

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 TARTAREU: 090.042.001



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	26
9. ENTUBACIÓN REALIZADA	27
10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	30
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO.....	31
11. HIDROQUÍMICA	40
12. CONCLUSIONES	43

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i>	8
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i>	8
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (327) Os de Balaguer</i>	9
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i>	29
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.042.001 Tartareu</i>	41
<i>Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.042.001 Tartareu</i>	42

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)...</i>	25
<i>Tabla 2. Entubación realizada.....</i>	28
<i>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</i>	30
<i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....</i>	32
<i>Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....</i>	39

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 3: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 4: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

que totalizan 3.785 metros de perforación y de los que 13 se prevén hacer a rotoperusión 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 (090.042.001) es disponer de al menos, un punto de control piezométrico para el acuífero del Jurásico en la masa de agua subterránea Sierras Marginales (042), que sustituya al pozo que se media con anterioridad y que se encontraba obstruido a partir de una cota que impide su medida en situaciones de niveles bajos.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de transición del acuífero Jurásico, cuya descarga

se realiza en una zona topográficamente más baja y probablemente hacia el pantano de Canelles.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las calizas y dolomías karstificadas de edad Jurásico inferior que forman el acuífero en esta zona.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en el municipio de Avellanes- Santa Linya en la cercanías de localidad de Tartareu (fig.1). En la parcela 13 del polígono 2 perteneciente al ayuntamiento de Avellanes y Santa Linya.

El sondeo se sitúa en la pista que lleva al pozo de abastecimiento de la localidad de Tartareu. Se toma, una vez atravesado el pueblo de Tartareu y antes de llegar a un depósito de agua, un desvío a la derecha del mismo. El punto donde se ha emplazado el sondeo se encuentra a unos 150 metros pasado el depósito de agua y los sondeos de abastecimientos en un ensanche del camino situado a la derecha, con unos 9 metros de diferencia de cota sobre el sondeo de abastecimiento y a una distancia de unos 90 a 100 metros con respecto al que actualmente se explota y unos 50 a 60 metros respecto al recientemente construido.

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

X: 310387 Y: 4645438 Z: 739 m.s.n.m

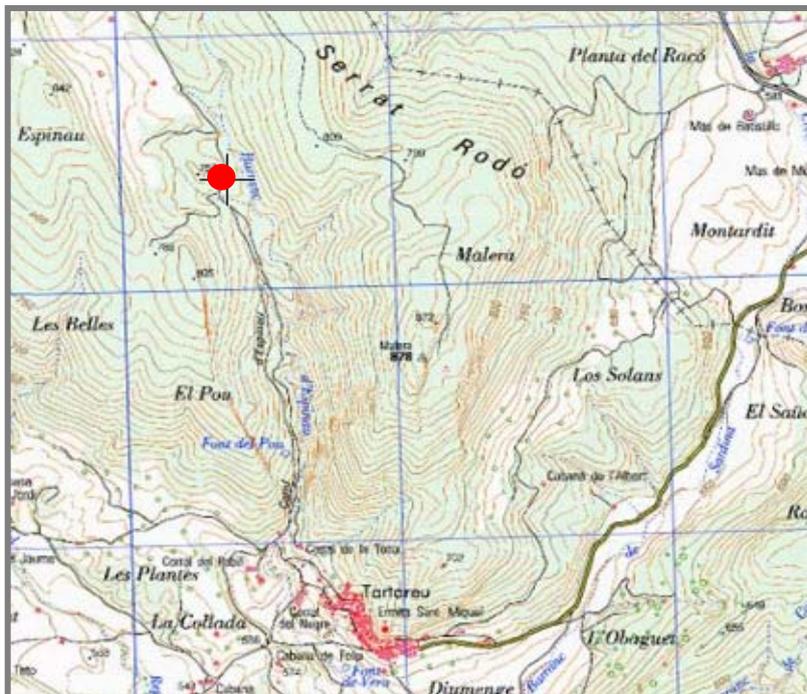


Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000.

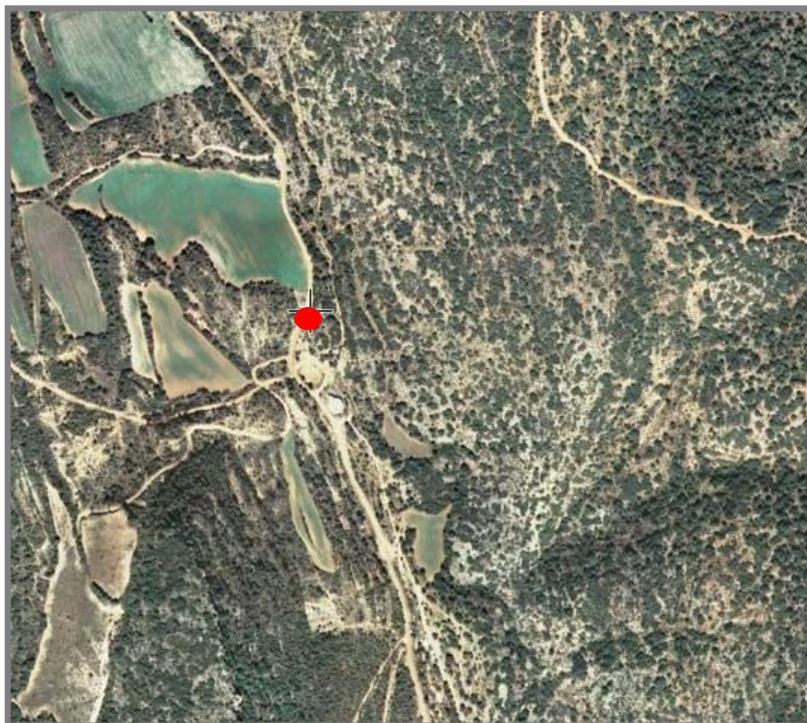


Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se aprecia en la cartografía MAGNA de la Hoja 324 Os de Balaguer que se puede observar en la Fig.2. El sondeo se sitúa por de bajo de los materiales de lutitas y areniscas, pertenecientes a las Facies Garum de edad Maastrichtiense-Paleoceno, y a la base de las calizas micríticas con intraclastos de edad Campaniense-Maastrichtiense que se identifica como unidad 9 en la cartografía y sobre las calizas del cretácico superior identificadas como unidad 8. El sondeo se ubica en el flanco S de la estructura anticlinal de Canelles que va desde las proximidades de la localidad de Tartareu a lo largo de la Serrat del Rodó hasta el embalse de Canelles y en cuyo núcleo afloran los materiales del Cretácico superior y Jurásico. Este flanco presenta una dirección NNW-SSE, con buzamientos que oscilan entre 30 a 50 °. Estando erosionado por el terciario y presentando varias fallas de orientación NNE-SSO que lo compartimenta. En las proximidades de Tartareu afloran los materiales del Trías (Keuper y Muschelkalk) de la estructura diapírica de Les Avellanés que deforman esta estructura.

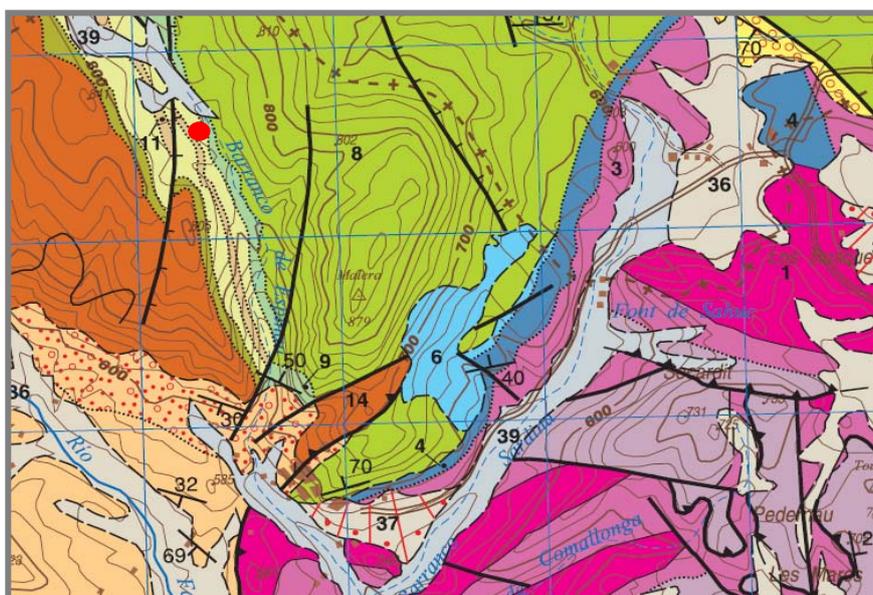


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (327) Os de Balaguer.

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, Turbón, 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 Norte (divisoria hidrográfica) y Sur (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 carst 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 subterránea 042 correspondiente a las denominadas Sierras Marginales Catalanas.

Esta masa de agua se identifica con las estribaciones más meridionales de la Unidad Central Surpirenaica, localizada en el extremo occidental de Cataluña entre los ríos Noguera Ribagorzana y Segre. Se enmarcan en este sector las sierras de orientación general E-O de Millá, Blancafort, Sant Miguel, Sant Mamet, Carbonera y Montroig formadas por materiales carbonatados del Cretácico y del Eoceno entre los que se intercalan los materiales de la facies Garumniense.

Cuenta con una superficie de 761 km² todos ellos situados en la Comunidad Autónoma de Cataluña. En el N, el límite se traza según el cabalgamiento del manto del Montsec sobre las Sierras Marginales Catalanas. Al E del río Boix, se prolonga bajo los conglomerados terciarios de Comiols (cabalgamiento del Segre). Hacia el SE, sobre los terciarios, englobando todos

los afloramientos mesozoicos de la masa. En el S, por la traza del cabalgamiento del manto de las Sierras Marginales Catalanas sobre los depósitos terciarios del Ebro. Al O, río Noguera-Ribagorzana.

Esta masa de agua se localiza en el frente meridional de la Unidad Surpirenaica Central (Seguret, 1972), conjunto integrado por varias láminas cabalgantes desplazadas hacia el S que involucran materiales terciarios y mesozoicos. Su nivel de despegue principal es el Trías. Dentro de ella se diferencian tres grandes láminas de cabalgamiento que de N a S son las de Bóixols, Montsec y la lámina de las Sierras Marginales, en que se ubica esta masa de agua. Sus límites septentrional y meridional están constituidos por dos grandes accidentes tectónicos: el cabalgamiento del Montsec al N y el cabalgamiento frontal surpirenaico al S.

La lámina de las Sierras Marginales posee una estructura interna compleja con muchas escamas limitadas por cabalgamientos que representan rampas frontales o laterales, despegadas a nivel del Trías. Una característica relevante de la cobertera mesozoica es su progresiva reducción de espesor hacia el S, lo que hace que la estructura sea progresivamente más compleja y las escamas de menores dimensiones. Por su parte el Trías, que desempeña un importante papel en la deformación tectónica como nivel de despegue, adquiere mayor relevancia tanto superficialmente como en profundidad en las zonas más marginales, donde se acumula a favor de las rampas de cabalgamiento.

Estas circunstancias: la reducción de la cobertera Jurásica y Cretácica hacia el S, la complicación tectónica en esa misma dirección y el hecho de que el Trías tapice los cabalgamientos que limitan las distintas escamas, son de gran trascendencia hidrogeológica por cuanto afectan directamente a la cantidad de recursos, a sus patrones de flujos y a su calidad química. En el ámbito de esta masa de agua existen interferencias de directrices tectónicas, y

así, mientras al O del Noguera Pallaresa dominan las directrices NO-SE, al E de este río son de N-S a NE-SO.

En los sectores centrales y septentrionales se localizan estructuras de orden kilométrico que definen los grandes afloramientos mesozoicos de la masa de agua. Directamente al S del cabalgamiento del Montsec, el sinclinal de Ager, el anticlinal de Millá, el anticlinal de Blancafort y el sinclinal de Tragó definen una zona de pliegues laxos de grandes dimensiones.

Inmediatamente al S se localiza el sinclinal de Os de Balaguer. Se trata de un sinclinal con una cobertera mesozoica y terciaria de unos 700 m de espesor limitados al S por el cabalgamiento de Montroig y al N por un retrocabalgamiento, ambos tapizados por materiales del Trías. Al S de esta última estructura, el frente de las sierras marginales conforma un complejo sector con una intensa fracturación interna. Al E del Noguera Pallaresa, se localiza el domo de San Mamet, con una geometría anticlinal muy laxa que afecta a los materiales mesozoicos y terciarios. Las calizas del Cretácico superior forman los relieves de la cúpula del domo, alrededor de la cual los materiales del Garum definen un cierre periclinal de suaves buzamientos. Al S de esta estructura se localizan un conjunto de cabalgamientos y pliegues de dirección N-S o NE-SO que constituyen los relieves de las sierras de Montroig y Carbonera. En la parte central, en la zona en que se solapan los dos sectores con directrices tectónicas distintas se localiza, a modo de alto tectónico, los extensos afloramientos Triásicos de la zona de Avellanés, con una geometría interna muy compleja a causa de la movilidad tectónica de estos materiales.

Dentro de esta masa de agua subterránea se incluyen los siguientes Acuíferos:

Muschelkalk:

Está constituido por las calizas y dolomías del Muschelkalk, con una potencia máxima del orden de 30 a 50 metros. Este acuífero aflora en el sector de Os de Balaguer – Avellanes, donde está captado por varios pozos para usos agrícolas fundamentalmente.

Jurásico:

Este acuífero esta formado por las calizas y dolomías del Jurásico, con una potencia entre 100 y 150 m. Está conectado con el Cretácico superior. Cuenta con algunos pequeños aprovechamientos mediante pozos para usos agrarios al NE del núcleo de Tartareu. Aflora fundamentalmente Afloramiento fundamentalmente al N del núcleo de Camarasa. En este sector se reconocen abundantes formas cársticas en superficie. Se tiene constancia además de filtraciones sobre estos materiales en el vaso del embalse de Camarasa que van a drenar hacia el Segre.

Cretácico superior:

Este acuífero esta formado por calizas y su potencia se reduce hacia las escamas más meridionales. Al N es del orden de 250 m, para reducirse a potencias en torno a 150 m en las escamas más meridionales. Aflora en su mayor parte por las estructuras laxas y kilométricas de los sectores centro-septentrionales. Por su extensión de afloramientos y potencia constituye el acuífero más interesante. Constituye un acuífero kárstico que, en función de su ubicación con respecto a flujos regionales puede adquirir un notable comportamiento difuso.

Paleoceno:

Este acuífero aflora en las sierras exteriores, el Garum cuenta con una significativa proporción de materiales calcáreos intercalados (calizas lacustres con lignitos), cuyas propiedades hidráulicas eventualmente permiten

explotaciones de agua y en cualquier caso no puede considerarse como una barrera de flujo subterráneo.

Eoceno:

El acuífero Eoceno esta constituido por las calizas con alveolinas del Ilerdiense, con una potencia en torno a 100 m y calizas del Luteciense. Aflora en el sinclinal de Os de Balaguer, en el flanco N del sinclinal de Tragó y en los flancos N del sinclinal de Millá y del domo de San Mamet. En la zona de las sierras marginales aragonesas (Litera Alta), este acuífero muestra unas características hidráulicas pobres y muy irregulares, con un funcionamiento de marcado componente cárstico.

Cuaternario:

Este acuífero Incluyen los depósitos aluviales actuales, terrazas y glaciais y depósitos coluviales.

En cuanto a los parámetros hidrodinámicos de cada uno de estos acuíferos. Del Muschelkalk, en el sector del Os de Balaguer, se dispone de un ensayo de bombeo que arroja un valor de transmisividad del orden de 20 m²/día. Del acuífero Jurásico, la única referencia acerca de sus propiedades hidráulicas es el ensayo de bombeo realizado en el pozo de Boira para el abastecimiento de Os de Balaguer, donde se determinó una transmisividad de 2700 m²/día. En cuanto al ensayo de bombeo del Cretácico superior: el ensayo de realizado en el pozo de Tartareu registró una transmisividad de con 70 m²/día. Por ultimo del acuífero eoceno se dispone de los datos de un pozo localizado en Castelló de Farfanya que explota un nivel de calizas del Eoceno en el que se realizó un ensayo de bombeo de 30 l/s con un descenso de 55 m.

En cuanto a las áreas de recarga y descarga, uno de los condicionantes más importantes de las direcciones de flujos subterráneo de esta masa de agua es la estructura interna y el progresivo adelgazamiento de la cobertera

mesozoica hacia el S, que complica el sistema de flujos subterráneos en la misma dirección. Así, en los sectores septentrionales, dominados por estructuras de orden kilométrico, se localizan los grandes sistemas de flujos subterráneos, con direcciones paralelas a las directrices tectónicas desde las zonas montañosas de recarga hacia los ríos que atraviesan la zona. En el borde meridional, donde la estructura está caracterizada por la acumulación de pequeñas escamas de cabalgamiento, en muchos casos desconectadas entre sí, el patrón de flujos subterráneos es mucho más complejo y los procesos de recarga y descarga más locales.

Dentro de la masa de agua pueden identificarse varios sectores con un funcionamiento diferenciado:

El Sector de las sierras de Blancafort – Millá y valle de Ager.

Este Sector ocupa la parte noroccidental de la masa de agua, entre ambos Nogueras (limita con el embalse de Canelles al O y el de Camarasa al E). Su área de recarga se identifica con las serranías cretácicas que configuran los anticlinales de Millá y Blancafort. Hacia el N los acuíferos se sumergen en el sinclinal del valle de Ager en una disposición que determina el artesianismo observado en este valle, que implica a los acuíferos Cretácico, Paleoceno y Eoceno. Las direcciones de flujo son NNO y NNE, paralelas a las directrices tectónicas, hacia los ríos Noguera Pallaresa y Ribagorzana. Se dispone en este sector de dos puntos de observación piezométrica: el pozo surgente de Ager y el pozo de Tartareu ambos explotados para abastecimiento urbano y con cotas del agua por encima del nivel del embalse de Canelles. En ambos casos se observan oscilaciones piezométricas interanuales del orden de 20 m (sin tener en cuenta los niveles dinámicos). Los niveles de drenaje de este sector están influenciados por los niveles de llenado de los embalses, aspecto que se ha comprobado en el caso del pozo de Tartareu. El pozo de Ager debería mostrar una evolución similar al anterior e igualmente influenciada por

el nivel de Canelles, aunque su explotación (y probablemente los defectos de medida del manómetro) enmascara el régimen natural del hidrograma. En función de la diferencia de cotas entre los embalses de Canelles y el de Camarasa; no se descarta una posible transferencia subterránea a través del Cretácico del anticlinal de Millá o la existencia de una divisoria hidrogeológica móvil que fluctúe en función del nivel en ambos embalses.

