

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 ALER-BENABARRE: 090.041.001



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	10
5. EQUIPO DE PERFORACIÓN	21
6. DATOS DE LA PERFORACIÓN	21
7. COLUMNA LITOLÓGICA	23
8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	24
9. ENTUBACIÓN REALIZADA	25
10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	28
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO	28
11. HIDROQUÍMICA	36
12. CONCLUSIONES	39

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 GEODE 1:50.000 (288) Fonz.</i>	9
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.</i>	27
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.041.001 Benabarre.</i>	37
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.041.001 Benabarre</i>	38

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)..</i>	24
<i>Tabla 2. Entubación realizada.....</i>	26
<i>Tabla 3. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....</i>	30
<i>Tabla 4. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....</i>	35

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

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 rotopercusión: 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 (090.041.001) es disponer de un punto de control piezométrico, que permita completar el control del acuífero del Cretácico en la masa de agua subterránea Litera Alta (041).

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de descarga del acuífero Cretácico, que se realiza en una zona topográficamente más baja a través del manantial de Puigvert. Se trata de un acuífero carbonatado de carácter eminentemente Kárstico.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar calizas bioclásticas del Cretácico superior que forman el acuífero en esta zona.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Aler, en el término municipal de Benabarre (fig. 1). En la parcela 20 del polígono 9, de titularidad Privada.

Para acceder al sondeo desde la localidad de Aler se toma, desde el cruce de acceso a dicha población desde la carretera N-123, el primer camino que sale a la izquierda y que va hacia el cementerio de dicha localidad. Este desvió transcurre paralelo a la carretera Nacional. El sondeo se sitúa en una parcela particular anexa al aparcamiento del Cementerio.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 31) del punto son:

X: 287115 Y: 4666042 Z: 670.s.n.m

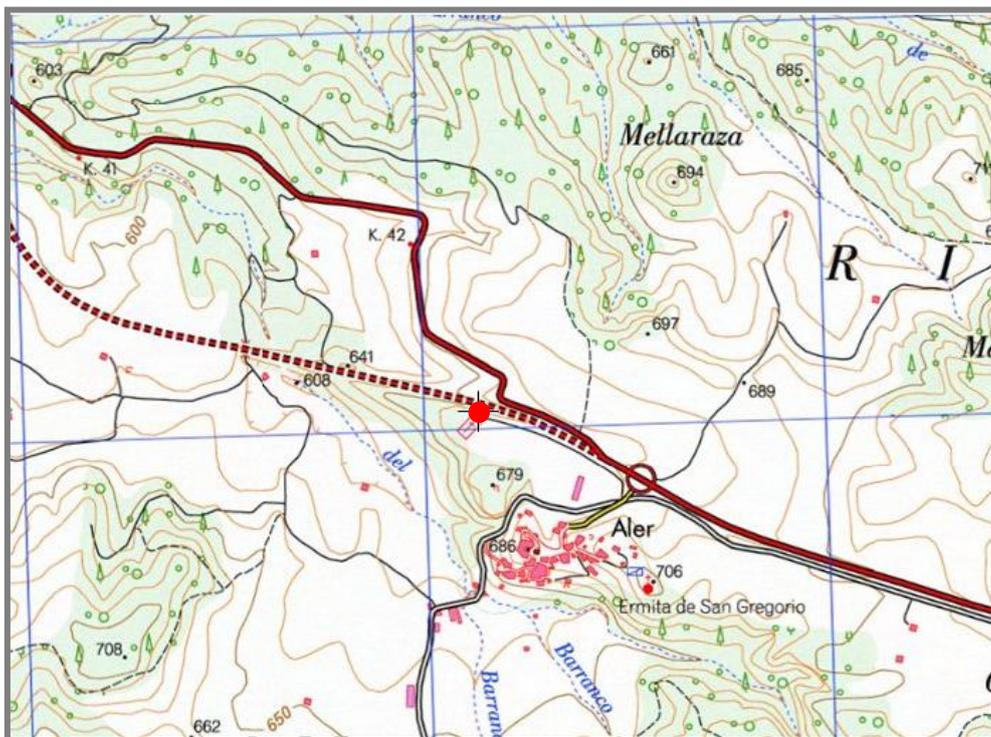


Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000.



Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se sitúa sobre materiales de lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados cuarcitas del Terciario (Mioceno inferior), pertenecientes a los depósitos detríticos de la Cuenca de Graus. Estas pizarras y areniscas se disponen con una disposición casi subhorizontal o con muy pequeños buzamientos de 5 a 10° hacia el NE apoyándose discordantemente sobre los materiales de Cretácico superior Coniaciense-Santoniense, que afloran en las cercanías de la localidad de Aler y del punto donde se ha situado el sondeo. Estos materiales calcáreos Forman parte de una alienación estructural de dirección SW-NE, limitada por fallas hacia el SW y con buzamientos de entre 15 a 25° hacia el NW.

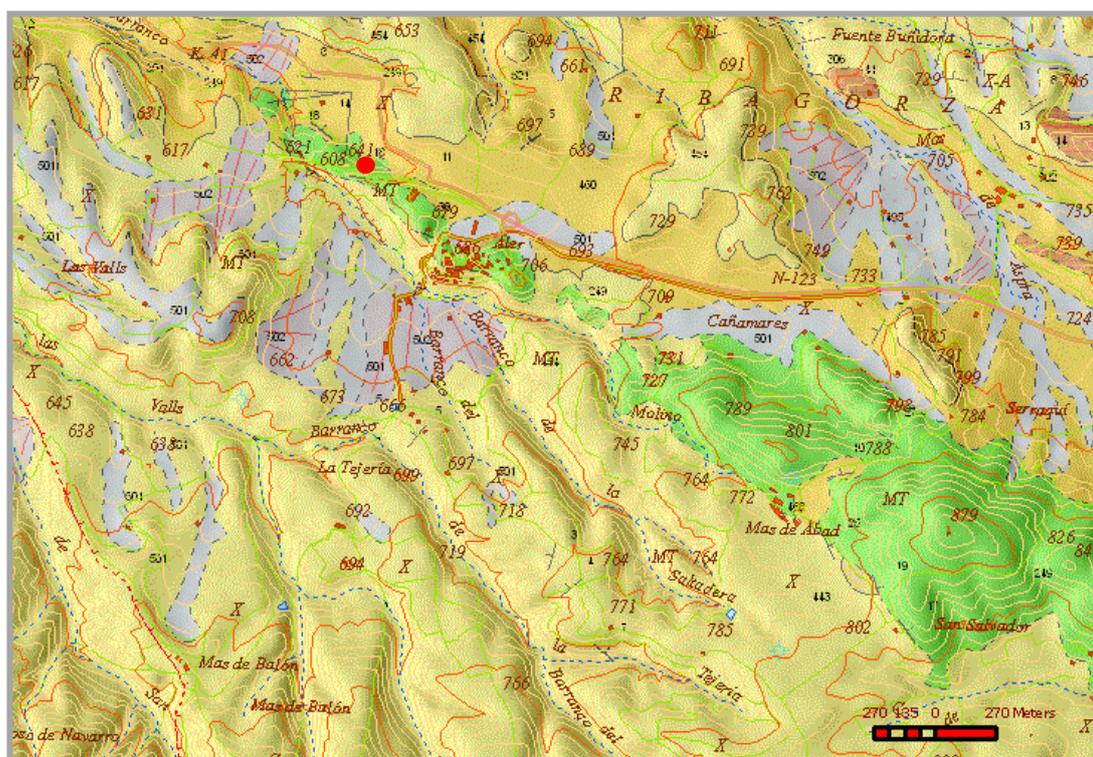


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica GEODE 1:50.000 (288) Fonz.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3 "Sinclinal de Tremp".

Este dominio engloba la estructura alóctona pirenaica (Unidad Surpirenaica Central) al E del Cinca y hasta el límite de la cuenca del Ebro, donde incluye el manto de Pedraforca. Se identifica orográficamente con las Sierras interiores y Exteriores Surpirenaicas al E del Cinca (Cotiella, Tubón, Boumort, Montsec, Carrodilla, San Mamet, etc). La elección del río Cinca como límite occidental del dominio obedece una vez más a criterios hidrogeológicos y de gestión. En el límite oriental se emplazan algunas unidades hidrogeológicas intercuenca (La Cerdanya y Cadí-Port del Compte) por lo que el límite del dominio se extenderá puntualmente más allá de la divisoria hidrográfica en virtud de criterios hidrogeológicos. En cuanto a los límites N (divisoria hidrográfica) y S (cabalgamiento Surpirenaico) tienen una importante traducción hidrogeológica por cuanto delimitan áreas de funcionamiento marcadamente distinto. El límite septentrional del dominio, se define con carácter general sobre la divisoria hidrográfica de la cuenca del Ebro, ubicada sobre materiales hercínicos poco permeables del Pirineo Axial. Este criterio será puntualmente modificado en el caso de la presencia de calizas permeables del Devónico cuando, por su extensión o conexión con otros acuíferos, adquieran una especial relevancia hidrogeológica (Valle de Arán, La Cerdanya).

En cuanto al límite Límite Oriental; en el área de las sierras interiores existen materiales permeables en la divisoria hidrográfica (sierras de Cadí y Moixeró-Sierra Caballera), por lo que los criterios de delimitación serán de carácter hidrogeológico. En las sierras de Moixeró y Caballera, el dominio se

extiende más hacia el E, de la divisoria de cuenca, para albergar todos los afloramientos del karst Devónico, hasta el contacto con los afloramientos silúricos o pérmicos del Alto Llobregat.

Por idénticas razones, en la sierra del Cadí, el dominio se extiende hasta el Llobregat hacia el E y hasta el cabalgamiento del manto del Cadí hacia el S, englobando así todos los afloramientos permeables cretácicos y eocenos que afloran por la zona de la divisoria hidrográfica.

Desde el cabalgamiento, anteriormente mencionado y hacia el S, el límite del dominio se establece sobre las formaciones terciarias de la cuenca del Ebro hasta enlazar con el cabalgamiento del manto de las Sierras Marginales Catalanas, de forma que englobe los afloramientos cretácicos de este sector (núcleo del anticlinal de Oliana, etc.).

El límite sur se define según el cabalgamiento frontal Surpirenaico cuya traza se ha deducido, unos km al N del núcleo yesífero del anticlinal de Barbastro-Balaguer.

Por último el río Cinca, nivel de base de los acuíferos pirenaicos que atraviesa, se establece como límite occidental del dominio.

Dentro de este dominio se encuentra la masa de agua 041 correspondiente al "Litera Alta".

Esta masa de agua se identifica orográficamente con las Sierras Exteriores Surpirenaicas entre los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana, límites occidental y oriental respectivamente. El límite meridional se localiza en la traza del cabalgamiento inferior de las Sierras Marginales.

En cuanto a sus características geológicas en la comarca de la Litera Alta se emplazan unos extensos afloramientos calcáreos del Mesozoico y

Eoceno marino que se disponen según una banda ONO-ESE que comunica el Cinca con el Noguera Ribagorzana, construyen los accidentes orográficos de mayor relieve: las sierras de Ubiergo, de Estada, la Carrodilla, las planicies entre Purroy de la Solana y Camporreils, y las sierras de Voltería y Sola que sirven de cerrada para los embalses de Sta. Ana y Canelles.

Inmediatamente hacia el S, se extiende otro dominio con unas características estructurales y litoestratigráficas distintas, constituido por potentes series de yesos, arcillas, areniscas y conglomerados de edad Eoceno superior, Oligoceno y Mioceno que constituye el borde N de la cuenca del Ebro.

En conjunto, se localizan materiales que abarcan desde el Triásico, Jurásico (con escasa representación y sólo en el límite oriental), Cretácico Superior, Terciario y Cuaternario.

Tradicionalmente, las sierras marginales se han considerado como el frente cabalgante meridional de la cordillera pirenaica. Están construidas por una serie de pequeñas unidades alóctonas que se han desplazado hacia el sur para superponerse sobre los materiales terrígenos de la cuenca del Ebro.

En la zona comprendida entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana, muestran una alineación NO-SE para conectar las sierras marginales aragonesas y catalanas, estas últimas más avanzadas hacia el S.

La estructura profunda de las sierras está definida por un conjunto de unidades que cabalgan al terciario continental de la cuenca del Ebro con un importante desplazamiento, de forma que éste subyace a los relieves mesozoicos en toda la extensión de las sierras marginales. Los cabalgamientos

individuales convergen en un cabalgamiento basal poco inclinado que se superpone al autóctono relativo.

En la zona existen grandes acumulaciones de materiales salinos triásicos, posiblemente en relación con la migración de la sal hacia zonas marginales de la cuenca en donde la cobertera es más delgada, en un modelo similar al propuesto por A. Serrano y W. Martínez en 1990 para el dominio Cántabro-Navarro. Este modelo es coherente con la hipótesis propuesta por B. Martínez (1991) que relaciona los diapiros de La Puebla de Castro, Naval y Estada con rampas cabalgantes ocultas bajo las molasas terciarias. B. Martínez (1991) identifica hasta 5 unidades frontales o láminas de cabalgamiento: Mediano, Naval, Pueyo de Barbastro, Sierras Marginales y San Esteban de Litera. Estas láminas están limitadas por un conjunto de cabalgamientos deducidos de datos de superficie, sondeos profundos y perfiles sísmicos. Su desplazamiento se ha realizado a merced del despegue basal sobre los materiales arcillosos triásicos que limitan las láminas por su base y frontalmente. Este hecho es de gran relevancia hidrogeológica pues las arcillas triásicas, poco permeables, constituyen rupturas hidráulicas entre las distintas láminas mesozoicas. De este modo se identifican las siguientes:

Lámina de Mediano: Esta lámina queda al N de las sierras mesozoicas y está limitada con las de Naval y las Sierras Marginales por un cabalgamiento vergente al S no aflorante. Su traza atraviesa el diapiro de La Puebla de Castro y el embalse de Barasona continuándose hacia el ESE para incluir los afloramientos mesozoicos de Benabarre. Está fosilizado por los conglomerados de la formación Graus en disposición subtabular. Los afloramientos mesozoicos de Benabarre y su relación con los sondeos Benabarre 1 y 2 y con el Benabarre 3 junto al Ésera, sugiere la presencia de una culminación mesozoica enterrada bajo los conglomerados. En estos sondeos se detecta

bajo el Cretácico una potente serie Jurásica que implica una notable profundización hacia el N del cabalgamiento basal.

Lámina de Naval: Esta unidad engloba la mitad occidental de los afloramientos mesozoicos de la zona, desde el Cinca hasta aproximadamente el paralelo que pasa por el pico de Cogulla. Su límite meridional está definido por la rampa de un cabalgamiento no aflorante que atraviesa los diapiros de Naval, Estada y conecta hacia el E con el cabalgamiento basal de la escama de Congustro. Hacia Oriente, queda individualizada de la lámina de las Sierras Marginales mediante una rampa oblicua representada en superficie por el sinclinal de Estopiñán. En esta lámina, la traza norte de las sierras mesozoicas está caracterizada por el retrocabalgamiento de Juseu (de vergencia N), que superpone el Mesozoico de las sierras sobre los conglomerados de Graus, verticalizados en las proximidades del contacto. Sobre los mesozoicos de este contacto está anclada la presa de Barasona. Hacia el E y O, el retrocabalgamiento está fosilizado por niveles más altos de la formación Graus.

