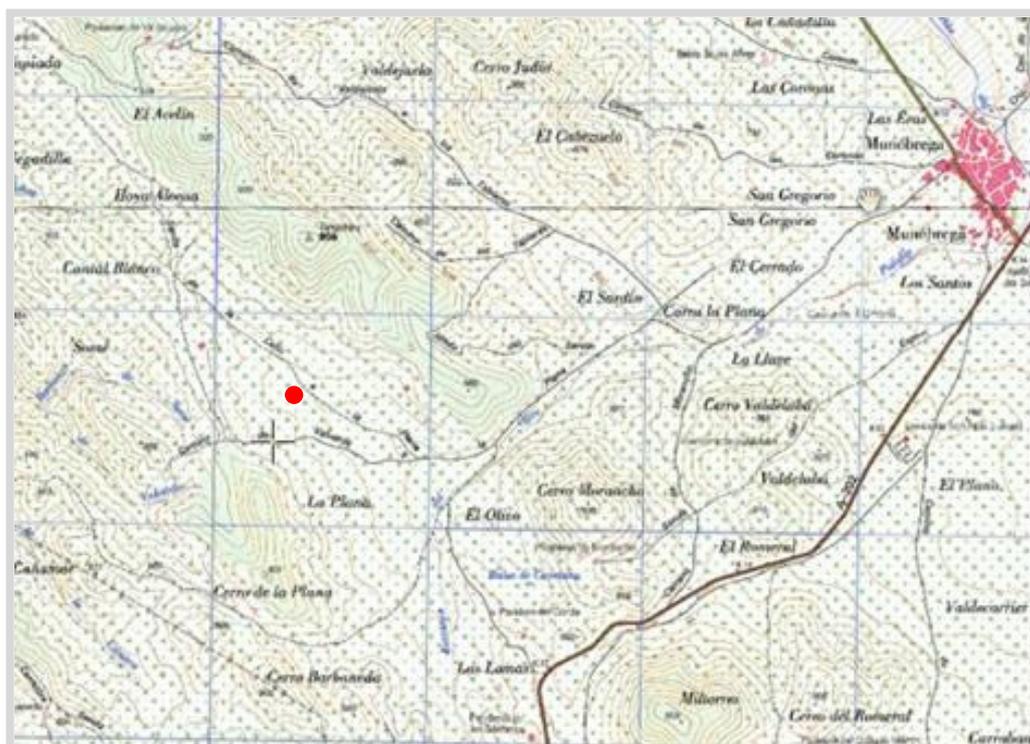


Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000.

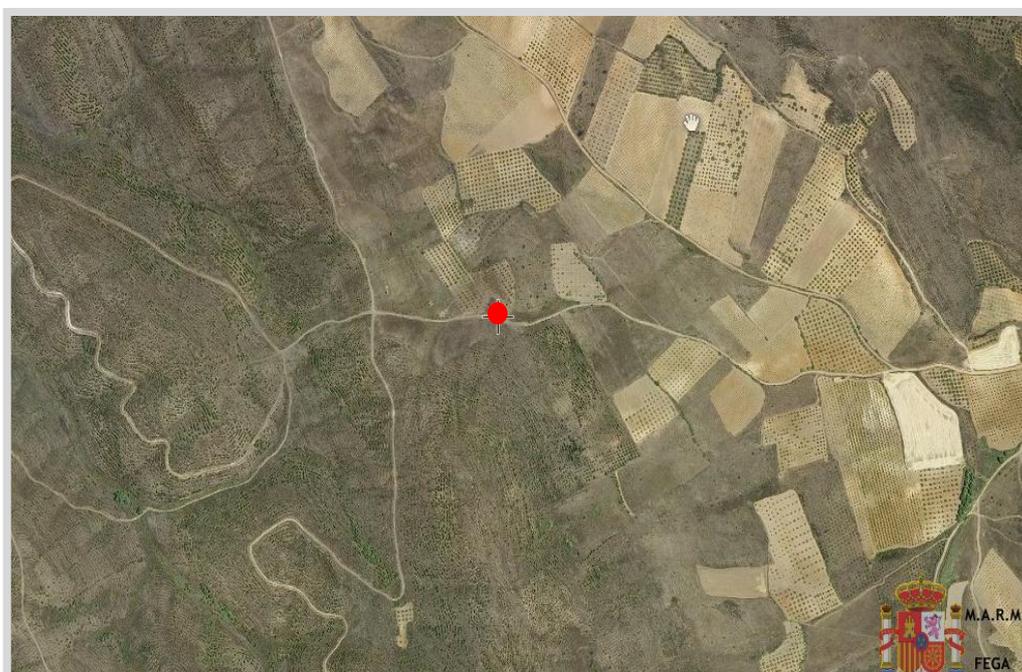


Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se sitúa sobre materiales de lutitas, limolitas pizarras y areniscos y/o cuarcitas del Ordovícico inferior, pertenecientes a la Fm. Santed y de edad Tremadoc. Estas pizarras y areniscas se disponen con una orientación general NW-SE, con buzamientos de entre 30 a 50 ° e incluso 60 ° o mas y fracturados, presentándose hacia el Suroeste ligeramente replegados y cabalgados. Hacia Munebrega la serie paleozoica esta recubierta por materiales conglomeráticos del Terciario.

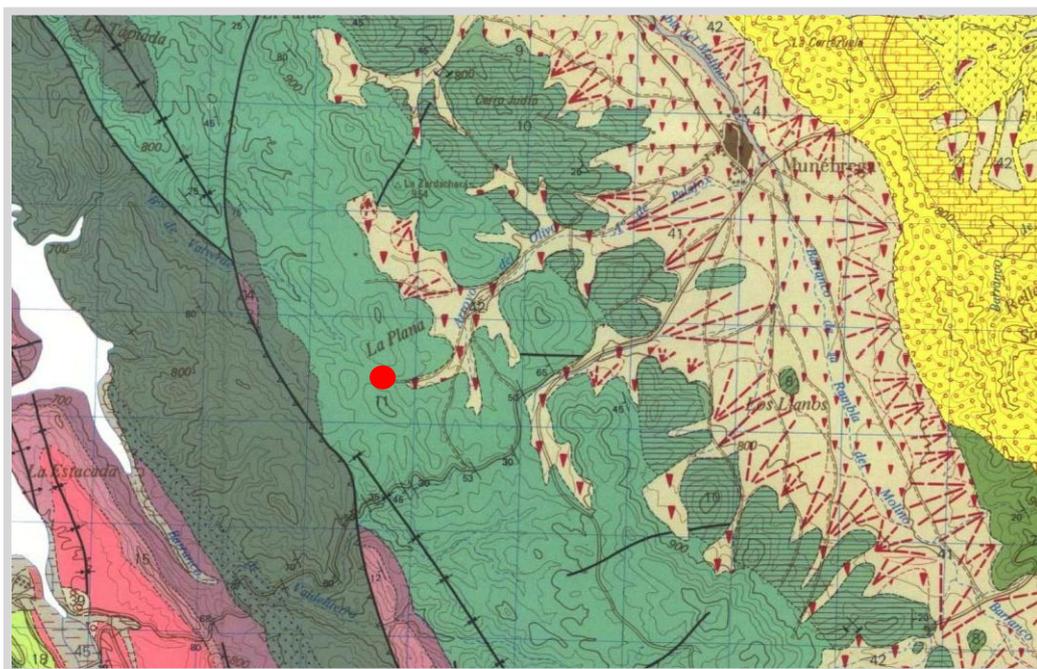


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (409) Calatayud.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6: "Dominio Central-Ibérico". Se sitúa en el sector central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, englobando todas las serranías mesozoicas (Moncayo, Vicort, Oriche, Cucalón, etc) que se extienden hacia el NE del macizo paleozoico de Ateca,

aproximadamente desde la cuenca del Alhama al NO hasta la del Aguasvivas al SE; incluye las cuencas del Queiles, Huecha, Isuela, Aranda, parte baja del Jalón, Huerva y Aguas Vivas.

El dominio se caracteriza por la presencia de importantes macizos paleozoicos orlados por extensos somontanos en los que predominan los materiales calcáreos mesozoicos y detríticos terciarios. Desde un punto de vista estructural, la unidad se define en virtud de dos grandes accidentes que enmarcan la unidad al N y S; la falla NorIbérica y el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca respectivamente. Ambas estructuras tienen importantes consecuencias hidráulicas, desconectando el dominio de las regiones adyacentes.

En cuanto a sus Límites, el límite noroccidental con el adyacente dominio de Demanda-Cameros se establece en el río Alhama hasta la divisoria Ebro-Duero. Continuado con el límite de la unidad de Aranda de Moncayo, sobre el cauce del río Rituerto y de su afluente por la izquierda, barranco de la Mata. Hacia el SE, en la zona de Borobia, el límite se identifica con la falla de Carabantes-Reznos hasta alcanzar la divisoria hidrográfica del Ebro, desde donde enlaza con el macizo Paleozoico de Ateca-Daroca.

El límite septentrional, de este dominio, consiste en el contacto entre la Cordillera Ibérica y la Depresión Terciaria del Ebro. El límite suroriental se establece, de O a E, tomando como límites los siguientes:

El río Pancrudo, enlazando con la sierra de Sta. Cruz por Calamocha, donde atraviesa la fosa del Jiloca. La traza del cabalgamiento de los cretácicos de la Sierra de San Just sobre los depósitos terciarios de la fosa de Montalbán, en su recorrido entre los ríos Pancrudo y Cabra. Así como el contacto Paleozoico-Mesozoico del flanco nororiental del núcleo del anticlinal de Montalbán, desde el río Cabra, pasando por Montalbán, hasta la localidad de

Monforte de Moyuela. Sobre los materiales terciarios de la cuenca del Ebro el límite se traza comenzando por la divisoria hidrográfica Cámaras-Moyuela, cruza el Aguasvivas aguas abajo del embalse de Moneva, pasa por Lécera y continua hacia el E para identificarse con la divisoria Aguasvivas-Martín, hasta alcanzar el Ebro. Hacia el NE, se define sobre el contacto del Terciario con el aluvial del Ebro hasta alcanzar el límite septentrional definido anteriormente a la altura de Pina de Ebro.

Por último el límite meridional de la unidad se ha definido en el macizo paleozoico de Ateca-Daroca. Este macizo actúa como barrera hidrogeológica regional impermeable (o de permeabilidad superficial en la zona de alteración) que individualiza la fosa de Calatayud al NE de la rama castellana de la Cordillera Ibérica al SO.

Dentro de este dominio se diferencia la unidad hidrogeológica denominada Paleozoicos de la Sierra de Ateca, que según la actual nomenclatura se corresponde con la masa de agua 083 "Sierras Paleozoicas de Ateca".

Esta masa de agua se localiza al SO del aluvial del Jiloca, y comprende parte de los depósitos de la Depresión de Calatayud y toda la Sierra paleozoica de Ateca. Cuenta con una superficie de 749 km², repartidos entre la comunidad autónoma de Aragón (93%) y Castilla y León (7%).

Los límites de la masa de agua están definidos al extremo N, por la divisoria Ebro-Duero. Al NE, según el contacto de los afloramientos paleozoicos del umbral de Ateca con los materiales mesozoicos y terciarios de Manubles-Ribota y con los cuaternarios del aluvial del Jalón-Jiloca. Al S, está definido por la divisoria hidrográfica de la sierra paleozoica de Sta. Cruz. Al SO, según el contacto del Paleozoico con los materiales mesozoicos de Sierra de Miñana y los Páramos del Alto Jalón.

Esta masa de agua comprende parte de la Depresión de Calatayud, desde el aluvial del río Jiloca hasta la Sierra de Ateca, y los materiales paleozoicos de esta sierra. La Sierra de Ateca constituye el núcleo paleozoico de una gran estructura anticlinal con directrices tectónicas de orientación ibérica (NO-SE), afectadas por pliegues apretados, cabalgamientos y fallas inversas muy verticalizadas.

Los depósitos de relleno de la fosa de Calatayud están formados por materiales detríticos y carbonatados de edades del Oligoceno al Plioceno.

Los materiales que, preferentemente, actuarán como acuíferos son los detríticos de borde de cuenca y las calizas del Mioceno superior. El acuífero Cuaternario se limita a los aluviales de muy escaso desarrollo de los ríos Jalón, Piedra y Manubles. Sin embargo existen aprovechamientos, fuentes y manantiales, que se ubican sobre los materiales paleozoicos, que afloran en el núcleo del gran antiformal que conforma la sierra de Ateca. Estos materiales de edad diversa desde el precámbrico al Devonico-Carbonífero, incluyendo materiales de litologías diversas tales como pizarras con areniscas, cuarcitas o calizas y pizarras. Se trata de acuíferos de tipo fisurado, cuya porosidad y permeabilidad depende fundamentalmente de la fracturación que presenta.

En cuanto a los parámetros hidrodinámicos de los materiales que alberga esta masa de agua subterránea, no existe información al igual que sobre la piezometría de la misma. Sin embargo se puede afirmar, que a tenor de la baja permeabilidad de la mayor parte de los materiales que la componen, que los flujos subterráneos se limitan a la zona de alteración superficial, de carácter local y muy condicionados por la topografía local. El mecanismo principal de recarga es la infiltración de la precipitación sobre las zonas de mayor permeabilidad relativa, si bien pueden existir otros procesos de importancia local. La descarga del acuífero se realiza a través de

manantiales a la red hidrográfica y, subterráneamente, a otros materiales colindantes. Esta recarga será variable en función de la litología atravesada: lutitas, pizarras y arenitas o cuarcitas del Paleozoico, arcillas y calizas del Terciario o gravas y arcillas del Cuaternario.

Las únicas presiones relevantes, son las derivadas de las explotaciones agrarias, mayoritariamente, de secano. La agricultura de regadío supone unos 6 km² en los aluviales de los ríos Jalón, Piedra y rambla del Molino en Munébrega. No hay evidencias de contaminación puntual.

Existe gran número de extracciones de agua, de pequeña entidad, concentradas, mayoritariamente, en el aluvial del río Manubles y en la Rambla del Molino (Munébrega).

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A. actuando de subcontratista la empresa Perforaciones Jiennenses Marchal S.L.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión con tracción total 4 x 4 y un compresor de 25 bares IR (Ingersoll Rand) 1170 25/33.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inicia el 27 de Marzo de 2010 a las 9:30 horas y se termina el 27 de Marzo de 2010 a las 19:30 horas.

El traslado de la maquinaria y compresor se realiza el día anterior, posicionándose para la realización del emboquille que se realiza a partir de las

9:30 horas, del día siguiente, con 324 mm de diámetro hasta los 6 m de profundidad. A las 10:30 minutos comienza la perforación con 224 mm de diámetro. Durante la perforación se han detectado algo de humedad a los 30 y 50 metros, sin que por ello haya dejado de añadirse agua sondeo. También se detectan aportes, algo mayores, a los 80 metros y muy claros a partir de los 109-110 metros, momento en el que se incrementa el caudal y se deja de añadir agua al sondeo.

Los materiales cortados, durante la perforación se corresponden con los inicialmente previstos: pizarras de tonos grises a verdosos con niveles de areniscas. Finaliza la perforación a las 19:30 h una vez alcanzados los 139 metros de perforación. Se extrae la maniobra y se retoman los trabajos (testificación geofísica) a la mañana siguiente, dándose por concluido el sondeo al haber alcanzado el objetivo hidrogeológico.

Durante el reconocimiento previo, se observa la existencia de un sondeo parcialmente cubierto con piedras en las inmediaciones del realizado, en el punto de coordenadas X: 605408 e Y: 4566454. Dicho sondeo tiene el nivel a unos 5,4 metros estando su parte superior con contaminación de aceite lubricante y gasoil.

Con posterioridad se recibe la visita de una persona que resulta ser un Suboficial de Ingenieros, que informa que este sondeo se realizó por la unidad de Aguadas del Regimiento de Pontoneros y Especialidades de Ingenieros nº 12 en el marco de unas prácticas, encontrándose obstruido por la cabeza de perforación y parte de la maniobra.

Dicho sondeo podría tener el nivel entre los 15 y 20 metros y una profundidad entre 89 y 90 metros quedando atrapada, la maniobra, poco después de entrar en la zona de mayores aportes: a los 85 metros, aproximadamente, lo que se corresponde, teniendo en cuenta la diferencia de

cotas (10 metros) con lo observado en nuestro sondeo. (Ver Anejo 2, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectúa una primera descripción litológica, de los materiales cortados, mediante observación del ripio extraído de la de perforación a intervalos de metro. Cada 5 metros de avance se realiza una toma de muestra representativa y se guarda en recipiente, bien identificado, para su posterior envío a la litoteca que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) dispone en el Km. 192 de la Ctra de Badajoz-Granada en la localidad de Peñarroya (Córdoba).

0-7 m	Pizarras de color gris verdosas alteradas.
7-32 m	Pizarras de color gris oscuro, con clastos de limolitas y ripios de areniscas de grano fino.
32-35 m	Pizarras de color gris claros, fracturado, con restos de ripios de areniscas
35-79 m	Pizarras de color gris claro, se observan también ripios de areniscas de grano fino, tonos grises y algo de metamorfismo. Se observa la existencia de muestras de tramos más plásticos y otros más triturados
79-87	Pizarras de tonos gris claros, algo más compactos hacia la base.
87-94 m	Pizarras de color gris claro con frecuentes ripios de arenisca
94-113 m	Pizarras de color gris claro con menor proporción de clastos de areniscas.
113-139 m	Pizarras de color gris oscuros con frecuentes intercalaciones de areniscas de grano fino y cuarcitas, con restos de grietas rellenas de cuarzo.

Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo).

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas, pueden ser: del metro 0 hasta el final del sondeo se trata de pizarras con intercalaciones de areniscas y/o cuarcitas, siendo estas más abundantes conforme se desciende y aumentando la presencia de los términos cuarcíticos. En cuanto a su edad puede atribuirse al Ordovícico inferior (Tremadoc) de la Fm. Santed. *(El informe con la descripción detallada y la interpretación de la columna se encuentra en el Anejo Nº 3).*

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 17 de Marzo de 2010 y la realiza la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, CGS, S.A., con medios propios y con el equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo Ford Custom Navara y equipado con una sonda 9055 que mide la desviación e inclinación del sondeo y una sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad.

A las 10:30 h se comienza y termina a las 12 horas. En ella se observa que se corresponde con la serie prevista de pizarras y areniscas.

La sonda baja sólo hasta los 136 m y el agua se corta a los 9 metros. De los datos, de la testificación, se desprende que la desviación son 14,4 metros en 136 metros, que corresponde a más de un 10,5 %, observándose, la mayor desviación, en la parte final del sondeo a partir de los 100 metros.

Se detectan varios tramos con aporte de agua entre los metros 28 y 30, 35 y 37, 40 y 43, 55 y 59, 64 y 69, 75 y 81, 91 y 93, 98 y 102 y 113 y 115. La temperatura es constante, de unos 16º, y se incrementa algo hacía el fondo del sondeo, coincidiendo con las mayores zonas de aporte. Así mismo se mide

la conductividad que da un valor de unos 600 ms/m. *(El informe detallado y las diagráfias realizadas se pueden encontrar en el Anejo Nº 4).*

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 6 metros y otra en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 136 m: 105 m corresponden a tubería ciega y 31 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde hay aporte de agua.

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-40	180	4	Chapa de acero	Ciega
40-43	180	4	Chapa de acero	Filtro
43-53	180	4	Chapa de acero	Ciega
53- 59	180	4	Chapa de acero	Filtro
59- 63	180	4	Chapa de acero	Ciega
63-69	180	4	Chapa de acero	Filtro
69-75	180	4	Chapa de acero	Ciega
75-81	180	4	Chapa de acero	Filtro
81-97	180	4	Chapa de acero	Ciega
97-102	180	4	Chapa de acero	Filtro
102-111	180	4	Chapa de acero	Ciega
111-115	180	4	Chapa de acero	Filtro
115-139	180	4	Chapa de acero	Ciega

Tabla 2. Entubación realizada.

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo.

Al introducir la tubería quedan, sin meter, los 6 metros finales. Quedando la siguiente disposición de la tubería

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-34	180	4	Chapa de acero	Ciega
34-37	180	4	Chapa de acero	Filtro
37-47	180	4	Chapa de acero	Ciega
47- 53	180	4	Chapa de acero	Filtro
53- 57	180	4	Chapa de acero	Ciega
57-63	180	4	Chapa de acero	Filtro
63-69	180	4	Chapa de acero	Ciega
69-75	180	4	Chapa de acero	Filtro
75-91	180	4	Chapa de acero	Ciega
91-96	180	4	Chapa de acero	Filtro
96-105	180	4	Chapa de acero	Ciega
105-109	180	4	Chapa de acero	Filtro
109-133	180	4	Chapa de acero	Ciega

Tabla 3. Entubación final.

También se realiza la cementación de la parte superior del sondeo (6 metros) para aislarlo de los aportes superficiales.

Para terminar la adecuación del piezómetro, se coloca, en la cabeza del sondeo, una arqueta antivandálica que se protege mediante un dado de hormigón de 1m² de base x 0.7 m de altura.

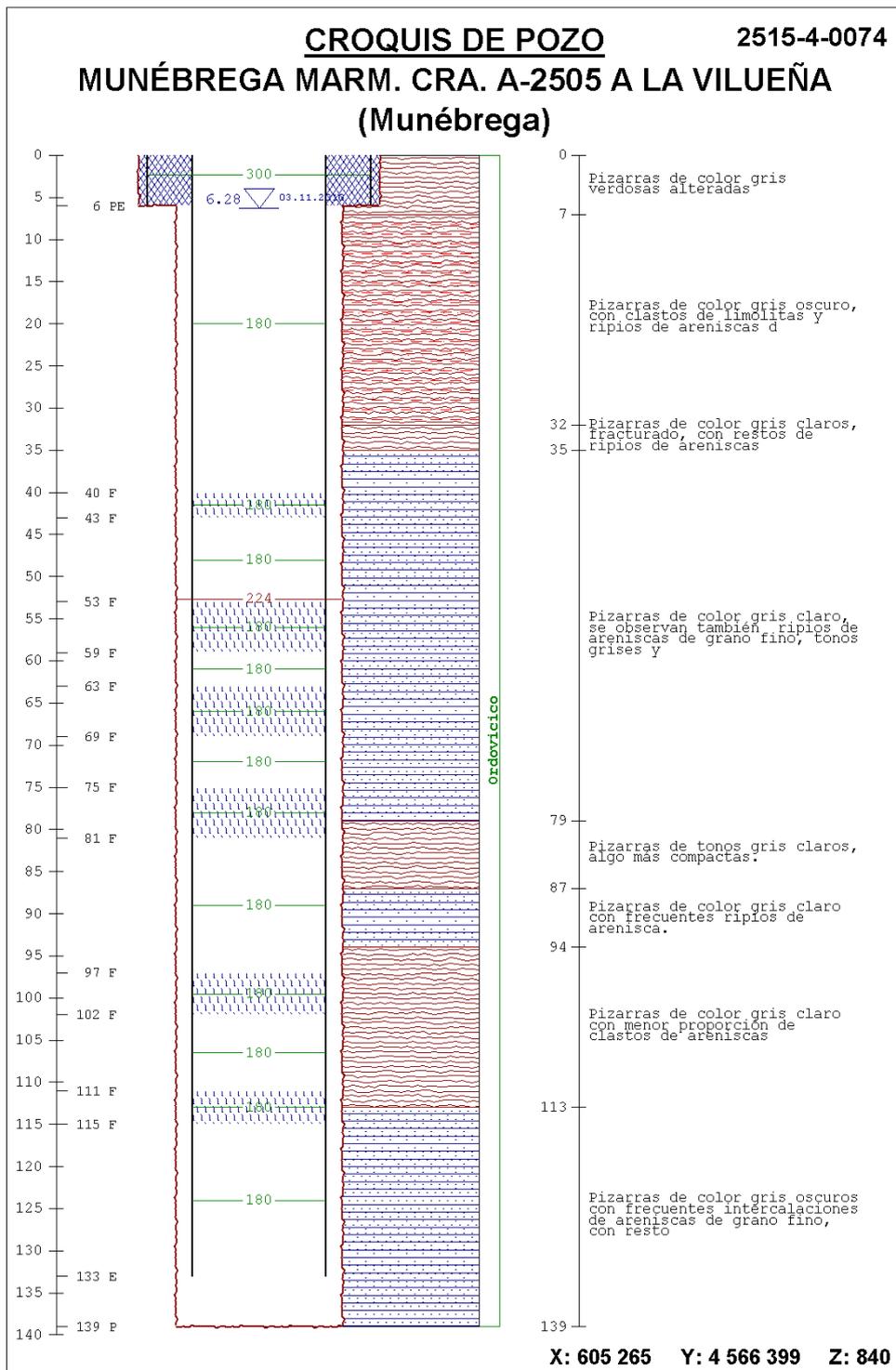


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por las pizarras con intercalaciones de areniscas y cuarcitas de edad Ordovícico.

El agua se ha cortado entorno a los 30 y 50 metros en los tramos donde empiezan a aparecer, más frecuentemente, restos de areniscas e indicios de fracturas abiertas. Conforme avanza la perforación se detectan aportes, algo mayores, a los 80 metros y, muy claros a partir de los 109-110 metros momento en el cual se incrementa el caudal entre 0,5 l/sg y 1 l/sg. También se producen entre los metros 28 y 30, 35 y 37, 40 y 43, 55 y 59, 64 y 69, 75 y 81, 91 y 93, 98 y 102 y 113 y 115.

La geofísica pone de manifiesto la existencia de aportes entre los metros 28 y 30, a partir del 35 hasta el 37, del 40 hasta el 43; entre 55 y 59, a partir de 64 a 69, desde el 75 al 81 del 91 al 93, del 98 al 102 y desde el 113 hasta el 115.

Es la zona inferior del sondeo, donde son más comunes las areniscas y cuarcitas y se observa una mayor fracturación, la que aporta la mayor parte del caudal.

Los niveles medidos antes del ensayo de bombeo se muestran en la tabla que se inserta a continuación.

Fecha	Nivel (metros)
03/11/2010	6.28
06/10/2010	6.04
09/09/2010	5.99
03/08/2010	7.85
12/07/2010	3.88
17/06/2010	4.32
14/05/2010	3.32
15/04/2010	5.08

Tabla 4. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 26 y 27 de Julio de 2010 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está constituido por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Belardi modelo V 129 con una potencia de 50 CV.

Se posiciona la bomba a 110 m y se mide el nivel a 4,20 metros. El primer escalón comienza a las 15 h, con un caudal de 0,50 l/sg. Conforme se va bombeando se observa que el caudal no se estabiliza por lo que se decide continuar, con este caudal, como escalón continuo durante 22 horas (1320 minutos) y quedando el nivel, sin estabilizar completamente, a los 89,92 m por lo que el descenso es de 85,72.

Se mide el nivel a las 15 horas del 27 de julio y se comienza a medir la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 24 min y en la que el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 33,74 m.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	0,5	1320	4.20	89,98	85,72
Recuperación 1	0	240	89,98	33,74	56,18 (ascenso)

Tabla 5. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.

Simultáneamente a la realización del ensayo de bombeo, se toman *in situ* las siguientes medidas, en cada escalón, de conductividad (CE), temperatura (T^a) y pH.

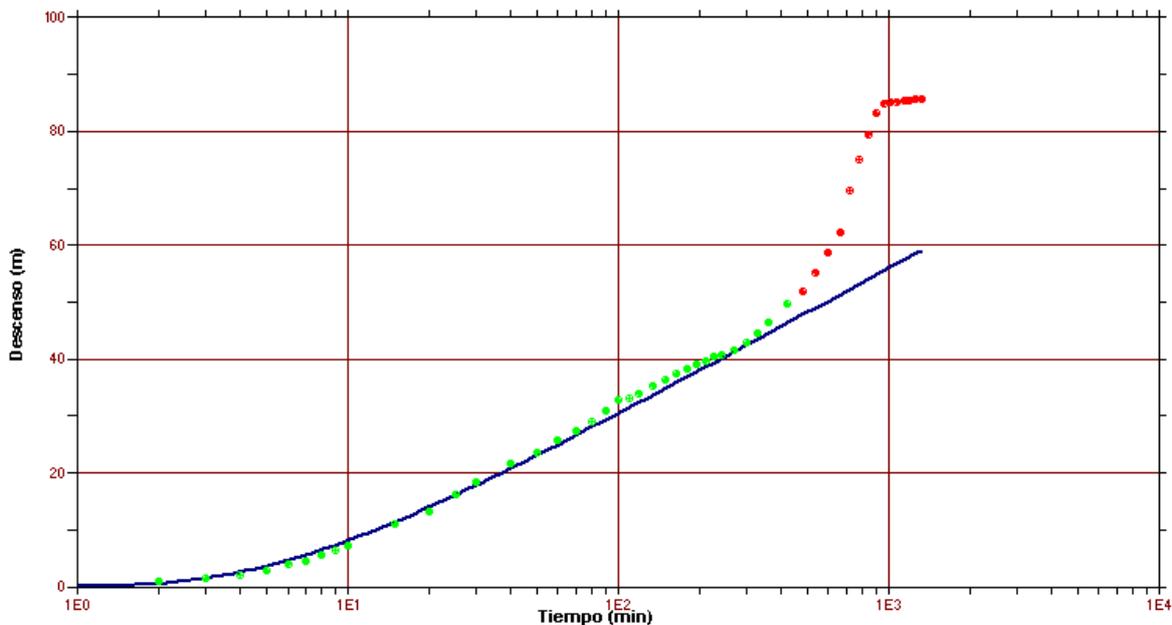
- Escalón 1 (Q= 0,5 l/s) Continuo
 - Medio del Escalón 1:
CE= 636 μ S/cm
T^a = 22,1 °C
pH= 7,24

CE= 630 μ S/cm
T^a = 22,2 °C
pH= 7,25.

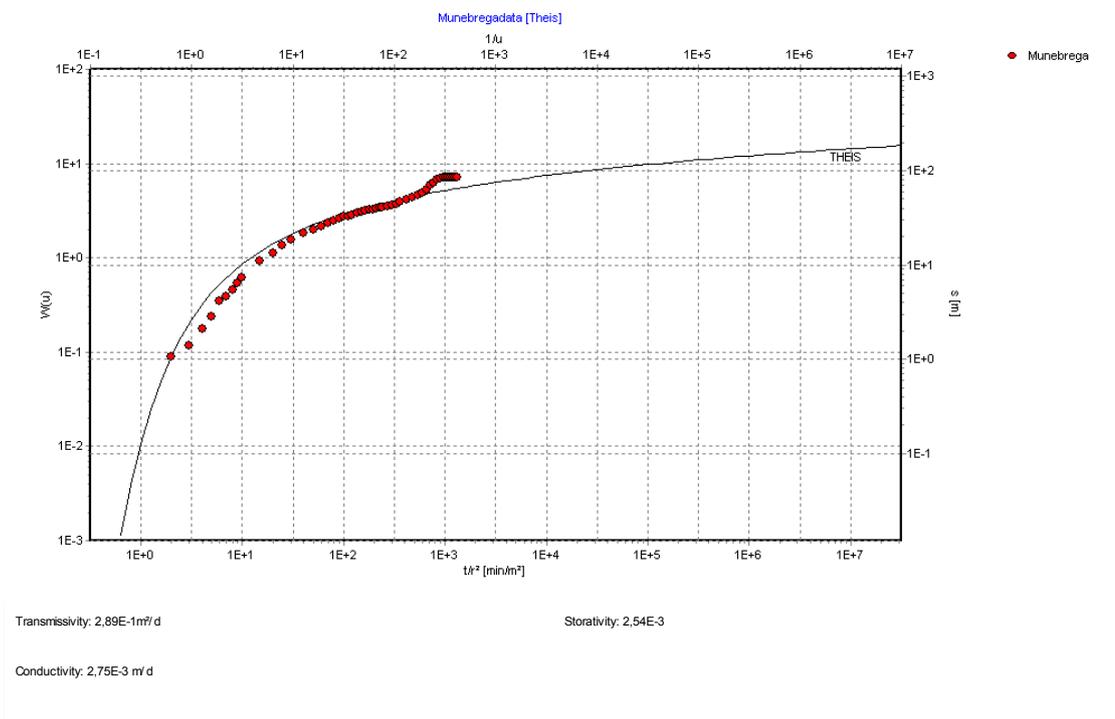
CE= 622 μ S/cm
T^a = 22,4 °C
pH= 7,27.
 - Final del Escalón 1:
CE= 621 μ S/cm
T^a = 24,3 °C
pH= 7,42

Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** de la diputación de Alicante y con el software de **Aquifer-Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hydrogeologic*. Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo confinado a semiconfinado por lo que se ha interpretado con la ecuación de Theis y la simplificación de esta última por Cooper-Jacob. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

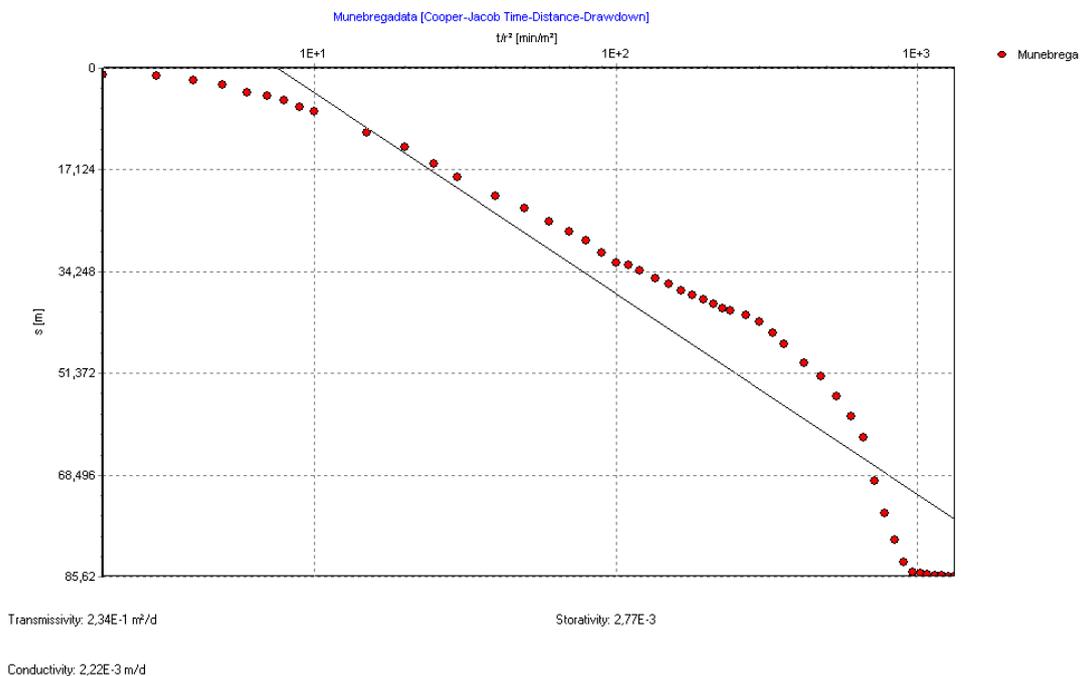
Con el **Pibe 2.0** y aplicando la ecuación de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **0,3064 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,5736. Con el siguiente Grafico de evolución, para realizar el ajuste se han eliminado los últimos datos que parecen indicar una evolución del acuífero hacia semiconfinado.



Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, usando la ecuación de Theis, se obtiene una transmisividad de **T: 0,289 m²/día**. Cuya grafica es la siguiente.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 0,234 m²/día**.



Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	4,20		0,5
2	5,25	1,05	0,5
3	5,60	1,40	0,5
4	6,31	2,11	0,5
5	7,00	2,80	0,5
6	8,31	4,11	0,5
7	8,80	4,60	0,5
8	9,70	5,50	0,5
9	10,67	6,47	0,5
10	11,53	7,33	0,5
15	15,15	10,95	0,5
20	17,54	13,34	0,5
25	20,32	16,12	0,5
30	22,65	18,45	0,5
40	25,77	21,57	0,5
50	27,87	23,67	0,5
60	29,98	25,78	0,5
70	31,72	27,52	0,5
80	33,26	29,06	0,5

Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
90	35,22	31,02	0,5
100	36,98	32,78	0,5
110	37,30	33,10	0,5
120	38,22	34,02	0,5
135	39,60	35,40	0,5
150	40,50	36,30	0,5
165	41,58	37,38	0,5
180	42,42	38,22	0,5
195	43,19	38,99	0,5
210	43,91	39,71	0,5
225	44,67	40,47	0,5
240	45,00	40,80	0,5
270	45,81	41,61	0,5
300	47,00	42,80	0,5
330	48,74	44,54	0,5
360	50,74	46,54	0,5
420	53,84	49,64	0,5
480	56,02	51,82	0,5
540	59,41	55,21	0,5
600	62,90	58,70	0,5
660	66,41	62,21	0,5
720	73,80	69,60	0,5
780	79,21	75,01	0,5
840	83,72	79,52	0,5
900	87,34	83,14	0,5
960	89,10	84,90	0,5
1020	89,21	85,01	0,5
1080	89,40	85,20	0,5
1140	89,55	85,35	0,5
1200	89,65	85,45	0,5
1260	89,75	85,55	0,5
1320	89,82	85,62	0,5

Tabla 6. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el Anejo Nº 5)

11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomaron dos muestras de agua en el *sondeo 090.083.001*, situado en el municipio de *Munébrega (Zaragoza)*, una al final de la limpieza y la segunda al final del aforo, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó los días 19 de abril y 27 de julio de 2010, respectivamente. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.083.001- Munébrega (muestra 1 final de la limpieza) (19/04/2010)	Sondeo 090.083.001- Munébrega (muestra 2 final del aforo) (27/07/2010)
Temperatura (°C)		24,3
Conductividad (µS/cm)	551	621
pH		7,42

Los parámetros analizados en el laboratorio y los resultados obtenidos se resumen a continuación:

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.083.001- Munébrega (muestra 1 final de la limpieza) (19/04/2010)	Sondeo 090.083.001- Munébrega (muestra 2 final del aforo) (27/07/2010)
AMONIO (mg/l)	0,14	0,00
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	9,35	12,28
BICARBONATOS (mg/l)	229,90	268,22
BORO (mg/l)	0,08	0,07
CALCIO (mg/l)	66,50	50,66
CARBONATOS (mg/l)	<5	0,00
CLORUROS (mg/l)	<5	10,46
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	428	592
FOSFATOS (mg/l)	0,36	0,36
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<0,05	0,01
MAGNESIO (mg/l)	24,00	44,89
MANGANESO (mg/l)	<0,02	0,11

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.083.001-Munébrega (muestra 1 final de la limpieza) (19/04/2010)	Sondeo 090.083.001-Munébrega (muestra 2 final del aforo) (27/07/2010)
NITRATOS (mg/l)	<0,5	0,00
NITRITOS (mg/l)	<0,1	0,00
pH (ud pH)	7,97	7,49
POTASIO (mg/l)	3,01	2,09
SODIO (mg/l)	8,10	16,49
SULFATOS (mg/l)	61,01	111,58
Dureza (mg/l CaCO ₃)	266	314
Facies hidroquímica	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada magnésica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera un agua MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA y/o MAGNÉSICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido apreciable en *sulfatos*, como también se observa en los diagramas de Stiff. Esta composición química es característica de las aguas que circulan por materiales paleozoicos, en los que las pizarras aportan fundamentalmente sulfatos, magnesio y manganeso.

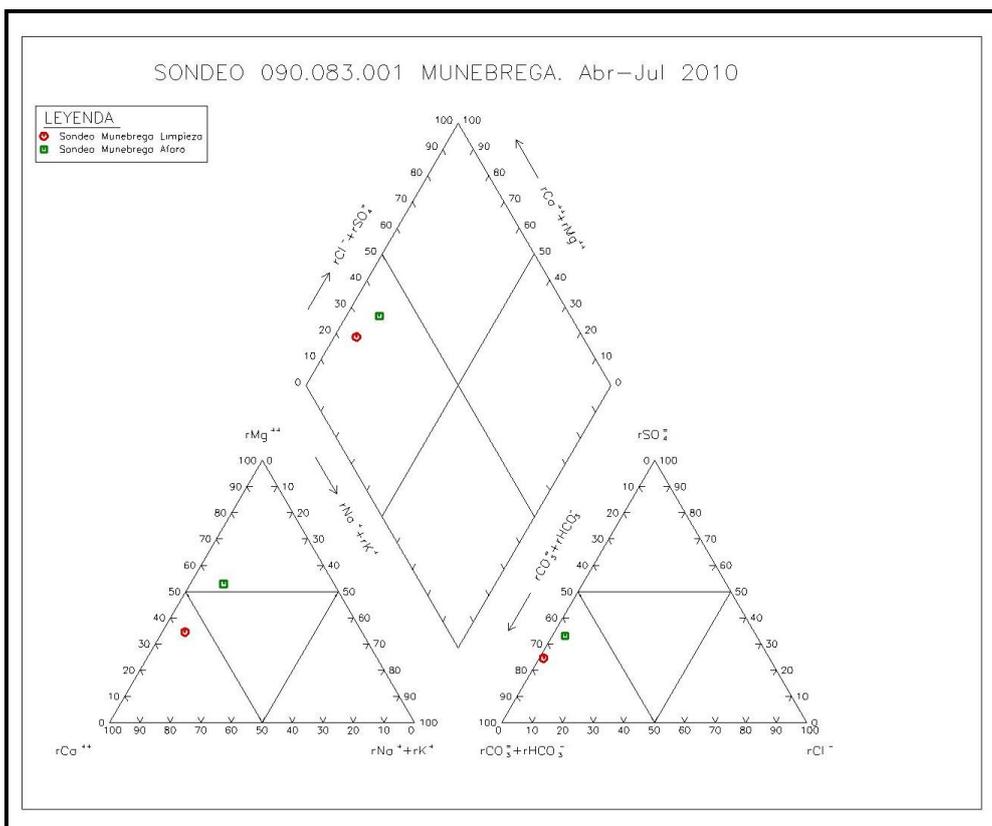


Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.083.001 – Munébrega

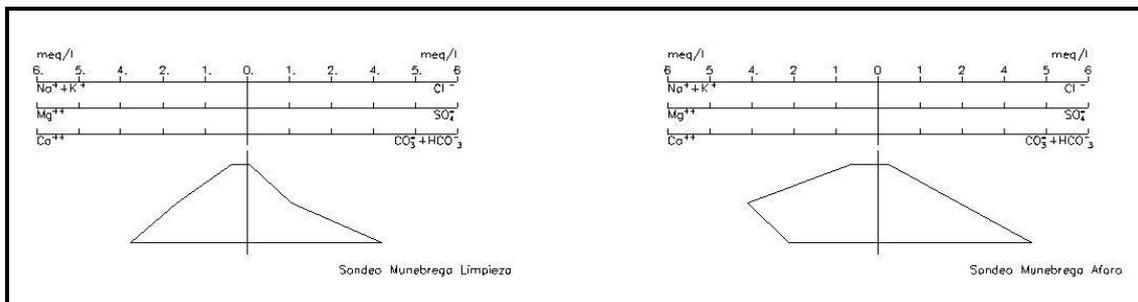


Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.083.001 – Munébrega

La composición del agua después de la limpieza y del aforo difieren fundamentalmente en el contenido en *magnesio* y *sulfatos*, que aumentan sensiblemente al final del bombeo para el aforo, cuando se ha extraído agua con más influencia de los materiales pizarrosos. También aumenta el contenido en cloruros, sodio y sobre todo de *manganeso*.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en el R.D. 140/2003 *por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, y en el Real Decreto 1514/2009 *por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua NO apta para el consumo, debido a un componente minoritario, el *manganeso*, cuyo contenido (0,11 mg/l) excede el permitido por el RD 140/2003. El resto de los constituyentes se encuentran en contenidos inferiores a los límites permitidos. Particularmente, los indicadores de contaminación (*nitratos, nitritos y amonio*), se encuentran en concentraciones muy bajas o inferiores al límite de detección analítica. Por tanto, también el contenido en nitratos es inferior al establecido por el RD 1514/2009 como norma de calidad.

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Munebrega con objeto de tener un punto de medida de los niveles piezométricos para la toma de muestras y medida de parámetros físico-químicos y complementar la red operativa de piezometría en la Cuenca del Ebro.

Con este nuevo piezómetro se pretende la caracterización de la masa de agua subterránea sierras Paleozoicas de Ateca (083) y determinar la calidad química de las aguas subterráneas. Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero.

El sondeo se ha realizado por el método de RotoperCUSión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 139 m.

El acuífero atravesado está constituido por las pizarras y cuarcitas del Ordovícico, cortándose el agua a los 30 metros de profundidad.

El día 03 de Noviembre de 2010 el nivel estático se situaba alrededor de los 6,28 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo e inyección dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 0,234 y 0,306 m²/día

El agua extraída tras la limpieza del sondeo y el bombeo para el aforo es de MINERALIZACIÓN MEDIA, MODERADAMENTE DURA, y se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA y/o MAGNÉSICA, con un contenido apreciable en *sulfatos*. Esta composición química es característica de las aguas que circulan por materiales paleozoicos, en los que las pizarras aportan fundamentalmente sulfatos, magnesio y elementos menores como el manganeso.

Es un agua NO apta para el consumo, debido a un componente minoritario, el *manganeso*, cuyo contenido (0,11 mg/l) excede el permitido por el RD 140/2003. El resto de los constituyentes se encuentran en contenidos inferiores a los límites permitidos. Particularmente, los indicadores de contaminación (*nitratos, nitritos y amonio*), se encuentran en concentraciones muy bajas o inferiores al límite de detección analítica. Por tanto, también el contenido en nitratos es inferior al establecido por el RD 1514/2009 como norma de calidad. (*Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo N^o 7*).

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS

**AYUNTAMIENTO
DE
MUNÉBREGA**

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha ..5 de ...Julio de 2007, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²; necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Munébrega, en el punto de coordenadas UTM aproximadas X: 605265, Y: 4566399 (polígono 16, parcela 5, recinto 19)
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Munébrega, a ..13 de ...Julio.... de 2007



Fdo: D. JOSÉ FÉLIX LAJUSTICIA RUBIO



SR. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**ANEJO N° 2: INFORMES DIARIOS DE
PERFORACIÓN**

**OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA
LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE
LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.
CLAVE 09.822-0003/2111**

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO MUNÉBREGA (090.83.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 605.266 Y: 4.566.397 Z: 841 (m s.n.m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 6 m	324 mm
		139 m	220 mm
Entubación	Ciega	6 m	300 x 5 mm
		109 m	180 x 4 mm
	Filtro Puenteillo	30 m	180 x 4 mm
Limpieza		4,5 horas	

26/03/2010

EMPLAZAMIENTO

A lo largo de esta jornada, se ha llevado a cabo el desplazamiento de parte del material y del compresor, así como el acercamiento de la tubería que se encontraba guardada en un recinto del municipio.

27/03/2010

EMPLAZAMIENTO

La llegada de la máquina de perforación al emplazamiento se produce a primera hora de la mañana. El equipo de perforación está compuesto por una Máquina FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, montada sobre camión 4 x 4; y un compresor IR 1170 25/33.



Foto 1. Vista general del sondeo de Munébrega.

PERFORACIÓN

Ubicada la máquina en el punto a sondear, se comienza con la perforación del emboquille con un diámetro de 324 mm, alcanzándose la profundidad de 6 m. A continuación, se coloca la tubería de emboquille, con tubería ciega en chapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm. Estas labores finalizan a las 9:50 h.



Foto 2. Extracción del martillo con el que se ha perforado el emboquille.



Fotos 3 y 4. Colocación de la tubería de emboquille.

Una vez colocada la tubería del emboquille, se coloca el martillo de 220 mm y se prosigue con los trabajos de perforación por el interior de la tubería de emboquille. A las 19:30 h, se da por finalizada la jornada, habiéndose perforado la totalidad del sondeo, con una profundidad de 139 m.



Foto 5. Obtenida durante un momento de la perforación.

A continuación se resumen los materiales encontrados durante la ejecución del sondeo, que básicamente se pueden definir como materiales paleozoicos resultado del metamorfismo de arenas o areniscas y arcillas, de forma que resultan pizarras, cuarcitas, y tramos intermedios:

- 0 – 6 m: Suelo resultado de la alteración de la roca metamórfica (pizarras), presenta un color verdoso.
- 7 – 31 m: Pizarras de color gris azulado, con intercalación de tramos de grano más grueso (probablemente areniscas metamorfizadas), que presentan una mayor dureza y clastos de mayor tamaño.
- 32 – 34m: Tramo similar al suprayacente de color algo más claro.
- 35 – 79 m: Pizarras de color gris claro con intercalaciones de cuarcitas en las que aún se puede apreciar el tamaño de grano, en este caso fino.
- 80 – 87 m: Pizarras de color gris claro con una menor compactación, aparecen húmedas.
- 88 – 93 m: Pizarras gris claro, con mayor proporción de fragmentos de mayor tamaño. Intercalación con algún nivel de cuarcitas.
- 94 - 112 m: Pizarras de color gris claro.
- 113 – 139 m: Intercalación de pizarras grises oscuras, algo más fracturadas, con cuarcitas (procedentes del metamorfismo de areniscas o arenas) de grano fino, con restos de vetas rellenas de cuarzo. Los últimos metros son bastante más duros de perforar, cuarcíticos.



Foto 6. Muestras extraídas durante la perforación del sondeo..

Durante la perforación, se ha detectado una serie de aportes de agua al sondeo, a favor de zonas de fractura, en las siguientes profundidades: 30, 40, 59-60 y 109 m, siendo ésta último el de mayor entidad.

28/03/2010

TESTIFICACIÓN Y ENTUBACIÓN

A las 10:15 horas, comienza la testificación, en primer lugar se introduce la sonda de desviación y a continuación, la sonda hidrogeológica. Dicha testificación se lleva a cabo con el equipo de CGS denominado CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo Ford, cuyo operador es Rafael Goicoechea.

La testificación geofísica finaliza a las 12:10 horas, aproximadamente. Durante esta testificación, se ha observado:

- la existencia de los aportes de agua algunos de los cuales fueron detectados durante la perforación. Estos tramos de aporte son: 28 – 30 m, 35 - 37 m, 40 – 43 m, 55 – 59 m, 64 – 68 m, 75 – 81 m, 91 – 93 m, 98 – 102 m, y 103- 115 m.
- una conductividad que oscila entre 500 y 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- y una temperatura entre 16 -17 $^{\circ}\text{C}$. El nivel de agua se encuentra a unos 8 metros de profundidad.



Fotos 7 y 8. Introducción de la sonda y realización de la testificación geofísica.

Así, con los datos obtenidos con la geofísica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata, con la ayuda tanto de Rafael Goicoechea como de José Luengo. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
139 - 115	180 x 4	24 m	Ciego	Chapa de acero
115 - 111	180 x 4	4 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
111 - 102	180 x 4	9 m	Ciego	Chapa de acero
102 - 96	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
96 - 81	180 x 4	15 m	Ciego	Chapa de acero
81 - 75	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
75 - 69	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
69 - 63	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
63 - 59	180 x 4	4 m	Ciego	Chapa de acero
59 - 53	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
53 - 43	180 x 4	10 m	Ciego	Chapa de acero
43 - 41	180 x 4	2 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
41 - 0	180 x 4	41 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 139 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 109 m corresponden a tubería ciega y 30 corresponden a filtro puentecillo.