El Sector del sinclinal de Os de Balaquer.

Esta constituido por el sinclinal que se extiende desde el río Farfanya hasta el embalse de Santa Ana, con una longitud próxima a 10 km y una morfología muy laxa en dirección ONO-ESE que implica a los niveles del Jurásico – Cretácico, Paleoceno y Eoceno. El yacente de esta estructura está formado por los materiales poco permeables del Trías. La recarga de este sector se realiza por infiltración de las precipitaciones. A juzgar por las formas cársticas visibles en superficie, el coeficiente de infiltración puede ser elevado.

Las direcciones de flujo son paralelas a la longitud mayor del sinclinal y la descarga se realiza mayoritariamente de forma difusa al río Farfanya. Hacia el extremo occidental se identifica alguna surgencia en el contacto Jurásico – Trías que vierte hacia el embalse de Santa Ana (manantial de Matamala –con un caudal promedio del orden de 10 l/s). No se descarta una posible transferencia subterránea hacia las escamas más meridionales. En este sector se explota el acuífero Cretácico mediante pozos en las proximidades de Os de Balaguer con caudales en torno a 10 l/s.

Sector de las sierras de San Mamet – Ermengol.

En este sector, el domo de San Mamet constituye una amplia estructura anticlinorial que afecta a la serie mesozoica y terciaria ubicada entre los río Noguera Pallaresa y Segre. Esta estructura alberga la sierra con mayores cotas

de las sierras marginales catalanas (1.388 m.s.n.m.). En su margen meridional está fosilizada por conglomerados discordantes del Oligoceno. En el resto de sus límites presenta suaves buzamientos alrededor del domo que hunden los acuíferos Jurásico – Cretácico, Paleoceno y Eoceno.

Toda la estructura está afectada por un conjunto de fallas normales que provocan importantes saltos. La recarga se produce exclusivamente por infiltración de las precipitaciones. La zona de descarga más importante se localiza en su borde meridional y está constituida por el manantial de Alós de Balaguer. Es posible que exista cierta continuidad hidráulica entre esta estructura y las escamas meridionales responsables de los afloramientos cretácicos del área de Baldomar–Alentorn para drenar hacia el río Boix. En este sector se dispone de observaciones piezométricas en el pozo de Baldomar con una cota media ligeramente inferior a la de la fuente de Alós.

Sector de las sierras de Montroig – Carbonera.

Estas serranías se ubican junto al frente meridional de la masa de agua, a cotas máximas entre 700 y 1.000 m.s.n.m. Albergan los niveles Jurásico – Cretácico y Paleoceno ubicados en la zona de confluencia de los ríos Segre y Noguera Pallaresa. Su yacente está constituido por las arcillas triásicas que afloran en sus límites O y S. El nivel de base de este sector está constituido por el Segre. La recarga incluye la infiltración de las precipitaciones y a partir de filtraciones del vaso del embalse de Camarasa.

Las escamas del frente meridional.

Como ya se ha indicado en epígrafes anteriores, todo el frente meridional de la masa de agua está constituido por escamas de pequeñas dimensiones y constituidas por una cobertera mesozoica muy delgada. En estas circunstancias es de presuponer un complejo sistema de flujos de

carácter local, más o menos desconectado. Sus recursos están muy condicionados a posibles transferencias locales de las estructuras ubicada al N, como el caso de algunas escamas localizadas al S del sinclinal de Os de Balaguer o los afloramientos cretácicos de Baldomar, posiblemente en relación hidráulica con el sector de San Mamet.

La recarga de los acuíferos se realiza fundamentalmente por infiltración de las precipitaciones sobre los afloramientos permeables. Existen evidencias de carstificación superficial sobre el sinclinal de Os de Balaguer y sobre la sierra de Millá que hacen suponer que localmente existan elevados coeficientes de infiltración. Sobre esta masa de agua hay 384 km² de afloramientos permeables distribuidos de manera desigual entre los diferentes acuíferos.

La reducción del espesor de la cobertera mesozoica hacia el S hace que la estructura interna se complique en esa dirección, con láminas más pequeñas y, por tanto, con áreas de recarga progresivamente menores. Por esta razón, las áreas más favorables para la recarga se emplazan en los sectores central y septentrional, merced a estructuras de dimensiones kilométricas. Así ocurre en las sierras de Millá, Blancafort y San Mamet (constituidas por amplios anticlinales), en las sierras de Montroig - Carbonera y en el sinclinal de Os de Balaguer.

La mayor parte de la descarga se realiza de manera difusa hacia los ríos que la atraviesan: Noguera Ribagorzana, Noguera Pallaresa, Segre y Boix. La descarga puntual más significativa es la fuente de Alós de Balaguer con un caudal promedio del orden 100 l/s. El manantial drena el acuífero Jurásico y Cretácico superior del domo de San Mamet y destaca su relativa regularidad en sus caudales. El resto de las descargas puntuales son de pequeña cuantía, generalmente inferiores a 20 l/s. Desde hace décadas son conocidas las pérdidas de agua que se producen en los embalses que regulan los Nogueras.

En algunos de ellos se han invertido importantes cantidades de dinero en impermeabilizaciones. El control durante los años 1989 y 1990 de los niveles piezométricos del pozo de Tartareu y del embalse de Canelles constató que las variaciones de los niveles del embalse se reproducían en un corto periodo de tiempo en el pozo (a una distancia de unos 7 Km), con una cota de agua por encima de la de aquel.

En el embalse de Camarasa se ha reconocido un trasvase hacia el Segre a través de las calizas del Jurásico que, en este sector, presentan una importante karstificación. Por tanto, la relación entre los embalses y los acuíferos puede ser variable en función del nivel de llenado de aquellos, e inducir en algunos casos a la recarga artificial o en otros, aun siendo efluentes, modifican el equilibrio hidrodinámico con los acuíferos circundantes al variar estacionalmente la cota de descarga regional.

En cuanto a la hidrodinámica de las aguas subterráneas de esta masa. Estas muestran una distribución compleja desde composiciones sencillas de tipo Ca-HCO₃ hacia facies mixtas con mayores contenidos en sulfatos y cloruros. Los valores de C.E. varían entre valores del orden de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta valores del orden de 1.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, asociados a las facies más sulfatadas y cloruradas.

Esta complejidad deriva de la presencia de varios niveles permeables con una impronta química propia. Como en otras áreas de las sierras marginales del prepirineo, los materiales triásicos tienen una importante representación tanto en superficie como en profundidad y son responsables en gran medida del contenido en sulfatos y cloruros de las aguas subterráneas a causa de un efecto de zócalo poco permeable que constituye el límite inferior de los flujos regionales. El pozo de Ager, está emboquillado sobre materiales del Luteciense y capta un acuífero profundo del sinclinal de Ager. A juzgar por su composición, en la que los sulfatos tienen un protagonismo casi absoluto, y

por su ubicación, este pozo parece tener relación con los materiales del Garum, cuyos tramos superiores están constituidos por calizas y yesos. El acuífero Cretácico está representado en el pozo de Tartareu y en la fuente de Alós, ambos con una composición química sencilla de tipo Ca-(Mg)-HCO₃.

En cuanto al estado general de esta masa hay que indicar que no existen apenas presiones significativas sobre la masa de agua. Se trata de una zona poco poblada con localidades que no alcanzan los 500 habitantes. El desarrollo de la zona, absorbido por la localidad de Balaguer, se encuentra limitado a la agricultura, (el 28 % de la superficie) donde dominan las labores de secano, mosaicos de cultivos y algunos frutales y a la ganadería donde destacan las granjas porcinas. El resto de la superficie de la masa de agua está ocupado por extensas masas arbóreas y matorrales. Tampoco se han reconocido impactos de afección sobre la cantidad o calidad de las aguas subterráneas. Por lo que esta masa de agua no se considera en riesgo.

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 rotopercusión 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 12 de Mayo de 2011 a las 9 horas y se termina el 17 de Mayo de 2010 a las 19:00 horas.

El día 11 de mayo llega la máquina de perforación al emplazamiento a las 18:50 y se procede a emplazarla en el punto previamente elegido que ha sido ya acondicionado.

Se retoman los trabajos el día 12 a las a las 9:00 h, con el inicio de la perforación del emboquille con un diámetro de 324 mm hasta una profundidad de 6 m. A continuación se procede al entubado del emboquille con tubería ciega enchapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm. Una vez colocada la tubería del emboquille, se continúa con la perforación en un diámetro de 224 mm por el interior de la tubería hasta que se alcanzan los 111 m, en este día cortándose una serie de calizas micríticas a bioclásticas.

El día 13 de mayo se retoman los trabajos de perforación, dando comienzo la jornada a las 8:30 horas, continuándose con la perforación del sondeo. Se detecta una fractura a los 110 m de profundidad que produce la pérdida de barrido, y que se recupera parcialmente hasta que se alcanza la profundidad de 123 m en la que se pierde y ya no se recupera más. Después de comer, se continúa perforando y al alcanzar lo 183 m de profundidad la perforación no se puede continuar. Se consulta con la dirección de obra y se decide cementar desde el m 180 hasta los 100 m aproximadamente para taponar las fracturas que producen las pérdidas de aire y poder así continuar con la perforación. Se extrae la maniobra y finaliza la jornada a las 8 h en espera de llegue el hormigón al día siguiente para cementar estos metros.

El día 14 de mayo se comienzan los trabajos a las 8:00 horas con el vertido en el sondeo de hormigón preparado en planta y trasladado en hormigonera, desde el metro 183 hasta los 78 m de profundidad. El volumen vertido es de 6 m³. Una vez realizada la cementación, se para la obra en espera del fraguado del hormigón.

El día 15 de mayo se inician los trabajos a las 8:30 h. procediéndose a introducir la maniobra para el reinicio de los trabajos de perforación. Tras perforar hasta el metro 99 y comprobar que el hormigón todavía está mojado y no ha fraguado lo suficiente, se decide parar de nuevo el sondeo hasta el día siguiente en espera del fraguado.

El día 16 de mayo se Comienza la jornada a las 8:30 horas, tras comprobar que la cementación ha fraguado se reinician los trabajos de perforación. Se perfora desde el metro 99 hasta los 183 m el tapón de hormigón y se comprueba que hay recuperación del barrido. Se continúa la perforación sin aportes de agua desde esta profundidad, hasta alcanzar los 255 a las 20 h. El material atravesado esta compuesto básicamente por calizas bioclásticas que presentan dureza, ya que el ritmo del avance de la perforación se ralentiza, perforándose 12 m a la hora, aproximadamente.

El día 17 de mayo comienza la jornada a las 8:30 horas, y se continúa con la perforación. A las 13:40 horas, aproximadamente, llevan perforados 312 m. Ha aparecido agua a unos 270 m de profundidad. A las 16:25 h, se alcanza la profundidad de 324 m. Se da por finalizada la jornada una vez alcanzada la profundidad de 358 metros y considerándose que se ha alcanzado el objetivo Hidrogeológico. *(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).

0-13 m	Calizas color beige bioclásticas con pequeño contenido de calizas rosadas a la base.
13-31 m	Calizas bioclásticas de color rosado.
31-37 m	Calizas color bioclásticas de color blanquecino.
37-40 m	Calizas bioclásticas de color gris.
40-43 m	Calizas bioclásticas de color rosado
43-49 m	Calizas bioclásticas de color gris.
49-59 m	Calizas bioclásticas de color beige
59-61 m	Calizas bioclásticas de color gris
61-73 m	Calizas bioclásticas marrones amarillentas
73-82 m	Calizas bioclásticas marrones amarillentas con intercalaciones de niveles más margosos
82-101 m	Calizas bioclásticas de marrones- beiges.
101-106 m	Calizas bioclásticas marrones-amarillentas con intercalaciones de niveles más margosos.
106-123 m	Calizas bioclásticas rosadas. algo recristalizadas con frecuentes restos de foraminíferos (miliólidos) y posibles fragmentos de rudistas
123-183 m	Perdida de Barrido
183-231 m	Calizas bioclásticas con miliólidos y lacazinas de colores anaranjados y rojizos, bastantes recristalizadas, con cantos redondeados de calcarenitas
231-242 m	Calizas bioclásticas de color claro (blanquecino) con foraminíferos
242-250 m	Calizas grises bioclásticas con menor proporción de fósiles y un mayor grado de recristalización, cristales de esparita. Se observan posibles restos de prealveolinas (cenomaniense).
250-255 m	Calizas bioclásticas con menor proporción de fósiles y un mayor grado de recristalización, cristales de esparita.
255-260 m	Calizas de color grisáceo, con algo menos de fósiles, recristalizadas. En los dos últimos metros, aparecen cantos de calizas marrones, similares a las infrayacentes

260-312 m	Calizas bioclásticas gris oscuro, sin apenas recristalización, con restos de peloides y bioclastos, en facies de wackestone a packstone.
312-324 m	Calizas bioclásticas de color marrón claro, algo rojizas presentan restos de calizas con. Peloides.
324-330 m	Calizas bioclásticas marrones rojizas mezcladas con calizas negras recristalizadas.
330-349 m	Calizas negras, bioclásticas y recristalizadas, ocasionalmente aparecen ripios con restos de Peloides. Podrían ser algo dolomíticas.
349-352 m	Calizas dolomíticas a marrones con ocasionales restos de calizas marrones con peloides, patinas rojizas y aspecto de dolomitizadas a recristalizadas.
352-358 m	Calizas dolomíticas de color negro a rojizos con posibles fantasmas de fósiles

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 al 30 corresponde a las calizas Campaniense-Maastrichtiense que dan paso a las facies Garum que pueden corresponder al tramo calcáreo inferior de Pocovi (1978), Entre el metro 30 y hasta el 124 se pueden interpretar como pertenecientes a las calizas de la Formación Calizas de les Serres de Souquet (1967) equivalentes a la Fm. Bona de Mey *et al.*, (1968) de edad Campaniense. Del metro 124 al 183 se pierde el barrido y no se puede identificar ninguna unidad. Por debajo del metro 183 y hasta el metro 245, las litofacies de calizas bioclásticas y arenosas atravesadas son típicas del Coniaciense-Santoniense inferior y han sido relacionados con Formación de Calizas de Adraent de Mey *et al.*, (1968). Desde el metro 245 al 260, se han cortado unas calizas bioclásticas que podrían corresponder a la secuencia Cenomaniese-Turoniense, que se presenta muy condesada en la sierra de Montsec. Desde el metro 260 hasta el final del sondeo se corta una serie carbonatada a dolomítica con intercalaciones de niveles de calizas micríticas o peloidales y bioclásticas que se

atribuye a la secuencia carbonatada de edad Jurásico, Lías perteneciente al intervalo Hettangiense-Sinemuriense que Meléndez y Pocoví, (1987) y Aurell y Meléndez (2004) han correlacionado con las Formaciones Cuevas Labradas y Cortes de Tajuña de la Cordillera Ibérica. *(El informe con la descripción detallada y la interpretación de la columna se encuentra en el Anejo N° 3).*

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 17 de Marzo de 2010 y la realiza la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, CGS, S.A., con medios propios y con el equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo Nissan Navara, 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 comienzan los trabajos del equipo de testificación a las 11:30 h y termina sobre las 14 horas 30 minutos.

De la observación de las diagráfias de Gamma natural se constata que los materiales atravesados están compuestos por calizas y/o dolomías con escasas margas.

La sonda baja hasta los 358 metros y el agua se corta a los 255,5 a 256 metros. De los datos, de la testificación, se desprende que la desviación es de 5,6 metros a los 350 metros, que corresponde a un 1,6 %, observándose, la mayor desviación 2º a los 116 metros.

En cuanto a los parámetros hidrogeológicos se observa como la conductividad presenta un primer tramo, de 256 metros a 284 metros, con un valor medio de 515 $\mu\text{S}/\text{cm}$; aumentando hasta el fondo de sondeo donde llega a alcanzar los 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se observa también que la temperatura es al

comienzo del sondeo 16º centígrados y que al igual que la conductividad, va aumentando paulatinamente hasta el final del sondeo donde alcanza un valor de 17,2º C.

Los aportes detectados por la geofísica se identifican entre 258 a 272 m., así como de 288 a 294 m., entre los 297 a 299 m, a partir de 302 m y hasta 303,5; desde 313,5 m. a 315 m. Detectándose también aportes más entre los metros 324 a 330, a partir de 334 a 341 metros y entre 347 a 348 metros. Los principales aportes de dan en la parte inicial, a partir de los 255 a 258 metros, entre los 288 a 294 y a partir de los 330, siendo también significativos a partir de los 347 o 350 metros. *(El informe detallado y las diagráfias realizadas se pueden encontrar en el Anejo Nº 4).*

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería de acero en tramos de 6 y 3 m. de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor y tubería metálica de la que se colocan 6 metros. Así como una segunda, que es la definitiva, en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 358 m: 313 m corresponden a tubería ciega y 45 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde se detecta el aporte de agua, (ver fig. 4).