Lámina de las Sierras Marginales: Construye la mitad oriental de las sierras mesozoicas en la zona de estudio. Muestra unas directrices NO-SE a ONO-ESE en el sector más próximo al Noguera Ribagorzana. Al N limita con el cabalgamiento frontal de la lámina de Mediano. Hacia el O, su límite con las láminas de Naval y San Esteban de Litera está constituido por una rampa lateral de orientación NO-SE que, desde el pico Cogulla se prolonga hacia el SE englobando la escama de Zurita, hasta enlazar con el afloramiento Jurásico de Castillonroy. El sinclinal de Estopiñán se encuentra sobre esta rampa lateral. Toda la estructura se encuentra rodeada de margas y yesos del Keuper que se dispone tanto al NE como al SO cabalgando sobre materiales detríticos del Terciario y hacia el SE sobre las sierras marginales catalanas. Está afectado en su interior por fallas normales y fracturas en dirección NO-

SE, paralelas al eje. Una de estas fracturas situada en el flanco S pone en contacto en el Keuper con el sinclinal de San Quílez. Esta estructura muestra una dirección NO-SE. Su flanco meridional se halla fallado e invertido, verticalizando los conglomerados de Baells que se disponen en discordancia progresiva. Estos conglomerados fosilizan el cabalgamiento que superpone esta escama sobre la de Zurita.

La escama de Zurita, constituida por materiales del Trías, Cretácico y Eoceno marino muestra una serie monoclinial hacia el NE, cuya base está verticalizada o invertida. Su cabalgamiento basal pone en contacto el mesozoico de las sierras con los conglomerados y areniscas de la formación Peraltilla.

En el sector del Noguera Ribagorzana la estructura consiste en un conjunto de escamas imbricadas con pliegues concéntricos, de manera que los anticlinales están asociados a rampas de bloque superior y los sinclinales a rellanos de bloque superior dispuestos parte sobre un rellano y parte sobre una rampa de bloque inferior.

Este estilo tectónico y el hecho de que el nivel de despegue de las escamas está constituido por las formaciones arcillosas triásicas, determinan una ruptura hidráulica entre los acuíferos mesozoicos que va a condicionar el funcionamiento hidrogeológico de esta zona. Una de estas escamas, la de Peña Roja, muestra una geometría sinclinal que está fosilizada hacia el O por la formación Sariñena. Lateralmente, esta escama está en contacto con la que emerge en el anticlinal del Bolterol.

Lámina de San Esteban de Litera: Constituye la lámina más meridional y afecta a los materiales continentales del Eoceno superior y Oligoceno inferior (formación de los yesos de Barbastro y equivalentes laterales, formación Peraltilla y base de la formación Sariñena). Constituye el autóctono relativo de

las láminas que forman las sierras mesozoicas. B. Martínez interpreta a partir de datos sísmicos que la base de esta lámina se sitúa hacia la base de los yesos de Barbastro. La estructura más relevante de esta lámina es el anticlinal de Barbastro –Balaguer, de traza axial NO-SE.

Dentro de este marco geológico con una gran diversidad de materiales y complejidad tectónica. Se pueden identificar los siguientes niveles acuíferos:

1. *Muschelkalk (Triásico)*: Formado por Dolomías
2. *Cretácico superior*: Formado por Calizas micríticas, calizas tableadas, y brechas.
3. *Eoceno inferior*: Formado por calizas bioclásticas y s margosas
4. *Cuaternario*: Formado por depósitos de Terrazas y glaciares, coluviones

El Muschelkalk aparece en forma de multitud de pequeños retazos sin continuidad lateral asociados a las zonas de afloramiento masivo de las facies evaporíticas triásicas (Keuper). El Jurásico y Cretácico inferior tienen una presencia meramente testimonial.

El más relevante, por su extensión de afloramiento, espesor y por sus cualidades hidráulicas es el Cretácico superior. A él se asocian las descargas más importantes de la zona. El siguiente acuífero en importancia es el Eoceno inferior. Ambos están separados por las facies lutíticas del Garum, de baja permeabilidad. No obstante, a tenor de la escasa potencia de esta serie en relación a otras zonas del pirineo, la presencia de cuerpos carbonatados intercalados en la serie arcillosa y la marcada fracturación de esta zona, existe una conexión entre ambos merced a la percolación vertical a través del Garum.

Existen dos condicionamientos estructurales relacionados entre sí muy relevantes para entender el funcionamiento hidrogeológico en esta masa de agua. En primer lugar, el espesor mayor de la serie calcárea se da en el norte, donde el Cretácico superior muestra valores próximos a 300 m, y el Eoceno inferior registra espesores de hasta 470 m), y se adelgaza de forma notable hacia el S (en Zurita, el Eoceno tiene una potencia de unos 50 m), ocasionando una mayor complejidad y menor continuidad lateral de las escamas meridionales. Por otra parte, las escamas se desplazan con una geometría de rellano de bloque superior, de forma que su base está tapizada con los materiales de baja permeabilidad del nivel de despegue (facies Keuper), lo que condiciona, en buena medida, la compartimentación del acuífero en sectores con zonas de recarga y descarga individualizadas.

En cuanto a sus parámetros hidrodinámicos, el acuífero Cretácico superior ha sido objeto de varios ensayos realizados por el IGME, la Diputación Provincial de Huesca, la DGOH y ACESA, especialmente en la cuenca del Ésera. En líneas generales se observan valores importantes de transmisividad, variables en función de las condiciones locales de Karstificación. Con caudales que oscilan entre 6 a 8 l/s a 250 l/s o incluso 350 l/s con una media de 20 a 50 l/s. Interpretándose valores de transmisividades con una amplia variación entre 80 a más de 10.000 m²/día.

No se dispone de ensayos de bombeo en el acuífero Eoceno. No obstante, del examen del régimen de descarga de sus drenajes y del comportamiento con los piezómetros controlados, se infiere un carácter marcadamente cárstico, con un drenaje rápido a través de una red muy jerarquizada por conductos preferentes y de poca porosidad eficaz en el macizo rocoso.

En cuanto a la piezometría y a las direcciones de flujo y como ya se ha indicado existen dos niveles permeables claramente identificados: el Cretácico superior y el Eoceno inferior. Entre ambos, las facies más margosas del Garum no individualizan hidráulicamente ambos niveles incluso en las condiciones estructurales más favorables para ello, como en el sinclinal de Estopiñán.

Se puede concebir por tanto, como un acuífero multicapa, con un nivel permeable inferior (Cretácico) de tipo cárstico que presenta una importante componente de flujo difuso y un nivel permeable superior (Eoceno inferior) con un acentuado carácter cárstico de baja porosidad, marcados agotamientos y poca capacidad de regulación. Entre ambos existe un nivel acuitardo (Garum) que permite la percolación vertical de recursos desde el nivel superior al inferior.

Las arcillas triásicas constituyen el zócalo poco permeable de toda la unidad, de forma que el Cretácico constituye el último receptor de los recursos del sistema de flujo subterráneo. Este efecto de zócalo también tiene su impronta en la calidad química de sus aguas, reflejada en un fondo geoquímico proporcionalmente elevado de cloruros y sulfatos y cuyo contenido se acentúa en los niveles más profundos del sistema.

Dentro de la unidad pueden identificarse varios sectores cuyos sistemas de flujo subterráneo están desconectados entre sí: (1) el sector del diapiro de Mediano; (2) la sierra de Carrodilla – Fagetas; (3) los afloramientos de la culminación anticlinal del Cretácico entre Tolba y Aler; (4), el sinclinal de Estopiñán y la escama de San Quílez – Zurita; (5) las escamas del valle del Noguera Ribagorzana.

En cuanto a las áreas de recarga, estas incluyen todas las serranías formadas por Cretácico superior a Eoceno inferior. Merece una especial

mención, por sus condiciones fisiográficas, la estructura del sinclinal de Estopiñán, muy favorable a la infiltración del agua.

En los límites occidental y oriental de la unidad se instalan infraestructuras de almacenamiento y conducción de dos grandes sistemas de regadío: los regadíos del Alto Aragón, dependientes del embalse de El Grado y los de Aragón y Cataluña, con el embalse de Barasona. La influencia de estos sistemas hidráulicos sobre la recarga de los acuíferos de la unidad es difícil de evaluar, especialmente las pérdidas de ambos embalses. No obstante, la estructura geológica de la Sierra de Ubierno no es favorable a la recarga desde el embalse del Cinca. No ocurre lo mismo desde el embalse de Barasona y el tramo del canal de Aragón y Cataluña en el tramo excavado en el congosto de Olvena. Los efectos de este canal sobre el acuífero Cretácico, que puede llevar hasta 30 m³/s, ya han sido puestos de manifiesto en los pozos de Olvena 2 y 3.

En cuanto a las áreas de descarga El Cinca y el Noguera Ribagorzana imponen los niveles de descarga natural de la unidad. La divisoria hidrogeológica entre ambas cuencas coincide con la rampa lateral entre las láminas de Naval y la de las Sierras Marginales que, con orientación NNO-SSE atraviesa la unidad desde Juseu hasta la escama de Zurita.

La mitad occidental de la unidad, que incluye la lámina de Naval, descarga hacia el Cinca. No existen en este sector manantiales de importancia congruentes con la superficie de este sector. Su descarga debe realizarse de forma difusa hacia el Cinca. Los niveles piezométricos en los pozos de Olvena 1 y 4 muestran que el Ésera en su tramo final está por encima del nivel piezométrico del acuífero en condiciones normales de agotamiento. Esto implica que el nivel de base regional de este sector se localiza en el Cinca en el tramo entre la desembocadura del Ésera y el diapiro de Estada.

El tercio oriental de la unidad está formado por diversas escamas de magnitud variable que descargan directamente hacia el Noguera Ribagorzana (Voltería, Peña Roja, Yedra, etc).

La estructura del sinclinal de Estopiñán, en una posición intermedia entre ambas, cuenta con una posición estructural peculiar: constituye un sinclinal formado por las calizas del Cretácico superior – Eoceno inferior cuyo yacente y contorno son las margas triásicas de la rampa lateral de la lámina de las Sierras Marginales. Esto hace que sus drenajes más importantes se realicen de forma periférica en manantiales frontales como el de Mola (o del pantano de Camporrels) y el de las Ollas, ambos en el Cretácico, o el manantial de Font Redonda en el Eoceno. Cabe señalar por su singularidad, las lagunas de Estaña que se alimentan por descargas difusas del Trías.

En cuanto a la hidroquímica esta varía según el tipo de acuífero, de este modo las aguas subterráneas procedentes del acuífero Eoceno muestran una tipología bastante uniforme en facies Ca-(Mg)-HCO₃ con valores de conductividad en torno a 600 µS/cm. El acuífero Cretácico aporta aguas más mineralizadas, con valores de C.E. entre 600 y 900 µS/cm, en facies mixtas de tipo Ca-Mg-HCO₃-(Cl)-SO₄. La existencia de este tipo de facies en el Cretácico pone de manifiesto la impronta del zócalo triásico del acuífero, tanto más acentuada cuanto menor es el espesor del acuífero, es decir, hacia las escamas más meridionales.

En cuanto a su estado, en líneas generales no hay presiones significativas, salvo en algunas zonas en la que el acuífero tiene una elevada vulnerabilidad a la contaminación.

En esta zona existen numerosas granjas de ganado porcino algunas de ellas localizadas sobre zonas de elevada vulnerabilidad a la contaminación como el acuífero Eoceno del sinclinal de Estopiñán. La ubicación de estas balsas de purines sobre áreas de extremada vulnerables a la contaminación superficial, supone una presión significativa cuyo impacto ya se ha comprobado en el caso del manantial de Font Redonda, en Estopiñán del Castillo.

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 29 de Marzo de 2011 a las 9:30 horas y se termina el 31 de Marzo de 2010 a las 19:30 horas.

Se produce la llegada del equipo de perforación a las 8:00 h aproximadamente, y se conduce la máquina al punto indicado por el propietario de la parcela. Este punto se encuentra ubicado en la entrada de la parcela situada a la derecha del cementerio de Aler.

A continuación, se ubica la máquina y se comienza a perforar y entubar el emboquille, de 6 m de profundidad y un diámetro de 324 mm. Que se

entubara con tubería de 300 mm. Una vez realizada la entubación se continúa la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 224 mm. A las 18:00 llevan perforados 80 m y se observa la presencia de algo de humedad en el sondeo. A las 20:00 h, se encuentran perforando el metro 115, profundidad en el que se da por finalizada la jornada. Durante esta jornada han perforado a una velocidad algo superior a 16 m a la hora. Se constata que existe agua a partir de los 100 a 110 metros mediante soplado antes de terminar los trabajos.

El día 30 de marzo se comienza la jornada a las 8:30 h, y se continúa con la perforación con el martillo de 224 mm. La velocidad de avance se ve ralentizada conforme se profundiza en el sondeo debido a la dureza de los materiales, de forma que la velocidad media durante la jornada de hoy es de 14 m/hora. Alcanzándose los 160 a las 12 horas los 182 a las 14 y los 200 metros sobre las 18 horas. Se ha constatado la existencia de un aporte significativo a partir de los 120-130 metros cuando se han atravesado unas calizas arenosas y calcarenitas, así como entre 160 a 170 metros. Termina la jornada a las 19 horas, alcanzándose la profundidad de 216 metros.

Se retoman los trabajos el día 31 de marzo a las 8:00 horas, de 8:00 a 19:00 perforan desde 216 metros hasta 299 m. profundidad en la que se da por finalizados los trabajos de perforación al haberse alcanzado la profundidad prevista y considerarse que se ha alcanzado el objetivo hidrogeológico. Se han observado aportes a los 224 y 238 m, y hacia el final del sondeo a partir de los 260 a 280 metros. *(Ver Anejo Nº 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).