Al comenzar con las labores de entubación del sondeo, se produce la rotura de un latiguillo de la máquina, por lo que se tiene que posponer el entubado hasta la reparación del mismo.

Durante la jornada de hoy, se ha producido la visita del coordinador de Seguridad y Salud.

29/03/2010

ENTUBACIÓN

La jornada empieza a las 9:00 h. El nivel de agua se encuentra a 5,17 m, desde la parte superior de la tubería de emboquille.

Una vez reparado el latiguillo, da comienzo la entubación del sondeo. Desde el principio se observa cierta dificultad a la hora de colocar la tubería en el sondeo, por lo que se decide introducir el varillaje e insuflar aire a presión para limpiar las paredes del sondeo y facilitar el descenso de la tubería.



Foto 9. Soldado de tubería.

A lo largo del día, consiguen introducir la mayor parte de la tubería, empujándola, pero llega un momento en el que no pueden meter más tubería, probablemente ha quedado apoyada sobre los materiales más duros, de naturaleza cuarcítica, que ha provocado una mayor desviación durante la perforación.

Se decide introducir de nuevo el varillaje de limpieza para ver si se puede meter más tubería.

Durante esta limpieza previa, que tiene una duración de una hora aproximadamente, se mide la conductividad al principio, obteniéndose un valor de $667 \mu\text{S}/\text{cm}$, y otra al final, a las 20:30 horas, de $554 \mu\text{S}/\text{cm}$.

30/03/2010

Empieza la jornada a las 8:00 h, con la limpieza del sondeo, con una duración aproximada de 4 horas y media.



Foto 10. Limpieza del sondeo.

Durante esta fase se han realizado varias medidas de conductividad, además de una toma de muestra para su posterior ensayo en el laboratorio.

Hora	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
10:10	639
11:20	554
12:25	551



Foto 11. Medida de parámetros in situ.

Una vez finalizada la limpieza, se extrae el varillaje y vuelven a intentar introducir la tubería, sin éxito.

Se cementa el emboquille del sondeo, desde el metro 6 al 2, y se cierra de manera provisional el sondeo.

Esta tarde, se ha cementado también el sondeo realizado en Cervera de la Cañada.

Esther Torresquebrada Aguirre.
Elena Malo Moreno.

Hidrogeólogas.

LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO	
CLAVE PROYECTO: 090.083.001	
DENOMINACIÓN DEL SONDEO: Munebrega	
MASA DE AGUA: 090.083. Paleozoico de Ateca	
CÓDIGO: 090.83.001	
PROFUNDIDAD PREVISTA: 140 m.	PROFUNDIDAD FINAL: 139 m.
SISTEMA DE PERFORACIÓN: Rotopercusión	DIÁMETROS INICIO/FINAL: 324 mm/224mm
FECHA DE INICIO: 27-Marzo-2010	FECHA TERMINACIÓN: 30-Marzo-2010

ANTECEDENTES

El presente informe **recoge los aspectos** geológicos y de perforación, más relevantes, correspondientes al sondeo/piezómetro denominado Munebrega (090.083.001) y que realiza la Confederación Hidrográfica del Ebro dentro del Proyecto de “Construcción de sondeos para la adecuación de las redes de piezometría y calidad de las aguas subterráneas” con el objetivo, de ampliar el conocimiento sobre las masas de agua incluidas dentro del ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Río Ebro.

LOCALIZACIÓN FINAL DEL SONDEO/PIEZÓMETRO

El sondeo se ubica en la localidad de Munebrega (fig1). Se accede al mismo desde localidad tomando el cruce de la carretera A-2505 que lleva a la localidad de La Viñuela. Se accede al punto a través de un camino que se toma en la segunda calle que sale a la izquierda pasando una vez pasadas las piscinas del pueblo. El sondeo se ubica a unos 2,5 a 3 Km del pueblo en parcela de almendros situado en el borde de dicho camino rural. En esta parcela el sondeo piezométrico se encuentra situado en el punto de coordenadas X: 605.272, Y: 4.566.402, Z: 837-838 m.

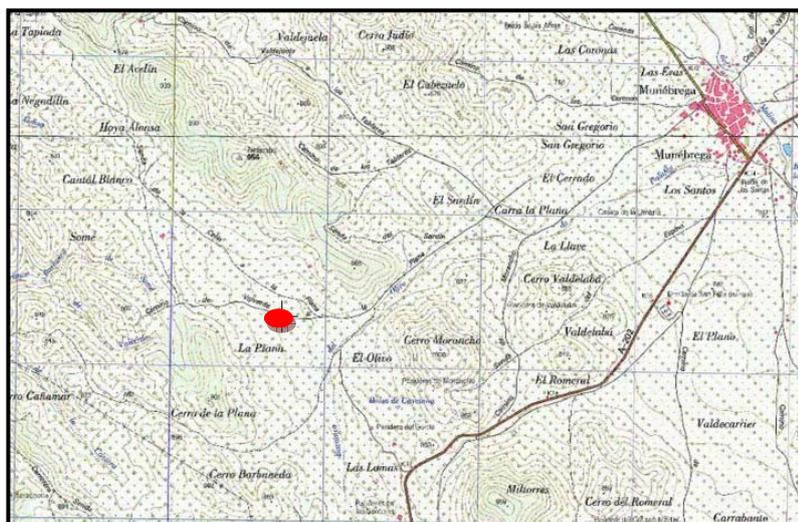


Fig.1. Situación aproximada del Sondeo previsto en la localidad de Munebrega.

Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre las pizarras con areniscas y cuarcitas de edad Ordovícica que presentan buzamientos elevados así como una estructura bastante fracturada.

Antes de emplazar dicho sondeo se notifica el comienzo de las obras al Alcalde de Munebrega D. **Felix Julian Lajusticia**

Así como a la Guardería Fluvial de la Confederación del Ebro correspondiente a la demarcación de Calatayud.

TRABAJOS REALIZADOS (27 de MARZO de 2010).

Se ha trasladado y colocado la maquina el día anterior, situándose en posición para la realización del emboquille.

Este se realiza a partir de las 9:30 horas una vez se ha realizado el traslado del compresor. Las labores de perforación del emboquille de 324 mm de diámetro, el cual se realiza hasta los 6 m., duran hasta las 10 h 30 minutos momento en el cual se comienza la perforación con 224 metros de diámetro (fig. 2).



Fig.2. Labores de preparación después de finalizar el entubado del emboquille

Durante la perforación se han detectado algo de humedad a los 30 y 50 metros, sin que por ello haya dejado de añadirse agua sondeo, así como aportes algo mayores a los 80 metros y muy claros a partir de los 109-110 metros momento en el cual se incrementa el caudal y no se añade más agua al sondeo. Durante el reconocimiento se observa la existencia de un sondeo parcialmente cubierto con piedras en las inmediaciones del sondeo, en el punto de coordenadas X: 605408 e Y: 4566454 dicho sondeo tiene el nivel a unos 5,4 metros estando su parte superior con contaminación de aceite lubricante y gasoil. Con posterioridad se recibe la visita de una persona que resulta ser un Suboficial de ingenieros, que informa que este sondeo cercano, se realizado por la unidad de Aguadas del Regimiento de Pontoneros y Especiales de Ingenieros en el marco de unas practicas, encontrándose obstruido por la cabeza del sondeo y parte de la maniobra. Así como que dicho sondeo podría tener un nivel que puede oscilar entre 15 a 20 metro de profundidad y una profundidad total de 89 a 90

metros, habiéndose quedado atrapada la maniobra poco después de entrar en la zona de mayores aportes a los 85 metros aproximadamente.



Fig.3. Aspecto del pozo de Pontoneros.

Los materiales atravesados durante la perforación se corresponden con los inicialmente previstos Pizarras de tonos grises a verdosos con niveles de limolitas y areniscas.

Siendo la columna atravesada hasta el momento la siguiente:

De 0-6 metros: Pizarras de color gris verdosas alteradas.

De 7-31 metros: Pizarras de color gris oscuro, con clastos de limolitas y ripios de areniscas de grano fino.

De 32 a 34 metros: Pizarras de color gris claros, fracturado, con restos de ripios de areniscas.

De 35 a 79 metros: Pizarras de color gris claro, se observan también ripios de areniscas de grano fino, tonos grises y algo de metamorfismo. Se observa la existencia de muestras de tramos más plásticos y otros más triturados,

De 80 a 87 metros: Pizarras de tonos gris claros, algo más compactas.

De 88 a 93 metros: Pizarras de color gris claro con frecuentes ripios de arenisca.

De 94 a 112 metros: Pizarras de color gris claro con menor proporción de clastos de areniscas.

De 113 a 139 metros. Pizarras de color gris oscuros con frecuentes intercalaciones de areniscas cuarcíticas de grano fino, con restos de grietas rellenas de cuarzo.



Fig. 4. Muestras recogidas entre los metros 25 y 30

Se termina la perforación a las 19 h 30 minutos una vez alcanzado los 139 metros de perforación. Se retira la maniobra y se retomarán los trabajos con la testificación geofísica a la mañana siguiente.

TRABAJOS REALIZADOS (28 de MARZO de 2010).

Se reanuda los trabajos a partir de las 9 h y 30 minutos, con la realización de la testificación geofísica que se produce entre las 10 h y 15 minutos hasta aproximadamente las 12 horas (fig.5). La sonda baja hasta los 136 metros, cortándose el nivel entre los 8 y los 9 metros aproximadamente.



Fig. 5. Detalle del sistema de poleas por el que se realiza la bajada de las sondas-

La desviación son 14,4 metros en 136 metros, que corresponde a más de un 10,5 %. Durante el mismo se han detectado diferentes tramos de aportes entre los metros 28 a 30, 35 a 37, 40 a 43, 55 a 59, 64 a 69, 75 a 81, 91 a 93, 98 a 102, 113 a 115. La temperatura es constante de unos 16º y se incrementa algo hacia la parte inferior del sondeo. Así mismo se mide una conductividad de unos 500 a 600 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Se persona en la Obra el Coordinador de Seguridad y Salud, que realiza una inspección del material de la maquinaria y del emplazamiento, realizándose las anotaciones correspondientes.

Con estos datos se propone la siguiente columna de entubación que es aceptada por la dirección de obra.

De 139 a 115 m. 24 metros de Tubería Ciega

De 115 a 111 m. 4 metros de Tubería de filtro puentecillo.

De 111 a 102 m. 9 metros de Tubería Ciega.

De 102 a 97 m. 6 metros de Tubería de filtro puentecillo.

De 97 a 81. 16 metros de Tubería Ciega.

De 81 a 75 m. 6 metros de Tubería de filtro puentecillo.

De 75 a 69 m. 6 metros de Tubería Ciega.

De 69 a 63. 6 metros de Tubería de filtro puentecillo.

De 63 a 59. 6 metros de Tubería Ciega.

De 59 a 53 m. 6 metros de Tubería de filtro puentecillo.

De 53 a 43 m. 10 metros de Tubería Ciega.

De 43 a 41 m. 4 metros de Tubería de filtro puentecillo

De 41 a 0 m. 41 metros de Tubería Ciega

Al retomarse los trabajos con la entubación se produce una avería en la maquina (se rompe un latiguillo) que obliga a posponer la operación hasta el día siguiente en el que se pueda ir a por repuestos.

TRABAJOS REALIZADOS (29 de MARZO de 2010).

Se retoman los trabajos a las 9 horas con la reparación de la maquina y el comienzo de la labores de entubación. Previamente se ha comprobado que el nivel de agua se encuentra una profundidad de 5,17 m.

Durante la labores de entubación se detectan la existencia de obstrucciones que

dificultan el bajar la tubería. Por lo que se decide reintroducir la maniobra para comprobar que el sondeo no se ha obstruido, lo que se realiza sin dificultad. Una vez introducida la misma se procede a inyectar aire para limpiar el sondeo y facilitar la introducción de la tubería. A la terminación de esta actividad se retoma la entubación (Fig. 6).



Fig. 6. Trabajos de soldadura durante la entubación del Sondeo de Munebrega

Labor que continúa hasta la tarde, siendo necesario en empuje de la maquina para introducir la tubería, hasta que llega un momento en que no es posible introducir más tubería, debido a la existencia de una desviación del sondeo, a constatada en la geofísica a partir de los 120 metros aprox. Producida por la aparición de materiales más duros (cuarzitas) entre las pizarras. Se decide en ese momento el reintroducir la maniobra y realizar una limpieza durante al menos una hora, midiendo se la conductividad de l agua extraída al comienzo de la misma (19:30) y al final (20:30) obteniéndose valores de 667 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 554 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente

TRABAJOS REALIZADOS (30 de MARZO de 2010).

Se reinician los trabajos intentando empujar la tubería de nuevo, para a continuación retomar los trabajos de limpieza desde las 8 horas aproximadamente hasta algo más de las 12: 30 minutos (Fig.7).



Fig. 7. Detalle de la salida del agua por la boca del sondeo durante las labores de limpieza.

Durante este intervalo de tiempo se han realizado varias medidas de conductividad, a las 10:10 con un resultado de 639 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a las 11: 20 con un resultado de 554 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y a las 12:25. 551 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a partir de las 12:30 minutos se da por finalizada la limpieza y se procede a tomar la muestra definitiva para su análisis en laboratorio. Posteriormente retira el varillaje y se vuelve a intentar empujar la tubería, sin que se observen resultado alguno. Por lo que se decide a cementar el emboquille y a cerrar el sondeo de modo provisional.

Fdo

Javier Ramajo

ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO



INFORME GEOLÓGICO

PIEZÓMETRO P-090.083.001

MUNEBREGA (ZARAGOZA)

OCTUBRE 2011

Tubkal



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Munebrega (Zaragoza) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “INTERPRETACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE LOS SONDEOS CONSTRUIDOS EN EL PROYECTO PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS”.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 3 metros de media (cada media varilla de perforación). Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 134 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. Esta tubería se apoyo sobre el fondo del sondeo.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 40 m tubería ciega. De 40 m a 43 m filtro de puentecillo. De 43 m a 53 m tubería ciega. De 53 m a 59 m filtro de puentecillo. De 59 m a 63 m tubería ciega. De 63 m a 69 m filtro de puentecillo. De 69 m a 75 m tubería ciega. De 75 m a 81 m filtro de puentecillo. De 81 m a 97 m tubería ciega. De 97 m a 102 m filtro de puentecillo. De 102 m a 111 m tubería ciega. De 111 m a 115 m filtro de puentecillo. De 114 m a 139 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas las muestras seleccionadas para su observación, con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo y permitir la correcta observación de las facies.

Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagráfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica



de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se ubica en la localidad de Munebrega (fig. 1).

Para acceder al sondeo desde la localidad de Munébrega, hay que tomar el cruce con la carretera A-2505 que lleva a la localidad de La Viñuela. Se continúa hasta los depósitos del abastecimiento de Agua y allí se toma una bifurcación a la izquierda que conecta con una pista cementada. Se continúa recto hasta la siguiente bifurcación situada, aproximadamente, a 1,9 km desde los depósitos, para tomar el camino que sale a la izquierda y seguir todo recto hasta un pozo situado junto al camino. Posteriormente se continúa por el camino hasta coronar una pendiente prolongada. El sondeo se ha realizado en una parcela adjunta al camino y por encima de otra con cultivo de almendros.

Las coordenadas exactas del punto son (UTM Huso 30 ED50): X: 605265 Y: 4566399 y Z: 840 m.s.n.m. (Fig.1).

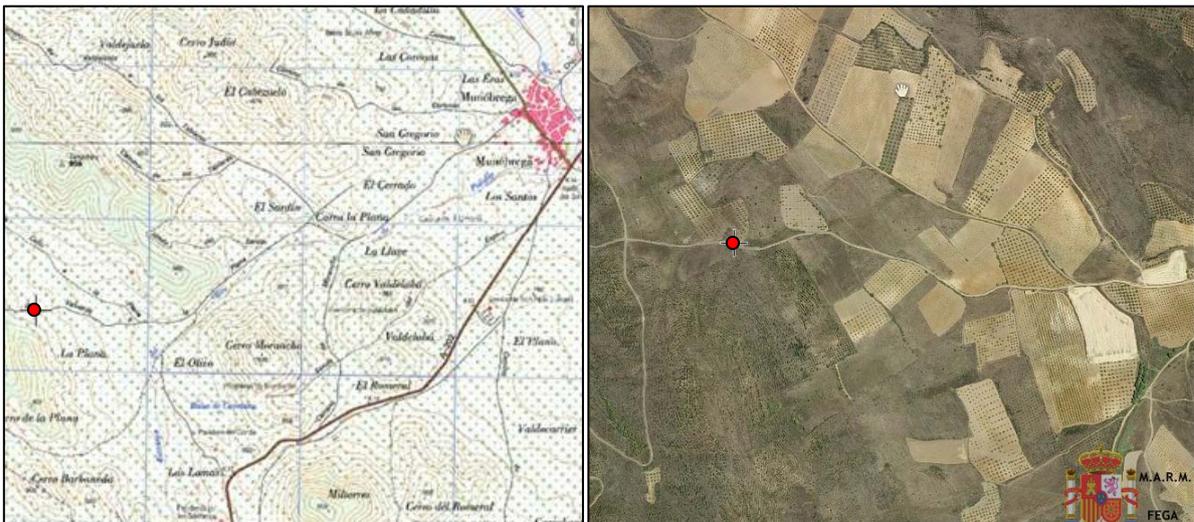


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.



constituidos por la Formación Valconchan (10) de naturaleza eminentemente Cuarcítica y areniscosa con unos 450 a 550 metros, por encima se situaría la Fm. Borrachón (unidad 11) compuesta por unos 700 a 900 metros de pizarras con intercalaciones de areniscas y cuarcitas. Por las Formaciones Dere (12) y Santed (13), del Ordovícico inferior y medio. La más antigua de estas formaciones de edad Ordovícico inferior de corresponde con la Formación Dére compuestas denominadas también informalmente “*Cuarcitas de Skolithus*”, compuestas por 600 metros de cuarcitas y pizarras. Siendo mayoritarias las primeras.