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-265	180	4	Chapa de acero	Ciega
265-271	180	4	Chapa de acero	Filtro
271-274	180	4	Chapa de acero	Ciega
274-277	180	4	Chapa de acero	Filtro
277-289	180	4	Chapa de acero	Ciega
289-295	180	4	Chapa de acero	Filtro
295-298	180	4	Chapa de acero	Ciega
298-304	180	4	Chapa de acero	Filtro
304-310	180	4	Chapa de acero	Ciega
310-316	180	4	Chapa de acero	Filtro

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
316-328	180	4	Chapa de acero	Ciega
328-331	180	4	Chapa de acero	Filtro
331-334	180	4	Chapa de acero	Ciega
334-343	180	4	Chapa de acero	Filtro
343-346	180	4	Chapa de acero	Ciega
346-352	180	4	Chapa de acero	Filtro
352-358	180	4	Chapa de acero	Ciega

Tabla 2. Entubación realizada.

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone colgada un metro respecto al fondo del sondeo.

Durante los trabajos de perforación se ha realizado una cementación para consolidar el sondeo y evitar derrumbes desde el metro 78 a 183, reperforándose luego por el interior del sondeo.

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

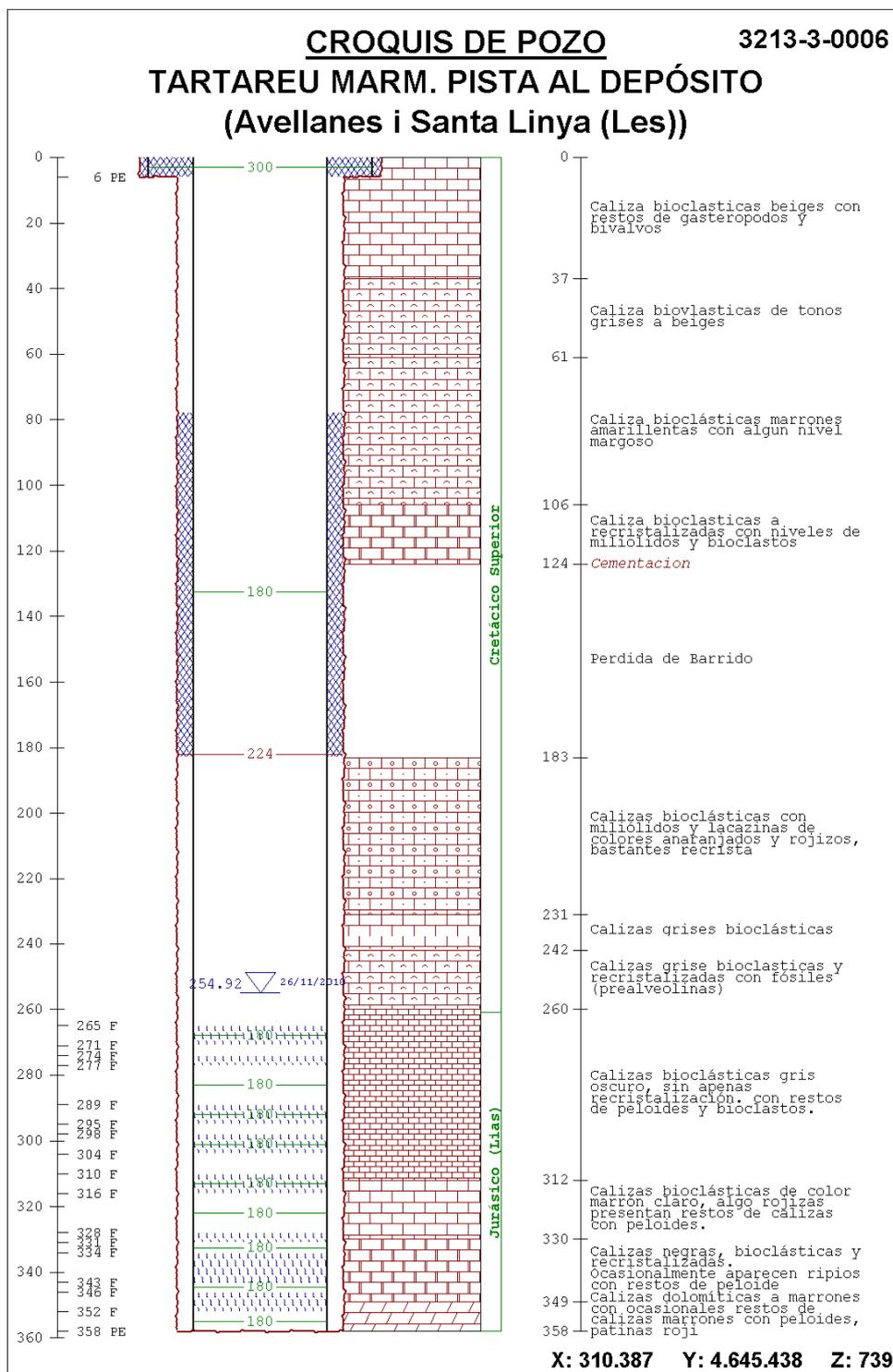


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por las Calizas dolomíticas, micríticas y bioclásticas del Jurásico.

El agua se ha cortado claramente entorno a los 270 metros observan como se van haciéndose mayores los aportes conforme avanza la perforación incrementándose hasta unos 2 l/sg, según la estimación del sondista.

La testificación geofísica pone de manifiesto la existencia de aportes entre 258 a 272 m., así como de 288 a 294 m., entre los 297 a 299 m, a partir de 302 m y hasta 303,5; desde 313,5 m. a 315 m. Detectándose también aportes más entre los metros 324 a 330, a partir de 334 a 341 metros y entre 347 a 348 metros. Los principales aportes de dan en la parte inicial, a partir de los 255 a 258 metros, entre los 288 a 294 y a partir de los 330, siendo también significativos a partir de los 347 o 350 metros.

Fecha	Nivel (metros)
26/11/2010	254.92
22/10/2010	247.74
29/09/2010	253.89
26/08/2010	251.49
17/07/2010	241.22

Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 16 y 17 de Agosto 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 con una potencia de 50 CV situada a 346 m de profundidad.

Se posiciona la bomba a 346 m y se mide el nivel a 244,33 metros. El ensayo da comienzo a las 20:30 h, momento en el que se inicia el primer escalón que acaba a las 22:30 h, con duración de 120 minutos y un caudal de 3 l/s. durante el mismo se observa como el nivel descienden hasta los 273,90 metros, descendiendo lentamente a partir del minuto 100. De este modo el descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 29,57 m. Durante el mismo no se ha observado que aclarada el agua del mismo. Se decide probar doblando el caudal a los 6 l/s, que es un caudal mayor que el que se extrae en el pozo de abastecimiento que oscila entre 4 a 5 l/s.

Este escalón da comienzo a las 22:40 h, y tiene una duración de 60 minutos, durante los cuales se observa un descenso de 55,28 m, encontrándose el nivel a 329,18 m, al final del escalón. Observándose un descenso muy acusado y sin que se halla estabilizado el nivel en ningún momento. Por lo que se decide parar tomar recuperación e iniciar el ensayo escalonado con un caudal similar al del pozo de abastecimiento. Por lo que a las 23:40 h se inicia la recuperación con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende rápidamente hasta la cota de 246,02 m.

El escalón continuo comienza, con un caudal de 4 l/s, a las 00:30 h del 17 de agosto y acaba a las 18:30 h, teniendo una duración de 1.080 minutos. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 54,05 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 246,02 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 300,07 m. Al principio el agua sale turbia, pero conforme va avanzado el ensayo se observa que ésta va aclarando.

Después de dar por finalizado el bombeo, a las 18:30 h comienza la recuperación con una duración de 90 minutos, durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 252,80 m de profundidad.

Durante el ensayo de bombeo se ha medido el nivel en el piezómetro que se va a sustituir, situado en el punto de coordenadas X: 310.405, Y: 4.645.337 y Z: 729. En este punto se midió un nivel inicial de 239,76 y se observó que desciende hasta 239,89 metros durante el transcurso del ensayo de bombeo con un descenso total de 0,13 m. Estando influenciado en las dos últimas medidas por la acción del pozo de bombeo. Influencia que no se ha notado en el sondeo. En el pozo de abastecimiento, cercano al antiguo piezómetro, el marcador digital del nivel indicaba un nivel piezométrico de 240,07 metros observando un descenso de 0,5 cm hasta 240,02 durante todo el ensayo de bombeo, descenso que se sitúa en el rango de error del medidor digital.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	3	120	244,33	273,90	29,57
Escalón 2	6	60	273,90	329,18	55,28
Recuperación 1	0	60	329,18	246,02	83,16(ascenso)
Escalón 3	4	1.070	246,02	300,07	54,05
Recuperación 2	0	90	300,07	252,80	47,27(ascenso)

Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.

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

- Escalón 1 (Q= 3 l/s)
 - Final del Escalón 1:
CE= 564 μ S/cm
 T^a = 17,5 °C
pH= 7,30.

- Escalón 2 (Q= 6 l/s)
 - Final del Escalón 2:
CE= 561 μ S/cm
 T^a = 20,7 °C
pH= 7,06.

- Escalón 3 (Q= 4 l/s, larga duración)
 - Medio del Escalón 3:
CE= 575 μ S/cm
 T^a = 20,4 °C
pH= 7,11.

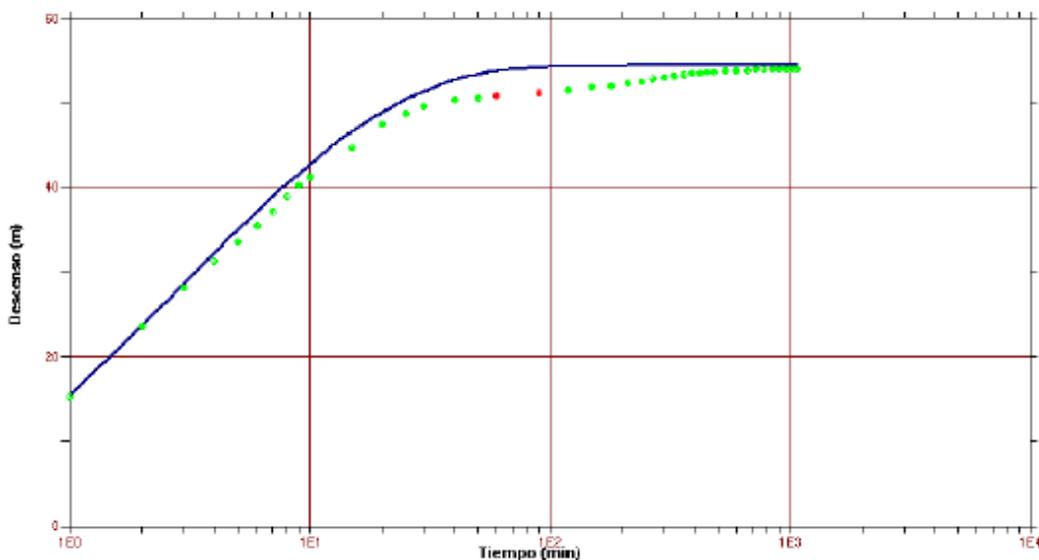
CE= 570 μ S/cm
 T^a = 22,2 °C
pH= 7,03.

CE= 578 μ S/cm
 T^a = 22,1 °C
pH= 7,02.

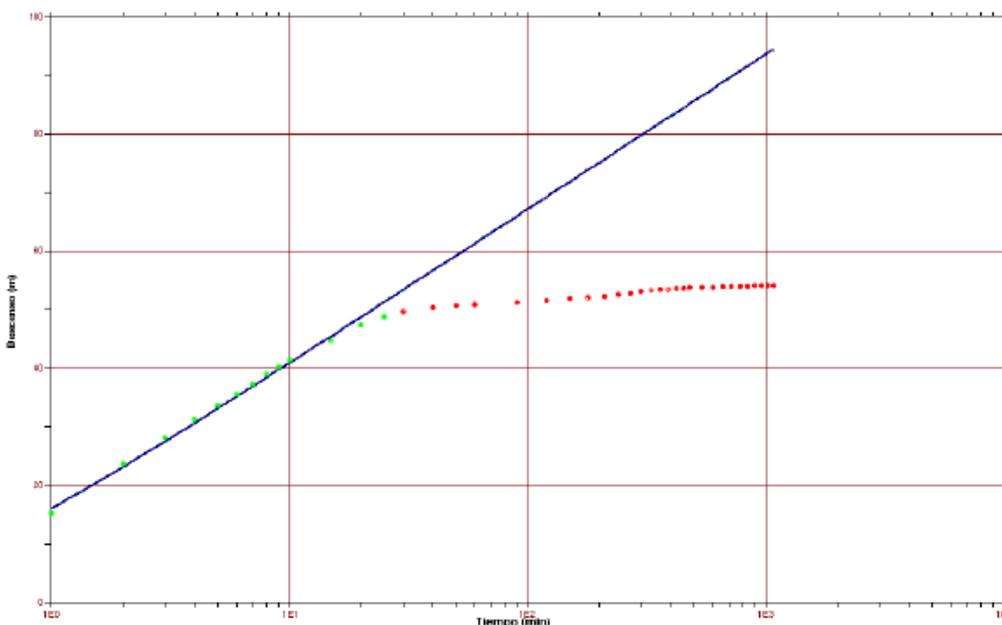
CE= 582 μ S/cm
 T^a = 22,2 °C
pH= 6,94.
 - Final del Escalón 3:
CE= 583 μ S/cm
 T^a = 22,1 °C
pH= 6,95.

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 semiconfinado, con un comportamiento inicial de tipo confinado por lo que se ha interpretado con la ecuación de Hantusch y con la ecuación de Theis. Se ha interpretado también los descensos en el piezómetro para obtener el parámetro S de coeficiente de almacenamiento. Estos resultados se han comprobado también con la simplificación de la ecuación de Theis por Cooper-Jacob, y la interpretación de la recuperación por Theis. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

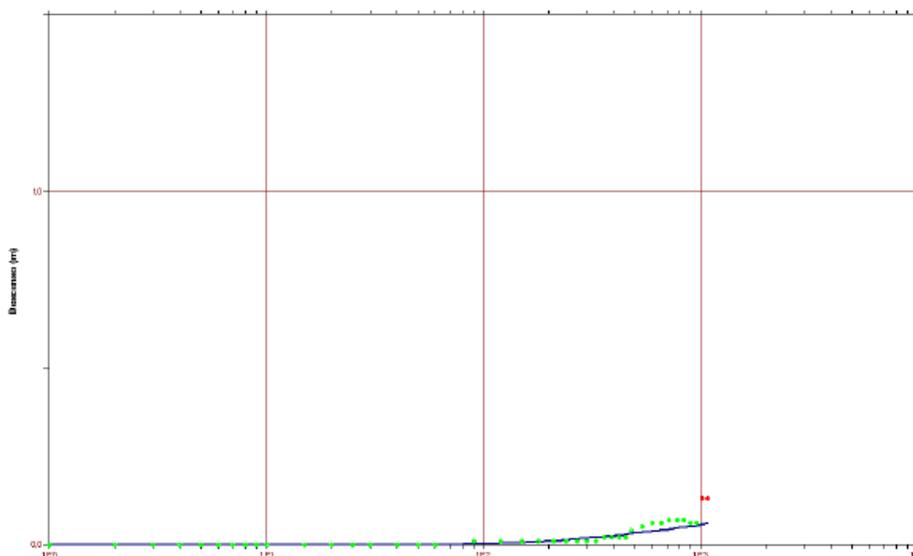
Con el **Pibe 2.0** y aplicando la **ecuación de Hantusch** se obtienen unos valores de Transmisividad de **1,837 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,3552 y una relación r/B: 0,18695. Con el siguiente Grafico de evolución. Observándose que existen unas ligeras perdidas de carga producidas por oscilaciones de la bomba, debida a la gran profundidad a la que se ha situado.



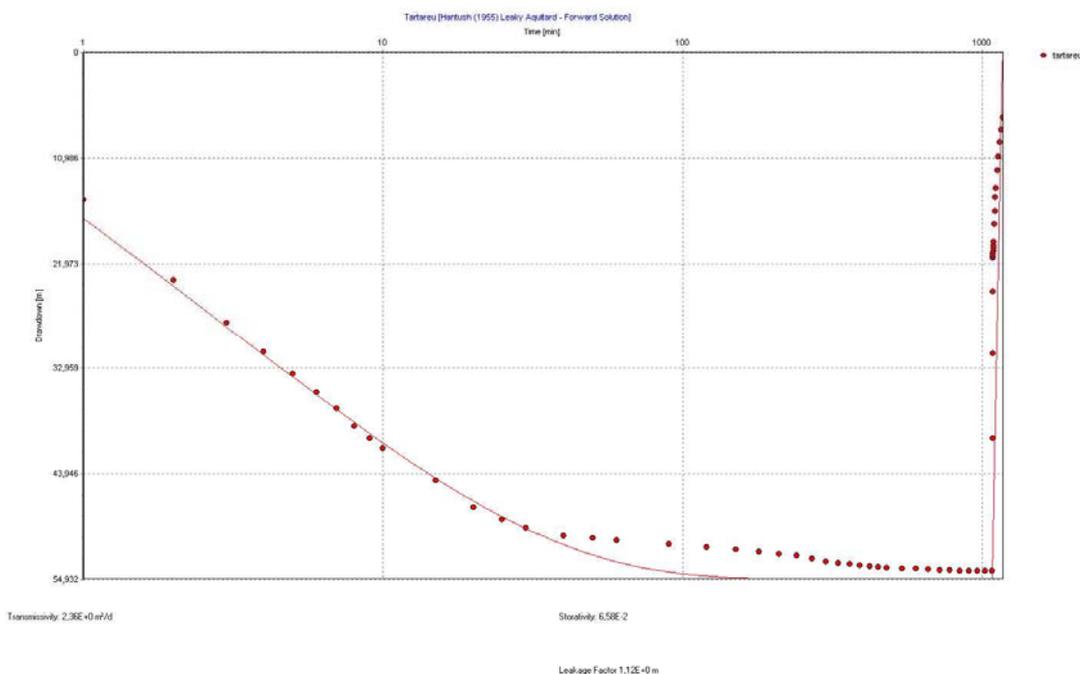
Con el **Pibe 2.0** y aplicando la ecuación de Theis se obtienen unos valores de Transmisividad de **2,396 m²/día**, un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,3285. Con el siguiente Grafico de evolución, para realizar el ajuste se han eliminado los últimos datos que indican una evolución del acuífero hacia semiconfinado.