0-6 m	Areniscas de Grano fino y conglomerados grises con cantos de tamaño medio
6-23 m	Arenas y areniscas de color gris de tamaño de grano medio a fino
23- 39m	Calizas bioclásticas (miliólidos) ya recristalizadas de tonos beige a blancos
39-62m	Calizas micríticas a recristalizadas de tonos blancos.
62-93m	Calizas blancas a anaranjadas de micríticas a recristalizadas con posibles restos de fósiles
93-102m	: Calizas rojizas a anaranjados a blancas, de recristalizadas a bioclásticas con pasadas de granos de tamaño arena
102-107 m	Calizas micríticas a veces algo recristalizadas de tonos anaranjados a grises, con restos de arenas
107-121 m	Calizas arenosas y areniscas de cemento calcáreo de tonos ocre a amarillentos con tamaño de grano fino y ripios recristalizados de calizas
121-150 m	Calizas arenosas y calcarenitas con ripios de arenas relativamente suelta, con granos de cuarzo que en ocasiones presentan tamaño de más de 2 cm (pasadas de cantos o niveles microconglomeráticos) entre los metros 141 y 144
150-155 m	Calizas areniscosas de tonos ocre a rojizos con tamaño de grano fino
155-160 m	Calizas arenosas y areniscas de tamaño de grano fino
160-165 m	Calizas rojizas con algo de calcarenitas y arenas de grano fino a medio
165-177 m	Calizas bioclásticas y calizas arenosas de grano fino.
177-185 m	Calizas bioclásticas y algo arenosas de tonos rojizos
185-191 m	Calizas micríticas y rojizas tonos rojizos
191-198 m	Calizas micríticas y recristalizadas con algo de areniscas
198-204 m	Calizas rojizas recristalizadas se ven fantasmas de peloides y bioclastos
211-236 m	Calcarenitas a arenas con cemento calcáreo de grano fino a medio, con presencia de granos de cuarzos y tonos de anaranjados a amarillentos.
236-238 m	Calizas arenosas y calizas rojizas más abundantes hacia la base. Se observan restos de granos de fracción arenosa de carbonatos y cuarzos correspondientes a las calcarenitas.
238-250 m	Calizas bioclásticas a recristalizadas, predominando esta últimas de

	tonos anaranjados a ocre
250-255 m	Calizas recristalizadas a bioclásticas, (pelaires o miliólidos) de tonos rojos anaranjados a ocre
255-260 m	Calizas recristalizadas a bioclásticas de tonos ocre a anaranjados
260-267 m	Calizas ocre algo rojizas a veces, de bioclásticas a recristalizadas con restos de foraminíferos y grietas rellenas de calcita
267-287 m	Calizas beige a ocre con bioclastos y peloides, algo recristalizadas se ven fantasmas de foraminíferos (prealveolinas?)
287-300 m	Calizas beige a ocre bioclásticas con fósiles y peloides (grainstone-packstone), con macroforaminíferos

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 23 se observan areniscas y conglomerados atribuidos al terciario detrítico de la cuenca de Graus, con una edad oligoceno-Mioceno. A partir del metro 39 al 120 se cortan calizas blancas a beige con miliólidos y lacazinas correspondientes al Santoniense, mientras que del 120 hasta aproximadamente el 238 metro se corta un tramo de calizas con frecuentes niveles de calcarenitas y calizas arenosas, con niveles microconglomeráticos que se puede atribuir al Coniaciense-Santoniense. A partir del metro 238 hasta el final del sondeo, predominan las calizas bioclásticas algo recristalizadas, con niveles más bioclásticos hacia el final del sondeo dentro de los cuales se han identificado posibles prealveolinas que indicaran una edad de Cenomaniense a Turoniense.

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 1 de Abril de 2011 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 montado sobre una Furgoneta Volkswagen *emotion* 4x4 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.

Se llega a las 8 horas y se comienza a testificar a las 8:30 h se termina a las 12 horas. De la observación de las diagráfias se desprende que se observa que se corresponde con la serie prevista de calizas, calcarenitas y calizas bioclásticas y margosas.

La sonda baja hasta el final del sondeo 299 m y el agua se corta a los 104 metros. De los datos, de la testificación, se desprende que la desviación son 9,9 metros en 299,60 metros, que corresponde a más de un 3,3 %.

Se detectan varios tramos con aporte de agua entre los metros 120 y 160, algo menor entre 170 a 180, así mismo entorno a los 210 a 220, así como a partir de los 225 a 240 y a partir de los 260 a 265 hasta los 270 aproximadamente, detectándose el principal aporte con una zona de circulación muy definida a partir de los 290. La temperatura aumenta ligeramente entre 14,5 a casi 16° hacia la parte inferior del sondeo. En cuanto a la resistividad del fluido esta aumenta ligeramente en las zonas de aporte y de manera significativa hacia el aporte principal situada en los 290 metros indicando la existencia de un flujo de agua en estas zonas. *(El informe detallado y las diagráfias realizadas se pueden encontrar en el Anejo A-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 229 m: 105 m corresponden a tubería ciega y 69 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde hay aporte de agua (ver fig.4).

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

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Metálica
0-136	180	4	Chapa de acero	Ciega
136-142	180	4	Chapa de acero	Filtro
142-163	180	4	Chapa de acero	Ciega
163-172	180	4	Chapa de acero	Filtro
172-178	180	4	Chapa de acero	Ciega
178-187	180	4	Chapa de acero	Filtro
187-193	180	4	Chapa de acero	Ciega
193-199	180	4	Chapa de acero	Filtro
199-217	180	4	Chapa de acero	Ciega
217-226	180	4	Chapa de acero	Filtro
226-238	180	4	Chapa de acero	Ciega
238-244	180	4	Chapa de acero	Filtro
244-250	180	4	Chapa de acero	Ciega
250-256	180	4	Chapa de acero	Filtro
256-258	180	4	Chapa de acero	Ciega
268-274	180	4	Chapa de acero	Filtro
274-280	180	4	Chapa de acero	Ciega
280-286	180	4	Chapa de acero	Filtro
286-289	180	4	Chapa de acero	Ciega
289-295	180	4	Chapa de acero	Filtro
295-298	180	4	Chapa de acero	Ciega

Tabla 2. Entubación realizada.

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.

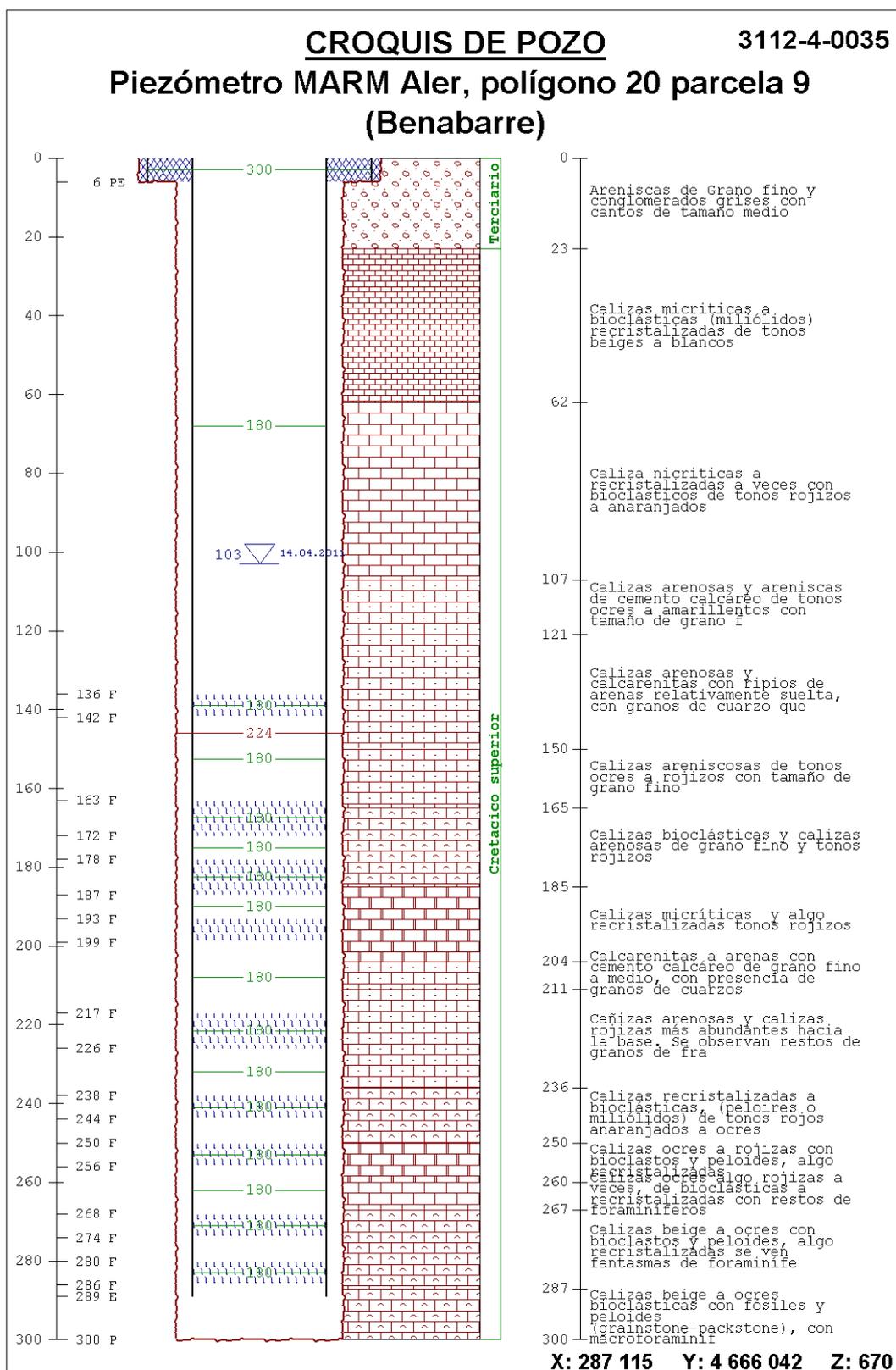


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido calizas arenosas y bioclásticas del Cretácico Superior.

El agua se ha cortado entorno a los 110 y 120 metros en los tramos donde empiezan a aparecer, más frecuentemente, restos de calizas bioclásticas, arenosas y calcarenitas de posible edad Santiense (Cretácico superior). Conforme avanza la perforación se detectan aporte significativos a partir de los 120-130 metros cuando se han atravesado unas calizas arenosas y calcarenitas, así como entre 160 a 170 metros, que se han incrementado a partir de los 224 y 238 m, y de manera significativa hacia el final del sondeo a partir de los 260 a 280 metros, con un estimación de 1 a 3 l/sg según el sondista.

La geofísica pone de manifiesto la existencia de aportes entre los metros 120 y 160, entre 170 a 180, entorno a los 210 a 220, a partir de los 225 a 240 y de los 260 a 265 hasta los 270 aproximadamente, detectándose el principal aporte con una zona de circulación muy definida a partir de los 290

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 13 y 14 de Abril de 2011 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 Grundfos modelo SP- 45-31.

Se posiciona la bomba a 288 m y se mide el nivel a 101,90 metros. El primer escalón comienza a las 8:30 h, con un caudal de 0,50 l/sg y acaba a las

9:00 h, teniendo una duración de 30 minutos y con un caudal de 1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 5,15 m, ya que al final de este escalón el nivel se encuentra a 107,05 m. Se observa como el agua cambia de sucia a color a los dos minutos del escalón.

El siguiente escalón comienza a las 9:00 h y acaba a las 10:00 h, teniendo una duración de 60 minutos. Se extrae un caudal de 3 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 6,90 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 107,05 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 113,95 m. El agua sale sucia pero a los tres minutos del escalón comienza a salir con color.

Se decide doblar el caudal a 6 l/s y comenzar un nuevo escalón a las 10:00 h, y finaliza a las 12:00 h, con una duración de 120 minutos. Cuando finaliza el escalón el nivel esta a 183.32 m de profundidad, con lo que el descenso experimentado ha sido de 69,37 m.

A las 12:00 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración estimada de 30 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 102,10 m de profundidad.

Se decide entonces empezar un nuevo escalón con un caudal de 9 l/s. Este escaló comienza a las 12:30 h y acaba a las 13:00 h, teniendo una duración de 30 minutos. El descenso observado durante su desarrollo ha sido de 185,90 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 102,10 m, y el nivel al final de este escalón llega a la rejilla 288 m.

Se decide recuperar y empezar el escalón continuo con un caudal menor.

La recuperación (Recuperación 2) se inicia a las 13:00 h comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración estimada de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 103,00 m de profundidad.

Dando comienzo el escalón continuo a las 14:00 comienza el escalón de larga duración, con un caudal estimado por los resultados obtenidos a partir de los ensayos anteriores en 5 l/s. Este escalón tiene una duración de 18 horas (1080 minutos) en los cuales el nivel ha descendido 72,02m ya que el nivel final al las 8:00 del día siguiente está a 175,02 m.

A las 8:00 h comienza la recuperación (Recuperación 3) con una duración estimada de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 102,00 m de profundidad.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	1	30	101,90	107,05	5,15
Escalón 2	3	60	107,05	113,95	6,9
Escalón 3	6	120	113,95	183,32	69,37
Recuperación 1	-	30	183,32	102,10	81,22(ascenso)
Escalón 4	9	30	102,10	288,00	185,90
Recuperación 2	-	60	288,00	103	185 (ascenso)
Escalón 5	5	1080	103,00	175,02	72,02
Recuperación 3	-	60	175,02	102,00	73,02(ascenso)

Tabla 3. 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= 1 l/s)
 - Final del Escalón 1:
CE= 654 μ S/cm
pH= 7,60.

- Escalón 2 (Q= 3 l/s)
 - Final del Escalón 2:
CE= 665 μ S/cm
pH= 7,64.

- Escalón 3 (Q= 6 l/s)
 - Final del Escalón 3:
CE= 619 μ S/cm
T^a = 17,8 °C
pH= 6,51.

- Escalón 4 (Q= 9 l/s)
 - Final del Escalón 4:
CE= 631 μ S/cm
T^a = 18,6 °C
pH= 6,77.

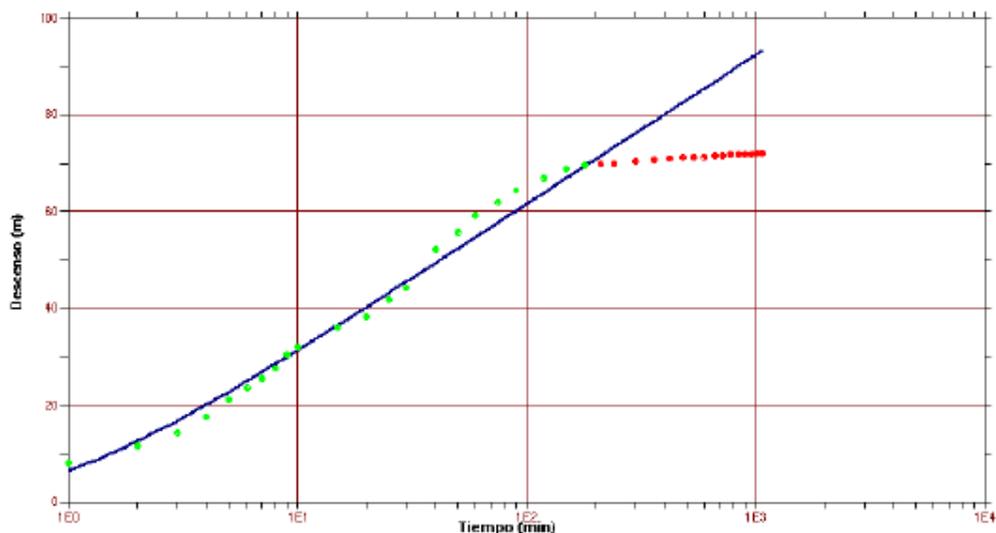
- Escalón 5 (Q= 5 l/s)
 - Inicio del Escalón 5:
CE= 657 μ S/cm
T^a = 19,1 °C
pH= 6,48.

 - Mitad del Escalón 5:
CE= 643 μ S/cm
pH= 7,80.