Por encima de la misma se encuentra la Formación Santed compuesta por unos 450-600 metros de pizarras con intercalaciones cuarcíticas). Estas formaciones fueron definidas por Woolf (1980) y tienen una edad de Ordovícico inferior (Tremadoc) estando situado en la parte superior de la Formación Santed se encuentra el límite Tremadoc-Arenig (Villas 1983). Todas ellas son de origen marino y responden a una sedimentación marina somera, con una fuerte influencia siliciclástica con abundantes restos de trilobites y braquiópodos. Cuyos medios de depósitos oscilan entre llanuras submareales someras con influencias mareales o deltaicas (Woolf, 1980; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2004).

El sondeo se emplaza según la Cartografía geológica MAGNA sobre los materiales pizarrosos con intercalaciones de areniscas de la Fm. Borrachón. Los materiales atravesados en el sondeo y que se han testificado en el mismo responden a la descripción de las mismas realizadas en Woolf (1980) y en la Hoja geológica de Ateca, con un predominio de los materiales pizarrosos y limosos que hacia la parte inferior del sondeo se hacen menos abundantes; siendo en este caso más abundantes las intercalaciones de areniscas y/o cuarcitas.

Si bien su posición y el buzamiento de la serie parece indicar que este aumento aparente de los niveles de areniscas no esta relacionado con la transición a los términos inferiores o superiores formaciones Valconchan y Dere ambos de naturaleza cuarcítica, sino que responde a la existencia hacia la parte media de una intercalación cuarcítica (MAGNA hoja 437; Woolf 1980). El tono ocre a veces algo más rojizo de estos materiales del tramo inferior, se debe probablemente al aumento de la fracturación y de la circulación de agua en esta parte inferior donde se concentran los aportes.



COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-7 m. Pizarras de color gris verdosas muy alteradas en ocasiones presentan aspecto de arcillas.

TRAMO 2

7-38 m Pizarras de color gris oscuro con intercalaciones de areniscas a limolitas y ripios de areniscas de grano fino. Se trata de pizarras de tonos oscuros, con un ripio muy fracturados a veces con algo de óxidos y grietas rellenas de cuarzo. Que en ocasiones presenta aspecto untuoso y alteración a arcillas. Se observan también restos de ripios de areniscas limosas de grano fino con cristales de cuarzo y posibles micas.

TRAMO 3

38-87 Pizarras de tonos gris claros, algo más compactas hacia la base. En este tramo se observa un predominio de las pizarras tanto en los registros de las diagráfias como en los ripios, estas se presentan en ocasiones muy fracturadas y con aspecto casi de arcillas normalmente hacia la parte superior del tramo. Hacia la parte inferior del mismo se constata la existencia una mayor abundancia de las intercalaciones de limolitas y areniscas algo cuarcíticas de tamaño de grano fino a medio.

TRAMO 4

87-117 m. Alternancia de Pizarras y Areniscas (cuarcitas). En este tramo parece apreciarse una proporción mayor de ripios de areniscas. Las pizarras son algo más compactos que en los tramos anteriores, de aspecto untuoso de tonos oscuros a negros teniendo a veces una textura limosa. Las areniscas parece tener una mayor proporción son de grises ocres a veces algo rojizas de tamaño de grano fino a medio, en ocasiones cuarcíticas y tienen granos de cuarzo, micas, feldespatos y opacos.

TRAMO 5

117-140 m. Areniscas y cuarcitas con intercalaciones de pizarras. Se trata de areniscas de tonos grises a ocres, a veces oxidadas, con ripios metamorfizados de cuarcitas, de grano fino a medio con granos de cuarzo, micas y quizás feldespatos y óxidos de hierro. Las pizarras son algo limosas de tonos ocres a grises oscuros.



REFERENCIAS

<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., HERRANZ, P.; PIEREN, A. RÁBANO, I., SARMIENTO. G.N., DE SAN JOSÉ, M.A., BARNOLAS, A., VILLAS, E. (2004). El margen pasivo ordovícico-silúrico. En *Geología de España* J. A. Vera, Editor. 486 pp.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 437. Ateca (1982).

WOOLF, R. (1980). The lower and upper boundary of the Ordovician System of selected regions (Celtiberia Eastern Sierra Nevada) in Spain. Part 1: The lower Ordovician sequence of Celtiberia. *Neus. jarburch. Paleontologie. Abhlungen.*, 160. 118-137.

VILLAS, E. (1983). Las formaciones del Ordovícico Medio y Superior de las Cadenas Ibéricas, y su fauna de braquiópodos. *Estudios Geológicos.*, 39. 359-377.



CÓDIGO IPA: 2517-6-0029
 CÓDIGO MMA: 09.605.004

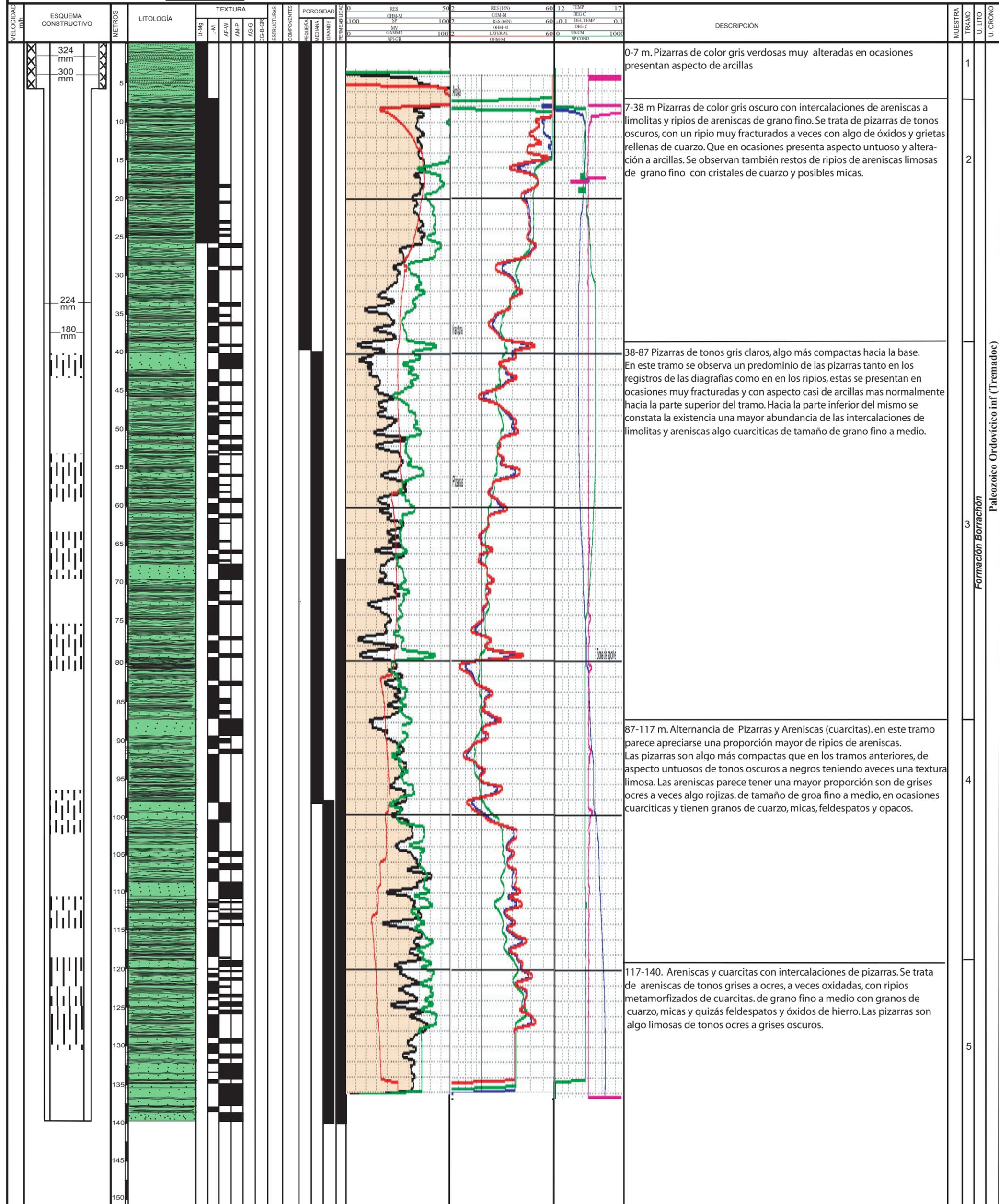
MUNICIPIO: MUNEUREGA
 PROVINCIA: ZARAGOZA

HOJA Nº 2517

COORDENADAS UTM HUSO 30
 605 265
 4.566 399
 840

PRECISIÓN (X,Y): GIS-Oleícola
 PRECISIÓN Z: GPS

FECHA INICIO: 26/03/10
 FECHA FINAL: 28/03/10
 AUTOR FICHA: Javier Ramaio



Paleozoico Ordovícico inf (Tremadoc)
 Formación Borrachón

ANEJO N° 4: GEOFÍSICA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE ESTADO DE AGUAS Y COSTAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE
LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
DE LA CUENCA DEL EBRO. 3ª FASE

TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

Sondeo: 090.083.001 MUNÉBREGA



COMPAÑÍA GENERAL DE INGENIERÍA Y SONDEOS, S.A.
C/ Anabel Segura nº 11, Edificio A, Planta 3ª, Oficina B
28108 Alcobendas, Madrid
Tf: 914902410 Fax: 916624296 E-mail: cgs@cgsingenieria.com

MARZO DE 2010



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"090.083.001
MUNÉBREGA"** EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MUNÉBREGA (ZARAGOZA)

MARZO DE 2010

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

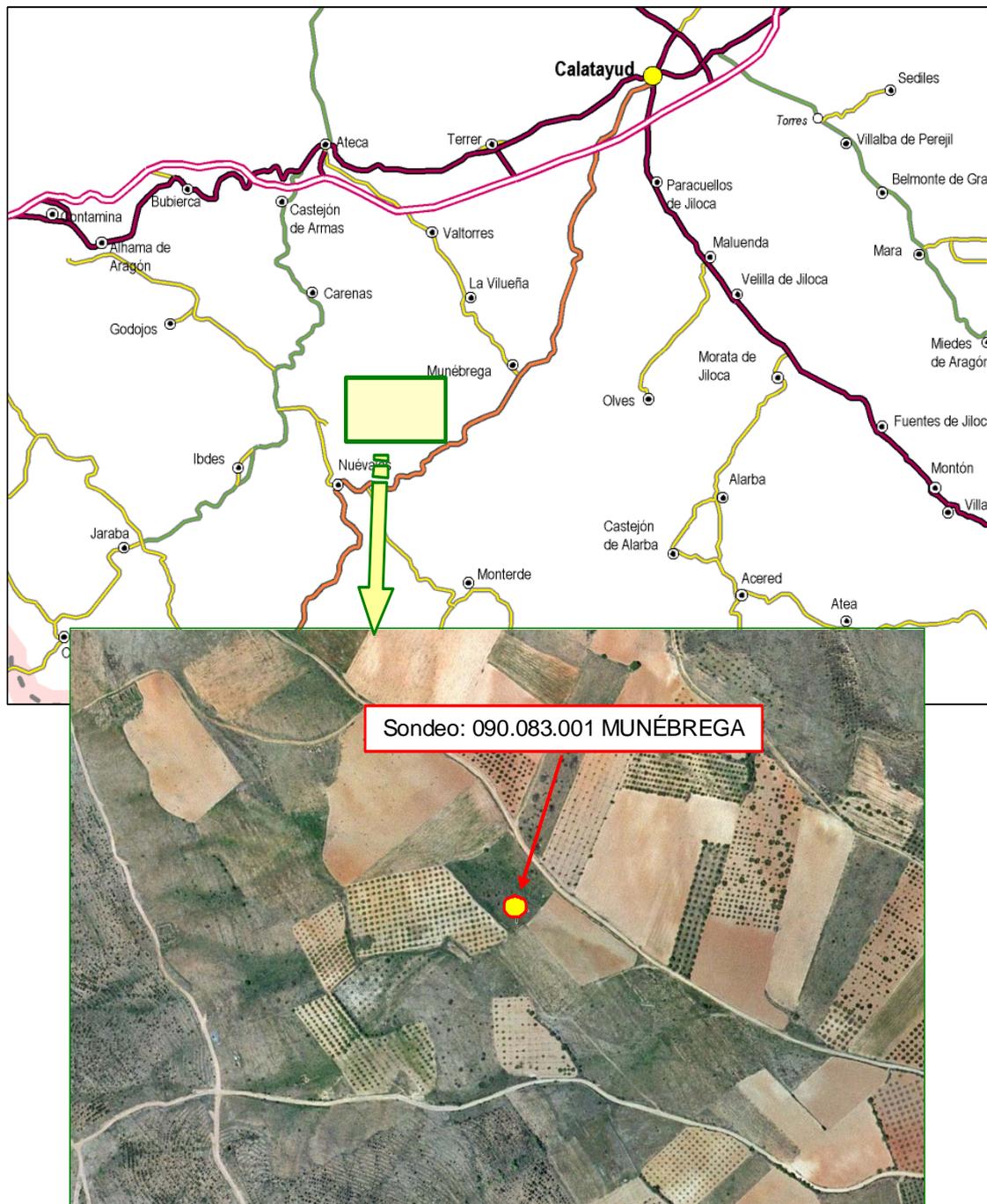
El día 28 de marzo de 2010 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "**090.083.001 MUNÉBREGA**", ubicado en el término municipal de Munébrega, en la provincia de Zaragoza, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica y fotografía aérea de la figura.-1.

El objetivo fundamental de la testificación geofísica es diferenciar los tramos porosos y permeables, para determinar los materiales susceptibles de aportar agua a la perforación, con el fin de, posteriormente, proceder a la colocación de filtros en los tramos más adecuados.

También constituye un importante objetivo la determinación de las características constructivas como son la verticalidad y desviación del sondeo para proceder de la manera más adecuada a la entubación del mismo.

Mediante la testificación geofísica hemos realizado la medición de ciertos parámetros físicos que nos han permitido evaluar las zonas más porosas y permeables, capaces aportar agua a la perforación, y el cálculo de la inclinación y desviación a lo largo de todo el sondeo.

Este trabajo se encuadra dentro de las actuaciones que la Confederación Hidrográfica del Ebro está llevando a cabo para la implantación y mantenimiento de las redes oficiales de control de aguas subterráneas que permitan conocer su evolución en cantidad y calidad.



*Figura. -1 Situación geográfica del sondeo: **090.083.001 MUNÉBREGA***

TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.083.001 MUNÉBREGA" se testificó desde la superficie hasta los 128 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras del suelo.

Para la realización de la testificación geofísica se han utilizado las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación que registran los parámetros de GN, SP, R-16", R-64", R-lat, Res, CON, TEM, INCLINACIÓN y DESVIACIÓN.

La testificación geofísica se realizó nada más terminar la perforación y sacada la maniobra, con el sondeo desnudo.

En primer lugar se testificó con la sonda 8044 y a continuación se testificó con la sonda 9055.

Seguidamente presentamos los datos más relevantes del sondeo en el momento de efectuar la testificación geofísica.