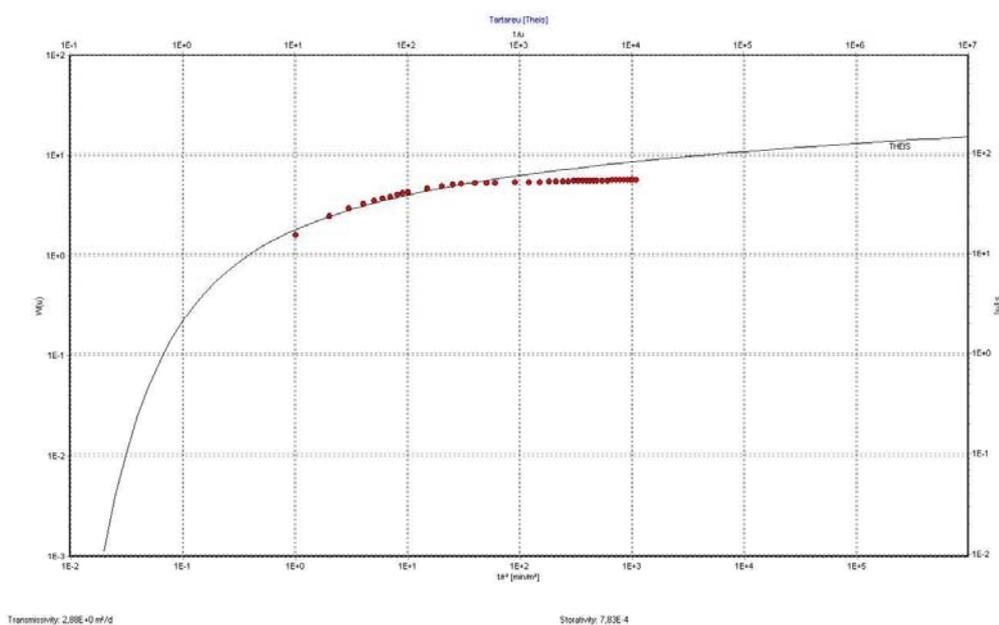
Se ha interpretado los datos observados en el piezómetro, empleado la ecuación de Hantusch, obteniéndose que la transmisividad **T: 605,7 m²/día** y el coeficiente de almacenamiento **S: 0,03194** con una $r/B: 18,053 \times 10^{-7}$ y la siguiente gráfica.



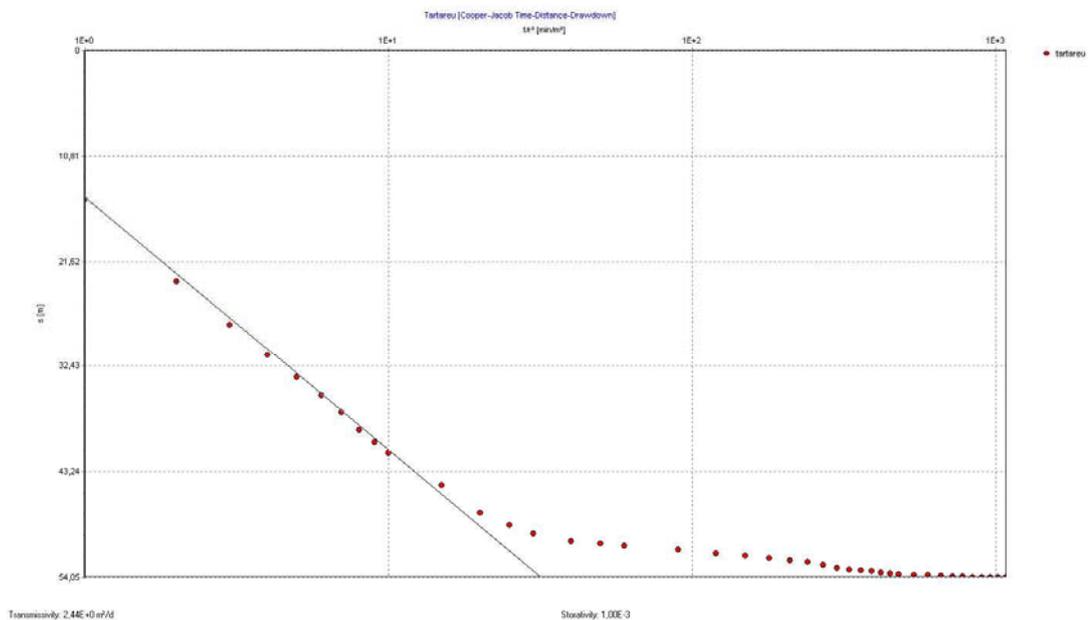
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, usando la ecuación de Hantusch, se obtiene una transmisividad de **T: 2,36 m²/día** y r/B: 0,112 Cuya grafica es la siguiente.



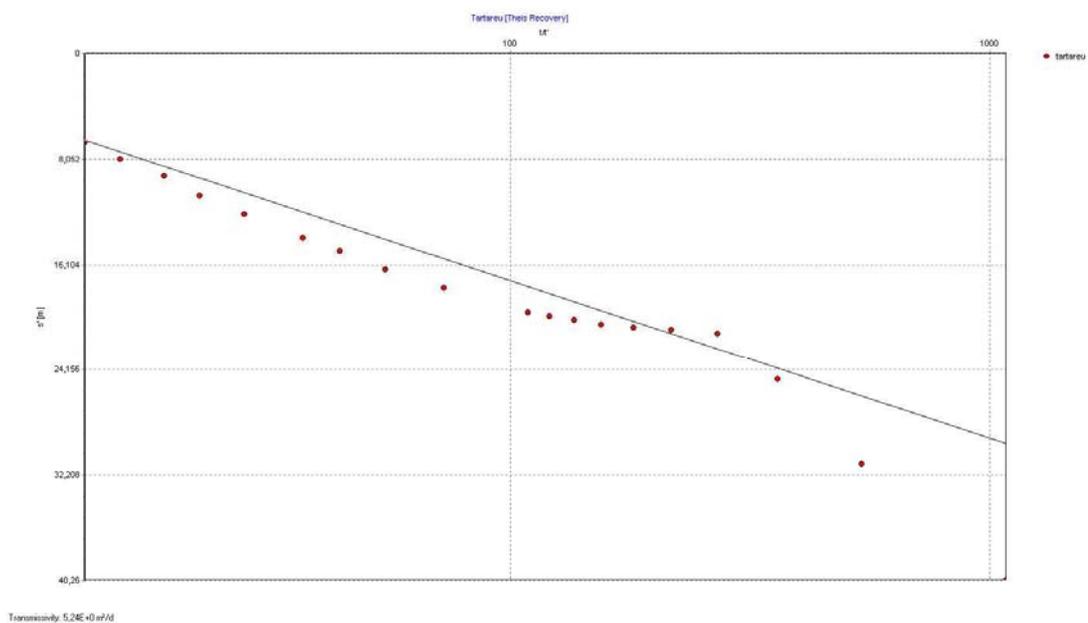
Con el **Aquifer-Test v.3.5** los valores obtenidos para el ensayo continuo, usando la ecuación de Theis, se obtiene una transmisividad de **T: 2,88 m²/día**. Cuya grafica es la siguiente.



Usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 2,44 m²/día**.



Se ha interpretado la recuperación del ensayo continuo por el método de Theis, obteniéndose un valor de Transmisividad de **T: 5,24 m²/día**.



Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	246,02		4
1	261,34	15,32	4
2	269,70	23,68	4
3	274,20	28,18	4
4	277,31	31,29	4
5	279,61	33,59	4
6	281,50	35,48	4
7	283,20	37,18	4
8	285,00	38,98	4
9	286,25	40,23	4
10	287,33	41,31	4
15	290,67	44,65	4
20	293,46	47,44	4
25	294,74	48,72	4
30	295,61	49,59	4
40	296,40	50,38	4
50	296,65	50,63	4
60	296,87	50,85	4
90	297,25	51,23	4
120	297,60	51,58	4
150	297,88	51,86	4
180	298,12	52,10	4
210	298,33	52,31	4
240	298,51	52,49	4
270	298,82	52,80	4
300	299,11	53,09	4
330	299,26	53,24	4
360	299,37	53,35	4
390	299,48	53,46	4
420	299,59	53,57	4
450	299,67	53,65	4
480	299,75	53,73	4
540	299,81	53,79	4
600	299,85	53,83	4
660	299,91	53,89	4
720	299,96	53,94	4
780	300,02	54,00	4
840	300,05	54,03	4
900	300,07	54,05	4
960	300,07	54,05	4
1020	300,07	54,05	4

Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
1080	300,07	54,05	4

Tabla 5. 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* situado en el municipio de *Tartareu (Lleida)*, 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 18 de mayo y 17 de agosto de 2010, respectivamente. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.042.001-Tartareu (muestra 1 final de la limpieza) (19/05/2010)	Sondeo 090.042.001-Tartareu (muestra 2 final del aforo) (17/05/2011)
Temperatura (°C)	n/d	22,1
Conductividad (µS/cm)	556	583
pH	n/d	6,95

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

DETERMINACIÓN	Sondeo Tartareu (muestra 1 final de la limpieza) (18/05/2010)	Sondeo Tartareu (muestra 2 final del aforo) (17/08/2010)
AMONIO (mg/l)	0,04	0,37
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	6,87	6,59
BICARBONATOS (mg/l)	361,61	399,75
BORO (mg/l)	<0,05	0,08
CALCIO (mg/l)	110,83	120,27
CARBONATOS (mg/l)	<5	0,00
CLORUROS (mg/l)	<5	3,58
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	531	557
FOSFATOS (mg/l)	0,21	0,30
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<0,05	0,14
MAGNESIO (mg/l)	6,00	11,24
MANGANESO (mg/l)	<0,02	0,03
NITRATOS (mg/l)	2,19	2,41

DETERMINACIÓN	Sondeo Tartareu (muestra 1 final de la limpieza) (18/05/2010)	Sondeo Tartareu (muestra 2 final del aforo) (17/08/2010)
NITRITOS (mg/l)	0,13	0,03
pH (ud pH)	7,14	6,96
POTASIO (mg/l)	0,69	0,56
SODIO (mg/l)	2,57	1,70
SULFATOS (mg/l)	21,41	16,84
Dureza (mg/l CaCO ₃)	302	348
Facies hidroquímica	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada cálcica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera un agua MODERADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido bajo en el resto de los constituyentes, como también se observa en los diagramas de Stiff. Esta composición química del agua es característica del acuífero carbonatado jurásico sin influencia de materiales más solubles.

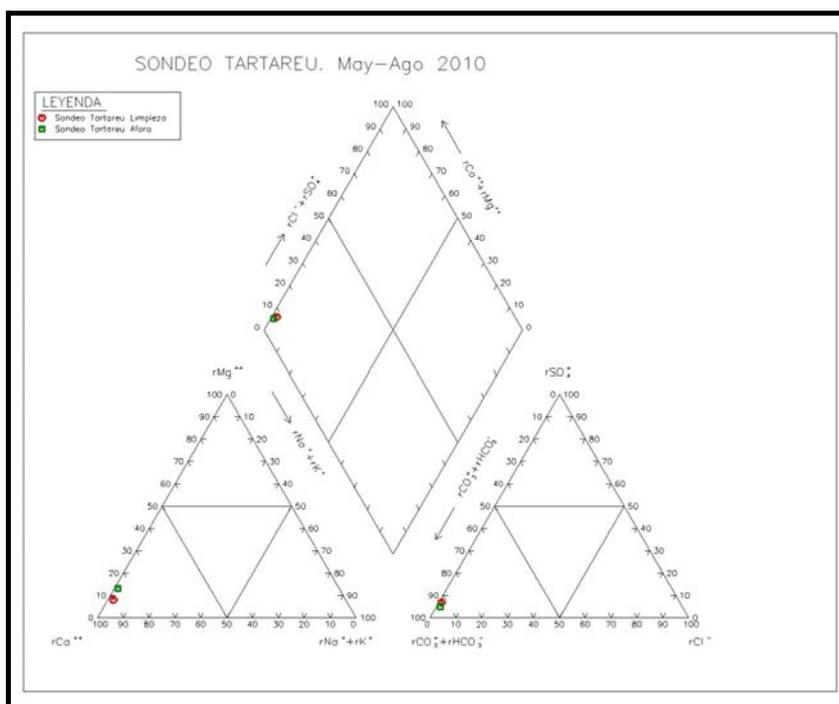


Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.042.001 Tartareu.

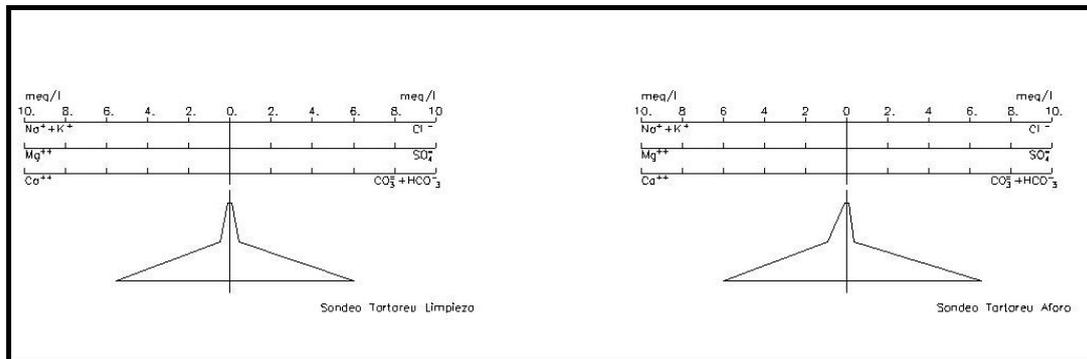


Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.042.001 Tartareu.

No existen diferencias significativas entre la composición del agua después de la limpieza y del aforo, sin embargo, al finalizar el aforo, tras un mayor tiempo de bombeo, aumenta ligeramente la conductividad y el contenido en bicarbonato, calcio y magnesio (por tanto la dureza), mientras que disminuye en sulfatos y sodio.

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 R.D. 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, porque el contenido en todos ellos no supera los límites fijados en el RD 140/2003.

Ninguno de los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* son un problema para la calidad de estas aguas, ya que están presentes en un contenido bajo: *nitratos* (2,19 y 2,41 mg/l), por tanto muy inferior al límite para consumo y a la norma de calidad que establece el RD 1514/2009, *nitritos* (0,13 y 0,03 mg/l) y *amonio* (0,04 y 0,37 mg/l). Aumenta el contenido en amonio después del aforo, aunque se mantiene por debajo de los límites permitidos para consumo.

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Avellanes-Santa Linya en la localidad de Tartareu con objeto sustituir el piezómetro donde se realizaban las medidas y que se encontraba obstruido a partir de una profundidad que impedía la medida si el nivel descendía por debajo de la misma.

Con este piezómetro se pretende la caracterización del acuífero jurásico de la masa de agua subterránea Sierras marginales catalanas (042) y determinar la calidad química de las aguas subterráneas. Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua.

El sondeo se ha realizado por el método de Rotopercusión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 358 m.

El acuífero atravesado está constituido por las calizas micríticas a veces bioclásticas y dolomitizadas del Jurásico, cortándose el agua a los 255 a 260 metros de profundidad.

El día 26 de Noviembre de 2010 el nivel estático se situaba en los 254,9 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo e inyección dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 5,24 y 1,867 m²/día, obtenidos en el pozo de bombeo. De los datos obtenidos en el piezómetro se obtienen unos valores de transmisividad de T: 605,7 m²/día y un coeficiente de almacenamiento S: 0,03194.

El agua extraída tras la limpieza del sondeo y el bombeo para el aforo es de MINERALIZACIÓN MEDIA, se considera un agua MODERADAMENTE DURA y se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA, con un contenido bajo en el resto de los constituyentes. Esta composición química del agua es característica del acuífero carbonatado jurásico sin influencia de materiales más solubles.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, son aguas aptas para el consumo, porque el contenido en todos ellos no supera los límites fijados en el RD 140/2003.

Ninguno de los indicadores de contaminación *nitratos*, *nitritos* y *amonio* son un problema para la calidad de estas aguas, ya que están presentes en un contenido bajo: *nitratos* (2,19 y 2,41 mg/l), por tanto muy inferior al límite para consumo y a la norma de calidad que establece el RD 1514/2009, *nitritos* (0,13 y 0,03 mg/l) y *amonio* (0,04 y 0,37 mg/l). Aumenta el contenido en amonio después del aforo, aunque se mantiene por debajo de los límites permitidos para consumo. *(Las fichas detalladas, de este piezómetro, se encuentran reflejadas en el Anejo Nº 7).*

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS



AJUNTAMENT DE LES AVELLANES I SANTA LINYA

25612 LES AVELLANES
La Noguera - Lleida



De conformidad con su solicitud de disponibilidad de terrenos para la construcción y conservación de piezómetro, registrado en fecha 5 de julio de 2007, número de entrada 377 del Registro General de este Ayuntamiento, se hace constar que por Decreto de Alcaldía de fecha 23 de julio de 2007, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

Primero: La ocupación de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 150 m²; necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Avellanes i Santa Linya, en el punto de coordenadas UTM aproximadas: X: 310390, Y: 4645455 (polígono 2, parcela 13), en la pista que sale del pueblo hacia el depósito.

Segundo: La ocupación durante un período de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.

Tercero: El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

Cuarto: Este Ayuntamiento podrá utilizar para cualquier caso que considere necesario la sonda utilizada para hacer el nuevo pozo.

Quinto: Que los estudios y resultados obtenidos se ponga a disposición de este Ayuntamiento para poder utilizarlos y tenerlos en cuenta para la construcción de un nuevo pozo proyectado.