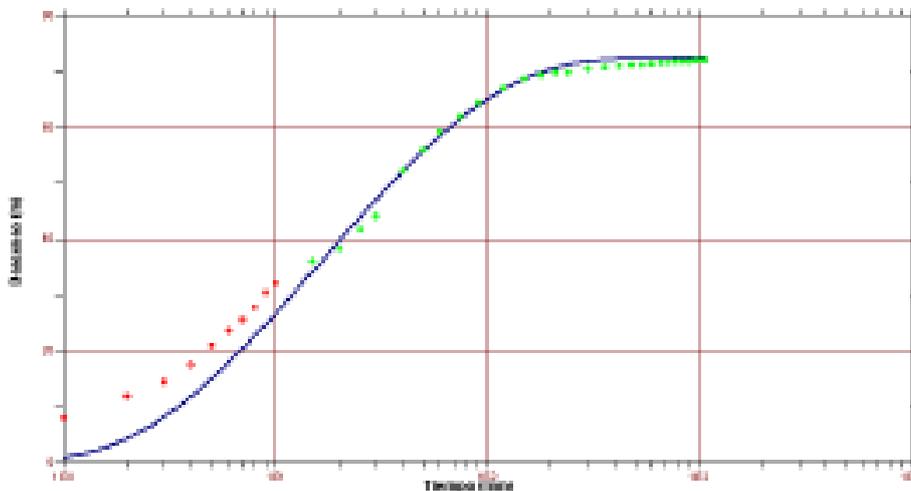
 - Final del Escalón 5:
CE= 631 μ S/cm
pH= 7,07

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 Hidrogeologic*. 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 con la ecuación de Hantusch, así como con la simplificación de la ecuación de Theis por Cooper-Jacob. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

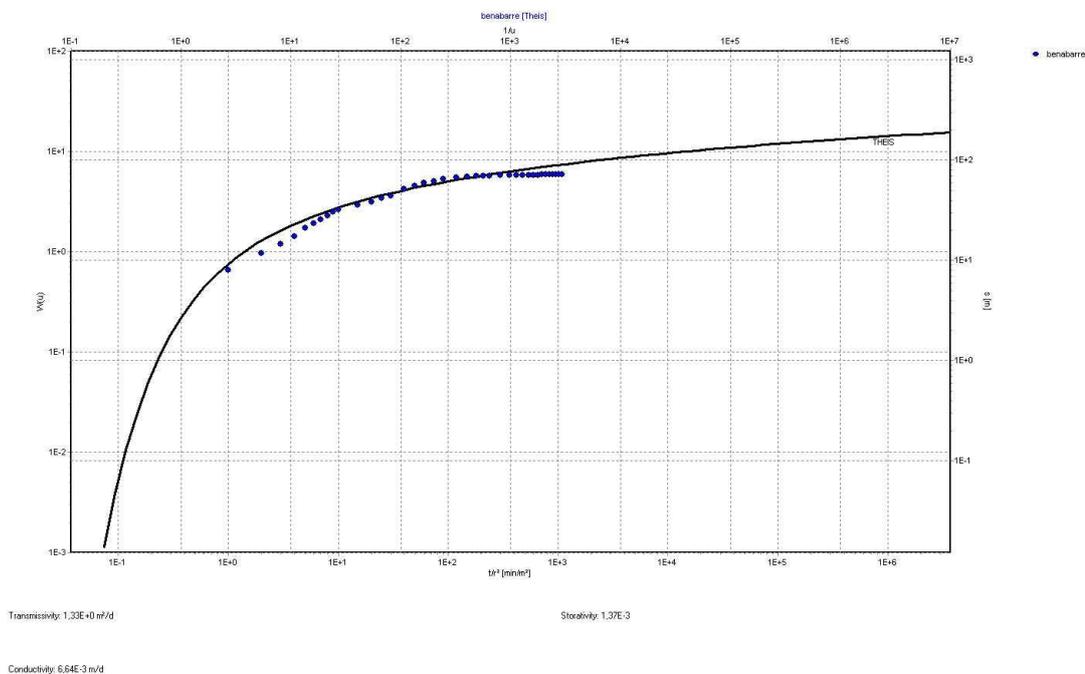
Con el **Pibe 2.0** y aplicando la ecuación de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **2,564 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,6396. Con el siguiente Grafico de evolución, para realizar el ajuste se han eliminado los últimos datos que parecen indicar una evolución del acuífero hacia semiconfinado.



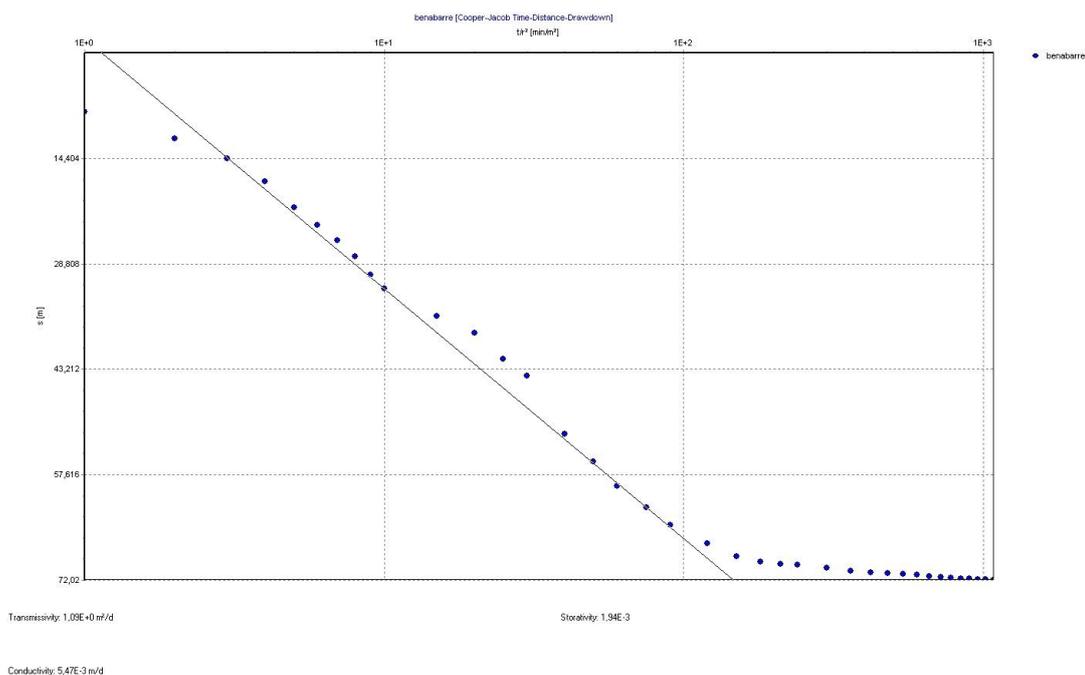
Con el **Pibe 2.0** y aplicando la **ecuación de Hantusch** se obtienen unos valores de Transmisividad de **1,391 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,9375 y una relación r/B: 0,27138. Con el siguiente Grafico de evolución, para realizar el ajuste se han eliminado los primeros valores.



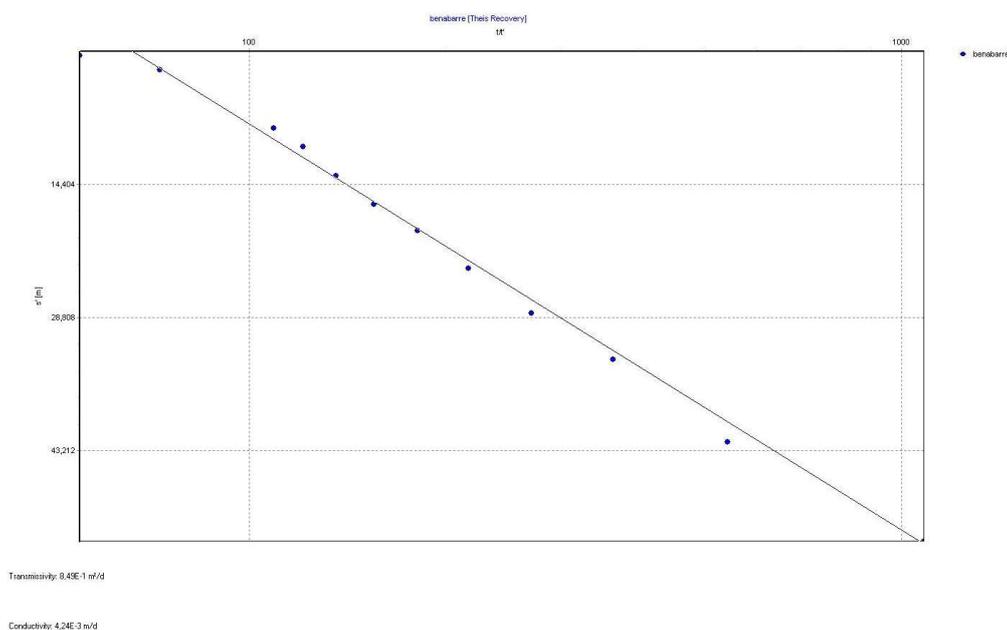
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, usando la ecuación de Theis, se obtiene una transmisividad de **T: 1,30 m²/día**. Cuya grafica es la siguiente.



Sin embargo con el **Aquifer-Test v.3.5** no se ha podido calibrar Con la ecuación de Hantusch. Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 1,09 m²/día.**



Se ha interpretado la recuperación del ensayo continuo por el método de Theis, obteniéndose un valor de Transmisividad de **T: 0,849 m²/día.**



Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	103,00	-	5
1	111,00	8,00	5
2	114,73	11,73	5
3	117,46	14,46	5
4	120,53	17,53	5
5	124,10	21,10	5
6	126,53	23,53	5
7	128,57	25,57	5
8	130,77	27,77	5
9	133,33	30,33	5
10	135,15	32,15	5
15	139,00	36,00	5
20	141,21	38,21	5
25	144,80	41,80	5
30	147,15	44,15	5
40	155,10	52,10	5
50	158,83	55,83	5
60	162,21	59,21	5
75	165,08	62,08	5
90	167,45	64,45	5
120	170,00	67,00	5
150	171,74	68,74	5
180	172,48	69,48	5
210	172,80	69,80	5
240	172,90	69,90	5
300	173,38	70,38	5
360	173,75	70,75	5
420	174,00	71,00	5
480	174,11	71,11	5
540	174,21	71,21	5
600	174,34	71,34	5
660	174,46	71,46	5
720	174,58	71,58	5
780	174,68	71,68	5
840	174,76	71,76	5
900	174,83	71,83	5
960	174,90	71,90	5
1020	174,96	71,96	5
1080	175,02	72,02	5

Tabla 4. 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 090.041.001 situado en el municipio de Benabarre (Huesca)*, 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 2 de abril y 13 de abril de 2011, respectivamente. Se tomó una muestra duplicada del aforo para el control externo del laboratorio. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.041.001-Aler (muestra 1 final de la limpieza) (2/04/2011)	Sondeo 090.041.001-Aler (muestra 2 final del aforo) (14/04/2011)
Temperatura (°C)	n/d	n/d
Conductividad (µS/cm)	575	631
pH	n/d	7,07

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

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.041.001 Benabarre (muestra 1: final de la limpieza) (02/04/2011)	Sondeo 090.041.001 Benabarre (muestra 2: final del aforo) (13/04/2011)
AMONIO (mg/l)	0,02	0,00
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	15,01	10,41
BICARBONATOS (mg/l)	241,29	324,12
BORO (mg/l)	0,07	0,05
CALCIO (mg/l)	96,91	113,19
CARBONATOS (mg/l)	0,00	0,00
CLORUROS (mg/l)	15,61	12,65
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	496	580
FOSFATOS (mg/l)	0,06	0,00
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	0,01	0,01

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.041.001 Benabarre (muestra 1: final de la limpieza) (02/04/2011)	Sondeo 090.041.001 Benabarre (muestra 2: final del aforo) (13/04/2011)
MAGNESIO (mg/l)	5,30	7,71
MANGANESO (mg/l)	0,00	0,01
NITRATOS (mg/l)	17,20	16,50
NITRITOS (mg/l)	0,04	0,02
pH (ud pH)	7,87	7,37
POTASIO (mg/l)	5,97	4,36
SODIO (mg/l)	10,95	8,25
SULFATOS (mg/l)	51,23	35,75
Dureza (mg/l CaCO ₃)	264	315
Facies hidroquímica	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada cálcica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN BAJA, por su dureza se considera un agua MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes). El contenido en el resto de iones es bajo, como se observa en los diagramas de Stiff. Esta composición química es propia de acuíferos carbonatados.

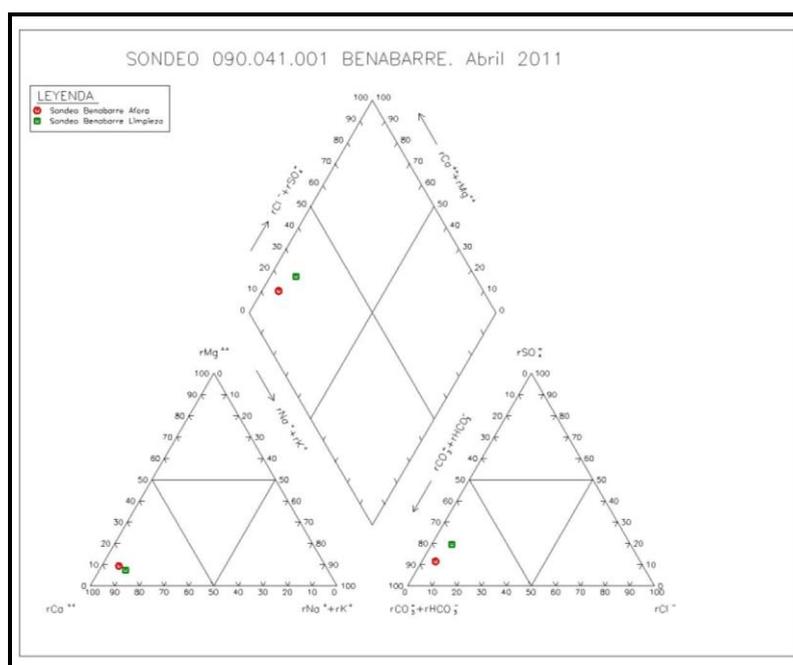


Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.041.001 Benabarre

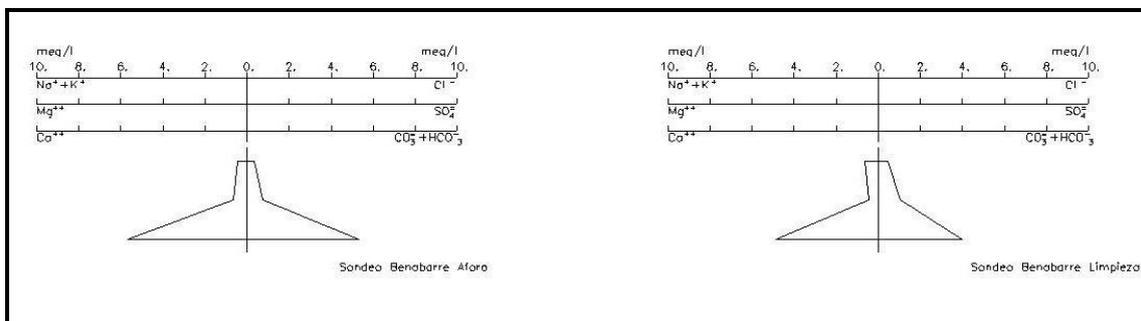


Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.041.001 Benabarre

Al final del aforo, tras el bombeo, aumenta ligeramente el contenido en *bicarbonatos* y *calcio* y disminuye el contenido en el resto de los constituyentes. Los resultados de las dos muestras tomadas en el aforo para el análisis de contraste son prácticamente idénticos y confirman la calidad y representatividad de los mismos.

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, son aguas aptas para el consumo, ya que el contenido de los mismos es inferior a los límites fijados en el RD 140/2003.

Lo mismo puede decirse respecto a los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* que, aunque están presentes, no superan los límites permitidos. El contenido en nitratos es relativamente bajo (16 y 17 mg/l), inferior al establecido por el R.D. 140/2003 y a la norma de calidad del R.D, 1514/2009, aunque indican cierta influencia de las actividades antrópicas. Se

han detectado *nitritos* y *amonio* en cantidades pequeñas (0,04 y 0,02 mg/l, respectivamente).