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0605273
	Y	4566402
	Z	837
PROVINCIA:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	MUNÉBREGA	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	139 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	128 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación)	8 mts.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	CENTURY SYS-VI	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0,250	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	28-03-2010	

REGISTROS GEOFÍSICOS

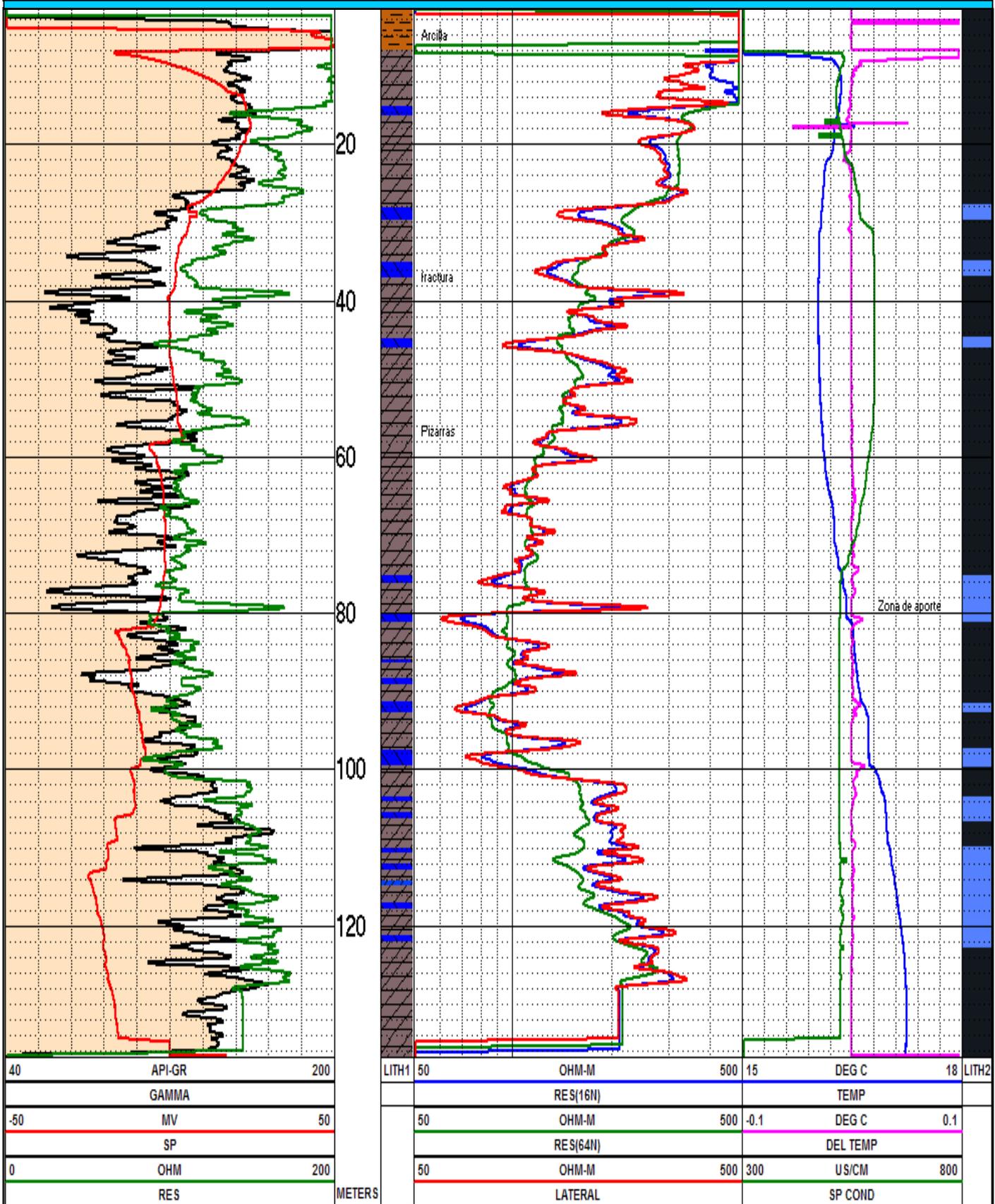
En las siguientes tres páginas, figuran las diagráfias con los parámetros hidrogeológicos y de desviación, registrados con las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación, y la gráfica de desviación del sondeo vista en planta.

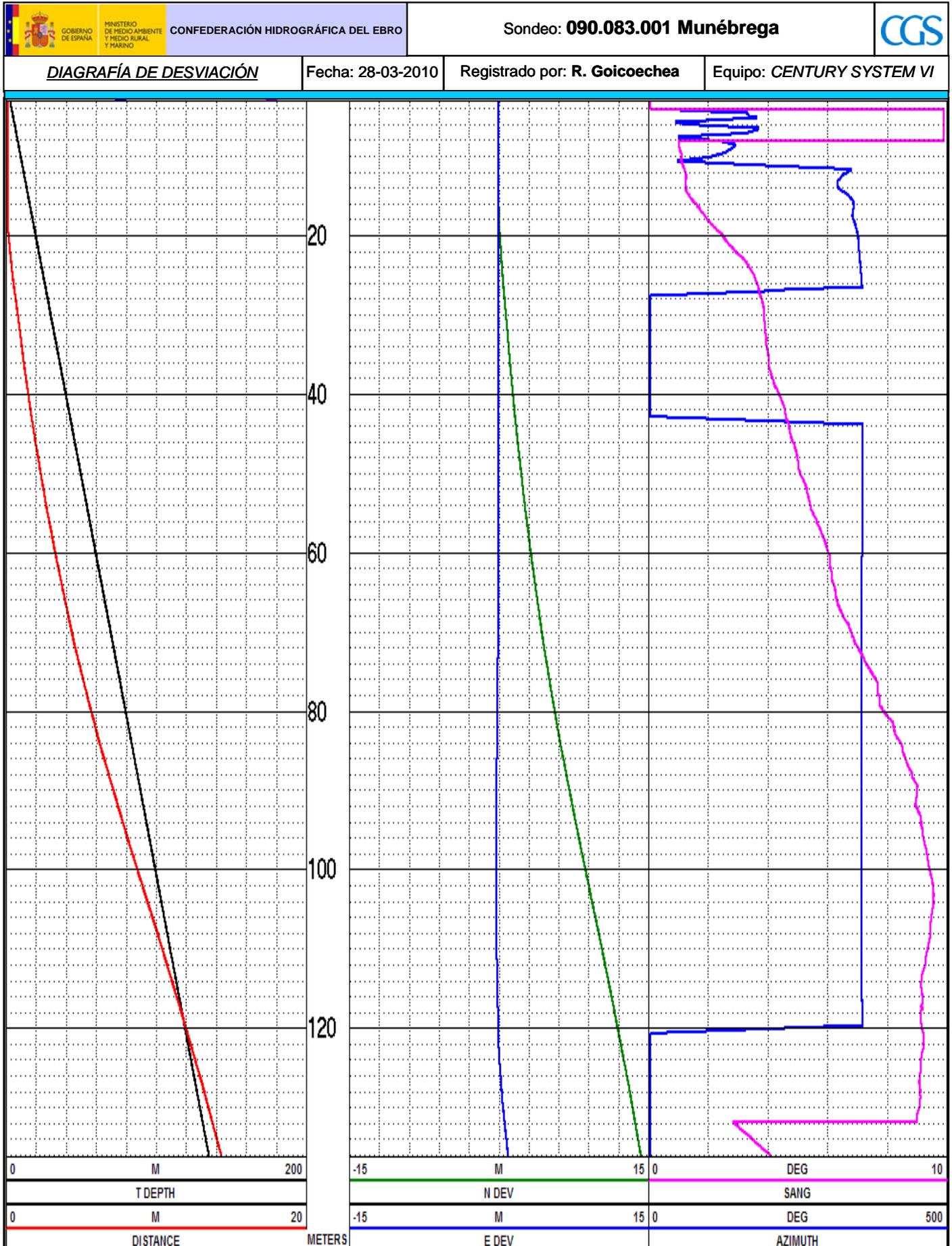
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 40 y 200 unidades API para el Gamma Natural, de -50 a 50 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 200 Ohm para la Resistencia monoelectrónica. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres se presenta en diferentes tramas la columna litológica. En la pista número cuatro los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, con escala logarítmica comprendida entre 50 y 500 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 15° a 18° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 300 a 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Por último, en la pista número seis se ha confeccionado una columna en la que figuran en color azul los tramos más porosos y permeables a la hora de aportar agua a la perforación y en negro los menos porosos y permeables.

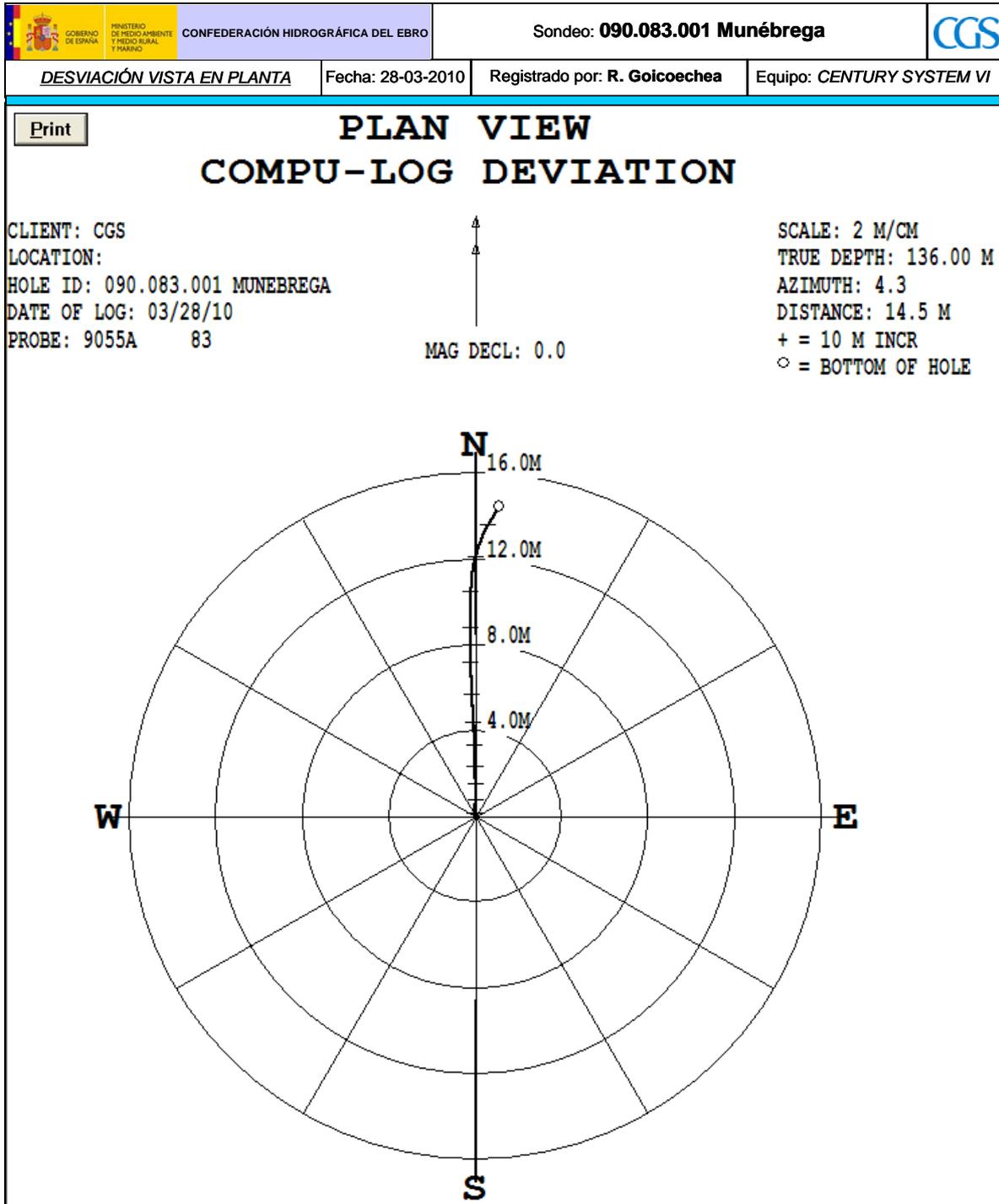
En la diagráfia de desviación tenemos en la pista número uno la Profundidad real y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 200 metros para la Profundidad real y de 0 a 20 metros para la Distancia. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -15 a 15 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 10° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

En la gráfica de desviación del sondeo vista en planta se muestra los valores del Acimut y la Distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.

En el ANEXO-I, se presenta en papel continuo la diagráfia completa (hidrogeológica más desviación) a escala 1/200.







RESULTADOS OBTENIDOS

UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.083 SIERRA PALEOZOICA DE ATECA.

La perforación ha atravesando una formación de pizarras del Ordovícico.

Esta formación, con sus correspondientes fracturas, se pueden consultar en la columna litológica de la diagráfia que presentamos en el ANEXO-I.

NIVEL FREÁTICO

En el momento de efectuar la testificación geofísica el nivel freático del sondeo se encontraba a los 8 metros de profundidad.

CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad obtenida en el sondeo se presenta en tres diferentes tramos. El primero de 8 metros a 30 metros aparece una conductividad de 530 $\mu\text{s/cm}$. El segundo tramo, de 30 metros a 60 metros, con una conductividad de 600 $\mu\text{s/cm}$. Y el tercer tramo, de 60 metros al final del sondeo, con una conductividad de 520 $\mu\text{s/cm}$.

La temperatura presenta un primer tramo, de los 8 metros a los 30 metros, con un valor medio de 16 grados centígrados. De aquí en adelante y hasta el final del sondeo la temperatura va aumentando paulatinamente hasta llegar a los 17,2^o C, al final del sondeo.

APORTES DE AGUA

De la respuesta obtenida con la sonda 8044-hidrogeológica, que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, y confeccionado la siguiente tabla.

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	LITOLOGÍA
Tramo de 28 m. a 30 m.	2 m.	Fractura
Tramo de 35 m. a 37 m.	2 m.	Fractura
Tramo de 45 m. a 46 m.	1 m.	Fractura
Tramo de 75,5 m. a 81 m.	9 m.	Fractura
Tramo de 92 m. a 93 m.	1 m.	Fractura
Tramo de 98 m. a 100 m.	2 m.	Fractura
Tramo de 104 m. a 107 m.	3 m.	Fractura
Tramo de 110 m. a 123 m.	13 m.	Fractura

DESVIACIÓN

De la respuesta obtenida con la sonda 9055-desviación que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical ha sido de 14,30 metros a los 136 metros de profundidad.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 360°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 9,90° a los 100 metros de profundidad.

A continuación se presenta una tabla con un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad del Cable, Profundidad Real, Desviación Norte, Desviación Este, Distancia, Acimut e Inclinación.

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	51.40	0.70
8.00	8.00	0.00	0.01	0.00	96.40	2.50
10.00	10.00	-0.01	0.01	0.00	122.10	0.70
12.00	12.00	0.02	-0.01	0.00	337.30	1.00
14.00	14.00	0.03	-0.03	0.00	317.70	0.60
16.00	16.00	0.07	-0.02	0.10	346.00	1.60
18.00	18.00	0.12	-0.03	0.10	344.20	1.40
20.00	19.99	0.20	-0.03	0.20	352.10	2.70
22.00	21.99	0.31	-0.03	0.30	354.30	2.70
24.00	23.99	0.41	-0.02	0.40	356.60	2.50
26.00	25.98	0.53	-0.01	0.50	359.00	3.90
28.00	27.98	0.68	0.01	0.70	0.60	3.90
30.00	29.97	0.81	0.02	0.80	1.30	4.30
32.00	31.97	0.95	0.03	1.00	1.80	3.80
34.00	33.97	1.08	0.04	1.10	2.10	3.90
36.00	35.96	1.21	0.04	1.20	1.70	4.10
38.00	37.95	1.36	0.02	1.40	0.70	4.80
40.00	39.95	1.51	0.02	1.50	0.60	4.30
42.00	41.94	1.66	0.02	1.70	0.70	4.70
44.00	43.94	1.82	-0.01	1.80	359.80	5.00
46.00	45.93	1.98	-0.01	2.00	359.70	5.00
48.00	47.92	2.16	-0.01	2.20	359.70	5.10
50.00	49.91	2.34	0.00	2.30	359.90	5.00
52.00	51.91	2.51	-0.01	2.50	359.90	5.40
54.00	53.90	2.69	-0.01	2.70	359.90	5.30

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
56.00	55.89	2.89	-0.02	2.90	359.50	6.60
58.00	57.88	3.10	-0.03	3.10	359.50	5.70
60.00	59.87	3.30	-0.03	3.30	359.50	6.90
62.00	61.85	3.51	-0.04	3.50	359.30	6.50
64.00	63.84	3.73	-0.05	3.70	359.20	6.10
66.00	65.83	3.95	-0.06	4.00	359.10	6.30
68.00	67.82	4.17	-0.06	4.20	359.20	6.20
70.00	69.81	4.39	-0.07	4.40	359.10	6.80
72.00	71.79	4.63	-0.08	4.60	359.00	8.10
74.00	73.77	4.89	-0.11	4.90	358.70	8.10
76.00	75.76	5.15	-0.13	5.10	358.60	6.90
78.00	77.74	5.41	-0.14	5.40	358.60	7.70
80.00	79.72	5.68	-0.16	5.70	358.40	8.50
82.00	81.70	5.96	-0.16	6.00	358.40	7.50
84.00	83.68	6.24	-0.17	6.20	358.50	7.70
86.00	85.66	6.54	-0.19	6.50	358.30	9.40
88.00	87.63	6.85	-0.20	6.90	358.30	7.90
90.00	89.61	7.16	-0.20	7.20	358.40	8.70
92.00	91.58	7.47	-0.21	7.50	358.40	9.10
94.00	93.56	7.78	-0.21	7.80	358.50	9.50
96.00	95.53	8.10	-0.22	8.10	358.50	8.70
98.00	97.51	8.42	-0.23	8.40	358.40	9.50
100.00	99.48	8.75	-0.24	8.80	358.50	9.90
102.00	101.45	9.08	-0.24	9.10	358.50	9.40
104.00	103.42	9.41	-0.24	9.40	358.50	9.70
106.00	105.40	9.75	-0.24	9.80	358.60	9.80
108.00	107.37	10.08	-0.22	10.10	358.80	9.40
110.00	109.34	10.41	-0.21	10.40	358.80	8.50
112.00	111.32	10.72	-0.18	10.70	359.00	9.30
114.00	113.29	11.04	-0.17	11.00	359.10	9.80
116.00	115.26	11.36	-0.12	11.40	359.40	9.00
118.00	117.24	11.67	-0.08	11.70	359.60	9.20
120.00	119.21	11.98	-0.01	12.00	359.90	9.50
122.00	121.19	12.29	0.08	12.30	0.30	8.40
124.00	123.16	12.59	0.15	12.60	0.70	9.00
126.00	125.13	12.90	0.29	12.90	1.30	9.60
128.00	127.11	13.19	0.39	13.20	1.70	8.30
130.00	129.08	13.46	0.53	13.50	2.20	9.10
132.00	131.06	13.73	0.69	13.80	2.90	9.10
134.00	133.03	14.01	0.85	14.00	3.50	9.10
136.00	135.01	14.28	1.01	14.30	4.10	9.10



Fdo: José Luengo
Geofísico

CGS Dto. de Geofísica Aplicada
28 DE MARZO DE 2010

ANEXO-I

DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.083.001 MUNÉBREGA
ESCALA: 1/200

ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO

OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. CLAVE 09.822-0003/2111

AFORO DEL SONDEO MUNÉBREGA (090.083.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 605.266 Y: 4.566.397 Z: 841 (m s.n.m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	110 m
Horas de bombeo	22 h.
Horas de recuperación	4 h

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 26 de julio de 2010, al sondeo a las 11:50 horas. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Belardi modelo V 129 con una potencia de 50 CV situada a 110 m de profundidad.