En Les Avellanes i Santa Linya, a 6 de agosto de 2007

La Alcaldesa

Sra. M. Carme Garrofé Amoros



Doy Fe
El Secretario Acctal

Ramon Canal Mogues

**SR. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓ HIDROLÓGICA DE LA
CONFEDERACIÓ HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

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

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

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO TARTAREU (090.062.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 310.390 Y: 4.645.432 Z: 739 (m s.n.m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 6 m	324 mm
		255 m	220 mm
Entubación	Ciega	6 m	300 x 5 mm
		313 m	180 x 4 mm
	Filtro Puenteillo	45 m	180 x 4 mm
Limpieza		6,5 horas	

Se realizó una visita previa al emplazamiento del sondeo en compañía de la Asistencia técnica (Consulnima). Este sondeo es en la pista que sube desde el sondeo hacia el depósito, justo a unos 150 metros por encima de éste.



Imagen 1. Ubicación del sondeo durante la visita previa.

11/05/2010

EMPLAZAMIENTO

La llegada de la máquina de perforación al emplazamiento se produce a las 18:50 horas aproximadamente, es colocada en el punto a sondear, que previamente ha sido acondicionado mediante el empleo de una retroexcavadora.

Este acondicionamiento se ha llevado a cabo el 10 de mayo, y ha tenido una duración de 3 horas.

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 2. Emplazamiento del sondeo, una vez acondicionada la parcela.

12/05/2010

PERFORACIÓN

La jornada da comienzo a las 9:00 h, con el inicio de la perforación del emboquille con un diámetro de 324 mm hasta una profundidad de 6 m.

A continuación se procede al entubado del emboquille con tubería ciega en chapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm.

Una vez colocada la tubería del emboquille, se continúa con la perforación en un diámetro de 220 mm por el interior de la tubería hasta que se alcanzan los 111 m de perforación al finalizar la jornada.

13/05/2010

PERFORACIÓN

La jornada da comienzo a las 8:30 horas, continuándose con la perforación del sondeo.

A continuación se resumen los materiales encontrados durante la ejecución del sondeo:

- 0 – 13 m: Calizas color beiges bioclásticas con pequeño contenido de calizas rosadas a la base.
- 14 – 30 m: Calizas bioclásticas de color rosado.
- 31 – 36 m: Calizas color bioclásticas de color blanquecino.
- 37 – 39 m: Calizas bioclásticas de color gris.
- 40 – 42 m: Calizas bioclásticas de color rosado.
- 43 – 48 m: Calizas bioclásticas de color gris.
- 49 – 57m: Calizas bioclásticas de color beige.
- 58 – 60: Calizas bioclásticas de color gris
- 61 – 72 m: Calizas bioclásticas marrones amarillentas.
- 73 – 81m: Calizas bioclásticas marrones amarillentas con intercalaciones de niveles más margosos.
- 82 – 100: Calizas bioclásticas de marrones- beiges.
- 101-105 m: Calizas bioclásticas marrones-amarillentas con intercalaciones de niveles más margosos.
- 106 – 123m: Calizas bioclásticas rosadas.
- 123 – 183: Pérdida de barrido.



Imagen 3. Muestras obtenidas durante la perforación (0 – 123 m).

Se detecta una fractura a los 110 m de profundidad que produce la pérdida de barrido, y que se recupera parcialmente hasta que se alcanza la profundidad de 123 m en la que se pierde y ya no se recupera más.

Después de comer, se continúa perforando y al alcanzar lo 183 m de profundidad la perforación no se puede continuar. Se consulta con la dirección de obra y se decide cementar desde el m 180 hasta los 100 m aproximadamente para taponar las fracturas que producen las pérdidas de aire y poder así continuar con la perforación.

Se extrae la maniobra y finaliza la jornada a las 8 h en espera de llegue el hormigón al día siguiente para cementar estos metros.

14/05/2010

PERFORACIÓN

La jornada da comienzo a las 8:00 horas con el vertido en el sondeo de hormigón preparado en planta y trasladado en hormigonera, desde el metro 183 hasta los 78 m de profundidad. El volumen vertido es de 6 m³.



Imágenes 4 y 5. Detalles de la fase de hormigonado del sondeo (hormigonera y boca del sondeo tras su realización).

Una vez realizada la cementación, se para la obra en espera del fraguado del hormigón 8:30 h.

15/05/2010

PERFORACIÓN

Comienza la jornada a las 8:30 con la introducción de la maniobra para el reinicio de los trabajos de perforación.



Imagen 6. Introducción de maniobra.

Tras perforar hasta el metro 99 y comprobar que el hormigón todavía está mojado y no ha fraguado lo suficiente, se decide parar de nuevo el sondeo hasta el día siguiente en espera del fraguado.



Imagen 7. Salida del hormigón por la pipa.

16/05/2010

PERFORACIÓN

Comienza la jornada a las 8:30 horas, tras comprobar que la cementación se ha solidificado se reinician los trabajos de perforación. Se perfora desde el metro 99 hasta los 183 m el tapón de hormigón y se comprueba que hay recuperación del barrido.



Imagen 8. Perforación del sondeo.

Se continúa la perforación sin aportes de agua desde esta profundidad, hasta alcanzar los 255 a las 20 h.



Imagen 9. Detalle de la salida del detritus.

El material atravesado está compuesto básicamente por calizas bioclásticas que presentan dureza, ya que el ritmo del avance de la perforación se ralentiza, perforándose 12 m a la hora, aproximadamente.



Imagen 10. Muestras extraídas durante la perforación (0-255 m).

17/05/2010

PERFORACIÓN

Comienza la jornada a las 8:30 horas, y se continúa con la perforación. A las 13:40 horas, aproximadamente, llevan perforados 312 m. Ha aparecido agua a unos 270 m de profundidad. A las 16:25 h, se alcanza la profundidad de 324 m.

Se da por finalizada la jornada una vez alcanzada la profundidad final del sondeo, siendo ésta de 358 m.

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

- 184 – 231 m: Calizas bioclásticas de colores anaranjados y rojizos, bastantes recristalizadas, con cantos redondeados de calcarenitas.
- 232 – 242 m: Calizas ioclásticas de color claro (blanquecino) con foraminíferos.
- 243 – 250 m: Calizas bioclásticas con menor proporción de fósiles y un mayor grado de recristalización, cristales de esparita.
- 251 – 255 m: Calizas de color grisáceo, con algo menos de fósiles, recristalizadas. En los dos últimos metros, aparecen cantos de calizas marrones, similares a las infrayacentes.
- 256 – 260 m: Calizas bioclásticas de color marrón, algo menos cristalizadas.
- 261 – 312 m: Calizas bioclásticas gris oscuro, sin apenas recristalización.
- 313 - 324 m: Calizas bioclásticas de color marrón claro, algo rojizas. Peloides.
- 325 – 330 m: Calizas bioclásticas marrones rojizas mezcladas con calizas negras recristalizadas.

- 330 – 349 m: Calizas negras, bioclásticas y recristalizadas. Peloides. Podrían se algo dolomíticas.
- 349 – 352 m: Calizas marrones, con peloides, parecidas a las suprayacentes.
- 353 – 358 m: Calizas negras recristalizadas.



Imagen 11. Muestras extraídas durante la perforación (0-358 m).

18/05/2010

TESTIFICACIÓN Y ENTUBACIÓN

Se produce la llegada del equipo de testificación a las 11:30 h, compuesto por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo Nissan Navara, cuyo operador es José Luengo, que en esta ocasión es acompañado por Rafael Goicoechea. Se comienza con la testificación del sondeo una vez que se han extraído la totalidad de las varillas.

En primer lugar se introduce la sonda de desviación, y continuación se introduce la sonda hidrogeológica.

A partir de la testificación se ha podido observar:

- El nivel de agua se encuentra a 255,50 m.
- Las zonas de mayor aporte son aquellas en las que se han detectado las fracturas principales: 255-257 m, 273-278 m, 300-303 m y 350 m.

- Entre 278 y 282 m, se observa una zona de baja resistividad.



Imágenes 12 y 13. Realización de la testificación geofísica.

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

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
358 - 352	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
352 - 346	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
346 - 343	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
343 - 334	180 x 4	9 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
334 - 331	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
331 - 328	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
328 - 316	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
316 - 310	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
310 - 304	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
304 - 298	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
298- 295	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
295 - 289	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
289- 277	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
277 - 274	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
274 - 271	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
271 - 265	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
265 - 0	180 x 4	265 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 265 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 313 m corresponden a tubería ciega y 45 m corresponden a filtro puentecillo.

La entubación comienza a las 15:30 h, siguiendo el diseño propuesto. Al finalizar la jornada, aún quedan más de 100 metros por entubar.

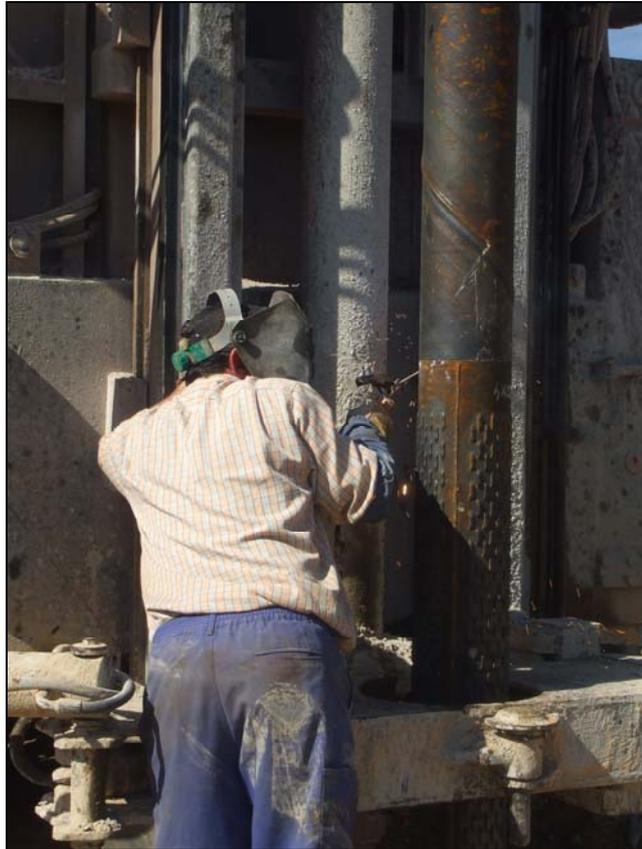


Imagen 14. Soldadura de las tuberías durante la entubación.

19/05/2010

ENTUBACIÓN, LIMPIEZA Y CIERRE DEL SONDEO

Se continúa con los trabajos de entubación del sondeo, hasta las 12 de la mañana, y a continuación se introduce el varillaje para llevar a cabo la fase de limpieza.

La limpieza tiene una duración total de 6,50 horas. Al final de la misma se ha medido la conductividad, obteniendo un valor de 614 $\mu\text{S}/\text{cm}$. También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.

Después, una vez sacado el varillaje de limpieza, se lleva a cabo la cementación del sondeo, desde la profundidad de 6 a 1 m, es decir el emboquille, y se coloca una tapa de acero en la parte superior de la tubería del sondeo con un orificio.

Esther Torresquebrada Aguirre
Elena Malo Moreno

Hidrogeólogas.

ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO



INFORME GEOLÓGICO

PIEZÓMETRO P-090.042.001

TARTAREU-SANTA LINYA (LERIDA)

OCTUBRE 2011

Tubkal



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

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

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 3 metros de media (cada media varilla de perforación). Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 352 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. Esta tubería se apoyo sobre el fondo del sondeo.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 265 m tubería ciega. De 256 m a 271 m filtro de puentecillo. De 271 m a 274 m tubería ciega. De 274 m a 277 m filtro de puentecillo. De 277 m a 289 m tubería ciega. De 289 m a 295 m filtro de puentecillo. De 295 m a 298 m tubería ciega. De 298 m a 304 m filtro de puentecillo. De 304 m a 310 m tubería ciega. De 310 m a 316 m filtro de puentecillo. De 316 m a 328 m tubería ciega. De 328 m a 331 m filtro de puentecillo. De 331 m a 334 m tubería ciega. De 334 m a 343 m filtro de puentecillo. De 343 m a 346 m tubería ciega. De 346 m a 352 m filtro de puentecillo. De 352 m a 358 m tubería ciega.

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



Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagráfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se ubica en la localidad de Tartareu en el municipio de Avellanes y Santa Linya en la parcela 9 del polígono 13 de titularidad Municipal (fig. 1).

Para acceder al sondeo desde la localidad de Tartareu, hay que tomar el cruce la pista que lleva al pozo de abastecimiento. Esta se toma una vez atravesado el pueblo de Tartareu y antes de llegar a un depósito de agua, en un desvío a la derecha del mismo. El punto donde se ha emplazado el sondeo se encuentra a unos 150 metros pasado el depósito de agua y los sondeos de abastecimiento en un ensanche del camino situado a la derecha y a con unos 9 metros de diferencia de cota sobre el sondeo de abastecimiento y el piezómetro que se va a sustituir.

Las coordenadas exactas del punto son (UTM Huso 31 ED50): X: 310387 Y: 4645438 y Z: 739 m.s.n.m. (Fig.1).

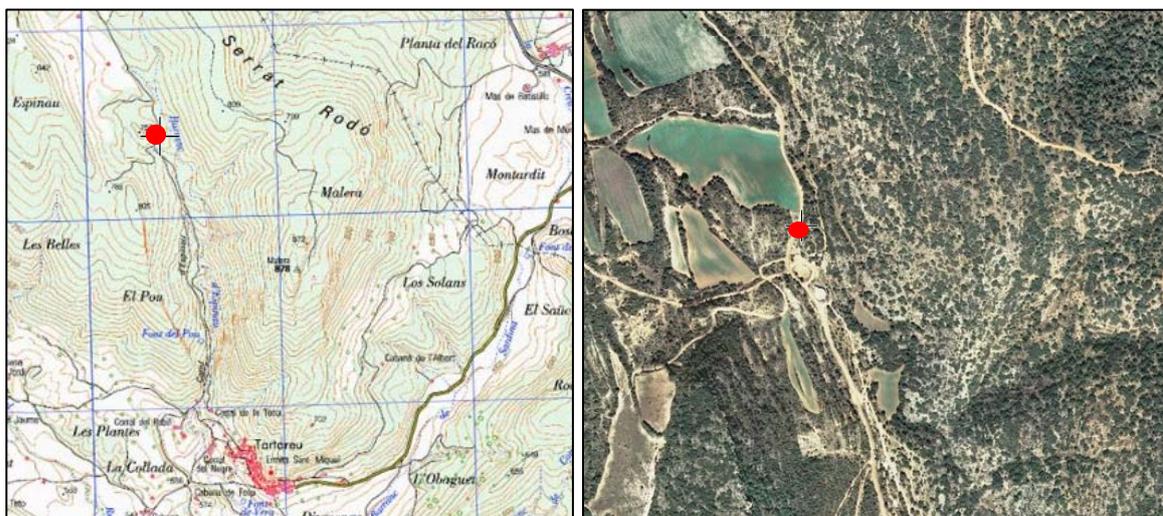


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.



SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se aprecia en la cartografía MAGNA de la Hoja 324 Os de Balaguer que se puede observar en la Fig.2. El sondeo se sitúa por de bajo de los materiales de lutitas y areniscas, pertenecientes a las Facies Garum de edad Maastrichtiense-Paleoceno, y a la base de las calizas micríticas con intraclastos de edad Campaniense-Maastrichtiense que se identifica como unidad 9 en la cartografía y sobre las calizas del cretácico superior identificadas como unidad 8. El sondeo se ubica en el flanco S de la estructura anticlinal de Canelles que va desde las proximidades de la localidad de Tartareu a lo largo de la Serrat del Rodo hasta el embalse de Canelles y en cuyo núcleo afloran los materiales del Cretácico superior y Jurásico. Este flanco presenta una dirección NNW-SSE, con buzamientos que oscilan entre 30 a 50 °. Estando erosionado por el terciario y presentando varias fallas de orientación NNE-SSO que lo compartimenta. En las proximidades de Tartareu afloran los materiales del Trías (Keuper y Muschelkalk) de la estructura diapírica de Les Avellanes que deforman esta estructura.

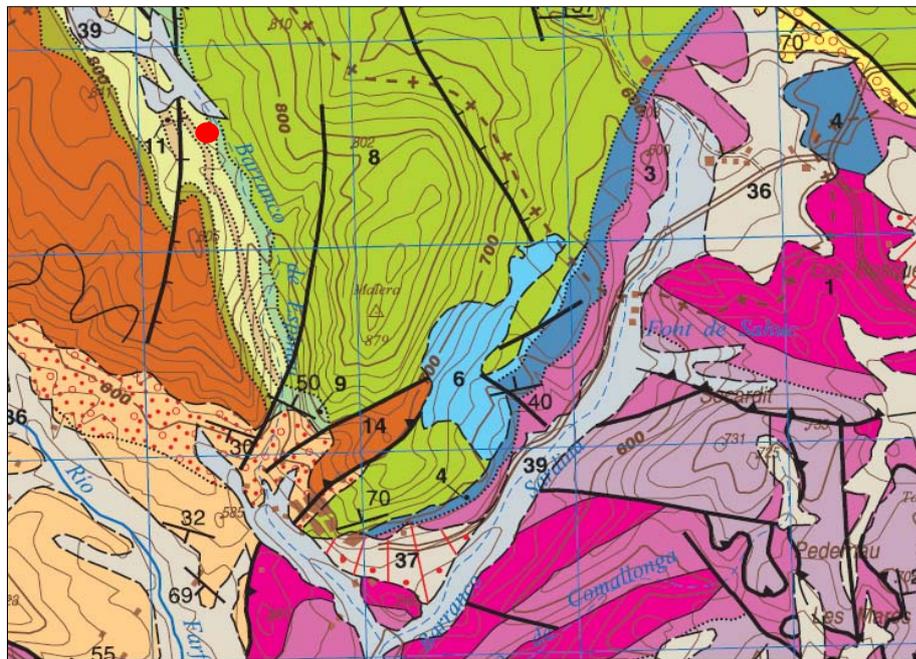


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.



FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se ubica como se ha indicado en la parte basal de las calizas blancas micríticas con intraclastos y restos de bioclastos gasterópodos o bivalvos correspondientes a las calizas de base de las Facies Garumm y pueden corresponder al tramo calcáreo inferior de Pocovi (1978), poner referencia unidad 9 de la cartografía y que se identifican hasta el metro 30 aproximadamente.

Por debajo de la misma entre el metro 30 hasta el 124 se reconocen los materiales de calizas bioclásticas con facies de *wackestone-packstone* a *packstone grainstone* con abundantes restos de fósiles, que se pueden interpretar como pertenecientes a las calizas de la Formación Calizas de les Serres de Souquet (1967) equivalentes a la Fm. Bona de Mey *et al.*, (1968), con una edad que se puede atribuir al Campaniense. Este tramo está fuertemente Karstificado, atravesándose una zona con cavidades a partir del metro 124 al 187 donde se pierde el barrido. Por debajo del metro 187 y hasta el metro 245 se atraviesa un tramo de calizas bioclásticas a peloidales donde se han identificado Lacazinas y niveles de calcarenitas. Estas litofacies se consideran típicas del intervalo Coniaciense-Santoniense inferior, en la zona de las Sierras Marginales y por su contenido detrítico ha sido relacionado con Formación de calizas de Adraent de Mey *et al.*, (1968).

En la base del Cretácico superior se ha atravesado una serie de escaso espesor, entre los metros 245 a 261, donde existen unas facies bioclásticas de colores más oscuros que en los tramos superiores con bioclastos, bivalvos y restos que han podido identificarse como prealveolinas y más dudosos de posibles orbitolinas o rudistas. Estos materiales podrían corresponder a la secuencia Cenomaniense-Turonense, que se presenta muy condesada en la sierra de Montsec que está ausente en las Sierras Marginales.

Por debajo de la misma y desde aproximadamente el metro 260 hasta el final del sondeo se corta una serie carbonatada a dolomítica de tonos beige a grises oscuros o rojizos que presentan facies de *packstone* a *grainstone* de peloides y bioclastos a veces micríticas en su parte superior y de dolomías y calizas dolomíticas recristalizadas en su parte inferior, esta serie puede ser atribuida a la secuencia carbonatada de edad Jurásico, Lías perteneciente al intervalo Hettangiense-Sinemuriense, que afloran en el cercano pantano de Canelles o en la sierra de Montsec, que Meléndez y Pocoví, (1987) y Aurell y Meléndez (2004), han correlacionado con las Fm. Cuevas Labradas y Cortes de Tajuña de la Cordillera Ibérica.



COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-30 m. Calizas micríticas a bioclásticas de tonos grises ocre a rojizos. Se trata de calizas de textura *mudstone* algo margosas a *wackestone* con ocasionales niveles de *packstone* con restos de gasterópodos y bivalvos. Se presentan algo recristalizadas con patinas rojizas.

TRAMO 2

30-60 m. Calizas micríticas de color blanquecino a gris rojizo margosas. Se trata de calizas *mudstone* a *wackestone* algo recristalizadas con restos de miliólidos y/o Bivalvos. Se observa algo de recristalización y restos de óxidos de Fe.

TRAMO 3

60-124 m. Calizas bioclásticas de color ocrea a beige algo rojizas. Se trata de un tramo de calizas bioclásticas a peloidales con texturas que varían según los ripios entre *mudstone-wackestone* a *wackestone-packstone* e incluso *packstone-grainstone*, donde se reconocen restos de peloides, fragmentos algales, posibles corales, fragmentos de bivalvos y rudistas, restos de lacazinas o miliólidos y otros foraminíferos. Ocasionalmente se observan patinas rojizas, posibles arcillas de rellenos y recristalizaciones o grietas rellenas de calcita..

TRAMO 4

124-187 m. Tramo con pérdida de Barrido, karstificado probablemente. Ha sido necesario cementarlo.

TRAMO 5

187-221 m. Calizas beige a ocre de bioclásticas a arenosas. Se trata de calizas de tonos claros a rojizos con texturas de *mudstone* a *wackestone*, que evolucionan a *packstone-grainstone* con abundantes peloides y restos fósiles (Lacazinas). Se observan pasadas de ripios de tonos rojizos de calizas arenosas a veces con bioclastos con granos de cuarzo de tamaño arena fina a media. Presentan frecuentes patinas de oxidación.



TRAMO 6

221-245 m. Calizas beige a ocres de micríticas a bioclásticas. Se trata de calizas beige a ocres recristalizadas, con textura de micríticas a bioclásticas de *mudstone* a *wackestone-packstone* bioclásticas.

TRAMO 7

245-261 m. Calizas grises negras a oscuras. Se trata de calizas bioclásticas con textura *mudstone* a *wackestone-packstone* con restos de orbitolinas así como fragmentos de rudistas y prealveolinas.

TRAMO 8

261-330 m. Calizas grises oscuras a marrones rojizas. Se trata de calizas micríticas a bioclásticas a veces recristalizadas donde se observan ripios de calizas bioclásticas a peloidales en facies de *mudstone-wackestone* a *packstone-grainstone* de bioclastos y peloides sobre todo hacia la parte superior. Aparecen restos de oxidación y grietas de calcita.

TRAMO 9

330-358 m. Calizas grises-rojizas bioclásticas a recristalizadas o dolomíticas. Se trata de calizas dolomíticas a recristalizadas y donde ocasionalmente se observan ripios de calizas bioclásticas o peloidales con textura *wackestone* con posibles fantasmas de fósiles. Se observan patinas de oxidación.

REFERENCIAS

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

AURELL, A., MELÉNDEZ, G. (2004). El Jurásico de la Vertiente Sur de los Pirineos. En *Geología de España* J. A. Vera, Editor. 486 pp.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 327. Os de Balaguer (2008).

MELÉNDEZ, G., POCOVÍ, A. (1987). *Estudio del Jurásico de la cadena Pirenaica en el sector central de la vertiente española*. Informe de Acción Complementaria, Proyecto Síntesis Geológica del Pirineo, I.G.M.E., Madrid, 116 p.

MEY, P.H.V.; NAGTEGAAL, P.J.C.; ROBERTI, K.J.; HARTEVELT, J.J.A. (1968). *Lithostratigraphic subdivision of post-hercynian deposits in the south-central Pyrenées, Spain*. Leidse Geologische Mededelingen, 41, pp. 221-228.



POCOVÍ, A. (1978). *Estudio Geológico de las Sierras Marginales Catalanas (Prepirineo de Lérida)*. Tesis Doct., Univ. de Barcelona, 218 + 97 p. (resumen en Acta Geol. Hispánica. 13, pp. 73-79).

SOUQUET, P. (1967). *Le Crétacé supérieur sudpyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre*. Thèse d'Etat, Univ. de Toulouse, 529 p.

ANEJO N° 4: GEOFÍSICA

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

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



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

TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

Sondeo: 090.042.001 TARTAREU



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

MAYO DE 2010



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"090.042.001 TARTAREU"**
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE TARTAREU (LÉRIDA)

MAYO DE 2010

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

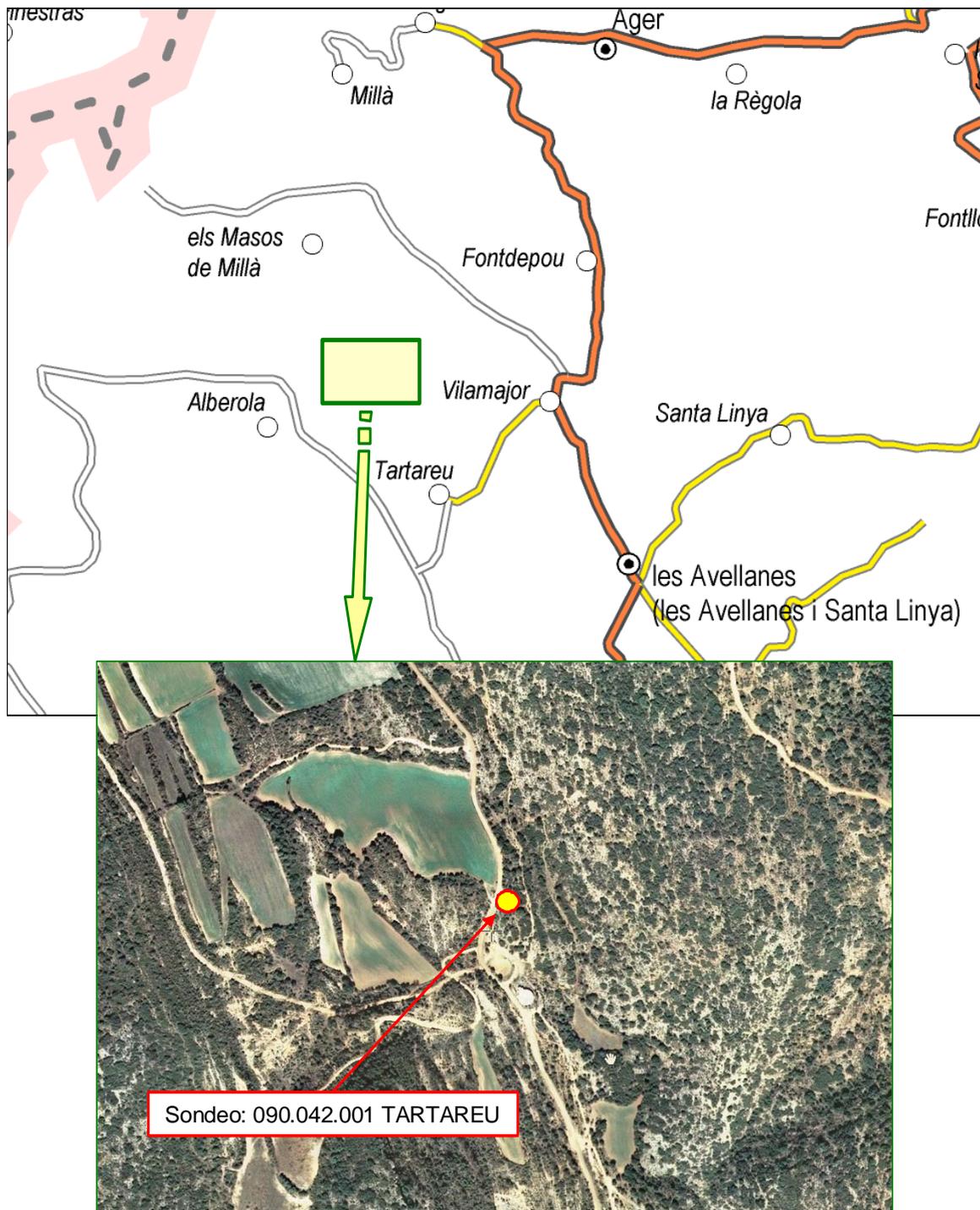
El día 18 de mayo de 2010 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "**090.042.001 TARTAREU**", ubicado en el término municipal de Tartareu, en la provincia de Lérida, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica y fotografía aérea de la figura.- 1.

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

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

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

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



*Figura.-1 Situación geográfica del sondeo: **090.042.001 TARTAREU***

TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.042.001 TARTAREU" se testificó desde la superficie hasta los 350 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras del suelo.

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

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

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

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

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0310389
	Y	4645434
	Z	653
PROVINCIA:	LÉRIDA	
MUNICIPIO:	TARTAREU	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	358 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	350 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación)	256 mts.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	CENTURY SYS-VI	
TESTIFICADO CON LAS SONIDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0,250	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	18-05-2010	

REGISTROS GEOFÍSICOS

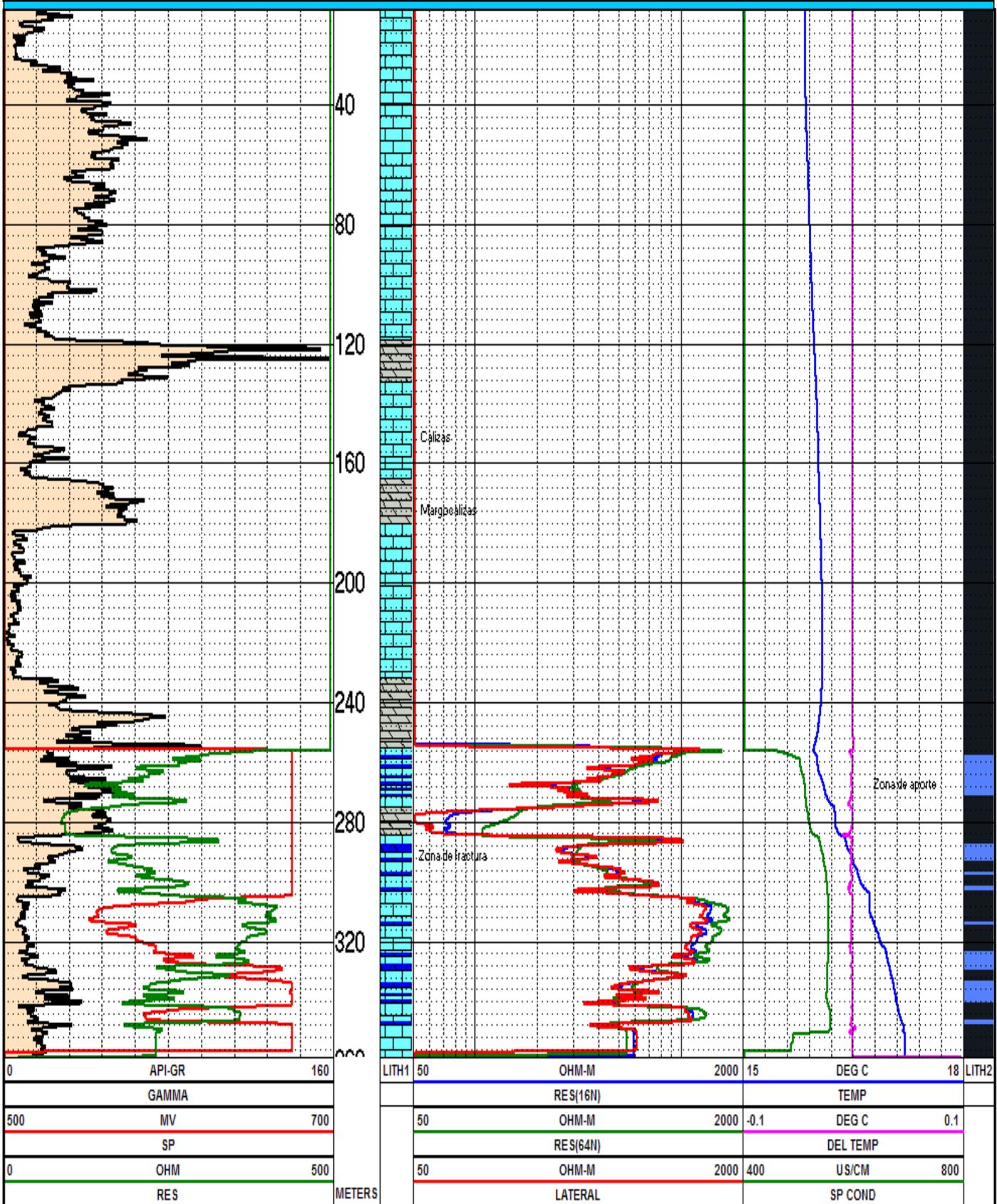
En las siguientes tres páginas, figuran las diagráfias con los parámetros hidrogeológicos y de desviación, registrados con las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación, y la gráfica de desviación del sondeo vista en planta.

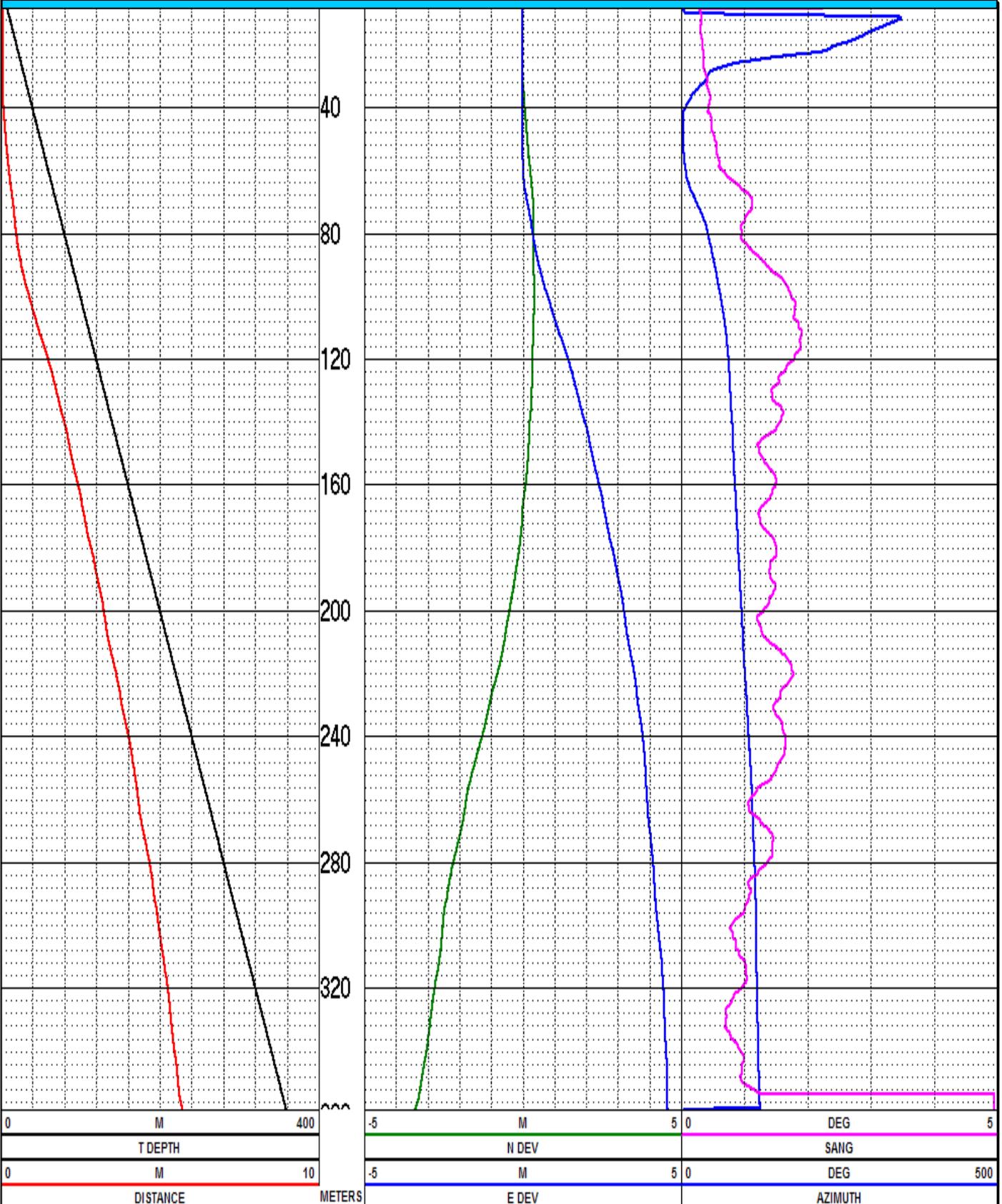
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 0 y 160 unidades API para el Gamma Natural, de 500 a 700 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 500 Ohm para la Resistencia monoelectrónica. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres se presenta en diferentes tramas la columna litológica. En la pista número cuatro los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, con escala logarítmica comprendida entre 50 y 2000 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 15° a 18° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 400 a 800 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Por último, en la pista número seis se ha confeccionado una columna en la que figuran en color azul los tramos más porosos y permeables a la hora de aportar agua a la perforación y en negro los menos porosos y permeables.