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en la localidad de Aler, en el término municipal de Benabarre 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 Litera Alta (041), con el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero y asimismo determinar la calidad química de las aguas subterráneas.

El sondeo se ha realizado por el método de Rotopercusión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 299 m.

El acuífero atravesado está constituido por las calizas arenosas y bioclásticas del Cretácico Superior cortándose el agua a los 110-120 metros de profundidad.

El día 14 de abril de 2011 el nivel estático se situaba en los 102 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo e inyección dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 2,564 y 0,849 m²/día

El agua extraída tras la limpieza y el bombeo tiene una MINERALIZACIÓN BAJA, se considera un agua MODERADAMENTE DURA y se clasifica como BICARBONATADA CÁLCICA. El contenido en el resto de iones es bajo. Esta composición química es propia de acuíferos carbonatados.

Son aguas aptas para el consumo, ya que el contenido de los constituyentes analizados es inferior a los límites fijados en el RD 140/2003. Lo mismo puede decirse respecto a los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* que, aunque están presentes, no superan los límites permitidos. El contenido en nitratos es relativamente bajo (16 y 17 mg/l), inferior al establecido por el R.D. 140/2003 y a la norma de calidad del R.D, 1514/2009, aunque indican cierta influencia de las actividades antrópicas. Se han detectado *nitritos* y *amonio* en cantidades pequeñas (0,04 y 0,02 mg/l, respectivamente). *(Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo N° 7).*

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS

**ANTONIO MONCLUS MORANCHO
(BINEFAR - HUESCA)**

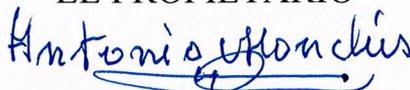
De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LA OCUPACIÓN DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO EN ALER - BENABARRE (HUESCA)**, se hace constar que con fecha ...28...de ...Marzo...2011, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra y el ensayo de bombeo, de una extensión aproximada de 100 m² en la parcela 9 del polígono 20 en la que quedaría ubicado el piezómetro.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1m² en la referida parcela en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo. Buscando de común acuerdo el lugar más idóneo para el mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada acreditada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las obras inherentes a la operación de construcción del mismo.

Anotar que una vez finalizadas las obras la parcela deberá quedar en las mismas condiciones que se encontrara antes.

En Binefar (Huesca), a 28 de Marzo de 2011

EL PROPIETARIO



Fdo: D. Antonio Monclus Morancho

**Sr. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**



MINISTERIO DE FOMENTO



SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ARAGÓN

UNIDAD DE CARRETERAS DE HUESCA

O F I C I O

S/REF. 165-2010/TCL
N/REF. Explot. 524/10
FECHA 20 de enero de 2011
ASUNTO **Autorización para realizar obras.**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Paseo Sagasta, 24-28

50071 - ZARAGOZA

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR OBRAS.

Construcción y observación de un piezómetro

CARRETERA: N-123, de Zaragoza a Francia por el Valle de Arán

P.K. 42,800 **MARGEN:** derecha

TÉRMINO MUNICIPAL: BENABARRE

SOLICITANTE: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

DOMICILIO: Paseo Sagasta, 24-28
50071- ZARAGOZA

FECHA REGISTRO DE ENTRADA: 29/12/2010

Vista su solicitud de autorización para la realización de las obras indicadas y considerando las disposiciones vigentes en la materia y el informe del Servicio de Conservación y Explotación, esta Unidad ha resuelto **AUTORIZAR** las obras solicitadas, con las siguientes condiciones:

1ª.- Esta autorización se limita a la competencia de esta Unidad, en relación con la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras y se otorga a reserva de las demás licencias y autorizaciones necesarias, sin perjuicio de terceros y dejando a salvo los derechos preexistentes sobre los terrenos o bienes.

2ª.- Se autorizan las obras de construcción de un piezómetro para el control de las aguas subterráneas, en la carretera y pk indicados, correspondientes a la parcela 9 del polígono 20 de Benabarre, que se ejecutarán fuera de la zona de dominio público de la carretera, es decir, a una distancia no inferior a TRES (3,00) metros, de la arista exterior de la explanación, siendo ésta la intersección del talud del desmonte, del terraplén o, en su caso, de los muros de sostenimiento colindantes, con el terreno natural.

3ª.- Deberá cumplirse la Norma 8.3-IC de "Señalización de Obras", del Ministerio de Fomento.





Previamente al inicio de los trabajos, deberán ponerse en contacto con la empresa adjudicataria de la conservación y explotación de la carretera N-123 (ASFALTOS Y CONSTRUCCIONES ELSAN, S.A. Centro COEX, Carretera N-230, km 68,200. Polígono Industrial de Benabarre, parcela E-2. Apartado de Correos 22 22580 - BENABARRE Tfno. 974 547421) para atenerse a las instrucciones de la misma.

4ª.- No se invadirá la carretera ni su zona de dominio público con materiales, maquinaria, herramientas, escombros, etc.

5ª.- Una vez finalizadas las obras, quedará la zona afectada limpia y exenta de materiales, herramientas y otros medios auxiliares.

6ª.- Cualquier daño o perjuicio que con las obras que se autorizan, o como consecuencia de ellas, pudiera ocasionarse a la carretera o a tercero, será de la exclusiva responsabilidad del solicitante o de quien éste traiga causa, tanto durante la ejecución de las obras, como en todo el tiempo que perdure lo construido.

7ª.- Esta Unidad vigilará el cumplimiento de estas condiciones, a cuyo efecto se presentara la autorización, en la ubicación de las obras, si fuera requerido por el personal encargado de la vigilancia de la carretera.

8ª.- El plazo de vigencia de la autorización es de SEIS (6) MESES a partir de la fecha de la misma.

9ª.- Deberá comunicarse a esta Unidad la finalización de las obras, con el fin de que se reconozca la carretera y si procede, se declaren cumplidas las condiciones.

10ª.- Esta autorización se concede con CARÁCTER PROVISIONAL, quedando obligado el solicitante a demoler o modificar por su cuenta esta obra, sin derecho a indemnización alguna, si a juicio de la Administración así fuera necesario.

11ª.- Esta autorización se podrá en cualquier momento, modificar o suspender temporal o definitivamente, si resultara incompatible con normas aprobadas con posterioridad, produjera daños en el dominio público, impidiera su utilización para actividades de interés público o, como consecuencia del planeamiento de las carreteras estatales, así se requiriera para su ampliación, mejora o desarrollo.

Contra la presente Resolución, que agota la vía administrativa, cabe la interposición de Recurso de Reposición Potestativo en el plazo de un mes, o directamente, sin poder simultanear ambos, Recurso Contencioso Administrativo ante el Tribunal Superior de Justicia de Aragón en el plazo de dos meses. En ambos casos, los plazos contarán desde la notificación de esta resolución.

EL INGENIERO JEFE DE LA UNIDAD,

Fdo.: Joaquín J. López Sánchez.



**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 ALER (090.041)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 287.111 Y: 4.666.034 Z: 667 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 6 m	324 mm
		6– 299 m	220 mm
Entubación	Ciega	6 m	300 x 5 mm
		229 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	69 m	180 x 4 mm
Limpieza		7 horas	

29/03/2011

EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN

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.



Imagen 1. Vista general del emplazamiento del sondeo de Aler (Huesca).

Se produce la llegada del equipo de perforación a las 8:00 h aproximadamente, y se conduce la máquina al punto indicado por el propietario de la parcela. Este punto se encuentra ubicado en la entrada de la parcela situada a la derecha del cementerio de Aler.

PERFORACIÓN

A continuación, se ubica la máquina y se comienza a perforar y entubar el emboquille, de 6 m de profundidad y un diámetro de 324 mm. y 300 mm. respectivamente.

Continúa la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 220 mm.

A las 18:00 llevan perforados 80 m, y al regresar, se observa la presencia de algo de agua en el sondeo. A las 20:00 h, se encuentran perforando el metro 115, profundidad en el que se da por finalizada la jornada. Durante esta jornada han perforado a una velocidad algo superior a 16 m a la hora.



Imagen 2. Perforación del sondeo con un diámetro de 220 mm.

30/03/2011

PERFORACIÓN

Se comienza la jornada a las 8:30 h, y se continúa con la perforación con el martillo de 220 mm.



Imagen 3. Perforación del sondeo a 110 m.

La velocidad de avance se ve ralentizada conforme se profundiza en el sondeo debido a la dureza de los materiales, de forma que la velocidad media durante la jornada de hoy es de 14 m/hora.

A las 12:00 han perforado 160 m.

A las 14:00 llevan 182 m.

A las 18:30 perforan el metro 208

Se intuye un aporte importante sobre los 120 m.



Imagen 4. Perforación del sondeo sobre los 160 m.

A las 19:00 h, se da por finalizada la jornada, habiéndose alcanzado la profundidad de 216 m.

31/03/2011

De 8:00 a 19:00 perforan desde 216 metros hasta 299 m. profundidad a la que se de por finalizados los trabajos de perforación.



Imagen 5. Últimos metros de perforación.

Se han observado aportes a los 224 y 238 m.

De 19:00 a 21:00 extraen la sarta de perforación.

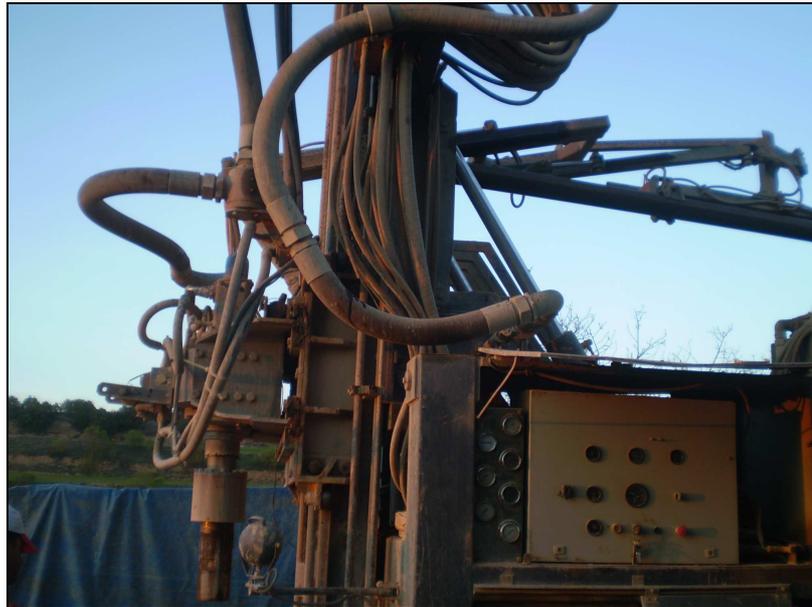


Imagen 6. Maniobras de extracción de varillaje.

La columna litológica obtenida durante la perforación de este sondeo es la siguiente:

- 1 – 5 m: Calizas bioclasticas.
- 6 – 10 m: Calizas bioclasticas cementadas blanquecinas.
- 11 – 15 m: Calizas bioclasticas más blandas gris claro.
- 16 – 20 m: Calizas bioclasticas rojas.
- 21 – 37 m: Calizas bioclasticas blandas marrones.
- 38 – 40 m: Calizas bioclasticas duras rosas claras.
- 41 - 51 m: Calizas bioclasticas duras gris rojizo.
- 52 – 60 m: Calizas bioclasticas rojas claras.
- 61 – 65 m: Caliza micrítica gris oscura.
- 66 – 70 m: Margas rojas.
- 71 – 80 m: Margo-caliza roja.
- 81 – 84 m: Caliza bioclastica gris.
- 85 – 88 m: Calcarenita de grano fino.
- 89 - 97 m: Caliza margosa beige.
- 98 – 106 m: Calizas beiges.
- 107– 150 m: Calizas Calcarenitas de grano muy fino a grano fino de techo a base marrones, con fragmento de cuarzo.
- 151 – 155 m: Calcarenitas rojas de grano fino con cuarzo.

- 156 – 186 m: Calcarenitas rojas de grano fino con cuarzo más compactas.
- 187 – 211 m: Calcarenitas rojas de grano fino con cuarzo.
- 212 – 221 m: Calizas bioclasticas rojas.
- 222 - 236 m: Calizas bioclasticas marrones blandas.
- 237 – 238 m: Arenas siliciclasticas de grano fino.
- 239 – 267 m: Caliza rojiza blanda.
- 268 – 276 m: Caliza bioclastica gris claro dura.
- 277 – 299 m: Calizas bioclasticas marrón rojizo con algunas intercalaciones calcareníticas.



Imagen 7. Muestras obtenidas durante la perforación del sondeo de Aler de 1 a 80 m.



Imagen 8. Muestras de detrito de 81 a 180 m.



Imagen 9. Muestras de detrito de 181 a 299 m.

1/04/2011

TESTIFICACIÓN

Se produce la llegada del equipo de testificación a las 9:00 h, compuesto por un equipo equipo COMPULOG III, montado sobre un vehículo Volkswagen emotion 4x4 cuyo operador es Francisco Socuellamos.

Tanto sonda la sonda hidrogeológica y de desviación baja hasta una profundidad de 299 metros.

A partir de la testificación se ha podido observar:

- Hay aportes a lo largo de todo el sondeo-
- Los aportes más significativos se encuentran a 123 m, 151m. Y el más importante de todos a los 295 m.



Imagen 10. Introducción de sonda geofísica.

Con los datos obtenidos con la geofísica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica e Iván Molina, por parte de la contrata. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
298 - 295	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
295 - 289	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
289 - 286	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
286 - 280	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
280 - 274	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
274 - 268	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
268 - 256	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
256 - 250	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
250 - 244	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
244 - 238	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
238 - 226	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
226 - 217	180 x 4	9 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
217 - 199	180 x 4	18 m	Ciego	Chapa de acero
199 - 193	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
193 - 187	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
187 - 178	180 x 4	9 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
178 - 172	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
172 - 163	180 x 4	9 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
163 - 142	180 x 4	21 m	Ciego	Chapa de acero
142 - 136	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
136 - 0	180 x 4	136 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 298 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 229 m corresponden a tubería ciega y 69 m corresponden a filtro puentecillo. Se dispone un metro colgada.

ENTUBACIÓN

A las 11:00 h, se llevan a cabo las labores de entubación del sondeo, siguiendo el diseño propuesto.



Imagen 11. Elevación de tubería filtro puentecillo.



Imágenes 12. Trabajos de soldadura.

Los trabajos de entubación finalizan a las 21:00.

2/04/2011

A las 8:00 se inicia la jornada introduciendo en el sondeo el varillaje para la limpieza.

LIMPIEZA

A las 10:00 h, comienza la fase de limpieza mediante la inyección de aire comprimido. La duración de la fase de limpieza es de 7 horas.



Imagen 13. Realización de limpieza.