Imagen 1. Situación de la máquina de aforos.

El ensayo de bombeo comienza a las 17:00 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

	MUNÉBREGA				
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
Escalón 1	0,50	1320	4,20	89,92	85,72
Recuperación 1	-	240	85,72	33,74	56,18 (*)

(*) El nivel asciende.

• Escalón 1

Este escalón comienza a las 17:00 h del 26/07/2010 y acaba a las 15:00 h del 27/07/10, teniendo una duración de 1.320 minutos (22 horas). Inicialmente estaba previsto llevar a cabo un ensayo escalonado, a partir del cual se podría inferir el caudal a extraer durante el escalón de caudal constante, sin embargo, debido a que el caudal inicial elegido ha resultado elevado para el pozo, se ha venido observando un descenso continuado del nivel dinámico y por lo tanto este escalón inicial ha pasado a constituir el escalón continuo.

El caudal extraído ha sido de 0,50 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 85,72 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 4,20 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra 89,92 m.

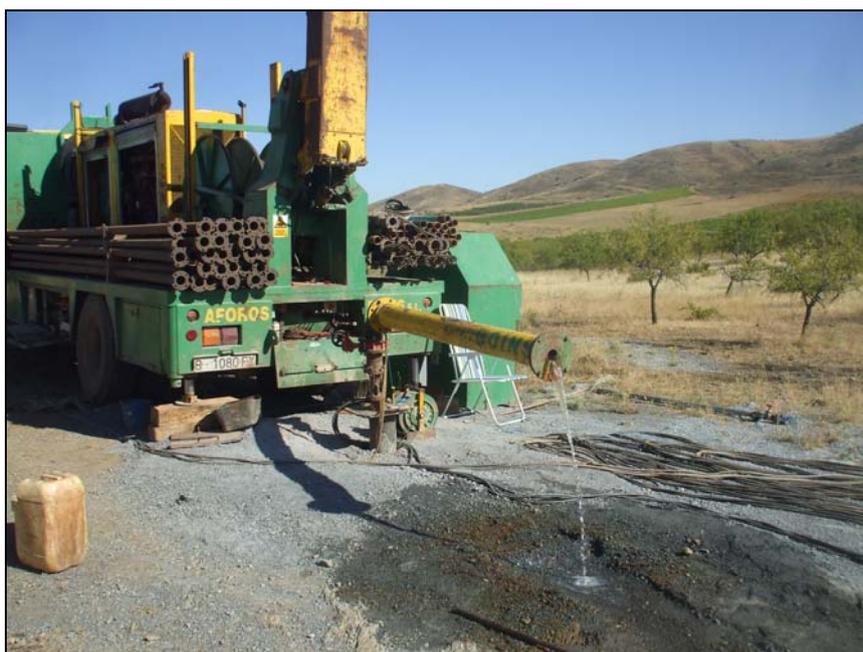


Imagen 2. Caudal extraído durante este escalón.



Imagen 3. Caudal extraído durante este escalón.

Inmediatamente después, comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 240 min. (4 horas), donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 33,74 m de profundidad.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE, T^a y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 0,50 l/s)**

Mitad del Escalón 1: CE= 636 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 22,1 °C; pH= 7,24.

CE= 630 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 22,2 °C; pH= 7,25.

CE= 622 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 22,4 °C; pH= 7,27.

Final del Escalón 1: CE= 621 $\mu\text{S/cm}$; T^a = 24,3 °C; pH= 7,42.

Además se ha tomado una muestra de agua para su posterior ensayo en el laboratorio.

Esther Torresquebrada Aguirre
Hidrogeóloga.

Γ

1

C.G.S. Compañía General de Sondeos, S.A.
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b
 28108 ALCOBENDAS
 MADRID

L

J

Fecha: 27 DE JULIO DE 2010

Sondeo: 090.083.001	Termino municipal: MUÑEBREGA	Provincia: ZARAGOZA
----------------------------	-------------------------------------	----------------------------

Comienzo: Día 26/07/10 Hora 17:00 NE. 4:20	Terminación: Día 27/07/10 Hora 19:00 ND. 89,82
---	---

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforación 139 m.	
Marca: MECC-ALTE	Marca: BELARDI	180 Ø 139 m	Profundidad rejilla: 110 m.
KVA.: 250	Tensión: 760		Q. medidas con: TUBO PITOT
Motor: FIAT-AIFO	Tipo: V 129		Niveles medidos con: SONDA
Potencia: 400 CV	Potencia: 50		Ø Tubería: 70 mm.

RECUPERACIÓN					
Tiempo minutos	Recuperación metros	Tiempo minutos	Recuperación metros	Tiempo minutos	Recuperación metros
½		6		20	
1		7		25	
2		8		30	
3		9		40	
4		10		50	
5		15		60	

Observaciones:

1º Escalon				2º Escalon				1ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	4,20	NE	360m	0,5	50,74	CLARA	0m		89,82	
1m	0,5		SUCIA	7h	0,5	53,84	CLARA	1m			
2m	0,5	5,25	SUCIA	8h	0,5	56,02	CLARA	2m		78,80	
3m	0,5	5,60	COLOR	9h	0,5	59,41	CLARA	3m		78,28	
4m	0,5	6,31	COLOR	10h	0,5	62,90	CLARA	4m		77,84	
5m	0,5	7,00	COLOR	11h	0,5	66,41	CLARA	5m		77,13	
6m	0,5	8,31	COLOR	12h	0,5	73,80	CLARA	6m		76,47	
7m	0,5	8,80	COLOR	13h	0,5	79,21	COLOR	7m		75,85	
8m	0,5	9,70	COLOR	14h	0,5	83,72	COLOR	8m		75,33	
9m	0,5	10,67	COLOR	15h	0,5	87,34	COLOR	9m		74,93	
10m	0,5	11,53	COLOR	16h	0,5	89,10	CLARA	10m		74,34	
15m	0,5	15,15	COLOR	17h	0,5	89,21	CLARA	15m		73,01	
20m	0,5	17,54	COLOR	18h	0,5	89,40	CLARA	20m		72,13	
25m	0,5	20,32	COLOR	19h	0,5	89,55	CLARA	25m		71,25	
30m	0,5	22,65	COLOR	20h	0,5	89,65	CLARA	30m		69,27	
40m	0,5	25,77	COLOR	21h	0,5	89,75	CLARA	35m		68,25	
50m	0,5	27,87	COLOR	22h	0,5	89,82	CLARA	40m		67,20	
60m	0,5	29,98	COLOR					45m		66,15	
70m	0,5	31,72	COLOR					50m		65,45	
80m	0,5	33,26	COLOR					55m		63,91	
90m	0,5	35,22	COLOR					60m		61,10	
100m	0,5	36,98	COLOR					70m		58,13	
110m	0,5	37,30	COLOR					80m		55,09	
120m	0,5	38,22	COLOR					90m		53,05	
135m	0,5	39,60	COLOR					100m		50,04	
150m	0,5	40,50	COLOR					110m		47,02	
165m	0,5	41,58	COLOR					120m		43,98	
180m	0,5	42,42	COLOR					135m		41,65	
195m	0,5	43,19	COLOR					150m		39,98	
210m	0,5	43,91	COLOR					180m		38,44	
225m	0,5	44,67	COLOR					195m		37,00	
240m	0,5	45,00	COLOR					210m		35,98	
270m	0,5	45,81	COLOR					240m		33,74	
300m	0,5	47,00	COLOR								
330m	0,5	48,74	COLOR								

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000037504

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO MUNÉBREGA - AFORO

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000034414**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **27/07/2010**

Hora: **14:55**

Recepción: **17/08/2010**

Inicio análisis: **17/08/2010**

Fin análisis: **26/08/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	12,28 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	268,22 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,07 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	50,66 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	10,46 mg/l	±1,26	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	592 µS/cm	±12	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,36 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	44,89 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,11 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	< 0,5 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,49 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,09 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	16,49 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	111,58 mg/l	±6,69	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO	0,00 mg/l
NITRATOS	0,00 mg/l
NITRITOS	0,00 mg/l

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación para ensayos físico-químicos.

Los ensayos y comentarios marcados en este informe (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

27 de agosto de 2010



Fdo.: *Susana Avilés Espiñeiro*
Lcda. en Ciencias Químicas
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	10,46	0,30	4,21
SULFATOS	111,58	2,32	33,12
BICARBONATOS	268,22	4,40	62,67
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	16,49	0,72	10,26
MAGNESIO	44,89	3,69	52,83
CALCIO	50,66	2,53	36,15
POTASIO	2,09	0,05	0,76

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - MAGNÉSICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	517,22 mg/l
CO2 libre	13,81 mg/l
Dureza total	31,14 °Francés
Dureza total	311,36 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	91,50 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	219,98 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	219,98 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,60
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,12
rNa/rK	13,42
rNa/rCa	0,28
rCa/rMg	0,68
$rCl/rHCO_3$	0,07
rSO_4/rCl	7,87
rMg/rCa	1,46
i.c.b.	-1,61
i.d.d.	-0,07

Nº Registro: 34414



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000033541

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

SONDEO MUNÉBREGA-FIN LIMPIEZA

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000030883

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 30/3/2010

Hora: 12:25

Recepción: 9/4/2010

Inicio análisis: 09/04/2010

Fin análisis: 15/04/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	11,07 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	286,18 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,05 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	40,54 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	10,82 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	509 µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,90 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,29 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	46,30 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	<0.5 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
*NITRITOS	<0.1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	8,17 ud. de pH	±0,41	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,60 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	17,91 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	67,12 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación para ensayos físico-químicos.

Los ensayos y comentarios marcados en este informe (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

20 de abril de 2010

Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro
Lcda. en Ciencias Químicas
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	10,82	0,31	4,77
SULFATOS	67,12	1,40	21,85
BICARBONATOS	286,18	4,69	73,32
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,23	0,00	0,06
SODIO	17,91	0,78	11,66
MAGNESIO	46,30	3,81	57,05
CALCIO	40,54	2,02	30,29
POTASIO	2,60	0,07	1,00

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - MAGNÉSICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	484,08 mg/l
CO2 libre	3,09 mg/l
Dureza total	29,19 °Francés
Dureza total	291,89 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	57,31 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	234,71 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	234,71 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,36
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,14
rNa/rK	11,72
rNa/rCa	0,39
rCa/rMg	0,53
$rCl/rHCO_3$	0,07
rSO_4/rCl	4,58
rMg/rCa	1,88
i.c.b.	-1,77
i.d.d.	-0,09

Nº Registro: 30883

ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		MUNÉBREGA MARM. CRA. A-2505 A LA VILUEÑA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.605.004	
CÓDIGO IPA		251760029	Nº MTN 1:50.000 2517	MUNICIPIO Munebrega		PROVINCIA Zaragoza	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		083 SIERRA PALEOZOICA DE ATECA					
U. HIDROGEOLÓGICA		Central Ibérico-Depresión de Calatayud					
ACUÍFERO(S)							
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	605265	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4566399					
COTA DEL SUELO msnm	Z	840	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		16		PARCELA	5		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Municipal					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		En la localidad de Munébrega tomar el cruce de la carretera A-2505 que lleva a la localidad de La Viñuela. A la altura de la segunda calle tomar pista asfaltada que sale a la izquierda . Continuar hasta los depósitos de agua y tomar bifurcación de la izquierda, (pista cementada) continuar recto hasta la siguiente bifurcación(1,9 km desde el depósito). Tomar el camino de la izquierda y seguir todo recto hasta el pozo situado junto al camino.					

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Percusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				EMPAQUE			No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION		
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA	
0	6	300	0	6	300	Metálica	34	37	Puentecillo	0	6	
6	139	180	0	133	180	Metálica	47	53	Puentecillo			
							57	63	Puentecillo			
							69	75	Puentecillo			
							91	96	Puentecillo			
							105	109	Puentecillo			

HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN

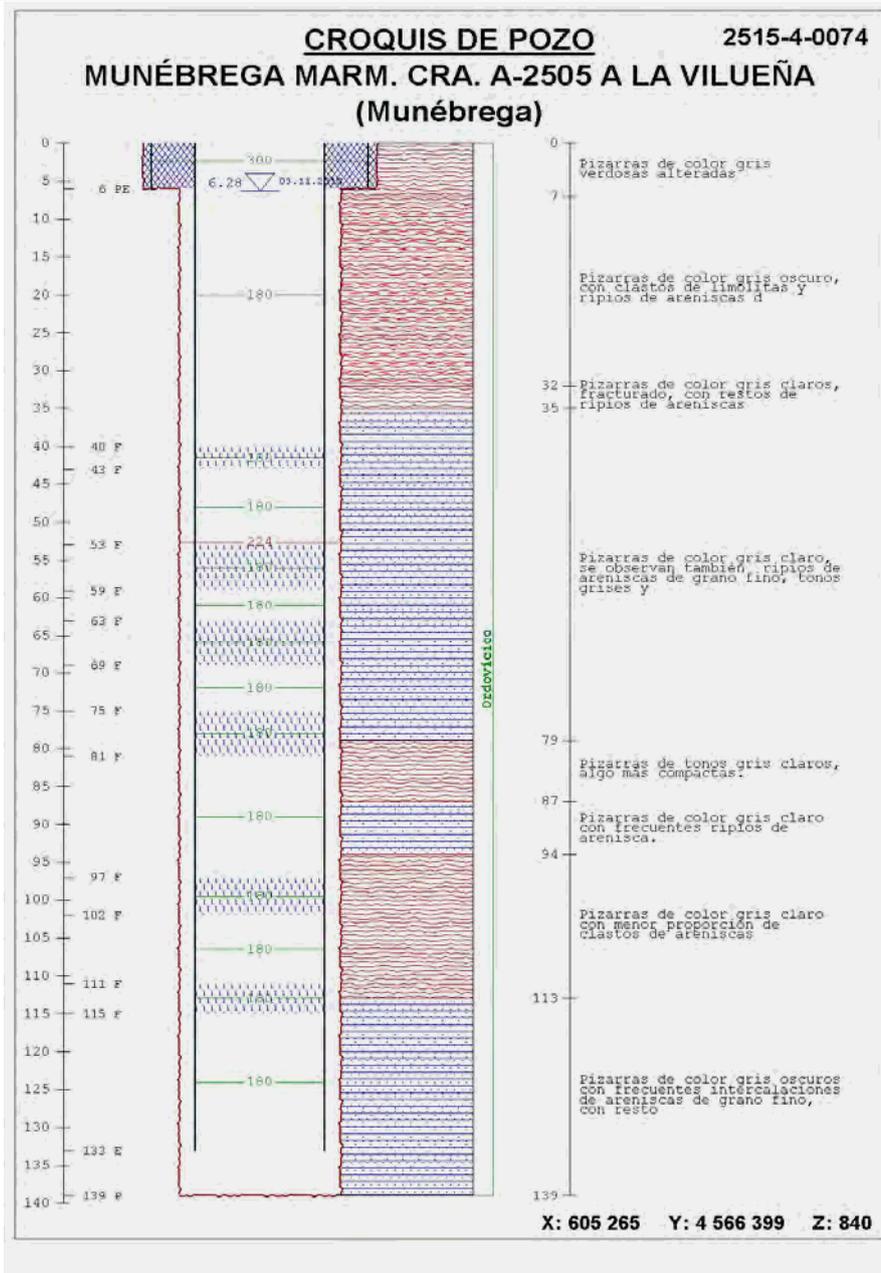
MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000



FOTO AÉREA



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE





CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Tipo: SONDEO

Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (2517) ATECA

UTMX: 605265

UTMY: 4566399

COTA: 840

Provincia: ZARAGOZA

Municipio: MUNEBREGA

Localidad: MUNEBREGA

Paraje: MUNÉBREGA MARM. CRA. A-2505 A LA VILUEÑA, poligono 16

parcela 5.