En la diagráfia de desviación tenemos en la pista número uno la Profundidad real y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 400 metros para la Profundidad real y de 0 a 10 metros para la Distancia. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -5 a 5 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 10° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

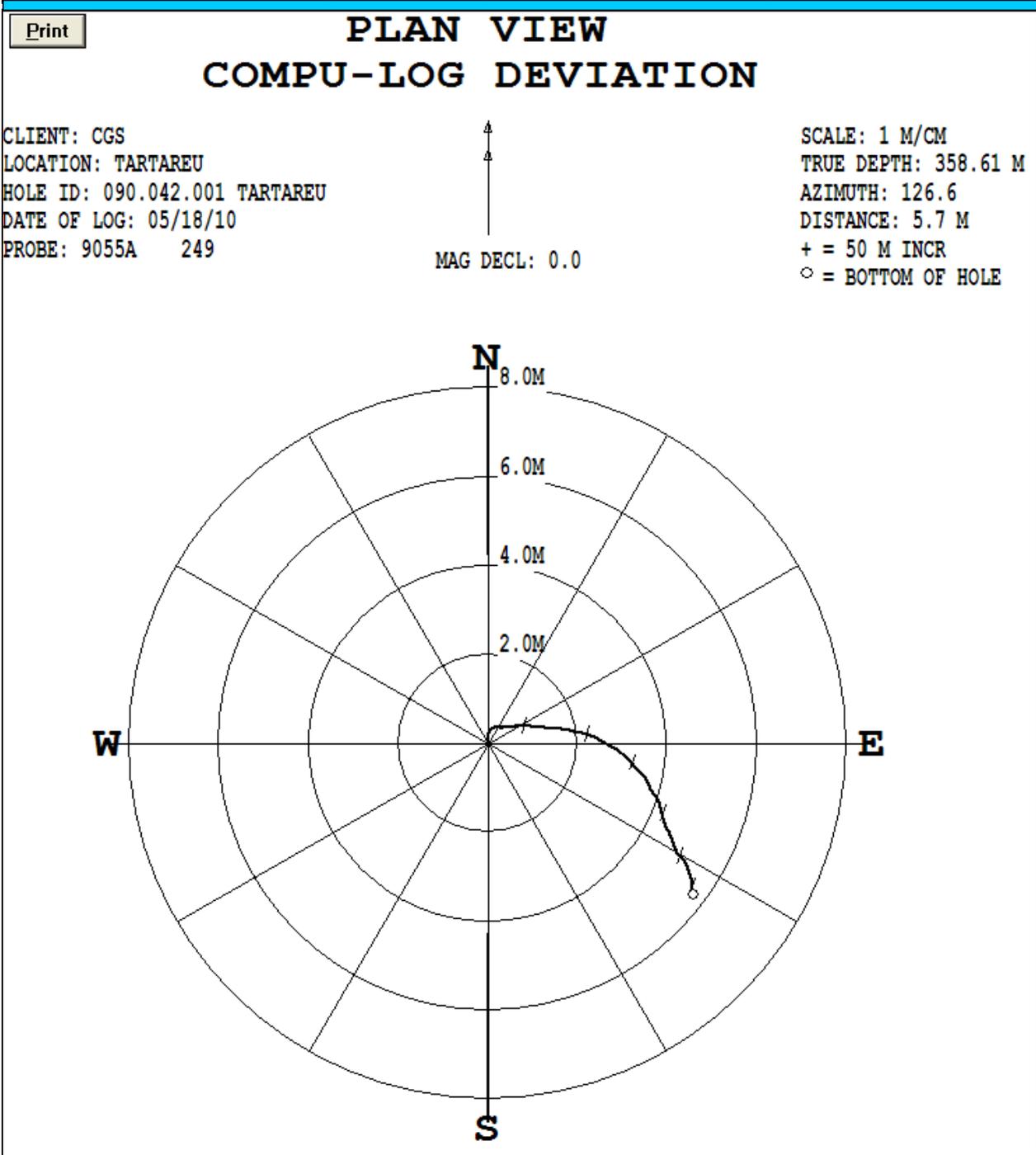
En la gráfica de desviación del sondeo vista en planta se muestra los valores del Acimut y la Distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.

En el ANEXO-I, se presenta en papel continuo la diagráfia completa (hidrogeológica más desviación) a escala 1/300.





 GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO	Sondeo: 090.042.001 Tartareu		
	DESVIACIÓN VISTA EN PLANTA	Fecha: 18-05-2010	



RESULTADOS OBTENIDOS

UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.042 SIERRAS MARGINALES CATALANAS.

La perforación ha atravesado una formación de calizas cretácicas con diferentes tramos de fracturación

Estos tramos se pueden consultar en la columna litológica de la diagráfia que presentamos en el ANEXO-I.

NIVEL FREÁTICO

En el momento de efectuar la testificación geofísica el nivel freático del sondeo se encontraba a los 256 metros de profundidad.

CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad presenta un primer tramo, de 256 metros a 284 metros, con un valor medio de 515 $\mu\text{s}/\text{cm}$. De 284 metros hasta el final del sondeo, la conductividad va aumentando paulatinamente hasta llegar a alcanzar los 560 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

La temperatura, en el tramo con agua, comienza en 16° centígrados y, al igual que la conductividad, va aumentando paulatinamente hasta el final del sondeo en que alcanza un valor de 17,2° C.

APORTES DE AGUA

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

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	LITOLOGÍA
Tramo de 258 m. a 272 m.	14 m.	Zona fracturada
Tramo de 288 m. a 294 m.	6 m.	Zona fracturada
Tramo de 297 m. a 298,5 m.	1,5 m.	Zona fracturada
Tramo de 302 m. a 303,5 m.	1,5 m.	Zona fracturada
Tramo de 313,5 m. a 315 m.	1,5 m.	Zona fracturada
Tramo de 324 m. a 330 m.	6 m.	Zona fracturada
Tramo de 334 m. a 341 m.	7 m.	Zona fracturada
Tramo de 347 m. a 348,5 m.	1,5 m.	Zona fracturada

DESVIACIÓN

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

- La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical ha sido de 5,60 metros a los 350 metros de profundidad.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 200°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 2° a los 116 metros de profundidad.

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

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	264.30	0.30
8.00	8.00	0.01	0.00	0.00	9.50	0.30
10.00	10.00	0.02	0.00	0.00	8.00	0.50
12.00	12.00	0.02	-0.01	0.00	346.10	0.30
14.00	14.00	0.02	-0.02	0.00	322.30	0.40
16.00	16.00	0.01	-0.02	0.00	299.50	0.20
18.00	18.00	0.00	-0.02	0.00	278.90	0.30
20.00	20.00	-0.01	-0.02	0.00	251.10	0.20
22.00	22.00	-0.01	-0.01	0.00	226.40	0.80
24.00	24.00	-0.01	0.00	0.00	148.60	0.40
26.00	26.00	0.00	0.01	0.00	84.70	0.30
28.00	28.00	0.01	0.02	0.00	53.80	0.60
30.00	30.00	0.02	0.02	0.00	46.10	0.50
32.00	32.00	0.03	0.02	0.00	37.90	0.40
34.00	34.00	0.05	0.03	0.10	27.20	0.20
36.00	36.00	0.07	0.02	0.10	19.00	0.50
38.00	38.00	0.08	0.02	0.10	13.80	0.60
40.00	40.00	0.10	0.01	0.10	8.40	0.60
42.00	42.00	0.11	0.01	0.10	4.70	0.40
44.00	44.00	0.13	0.01	0.10	3.40	0.30
46.00	46.00	0.14	0.00	0.10	1.60	0.40
48.00	48.00	0.16	0.01	0.20	3.20	0.80
50.00	50.00	0.18	0.01	0.20	4.00	0.10
52.00	52.00	0.19	0.02	0.20	4.70	0.70
54.00	54.00	0.21	0.02	0.20	5.80	0.60
56.00	56.00	0.23	0.03	0.20	7.20	0.60
58.00	58.00	0.25	0.03	0.20	7.80	0.90

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
60.00	60.00	0.27	0.04	0.30	9.40	0.60
62.00	62.00	0.29	0.05	0.30	10.70	0.60
64.00	64.00	0.30	0.07	0.30	13.20	0.90
66.00	66.00	0.33	0.10	0.30	16.60	0.90
68.00	68.00	0.34	0.13	0.40	21.10	1.60
70.00	70.00	0.36	0.17	0.40	25.80	1.40
72.00	72.00	0.36	0.21	0.40	30.30	1.50
74.00	74.00	0.36	0.25	0.40	34.50	0.90
76.00	76.00	0.35	0.28	0.50	38.80	1.20
78.00	78.00	0.35	0.31	0.50	41.90	0.90
80.00	79.99	0.35	0.34	0.50	44.20	1.00
82.00	81.99	0.36	0.38	0.50	46.40	0.90
84.00	83.99	0.36	0.41	0.50	48.40	0.90
86.00	85.99	0.37	0.45	0.60	50.60	1.00
88.00	87.99	0.37	0.49	0.60	52.60	1.50
90.00	89.99	0.38	0.53	0.70	54.70	1.50
92.00	91.99	0.38	0.58	0.70	57.10	1.60
94.00	93.99	0.38	0.64	0.70	58.80	1.60
96.00	95.99	0.39	0.69	0.80	60.40	1.30
98.00	97.99	0.39	0.75	0.80	62.40	1.90
100.00	99.99	0.39	0.81	0.90	64.30	1.80
102.00	101.99	0.39	0.88	1.00	65.90	1.80
104.00	103.99	0.38	0.94	1.00	67.70	1.60
106.00	105.99	0.38	0.99	1.10	69.10	1.90
108.00	107.98	0.37	1.06	1.10	70.60	1.90
110.00	109.98	0.37	1.12	1.20	72.00	1.70
112.00	111.98	0.36	1.18	1.20	73.20	1.90
114.00	113.98	0.35	1.26	1.30	74.30	1.80
116.00	115.98	0.35	1.33	1.40	75.30	2.00
118.00	117.98	0.34	1.39	1.40	76.20	1.80
120.00	119.98	0.34	1.45	1.50	76.90	1.70
122.00	121.98	0.33	1.51	1.50	77.60	1.30
124.00	123.98	0.33	1.57	1.60	78.20	1.70
126.00	125.98	0.33	1.63	1.70	78.70	1.30
128.00	127.97	0.32	1.68	1.70	79.20	1.00
130.00	129.97	0.31	1.72	1.80	79.70	1.20
132.00	131.97	0.31	1.78	1.80	80.10	1.70
134.00	133.97	0.30	1.82	1.80	80.60	1.40
136.00	135.97	0.29	1.87	1.90	81.20	1.60
138.00	137.97	0.27	1.92	1.90	82.00	1.70
140.00	139.97	0.25	1.99	2.00	82.80	1.80
142.00	141.97	0.24	2.05	2.10	83.30	1.60
144.00	143.97	0.23	2.09	2.10	83.60	1.20
146.00	145.97	0.23	2.13	2.10	83.90	1.10
148.00	147.97	0.21	2.17	2.20	84.40	0.60
150.00	149.97	0.20	2.20	2.20	84.70	1.20
152.00	151.97	0.19	2.25	2.30	85.20	1.30
154.00	153.97	0.17	2.29	2.30	85.70	1.30
156.00	155.97	0.16	2.34	2.30	86.10	1.30

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
158.00	157.96	0.14	2.38	2.40	86.60	1.40
160.00	159.96	0.12	2.43	2.40	87.30	1.50
162.00	161.96	0.09	2.48	2.50	87.90	1.90
164.00	163.96	0.06	2.53	2.50	88.60	1.30
166.00	165.96	0.04	2.56	2.60	89.20	1.90
168.00	167.96	0.02	2.60	2.60	89.50	1.30
170.00	169.96	0.00	2.63	2.60	89.90	1.20
172.00	171.96	-0.02	2.67	2.70	90.40	1.60
174.00	173.96	-0.04	2.71	2.70	90.90	1.30
176.00	175.96	-0.06	2.75	2.70	91.30	1.20
178.00	177.96	-0.08	2.79	2.80	91.70	1.60
180.00	179.96	-0.11	2.84	2.80	92.20	1.70
182.00	181.96	-0.14	2.89	2.90	92.70	1.40
184.00	183.96	-0.17	2.93	2.90	93.30	1.30
186.00	185.96	-0.20	2.96	3.00	93.80	0.70
188.00	187.96	-0.23	3.00	3.00	94.40	1.30
190.00	189.95	-0.25	3.04	3.00	94.80	1.70
192.00	191.95	-0.28	3.08	3.10	95.30	1.50
194.00	193.95	-0.32	3.12	3.10	95.90	1.50
196.00	195.95	-0.36	3.16	3.20	96.60	1.60
198.00	197.95	-0.40	3.19	3.20	97.10	1.20
200.00	199.95	-0.43	3.21	3.20	97.60	1.40
202.00	201.95	-0.46	3.24	3.30	98.10	1.60
204.00	203.95	-0.50	3.27	3.30	98.60	1.30
206.00	205.95	-0.53	3.29	3.30	99.20	1.20
208.00	207.95	-0.56	3.32	3.40	99.50	1.40
210.00	209.95	-0.59	3.35	3.40	99.90	1.50
212.00	211.95	-0.62	3.39	3.40	100.40	1.60
214.00	213.95	-0.66	3.43	3.50	101.00	1.30
216.00	215.95	-0.71	3.47	3.50	101.50	1.80
218.00	217.95	-0.76	3.51	3.60	102.20	1.70
220.00	219.94	-0.81	3.54	3.60	102.90	1.70
222.00	221.94	-0.86	3.57	3.70	103.60	1.90
224.00	223.94	-0.92	3.60	3.70	104.30	1.80
226.00	225.94	-0.97	3.62	3.70	105.10	1.60
228.00	227.94	-1.02	3.63	3.80	105.70	1.30
230.00	229.94	-1.06	3.66	3.80	106.10	1.50
232.00	231.94	-1.10	3.69	3.90	106.60	1.70
234.00	233.94	-1.14	3.72	3.90	107.10	1.10
236.00	235.94	-1.18	3.76	3.90	107.50	1.50
238.00	237.94	-1.23	3.78	4.00	108.10	1.80
240.00	239.94	-1.29	3.81	4.00	108.70	1.80
242.00	241.94	-1.35	3.83	4.10	109.40	1.70
244.00	243.94	-1.40	3.85	4.10	110.00	1.50
246.00	245.93	-1.45	3.86	4.10	110.60	1.70
248.00	247.93	-1.51	3.87	4.20	111.30	1.40
250.00	249.93	-1.56	3.89	4.20	111.90	1.90
252.00	251.93	-1.61	3.90	4.20	112.50	1.40
254.00	253.93	-1.66	3.91	4.20	113.00	1.70