Se han tomado dos medidas de conductividad, una al comienzo de la limpieza de $579 \mu\text{S}/\text{cm.}$, y otra antes de la finalización de la limpieza, de $575 \mu\text{S}/\text{cm.}$ También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

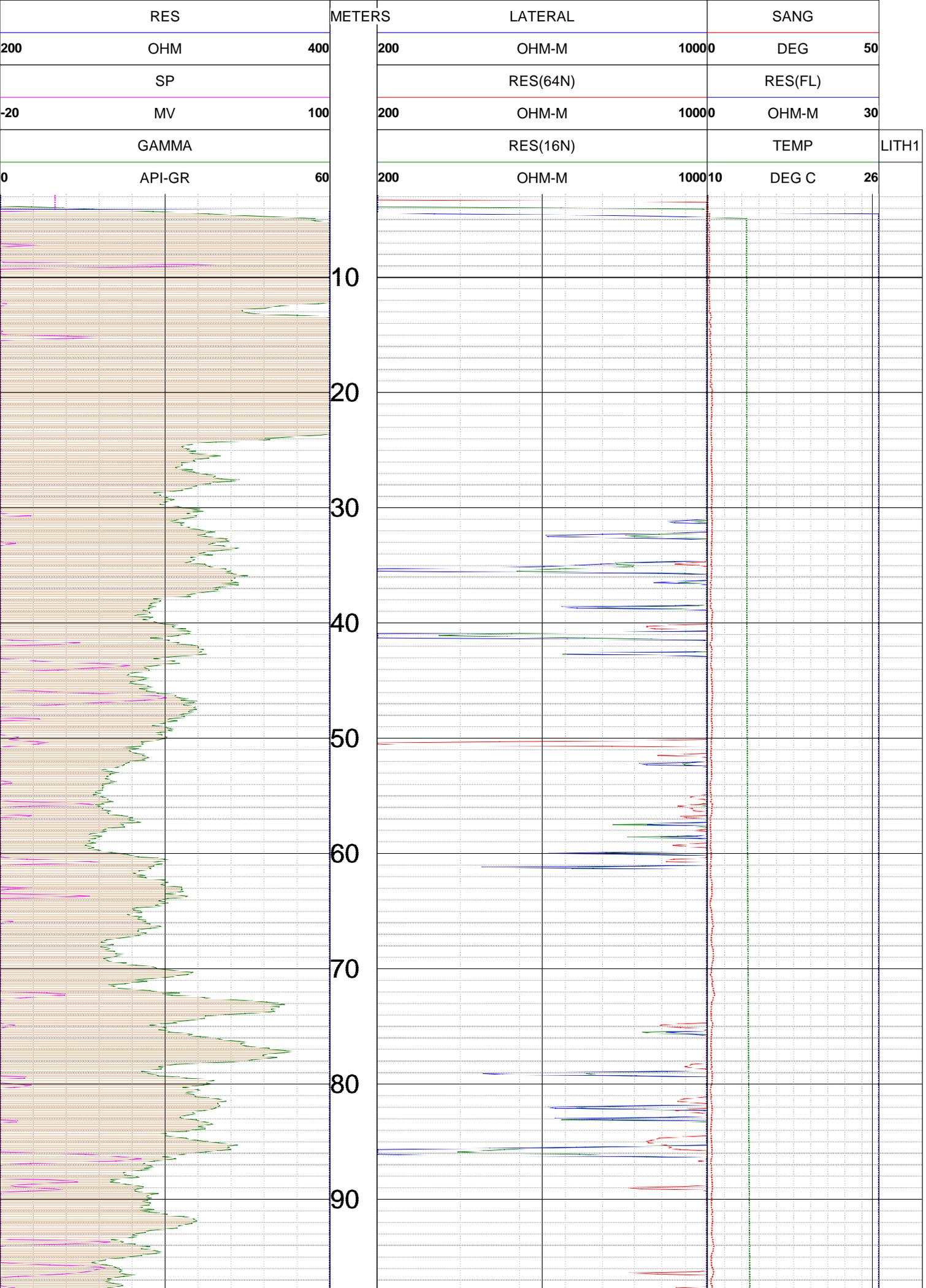
A continuación se comienza a extraer el varillaje de limpieza.

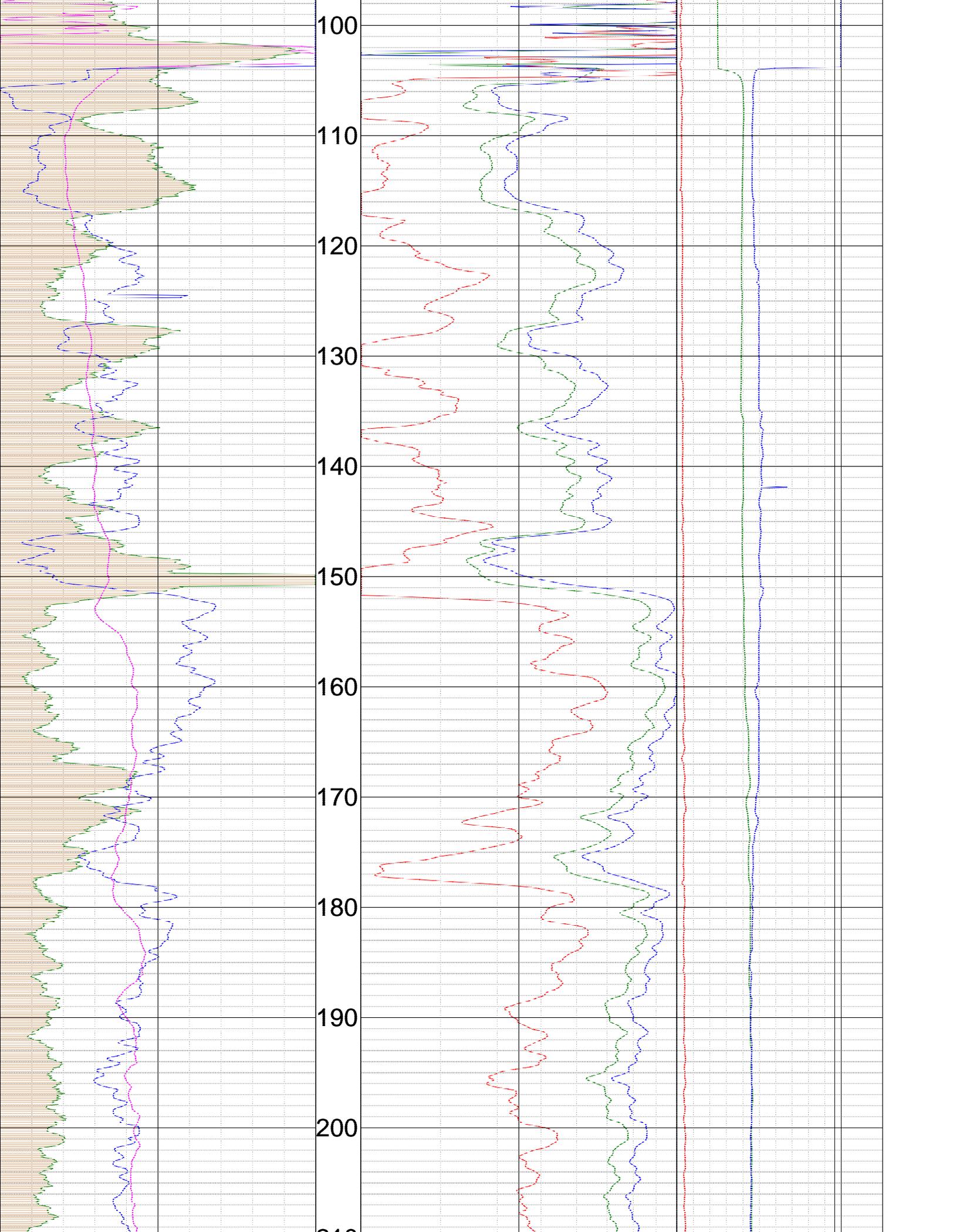
CIERRE Y SELLADO

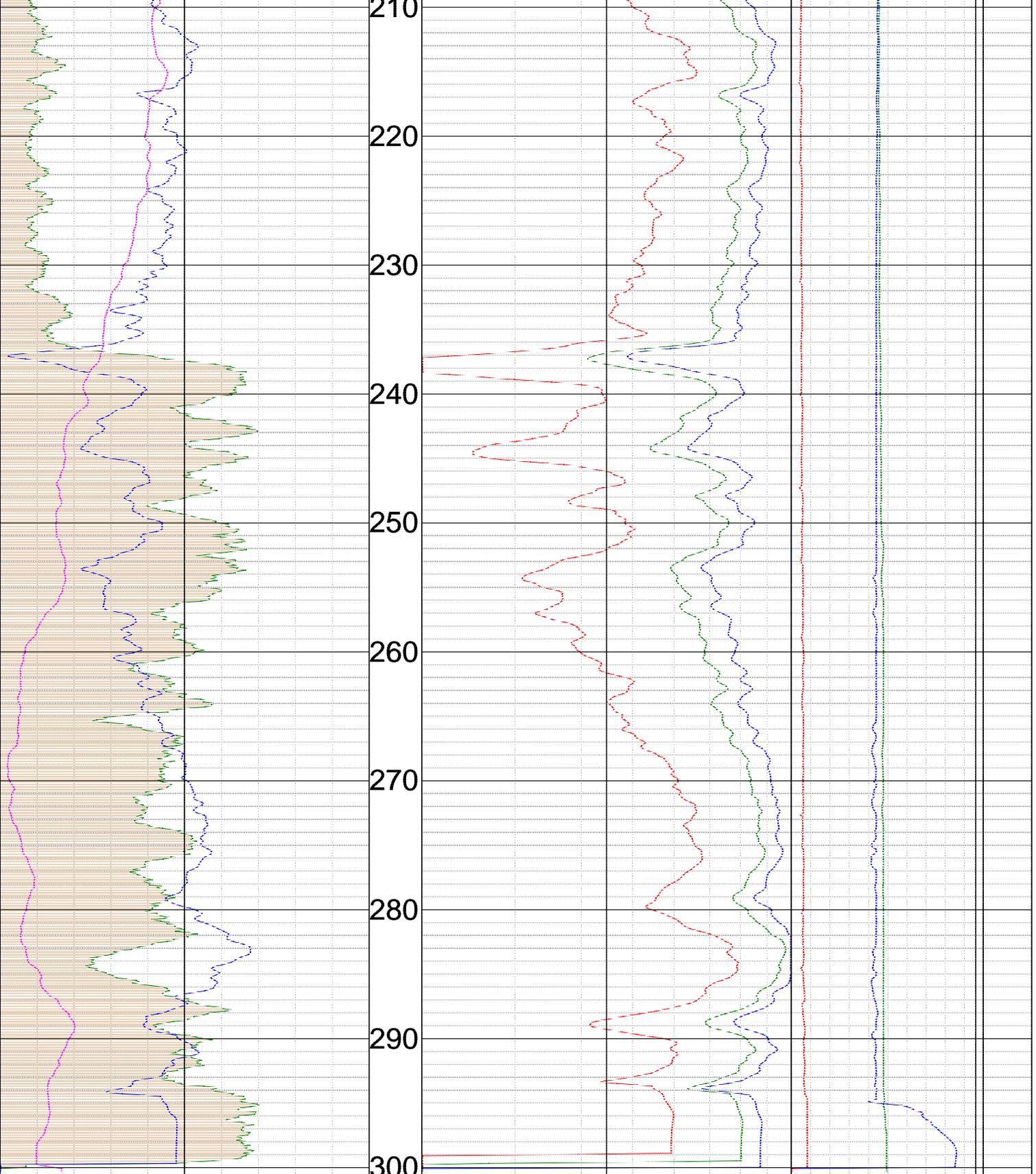
Por último, se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del mismo, desde el metro 6 hasta el metro 0,50.

Iván Molina Durán
Hidrogeólogo.

ANEJO N° 4: GEOFÍSICA







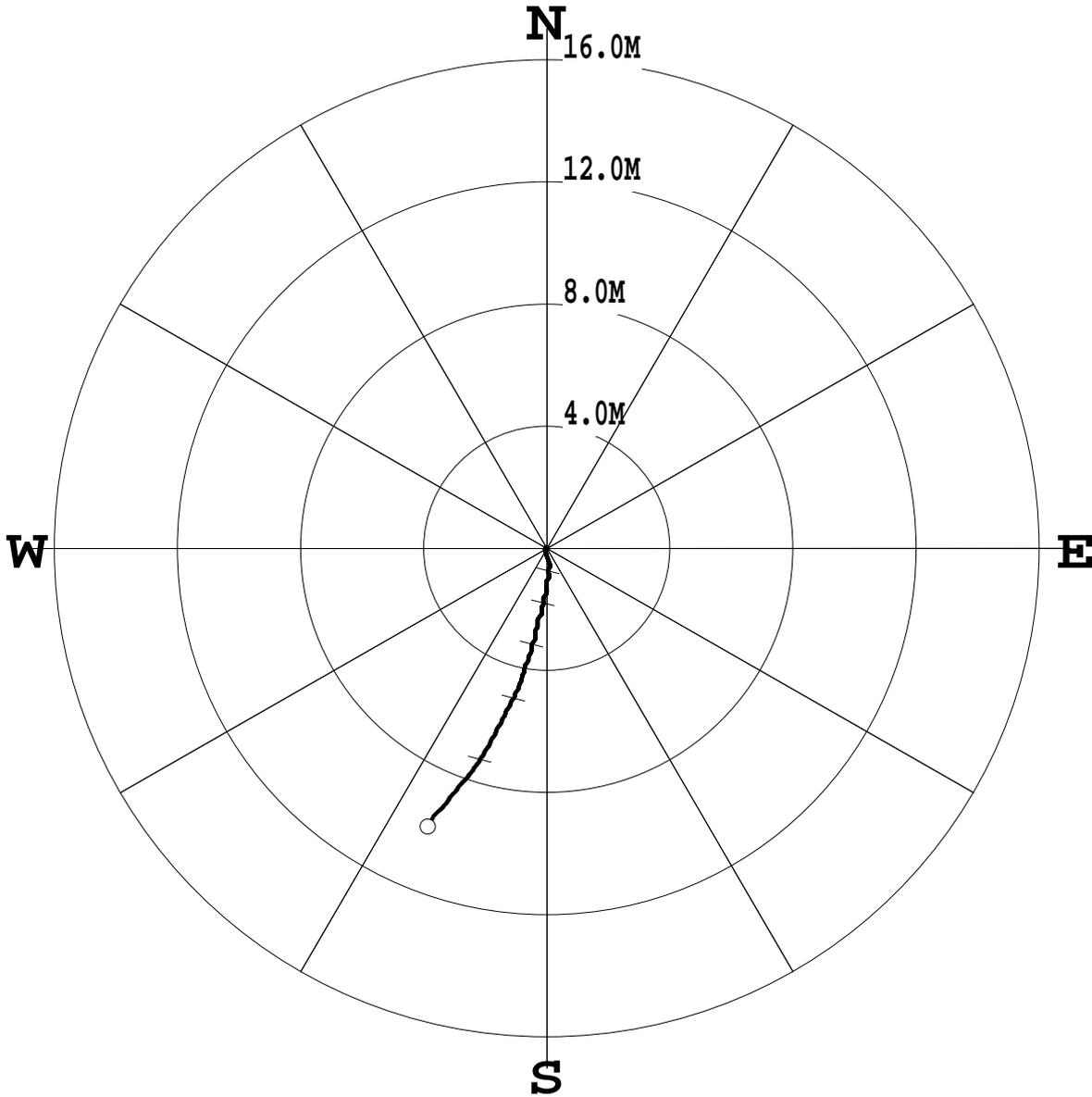
0	API-GR	60	200	OHM-M	1000	DEG C	26	LITH1
	GAMMA			RES(16N)		TEMP		
-20	MV	100	200	OHM-M	10000	OHM-M	30	
	SP			RES(64N)		RES(L)		
200	OHM	400	200	OHM-M	10000	DEG	50	
	RES	METERS		LATERAL		SANG		

PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT:
LOCATION: ALER
HOLE ID: ALER
DATE OF LOG: 04/01/11
PROBE: 9144A 1243

MAG DECL: 0.0

SCALE: 2 M/CM
TRUE DEPTH: 299.78 M
AZIMUTH: 203.0
DISTANCE: 9.9 M
+ = 50 M INCR
○ = BOTTOM OF HOLE



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 ALER (090.040)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 287.111 Y: 4.666.034 Z: 667 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	288 m
Horas de bombeo	22 h.
Horas de recuperación	2,5 h

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 11 de abril de 2011, al sondeo a las 17:00 horas, aunque comienzan los trabajos de montaje, se decide comenzar el ensayo de bombeo al día siguiente. 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 Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 288 m de profundidad.