Polígono: 16

Parcela: 5

Dominio Hidrogeológico: Central Ibérico

Unidad: Depresión de Calatayud

Acuífero:

Masa Subterránea A: SIERRA PALEOZOICA DE ATECA

Masa Subterránea B:

Acuífero:

Redes:

PG	PL	PH	CG	CL	CH	CE	L	T	LH	I	OT
<input type="checkbox"/>											

Río: JALON

Cuenca: EBRO

Acceso: En la localidad de Munébrega tomar el cruce de la carretera A-2505 que lleva a la localidad de La Viñuela. A la altura de la segunda calle tomar pista asfaltada que sale a la izquierda. Continuar hasta los depósitos. Tras los depósitos tomar bifurcación de la izquierda, (pista cementada) continuar recto hasta la siguiente bifurcación (1,9 km desde el depósito). Tomar el camino de la izquierda y seguir todo recto hasta el pozo situado junto al camino.

Observaciones: SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

CLAVE 09.822-0003/2111



Vista General (11/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL	CHE (OPH)	27/02/2007		FUTURO SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111
27	TCL	CHE (OPH)	29/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L)

Año: 2010

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 139

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	342
6	139	224

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metálica ciega	CEMENTACION
0	40	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
40	43	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
43	53	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
53	59	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
59	63	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
63	69	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
69	75	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
75	81	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
81	97	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
97	102	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
102	111	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
111	115	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
115	139	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

LITOLOGÍA

Descripción geológica: Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre pizarras con areniscas y cuarcitas de edad Ordovícico; que presentan buzamientos elevados, casi verticales, y están fuertemente fracturados.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	7	PIZARRAS	ORDOVICIO	
Observaciones: Pizarras de color gris verdosas alteradas.				
7	32	PIZARRAS	ORDOVICIO	
Observaciones: Pizarras de color gris oscuro, con clastos de limolitas y ripios de areniscas de grano fino.				
32	35	PIZARRAS	ORDOVICIO	
Observaciones: Pizarras de color gris claros, fracturado, con restos de ripios de areniscas.				
35	79	PIZARRAS	ORDOVICIO	
Observaciones: Pizarras de color gris claro, se observan también ripios de areniscas de grano fino, tonos grises y algo de metamorfismo. Se observa la existencia de muestras de tramos más plásticos y otros más triturados.				
79	87	PIZARRAS	ORDOVICIO	
Observaciones: de tonos gris claros, algo más compactas.				
87	94	PIZARRAS	ORDOVICIO	
Observaciones: Pizarras de color gris claro con frecuentes ripios de arenisca.				
94	113	PIZARRAS	ORDOVICIO	ACUIFERO
Observaciones: Pizarras de color gris claro con menor proporción de clastos de areniscas.				
113	139	PIZARRAS	ORDOVICIO	ACUIFERO
Observaciones: Pizarras de color gris oscuros con frecuentes intercalaciones de areniscas de grano fino, con restos de grietas rellenas de cuarzo.				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
27/07/2010	0	89.92	56.18	0.2			CHE (OPH)
Observaciones: Recuperación							
26/07/2010	0.5	4.2	-85.62	0.9			CHE (OPH)
Observaciones: Escalón continuo							

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	7.85	3.31	4.54	5.2781	1.1888

HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l me/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo lab.	Ph campo lab.	Error %	Fuente info.
27/07/2010	0.2946	2.3246	4.397	0	0.717	3.7099	2.5267	0.0535	621	7.4	-0.1322	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	10.46	111.58	268.22	0	16.49	44.89	50.66	2.09				

27/07/2010									622	7.3	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
27/07/2010									630	7.3	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
26/07/2010									636	7.2	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
30/03/2010	0.1408	1.271	3.7689	0.0081	0.3522	1.9835	3.3167	0.077	551	9.9015	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	5	61.01	229.9	0.5	8.1	24	66.5	3.01			
30/03/2010									554		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
30/03/2010									639		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

OTRAS FOTOS



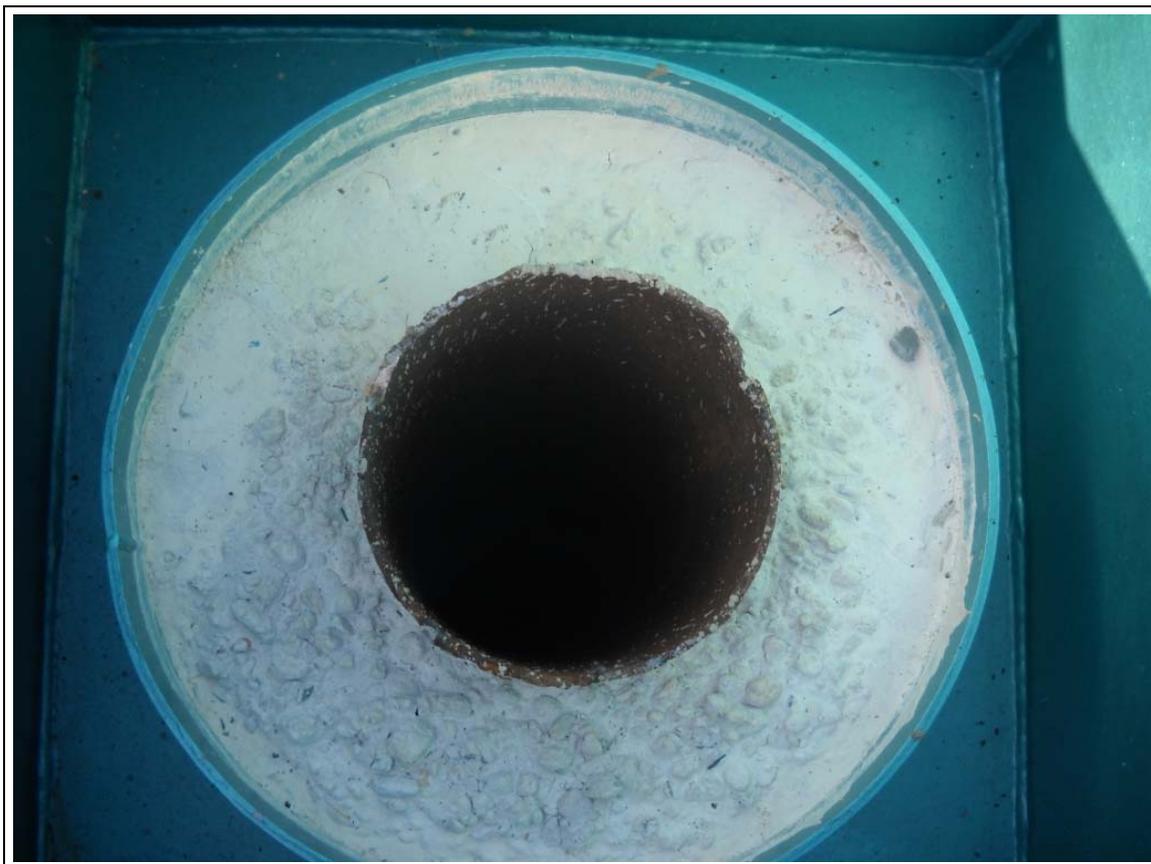
Detalle (01/09/2010)



Vista general (01/09/2010)



Acceso (01/09/2010)



DSCN3346_Munebrega (31/05/2012)



MUNEBREGA (29/06/2012)



Detalle sondeo Munebrega (11/05/2012)

	<p>CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO <i>Oficina de Planificación Hidrológica</i> INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA</p>
--	---

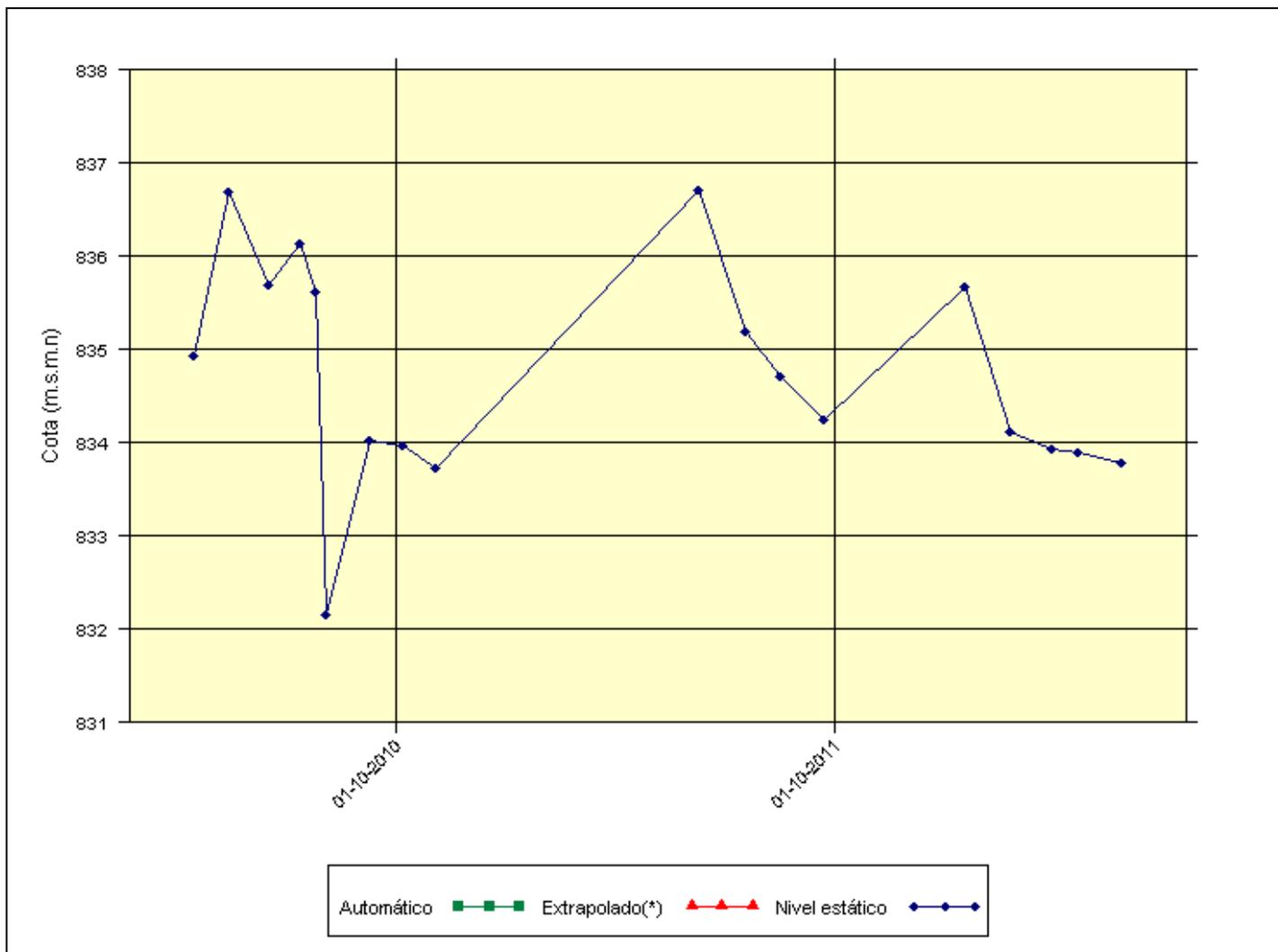
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Ayuntamiento de Munebrega . Tlf: 976895003. .

Cierre: Llave MARM

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: Paleozoico



ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: Paleozoico

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	7.85	3.31	4.54	5.2781	1.1888

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: Paleozoico

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
27/05/2012	6.22	
20/04/2012	6.12	
30/03/2012	6.08	
24/02/2012	5.89	
18/01/2012	4.34	
22/09/2011	5.76	
17/08/2011	5.31	
19/07/2011	4.82	
10/06/2011	3.31	
03/11/2010	6.28	
06/10/2010	6.04	

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6:“Dominio Central-Ibérico”. En la masa de agua subterránea 090.083 “Sierras Paleozoicas de Ateca”. El acuífero atravesado es cortar las pizarras y areniscas del Paleozoico (Ordovícico) que forman el acuífero en esta zona.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero Paleozoico, que proviene fundamentalmente de la escorrentía superficial y de las precipitaciones. Se trata de un acuífero eminentemente fisurado cuya zona de descarga puede ser a través del contacto con los materiales terciarios del borde de la depresión de Calatayud.

OTROS DATOS

SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

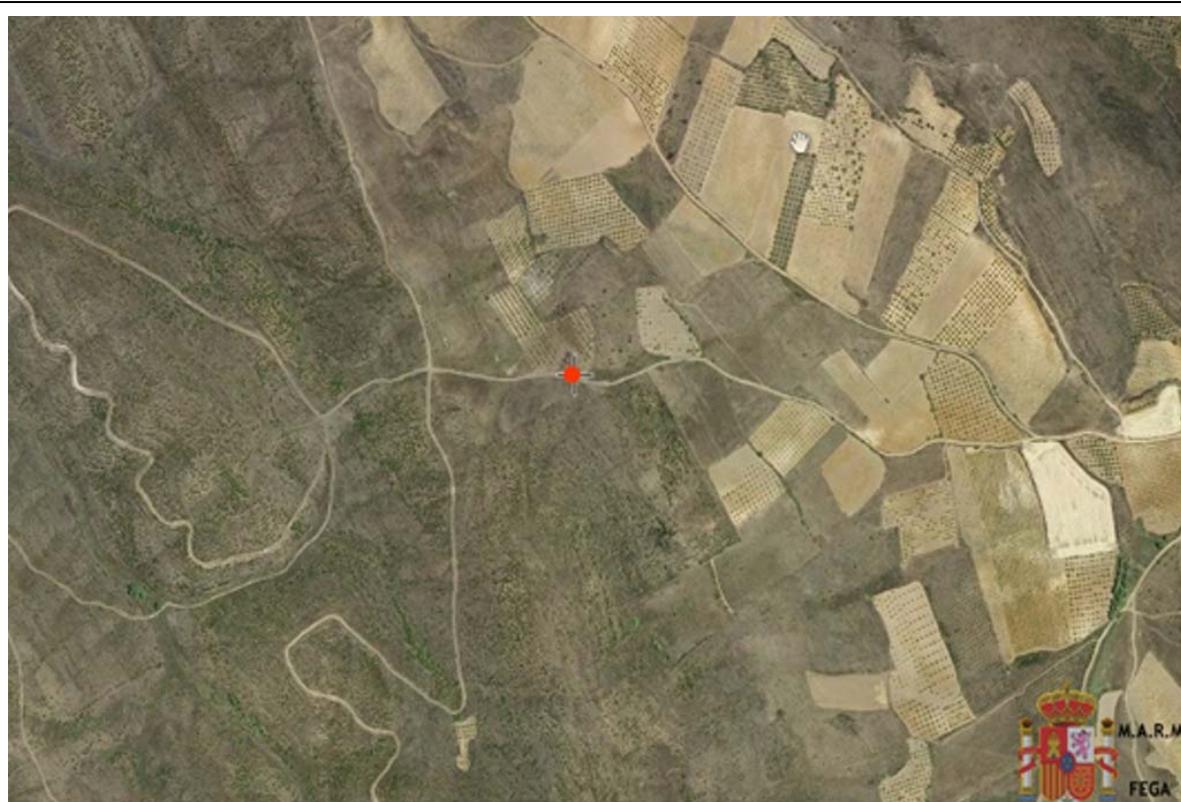
Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

En la localidad de Munébrega tomar el cruce de la carretera A-2505 que lleva a la localidad de La Viñuela. A la altura de la segunda calle tomar pista asfaltada que sale a la izquierda . Continuar hasta los depósitos. Tras los depósitos tomar bifurcación de la izquierda, (pista cementada) continuar recto hasta la siguiente bifurcación (1,9 km desde el depósito). Tomar el camino de la izquierda y seguir todo recto hasta el pozo situado junto al camino.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:
X: 605265, Y:4566399 (Huso 30)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



05/2012 Vista General

ACCESO

DETALLE



05/2012 Manometro Sondeo de Calatayud

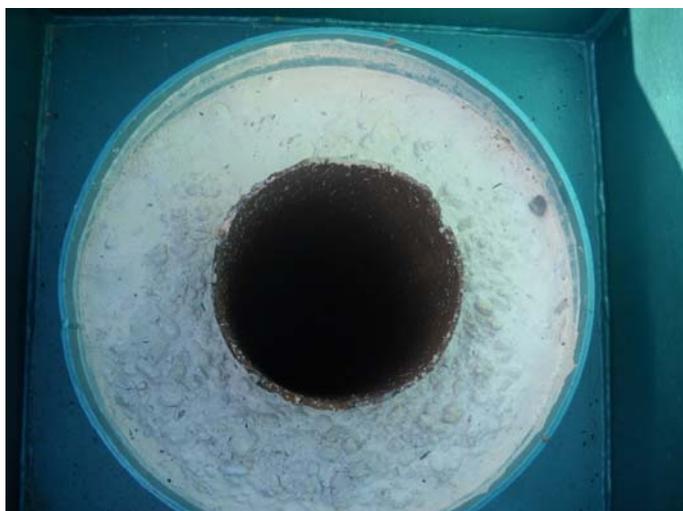
ACCESO



09/2010 Acceso

DETALLE REFERENCIA

INSTALACIÓN



05/2012 DSCN3346 Munebrega