Imagen 1. Situación del equipo de aforo en el sondeo.

El ensayo de bombeo comienza a las 8:30 h del 12 de abril, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

	ALER				
	Q (l/s)	t (min.)	N inicial	N final	s (m)
Escalón 1	1	30	101,90	107,05	5,15
Escalón 2	3	60	107,05	113,95	6,9
Escalón 3	6	120	113,95	183,32	69,37
Recuperación 1	-	30	183,32	102,10	81,22(*)
Escalón 4	9	30	102,10	288,00	185,90
Recuperación 2	-	60	288,00	103,00	185(*)
Escalón 5	5	1.080	103,00	175,02	72,02
Recuperación 3	-	60	175,02	102,00	73,02 (*)

(*) El nivel asciende.

- **Escalón 1**

El Escalón 1 comienza a las 8:30 h y acaba a las 9:00 h, teniendo una duración de 30 minutos y con un caudal de 1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 5,15 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 101,90 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 107,05 m.

El agua cambia de sucia a color a los dos minutos del escalón.

- **Escalón 2**

El Escalón 2 comienza a las 9:00 h y acaba a las 10:00 h, teniendo una duración de 60 minutos. Se extrae un caudal de 3 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 6,90 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 107,05 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 113,95 m.

El agua sale sucia pero a los tres minutos del escalón comienza a salir con algo de color.



Imagen 2. Caudal en durante el segundo escalón.

- **Escalón 3**

Este escalón comienza a las 10:00 h, y finaliza a las 12:00 h, con una duración de 120 minutos. En éste se ha bombeado un caudal de 6 l/s, finaliza el escalón a nivel de 183.32 m de profundidad, con lo que el descenso experimentado ha sido de 69,37 m.



Imagen 3. Caudal durante el tercer escalón.

A las 12:00 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración estimada de 30 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 102,10 m de profundidad.

- **Escalón 4**

El Escalón 4 comienza a las 12:30 h y acaba a las 13:00 h, teniendo una duración de 30 minutos. Se extrae un caudal de 9 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 185,90 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 102,10 m, y el nivel al final de este escalón llega a la rejilla 288 m.



Imagen 4. Caudal del cuarto escalón.

A las 13:00 h comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración estimada de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 103,00 m de profundidad.

- **Escalón 5**

Al las 14:00 comienza el escalón de larga duración, estimado por los resultados obtenidos a partir de los ensayos anteriores.

Este escalón tiene una duración de 18 horas en los cuales el nivel ha descendido 72,02 m. ya que el nivel final al las 8:00 del día siguiente está a 175,02 m.



Imagen 5. Caudal al final del escalón del escalón de larga duración.

A las 8:00 h comienza la recuperación (Recuperación 3) con una duración estimada de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 102,00 m de profundidad.

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

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Final del Escalón 1: CE= 654 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; pH= 7,60.

- **Escalón 2 (Q= 3 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 665 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; pH= 7,64.

- **Escalón 3 (Q= 6 l/s)**

Final del Escalón 3: CE= 619 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; $T^a = 17,8$ °C; pH= 6,51.

- **Escalón 4 (Q= 9 l/s)**

Final del Escalón 4: CE= 631 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; $T^a = 18,6$ °C; pH= 6,77.

- **Escalón 5 (Q= 5 l/s)**

Inicio del Escalón 5: CE= 657 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; $T^a = 19,1$ °C; pH= 6,48.

Mitad del Escalón 5: CE= 643 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; pH= 7,80.

Final del Escalón 5: CE= 631 $\mu\text{S}/\text{cm}.$; pH= 7,07.

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

Iván Molina Durán
Hidrogeólogo.

1º Escalon				2º Escalon				3º Escalon			
Hora	Q	N.D.		Hora	Q	N.D.		Hora	Q	N.D.	
8:30	l/s	m.			l/s	m.			l/s	m.	
0m	NE	101,90	NE	0m	ND	107,05	ND	0m	ND	113,95	ND
1m	1	106,48	SUCIA	1m	3	108,73	SUCIA	1m	6	118,78	SUCIA
2m	1	106,90	SUCIA	2m	3	109,94	SUCIA	2m	6	121,79	SUCIA
3m	1	107,00	COLOR	3m	3	110,61	SUCIA	3m	6	124,54	SUCIA
4m	1	107,03	COLOR	4m	3	111,13	COLOR	4m	6	126,58	SUCIA
5m	1	107,05	COLOR	5m	3	111,63	COLOR	5m	6	128,44	COLOR
6m	1	107,05	COLOR	6m	3	111,94	COLOR	6m	6	130,22	COLOR
7m	1	107,05	COLOR	7m	3	112,19	COLOR	7m	6	132,00	COLOR
8m	1	107,05	COLOR	8m	3	112,47	COLOR	8m	6	134,10	COLOR
9m	1	107,05	SUCIA	9m	3	112,64	COLOR	9m	6	135,10	COLOR
10m	1	107,05	SUCIA	10m	3	112,80	COLOR	10m	6	136,47	COLOR
15m	1	107,05	SUCIA	15m	3	113,22	COLOR	15m	6	141,52	COLOR
20m	1	107,05	COLOR	20m	3	113,51	COLOR	20m	6	146,00	COLOR
25m	1	107,05	COLOR	25m	3	113,59	COLOR	25m	6	150,15	COLOR
30m	1	107,05	COLOR	30m	3	113,65	COLOR	30m	6	153,83	COLOR
				40m	3	113,67	COLOR	40m	6	160,18	COLOR
				50m	3	113,95	COLOR	50m	6	164,76	COLOR
				60m	3	113,95	COLOR	60m	6	168,48	COLOR
								75m	6	173,15	COLOR
								90m	6	177,60	COLOR
								120m	6	183,32	CLARA

Recuperacion				4º Escalon				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	183,32	ND	0m	NE	102,10	NE	0m	ND	288,00	ND
1m		175,00		1m	9	120,00	COLOR	1m		260,00	
2m		166,10		2m	9	126,55	COLOR	2m		225,05	
3m		150,01		3m	9	134,63	COLOR	3m		204,25	
4m		141,11		4m	9	140,58	COLOR	4m		193,00	
5m		135,85		5m	9	147,90	COLOR	5m		185,00	
6m		130,55		6m	9	154,57	COLOR	6m		177,70	
7m		125,00		7m	9	160,36	COLOR	7m		170,45	
8m		121,57		8m	9	165,26	COLOR	8m		163,07	
9m		118,12		9m	9	170,58	COLOR	9m		156,62	
10m		115,10		10m	9	176,60	COLOR	10m		149,92	
15m		106,02		15m	9	200,60	COLOR	15m		135,11	
20m		102,79		20m	9	231,12	COLOR	20m		128,87	
25m		102,19		25m	9	263,70	COLOR	25m		122,83	
30m		102,10		30m	9	288,00	COLOR	30m		117,49	
								40m		108,11	
								50m		103,84	
								60m		103,00	

Escalon Largo				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	103,00	NE	0m	ND	175,02	ND
1m	5	111,00		1m		156,06	
2m	5	114,73		2m		145,31	
3m	5	117,46	COLOR	3m		136,37	
4m	5	120,53	COLOR	4m		131,33	
5m	5	124,10	COLOR	5m		126,45	
6m	5	126,53	COLOR	6m		122,44	
7m	5	128,57	COLOR	7m		119,57	
8m	5	130,77	COLOR	8m		116,50	
9m	5	133,33	COLOR	9m		113,31	
10m	5	135,15	P.COLOR	10m		111,35	
15m	5	139,00	P.COLOR	15m		105,00	
20m	5	141,21	CLARA	20m		103,47	
25m	5	144,80	CLARA	25m		102,25	
30m	5	147,15	CLARA	30m		102,16	
40m	5	155,10	CLARA	40m		102,05	
50m	5	158,83	CLARA	50m		102,04	
60m	5	162,21	CLARA	60m		102,01	
75m	5	165,08	CLARA				
90m	5	167,45	CLARA				
120m	5	170,00	CLARA				
150m	5	171,74	CLARA				
180m	5	172,48	CLARA				
210m	5	172,80	CLARA				
240m	5	172,90	CLARA				
300m	5	173,38	CLARA				
360m	5	173,75	CLARA				
420m	5	174,00	CLARA				
480m	5	174,11	CLARA				
540m	5	174,21	CLARA				
600m	5	174,34	CLARA				
660m	5	174,46	CLARA				
720m	5	174,58	CLARA				
780m	5	174,68	CLARA				
840m	5	174,76	CLARA				
900m	5	174,83	CLARA				
960m	5	174,90	CLARA				
1020m	5	174,96	CLARA				
1080m	5	175,02	CLARA				

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000044383

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

ALER (BENABARRE) FIN DE LIMPIEZA

Matriz: Agua continental

N° de muestra: 000041050

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 02/04/2011

Recepción: 28/04/2011

Inicio análisis: 28/04/2011

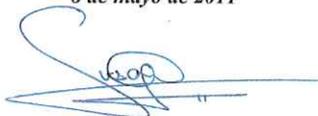
Fin análisis: 04/05/2011

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	15,01	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	241,29	mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,07	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	96,91	mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5	mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	15,61	mg/l	±0,94	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	496	µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,16	mg P-PO4 ³⁻ /l		Cromatografía Iónica. (PIE-CION)
*HIDROXIDOS	0,00	mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	5,30	mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	17,20	mg/l	±2,06	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1	mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,87	ud. de pH	±0,20	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	5,97	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	10,95	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	51,23	mg/l	±3,07	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

OBSERVACIONES:

AMONIO	0,02 mg/l
NITRITOS	0,04 mg/l
FOSFATOS	0,06 mg P-PO4 ³⁻ /l

6 de mayo de 2011



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

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y no debe ser reproducido 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.

CAASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

Los ensayos marcados en este informe con (*), las interpretaciones, los comentarios y los resultados expresados en observaciones, no están amparados por la acreditación ENAC.

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	15,61	0,44	7,67
SULFATOS	51,23	1,07	18,59
BICARBONATOS	241,29	3,95	68,91
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	17,20	0,28	4,83
SODIO	10,95	0,48	8,07
MAGNESIO	5,30	0,44	7,39
CALCIO	96,91	4,84	81,95
POTASIO	5,97	0,15	2,59

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	459,61 mg/l
CO2 libre	5,19 mg/l
Dureza total	26,38 °Francés
Dureza total	263,81 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	66,02 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	197,90 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	197,90 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,38
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,12
rNa/rK	3,12
rNa/rCa	0,10
rCa/rMg	11,09
$rCl/rHCO_3$	0,11
rSO_4/rCl	2,42
rMg/rCa	0,09
i.c.b.	-0,43
i.d.d.	-0,04

Nº Registro: 41050

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000045075

Solicitado por:

CONSULNIMA, S.L.
INFANTA MERCEDES, 90 28020 MADRID

Denominación de la muestra:

BEN1-BENABARRI (HUESCA)

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000041613**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Recepción: **18/05/2011**

 Inicio análisis: **18/05/2011**

 Fin análisis: **23/05/2011**

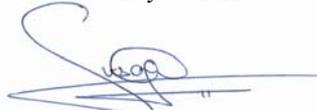
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	7,33	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	315,72	mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,07	mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	112,40	mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5	mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	12,58	mg/l	±0,75	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	568	µS/cm	±11	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,16	mg P-PO4 ^{3-/l}		Cromatografía Iónica. (PIE-CION)
*HIDROXIDOS	0,00	mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	7,71	mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	16,95	mg/l	±2,03	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1	mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,34	ud. de pH	±0,20	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	4,15	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	7,79	mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	38,98	mg/l	±2,34	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

OBSERVACIONES:

NITRITOS

0,02 mg/l

25 de mayo de 2011



 Fdo.: *Susana Avilés Espiñero*
 Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y no debe ser reproducido 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.

CAASA dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado conforme a los requisitos de las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

Los ensayos marcados en este informe con (*), las interpretaciones, los comentarios y los resultados expresados en observaciones, no están amparados por la acreditación ENAC.

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	12,58	0,35	5,36
SULFATOS	38,98	0,81	12,27
BICARBONATOS	315,72	5,17	78,23
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	16,95	0,27	4,13
SODIO	7,79	0,34	5,07
MAGNESIO	7,71	0,63	9,49
CALCIO	112,40	5,61	83,86
POTASIO	4,15	0,11	1,59

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	523,72 mg/l
CO2 libre	22,96 mg/l
Dureza total	31,24 °Francés
Dureza total	312,41 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	53,62 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	258,94 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	258,94 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,23
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,07
rNa/rK	3,19
rNa/rCa	0,06
rCa/rMg	8,84
$rCl/rHCO_3$	0,07
rSO_4/rCl	2,29
rMg/rCa	0,11
i.c.b.	-0,25
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 41613

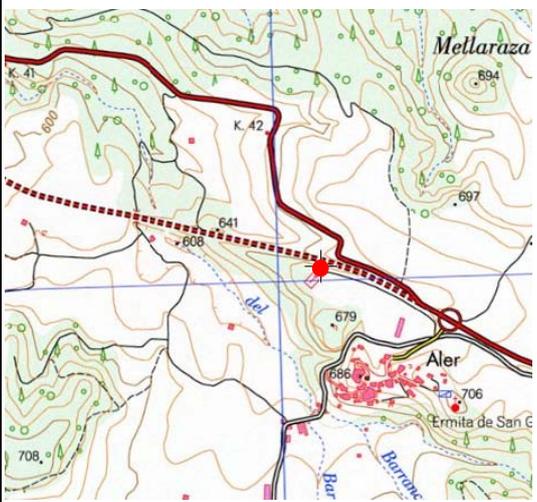
ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

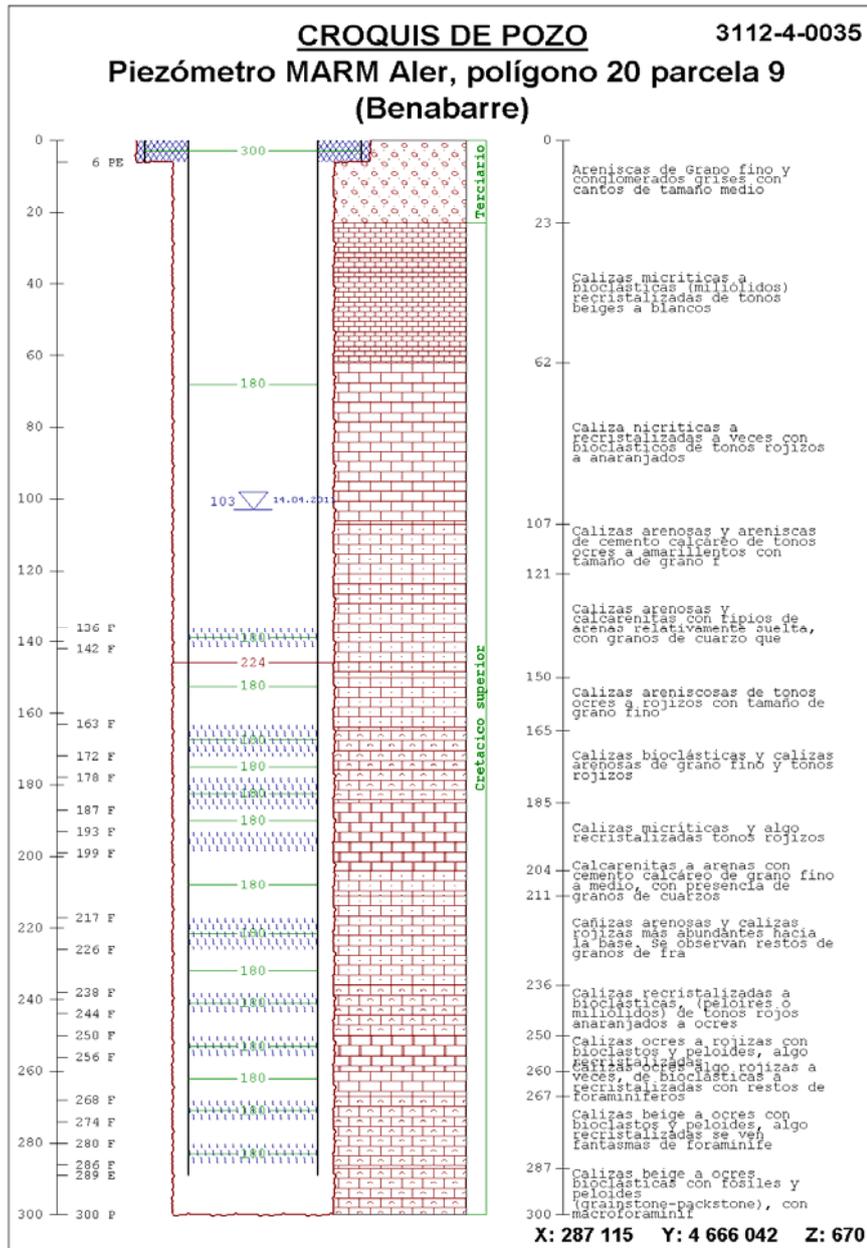
TOPONIMIA		Piezómetro MARM Aler, polígono 20 parcela 9			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.304.008	
CÓDIGO IPA		3112-4-0035	Nº MTN 1:50.000	3112	MUNICIPIO	Benabarre	PROVINCIA Huesca	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		041 LITERA ALTA						
U. HIDROGEOLOGICA		Sinclinal de Tresp						
ACUÍFERO(S)		04103 Cretácico superior - Calizas micríticas, calizas tableadas, y brechas						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	783158	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4668512						
COTA DEL SUELO msnm	Z	670	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		20			PARCELA		9	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Particular (Basilio Monclus-Binefar)						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO		El sondeo se sitúa en una parcela particular anexa al Cementerio de Aler, se llega a el desde el desvío que lleva al cementerio y que sale a la derecha una vez pasado el cruce de la carretera de acceso a la población de Aler desde la carretera N-124						

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
METODO		Rotoperusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				299		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	324	0	6	300	Metálica	136	142	Puentecillo	0	6		
6	299	224	0	298	180	Metálica	163	172	Puentecillo				
							178	187	Puentecillo				
							193	199	Puentecillo				
							217	226	Puentecillo				
							238	244	Puentecillo				
							250	256	Puentecillo				
							268	274	Puentecillo				
							280	286	Puentecillo				
							289	295	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: (3112) FONZ

UTMX: 287115

UTMY: 4666042

COTA: 660

Provincia: HUESCA

Municipio: BENABARRE

Localidad: ALER

Paraje: Piezometro MARM Aler, poligono 20 parcela 9

Polígono: 20

Parcela: 9

Dominio Hidrogeológico: Sinclinal de Tremp

Unidad: Litera Alta

Acuífero: Cretácico superior

Masa Subterránea A: LITERA ALTA

Masa Subterránea B:

Acuífero: Cretácico superior

Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT

Río: SARRON

Cuenca: EBRO

Acceso: El sondeo se sitúa en una parcela particular anexa al Cementerio de Aler, se llega a el desde el desvío que lleva al cementerio y que sale a la derecha, una vez pasado el cruce de la carretera de acceso a la población de Aler desde la carretera N-240.

Observaciones: PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111 para control recuperación acuífero cambio condiciones explotación masa.



Vista General (10/05/2012)

N°	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL	CHE (OPH)	18/02/2010		FUTURO SONDEO MODIFICADO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111. Ubicación aconsejada ESHYG
21	TCL	CHE (OPH)	28/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L)

Año: 2011

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 300

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	324
6	300	224

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metálica	CEMENTACION
0	136	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
136	142	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
142	163	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
163	172	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
172	178	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
178	187	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
187	193	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
193	199	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
199	217	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
217	226	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
226	238	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
238	244	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
244	250	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
250	256	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
256	268	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
268	274	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

274	280	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
280	286	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
286	289	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
289	295	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
295	298	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
01/04/2011	Diagrafía s/n

LITOLOGÍA

Descripción geológica: El sondeo se ubica sobre los materiales del terciario de la cuenca de Graus que se encuentran discordantes y muy proximos a los afloramientos de Cretácico superior. Una vez atravesado estos primeros se atraviesa las calizas del Cretácico superior, habiéndose cortado desde el Campaniense hasta el Cenomaniense-Turoniense.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuifero
0	6	CONGLOMERADOS	MIOCENO	
Observaciones: Areniscas de grano fino y conglomerados grises con cantos de tamaño medio.				
6	23	ARENISCAS	MIOCENO	
Observaciones: Arenas y areniscas de color gris de tamaño de grano medio a fino.				
23	39	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas (miliolidos) ya recristalizadas de tonos beige a blancos				
39	62	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas micríticas a recristalizadas de tonos blancos.				
62	93	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas blancas a anaranjadas de micríticas a recristalizadas con posibles restos de fósiles				
93	102	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas rojizas a anaranjados a blancas, de recristalizadas a bioclásticas con pasadas de granos de tamaño arena				
102	107	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas micríticas a veces algo recristalizadas de tonos anaranjados a grises, con restos de arenas				
107	121	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas arenosas y areniscas de cemento calcáreo de tonos ocre a amarillentos con tamaño de grano a fino y ripios recristalizados de calizas				
121	150	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas arenosas y calcarenitas con ripios de arenas relativamente suelta, con granos de cuarzo que en ocasiones presentan tamaño de más de 2 cm (pasadas de cantos o niveles microconglomeratico) entre los metros 141 y 144.				
150	155	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas areniscosas de tonos ocre a rojizos con tamaño de grano fino .				
155	160	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas arenosas y areniscas de tamaño de grano fino				
160	165	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas rojizas con algo de calcarenitas y arenas de grano fino a medio				
165	177	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas bioclásticas y calizas arenosas de grano fino.				

177	185	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas bioclásticas y algo arenosas de tonos rojizos				
185	191	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas micríticas y rojizas de tonos rojizos				
191	198	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas micríticas y recristalizadas con algo de areniscas				
198	204	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas rojizas recristalizadas se ven fantasmas de peloides y bioclastos				
204	211	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calcarenitas a arenas con cemento calcareo de grano fino a medio, con presencia de granos de cuarzos y tonos de anaranjados a amarillentos.				
211	236	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Cañizas arenosas y calizas rojizas más abundantes hacia la base. se observan restos de granos de fracion arenosa de carbonatos y curazos correspondientes a las calcarenitas.				
236	238	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas a recristalizadas, predominando esta ultimas de tonos anaranjados a ocre				
238	250	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas recristalizadas a bioclasticas,(peloides o miliolidos) de tonos rojos anaranjados a ocre				
250	255	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas recristalizadas a bioclásticas de tonos ocre a anaranjados				
255	260	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas ocre a rojizas con bioclastos y peloides, algo recristalizadas se ven foraminíferos bentónicos, prealveolinas?				
260	267	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas ocre algo rojizas a veces, de bioclásticas a recristalizadas con restos de foraminíferos y grietas rellenas de calcita				
267	287	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas beige a ocre con bioclastos y peloides, algo recristalizadas se ven fastamas de foraminíferos (prealveolinas?)				
287	300	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: Calizas beige a ocre bioclásticas con fosiles y peloides (grainstone-packstone), con microforaminíferos.				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
13/04/2011	0	175.02	73.02	0			
Observaciones:							
12/04/2011	5	103	-72.02	0.8			
Observaciones:							
12/04/2011	0	288	185	0			
Observaciones:							
12/04/2011	9	102.1	-185.9	0			
Observaciones:							
12/04/2011	0	183.32	81.22	0			
Observaciones:							
12/04/2011	6	113.95	-69.37	0.1			
Observaciones:							
12/04/2011	3	107.05	-6.9	0			
Observaciones:							
12/04/2011	1	101.9	-5.15	0			

Observaciones:

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
8	106.15	101.9	4.25	105.3738	1.4126

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.
13/04/2011	0.3544	0.8121	5.1757	0.2734	0.3387	0.6372	5.606	0.1061	631	7.1	1.0889	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
	12.58	38.98	315.72	16.95	7.79	7.71	112.4	4.15				
13/04/2011	0.3563	0.7448	5.3134	0.2661	0.3587	0.6372	5.6454	0.1115	631	7.1	1.0731	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
	12.65	35.75	324.12	16.5	8.25	7.71	113.19	4.36				
12/04/2011									643	7.8		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
12/04/2011									657	6.5		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

12/04/2011									631	6.8	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
12/04/2011									619	6.5	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
12/04/2011									665	7.6	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
12/04/2011									654	7.6	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
02/04/2011	0.4397	1.0673	3.9556	0.2774	0.4761	0.438	4.8334	0.1527	575	2.7526	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
	15.61	51.23	241.29	17.2	10.95	5.3	96.91	5.97			
02/04/2011									579		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



DSCN3599_ALER (31/05/2012)



DSCN3600_ALER (10/05/2012)



aler_benabarre (28/06/2012)



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

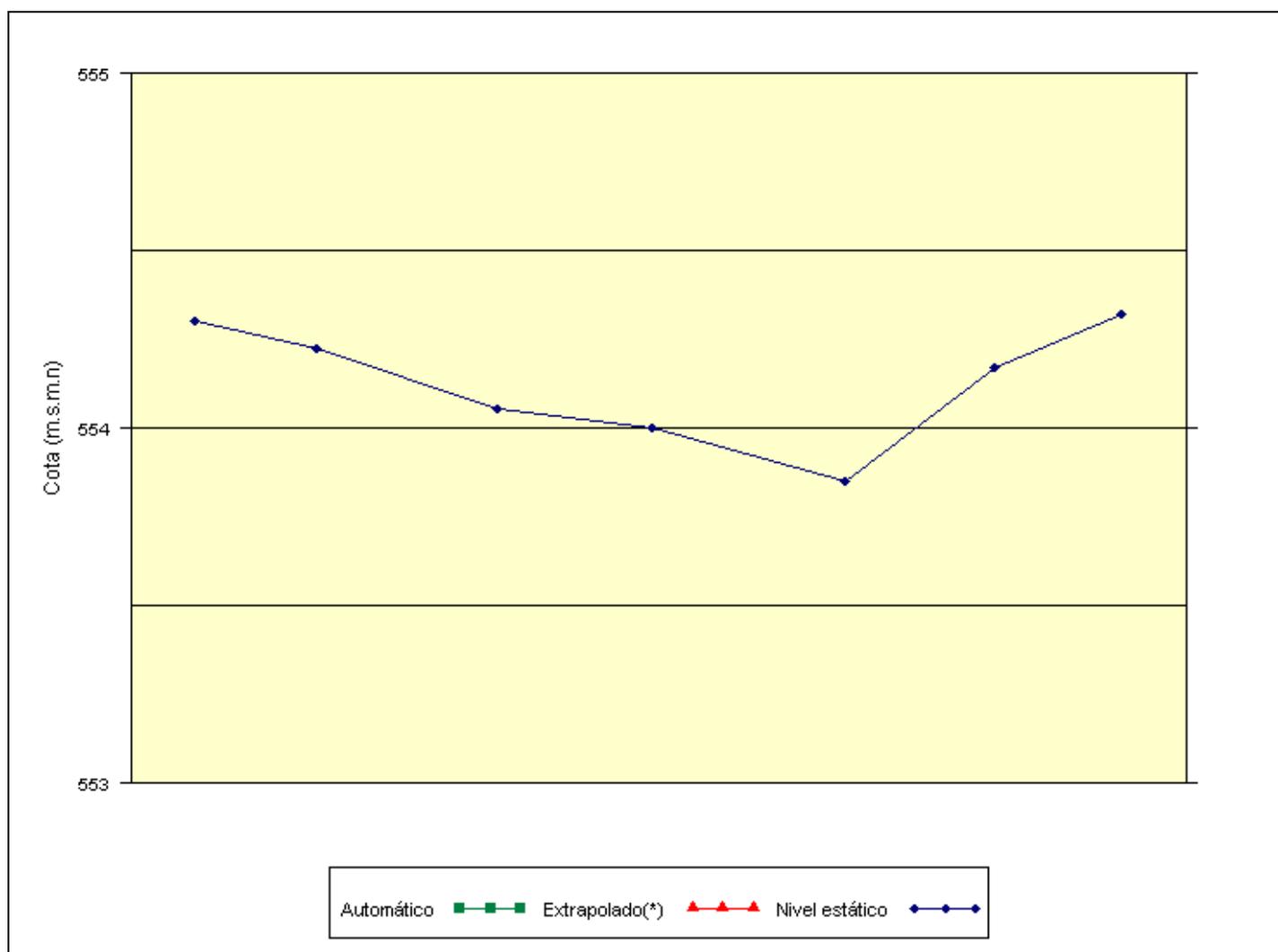
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Antonio Monclus (Particular). Tlf: 625280338 y 974431163. .

Cierre: Tapa de alcantarilla y Tornillo

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: Cretacico superior



ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: Cretacico superior

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
8	106.15	101.9	4.25	105.3738	1.4126

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: Cretacico superior

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
09/05/2012	105.68	
16/04/2012	105.83	
20/03/2012	106.15	
14/02/2012	106	
17/01/2012	105.95	
15/12/2011	105.78	
23/11/2011	105.7	
12/04/2011	101.9	

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3:“Sinclinal de Tresp”, en la masa de agua 090.41 denominada “Litera Alta”. El Acuífero atravesado son las calizas bioclásticas del Cretácico superior (Coniaciense-Santoniense), que forman el principal acuífero en esta zona. Se trata de un acuífero carbonatado de carácter eminentemente Kárstico.

El piezometro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de descarga del acuífero Cretácico, que se realiza en una zona topográficamente más baja a través del manantial de Puigvert.

OTROS DATOS

PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111 para control recuperación acuífero cambio condiciones explotación masa.

DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se sitúa en una parcela particular anexa al Cementerio de Aler, se llega a el desde el desvio que lleva al cementerio y que sale a la derecha, una vez pasado el cruce de la carretera de acceso a la población de Aler desde la carretera N-240.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:
X: 287115, Y:4666042 (Huso 31)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



05/2012 Vista General

ACCESO

DETALLE



05/2012 DSCN3600 ALER

ACCESO

DETALLE REFERENCIA



05/2012 DSCN3599 ALER

INSTALACIÓN