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
256.00	255.93	-1.71	3.92	4.30	113.60	1.30
258.00	257.93	-1.75	3.92	4.30	114.10	1.70
260.00	259.93	-1.78	3.94	4.30	114.30	0.60
262.00	261.93	-1.81	3.95	4.30	114.60	1.40
264.00	263.93	-1.84	3.96	4.40	115.00	1.30
266.00	265.93	-1.88	3.98	4.40	115.20	1.40
268.00	267.93	-1.92	4.00	4.40	115.60	1.40
270.00	269.93	-1.96	4.03	4.50	115.90	1.30
272.00	271.93	-2.00	4.05	4.50	116.30	1.00
274.00	273.93	-2.05	4.07	4.60	116.70	1.40
276.00	275.93	-2.10	4.09	4.60	117.20	1.60
278.00	277.92	-2.15	4.11	4.60	117.60	1.10
280.00	279.92	-2.19	4.13	4.70	118.00	1.70
282.00	281.92	-2.24	4.15	4.70	118.40	1.40
284.00	283.92	-2.28	4.16	4.70	118.70	1.00
286.00	285.92	-2.31	4.17	4.80	119.00	0.70
288.00	287.92	-2.34	4.18	4.80	119.30	1.10
290.00	289.92	-2.37	4.19	4.80	119.50	1.20
292.00	291.92	-2.41	4.20	4.80	119.80	1.60
294.00	293.92	-2.46	4.22	4.90	120.20	1.40
296.00	295.92	-2.48	4.24	4.90	120.30	1.10
298.00	297.92	-2.50	4.26	4.90	120.40	0.70
300.00	299.92	-2.51	4.28	5.00	120.40	1.10
302.00	301.92	-2.53	4.30	5.00	120.50	0.90
304.00	303.92	-2.55	4.32	5.00	120.50	0.80
306.00	305.92	-2.57	4.34	5.00	120.60	1.00
308.00	307.92	-2.59	4.37	5.10	120.70	0.80
310.00	309.92	-2.61	4.39	5.10	120.80	0.90
312.00	311.92	-2.64	4.40	5.10	120.90	0.90
314.00	313.92	-2.68	4.41	5.20	121.20	1.00
316.00	315.92	-2.71	4.43	5.20	121.50	1.50
318.00	317.92	-2.75	4.44	5.20	121.80	1.10
320.00	319.92	-2.78	4.46	5.30	121.90	0.90
322.00	321.92	-2.81	4.47	5.30	122.20	0.80
324.00	323.92	-2.84	4.47	5.30	122.40	0.80
326.00	325.92	-2.86	4.48	5.30	122.60	0.70
328.00	327.92	-2.89	4.49	5.30	122.70	0.80
330.00	329.92	-2.91	4.49	5.40	122.90	0.60
332.00	331.92	-2.93	4.50	5.40	123.10	1.00
334.00	333.92	-2.96	4.51	5.40	123.20	0.60
336.00	335.92	-2.98	4.52	5.40	123.40	0.60
338.00	337.92	-3.00	4.53	5.40	123.50	1.10
340.00	339.92	-3.03	4.54	5.50	123.80	0.90
342.00	341.92	-3.07	4.55	5.50	124.00	1.50
344.00	343.91	-3.10	4.56	5.50	124.20	1.20
346.00	345.91	-3.14	4.56	5.50	124.50	1.00
348.00	347.91	-3.17	4.56	5.60	124.80	0.90
350.00	349.91	-3.20	4.56	5.60	125.00	1.10

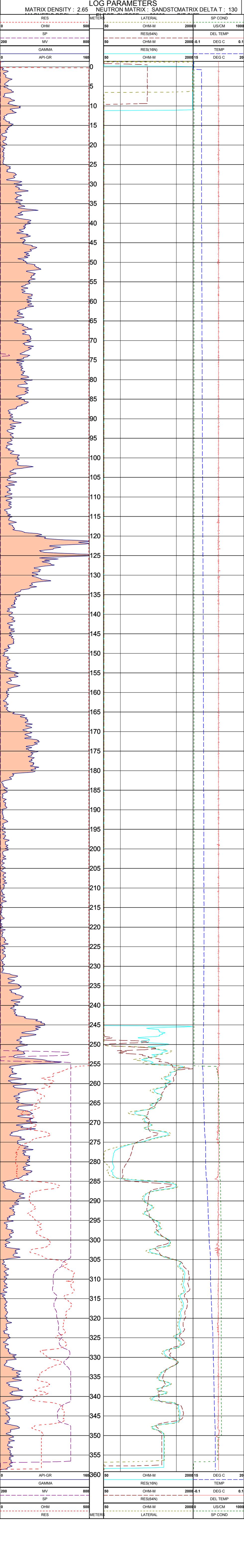


Fdo: José Luengo
Geofísico

CGS Dto. de Geofísica Aplicada
18 DE MAYO DE 2010

ANEXO-I

DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.042.001 TARTAREU
ESCALA: 1/300



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 TARTAREU (090.042.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 310.390 Y: 4.645.432 Z: 739 (m s.n.m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	346 m
Horas de bombeo	21 h.
Horas de recuperación	2,5 h

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 16 de agosto de 2010, al sondeo a las 12:00 horas. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 346 m de profundidad.



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

El ensayo de bombeo comienza a las 20:40 h, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

TARTAREU					
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
Escalón 1	3	120	244,33	273,90	29,57
Escalón 2	6	60	273,90	329,18	55,28
Recuperación 1	-	60	329,18	246,02	83,16(*)
Escalón 3	4	1.070	246,02	300,07	54,05
Recuperación 2	-	90	300,07	252,80	47,27(*)

(*) El nivel asciende.

• Escalón 1

El Escalón 1 comienza a las 20:40 h y acaba a las 22:30 h, teniendo una duración de 120 minutos y con un caudal de 3l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 29,57 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 244,33 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 273,90 m.



Imagen 2. Caudal extraído al inicio del primer escalón.

Durante este escalón no se ha observado la estabilización del nivel, y aunque el agua ha aclarado, ésta seguía saliendo sucia.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 22:40 h, y tiene una duración de 60 minutos, durante los cuales se observa un descenso de 55,28 m, encontrándose el nivel a 329,18 m, al final del escalón. El caudal extraído ha sido de 6 l/s.

Inmediatamente después, a las 23:40 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar la profundidad de 246,02 m.

- **Escalón 3**

El Escalón 3 comienza a las 00:40 h del 17/08/2010, y acaba a las 18:30 h, teniendo una duración de 1.070 minutos. El caudal de extracción ha sido de 4 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 54,05 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 246,02 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 300,07 m.

Al principio el agua sale turbia, pero conforme va avanzado el ensayo se observa que ésta va aclarando.



Imagen 3. Caudal extraído a la mitad del tercer escalón.

Después de dar por finalizado el bombeo, a las 18:30 h comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 90 minutos, durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 252,80 m de profundidad.



Imagen 4. Caudal extraído durante el final del tercer escalón (escalón de larga duración).

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

- **Escalón 1 (Q= 3 l/s)**

Final del Escalón 1: CE= 564 μ S/cm; T^a = 17,5 °C; pH= 7,30.

- **Escalón 2 (Q= 6 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 561 μ S/cm; T^a = 20,7 °C; pH= 7,06.

- **Escalón 3 (Q= 4 l/s, larga duración)**

Medio del Escalón 3: CE= 575 μ S/cm; T^a = 20,4 °C; pH= 7,11.

CE= 570 μ S/cm; T^a = 22,2 °C; pH= 7,03.

CE= 578 μ S/cm; T^a = 22,1 °C; pH= 7,02.

CE= 582 μ S/cm; T^a = 22,2 °C; pH= 6,94.

Final del Escalón 3: CE= 583 μ S/cm; T^a = 22,1 °C; pH= 6,95.

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

Durante este bombeo, se ha controlado el nivel en un pozo cercano cuyas coordenadas son X: 310.405, Y: 4.645.337 y Z: 729. Dicho pozo se encuentra situado al lado del depósito que sirve para abastecer al pueblo de Tartareu, el cual se llena con otros dos pozos que están ubicados en el mismo recinto. Antes de comenzar con el ensayo de bombeo, se midió el nivel en este piezómetro encontrándose a 239,70 m. A lo largo del ensayo se ha observado cierta afección en el mismo. Al final del último escalón, al ponerse en funcionamiento uno de los pozos utilizados para llenar el depósito, se observó en el piezómetro un descenso algo más pronunciado como resultado de la suma de ambos bombes. Durante las fases de recuperación, el nivel en el piezómetro también ha ascendido.

Esther Torresquebrada Aguirre.
Hidrogeóloga.

Γ 7
 C.G.S. Compañía General de Sondeos, S.A.
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b
 28108 ALCOBENDAS
 MADRID
 L J

Fecha: 17 DE AGOSTO DE 2010

Sondeo: 090.042.001	Termino municipal: TARTAREU	Provincia: LLEIDA
---------------------	-----------------------------	-------------------

Comienzo: Dia 16/08/10 Hora 20:30 NE. 244,33	Terminacion: Dia 17/08/10 Hora 20:00 ND. 300,07
--	---

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforacion m.	
Marca: MECC-ALTE KVA.: 250 Motor: FIAT-AIFO Potencia: 400	Marca: GRUNDFOS Tension: 760 Tipo: SP 45-31 Potencia: 50 CV	180 Ø 358 m	Profundidad rejilla: 346 m. Q. medidas con: TUBO PITOT Niveles medidos con: SONDA Ø Tuberia: 50 mm.

RECUPERACION					
Tiempo minutos	Recuperacion metros	Tiempo minutos	Recuperacion metros	Tiempo minutos	Recuperacion metros
1/2		6		20	
1		7		25	
2		8		30	
3		9		40	
4		10		50	
5		15		60	

Observaciones:

1º Escalon				2º Escalon				1ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	244,33	NE	0m	ND	273,90	ND	0m		329,18	
1m	3	257,10	SUCIA	1m	6	278,40	SUCIA	1m		315,16	
2m	3	258,37	SUCIA	2m	6	282,50	SUCIA	2m		302,27	
3m	3	259,15	SUCIA	3m	6	285,00	SUCIA	3m		290,46	
4m	3	259,90	SUCIA	4m	6	287,64	SUCIA	4m		282,39	
5m	3	261,10	SUCIA	5m	6	289,49	SUCIA	5m		275,63	
6m	3	261,60	SUCIA	6m	6	291,72	SUCIA	6m		270,41	
7m	3	262,00	SUCIA	7m	6	294,00	SUCIA	7m		266,02	
8m	3	262,80	SUCIA	8m	6	295,97	SUCIA	8m		263,24	
9m	3	263,50	SUCIA	9m	6	297,40	SUCIA	9m		260,79	
10m	3	264,20	SUCIA	10m	6	298,72	SUCIA	10m		259,10	
15m	3	266,00	SUCIA	15m	6	306,41	SUCIA	15m		256,12	
20m	3	266,54	SUCIA	20m	6	311,39	SUCIA	20m		253,38	
25m	3	269,29	SUCIA	25m	6	315,74	SUCIA	25m		252,24	
30m	3	270,34	SUCIA	30m	6	319,63	SUCIA	30m		251,18	
40m	3	271,30	SUCIA	40m	6	322,70	SUCIA	40m		249,02	
50m	3	271,90	SUCIA	50m	6	326,21	SUCIA	50m		247,26	
60m	3	272,21	SUCIA	60m	6	329,18	SUCIA	60m		246,02	
75m	3	272,73	SUCIA								
90m	3	273,14	SUCIA								
105m	3	273,58	SUCIA								
120m	3	273,90	SUCIA								

3º Escalon				2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	246,02	NE	0m		300,07	
1m	4	261,34	SUCIA	1m		286,28	
2m	4	269,70	SUCIA	2m		277,40	
3m	4	274,20	SUCIA	3m		270,90	
4m	4	277,31	SUCIA	4m		267,41	
5m	4	279,61	SUCIA	5m		267,12	
6m	4	281,50	SUCIA	6m		266,94	
7m	4	283,20	SUCIA	7m		266,70	
8m	4	285,00	SUCIA	8m		266,38	
9m	4	286,25	SUCIA	9m		266,09	
10m	4	287,33	SUCIA	10m		265,75	
15m	4	290,67	SUCIA	15m		263,90	
20m	4	293,46	SUCIA	20m		262,50	
25m	4	294,74	SUCIA	25m		261,08	
30m	4	295,61	SUCIA	30m		260,13	
40m	4	296,40	SUCIA	40m		258,27	
50m	4	296,65	SUCIA	50m		256,87	
60m	4	296,87	SUCIA	60m		255,38	
1,5h	4	297,25	SUCIA	75m		254,06	
2h	4	297,60	SUCIA	90m		252,80	
2,5h	4	297,88	SUCIA				
3h	4	298,12	SUCIA				
3,5h	4	298,33	COLOR				
4h	4	298,51	COLOR				
4,5h	4	298,82	COLOR				
5h	4	299,11	COLOR				
5,5h	4	299,26	COLOR				
6h	4	299,37	COLOR				
6,5h	4	299,48	COLOR				
7h	4	299,59	COLOR				
7,5h	4	299,67	COLOR				
8h	4	299,75	COLOR				
9h	4	299,81	COLOR				
10h	4	299,85	COLOR				
11h	4	299,91	COLOR				
12h	4	299,96	COLOR				
13h	4	300,02	COLOR				
14h	4	300,05	COLOR				
15h	4	300,07	COLOR				
16h	4	300,07	COLOR				
17h	4	300,07	COLOR				
18h	4	300,07	COLOR				

3° ESCALÓN			2° RECUPERACIÓN		
HORA	Q l/s	N.D. m	HORA	Q l/s	N.D. m
0m	NE	239,76	0m		239,89
1m	4	239,76	1m		239,89
2m	4	239,76	2m		239,89
3m	4	239,76	3m		239,89
4m	4	239,76	4m		239,89
5m	4	239,76	5m		239,89
6m	4	239,76	6m		239,89
7m	4	239,76	7m		239,88
8m	4	239,76	8m		239,88
9m	4	239,76	9m		239,88
10m	4	239,76	10m		239,88
15m	4	239,76	15m		239,88
20m	4	239,76	20m		239,87
25m	4	239,76	25m		239,86
30m	4	239,76	30m		239,86
40m	4	239,76	40m		239,86
50m	4	239,76	50m		239,85
60m	4	239,76	60m		239,84
1,5h	4	239,77	75m		239,83
2h	4	239,77	90m		239,83
2,5h	4	239,77			
3h	4	239,77			
3,5h	4	239,77			
4h	4	239,77			
4,5h	4	239,77			
5h	4	239,77			
5,5h	4	239,77			
6h	4	239,78			
6,5h	4	239,78			
7h	4	239,78			
7,5h	4	239,78			
8h	4	239,80			
9h	4	239,81			
10h	4	239,82			
11h	4	239,82			
12h	4	239,83			
13h	4	239,83			
14h	4	239,83			
15h	4	239,82			
16h	4	239,82			
17h	4	239,89 (*)			
18h	4	239,89			

(*) Descenso más acusado debido a que se pone en funcionamiento el sondeo que sirve para llenar el depósito de abastecimiento, de manera que se suman ambos efectos.

Durante los primeros minutos, se ha medido con mayor frecuencia el descenso de manera que se ha observado:

HORA	Q l/s	N.D. m
16h 00m	4	239,82
16h 10m	4	239,87
16h 20m	4	239,87
16h 30m	4	239,87
16h 40m	4	239,88
16h 50m	4	239,89
17h 00m	4	239,89
18h 00m	4	239,89

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000037692

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

SONDEO TARTAREU- AFORO

 Matriz: **Agua continental**

 N° de muestra: **000034698**

 Tipo de muestra: **Puntual**

 Tomada por: **El cliente**

 Toma de Muestra: **17/08/2010**

 Hora: **18:25**

 Recepción: **01/09/2010**

 Inicio análisis: **01/09/2010**

 Fin análisis: **03/09/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT. METODOLOGIA	
AMONIO	0,37 mg/l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	6,59 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	399,75 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,08 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	120,27 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolfaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	< 5 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	557 µS/cm	±11	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,30 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,03	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,14 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	11,24 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,03 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	2,41 mg/l	±0,29	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	6,96 ud. de pH	±0,35	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,56 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	1,70 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	16,84 mg/l	±1,01	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

* Resultados aproximados (no acreditados):

CLORUROS	3,58 mg/l
NITRITOS	0,03 mg/l

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

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

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

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

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

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

7 de septiembre de 2010


 Fdo.: *Susana Avilés Espiñeiro*

Leda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	3,58	0,10	1,43
SULFATOS	16,84	0,35	4,98
BICARBONATOS	399,75	6,55	93,04
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	2,41	0,04	0,55
SODIO	1,70	0,07	1,05
MAGNESIO	11,24	0,92	13,18
CALCIO	120,27	6,00	85,56
POTASIO	0,56	0,01	0,20

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	563,89 mg/l
CO2 libre	69,74 mg/l
Dureza total	34,66 °Francés
Dureza total	346,60 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	18,93 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	327,86 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	327,86 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,07
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,01
rNa/rK	5,16
rNa/rCa	0,01
rCa/rMg	6,49
$rCl/rHCO_3$	0,02
rSO_4/rCl	3,47
rMg/rCa	0,15
i.c.b.	0,13
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 34698

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000035982

Solicitado por:	COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)	
Denominación de la muestra:	SONDEO TARTARCU	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033205

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 18/05/2010

Recepción: 29/06/2010

Inicio análisis: 29/06/2010

Fin análisis: 30/06/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	6,87 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	361,61 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,05 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	110,83 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	< 5 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	531 µS/cm	±11	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,21 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	6,00 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	2,19 mg/l	±0,26	Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	0,13 mg/l	±0,02	Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,14 ud. de pH	±0,36	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,69 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,57 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	21,41 mg/l	±1,28	Cromatografía iónica (PIE-CION)

* Resultado aproximado (no acreditado):

CLORUROS

4,37 mg/l

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

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

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

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

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

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

5 de julio de 2010



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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	4,37	0,12	1,89
SULFATOS	21,41	0,45	6,83
BICARBONATOS	361,61	5,93	90,75
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	2,19	0,04	0,54
SODIO	2,57	0,11	1,82
MAGNESIO	6,00	0,49	8,02
CALCIO	110,83	5,53	89,87
POTASIO	0,69	0,02	0,29

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	516,99 mg/l
CO2 libre	41,68 mg/l
Dureza total	30,15 °Francés
Dureza total	301,45 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	5,04 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	296,58 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	296,58 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,10
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,02
rNa/rK	6,33
rNa/rCa	0,02
rCa/rMg	11,20
$rCl/rHCO_3$	0,02
rSO_4/rCl	3,62
rMg/rCa	0,09
i.c.b.	-0,05
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 33205

ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		TARTAREU MARM. PISTA AL DEPÓSITO.			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.305.004
CÓDIGO IPA		3213-3-0006	Nº MTN 1:50.000	3213	MUNICIPIO	Avellanes y Santa Linya	PROVINCIA Lerida
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		042 SIERRAS MARGINALES CATALANAS					
U. HIDROGEOLÓGICA		Sinclinal de Tremp					
ACUÍFERO(S)		04203 Cretácico superior - Calizas bioclásticas					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	807831	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4649579					
COTA DEL SUELO msnm	Z	739	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
POLÍGONO		2			PARCELA	13	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Municipal					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El sondeo se sitúa en la pista que lleva al pozo de abastecimiento de la localidad de Tartareu. Se toma una vez atravesado el pueblo de Tartareu y antes de llegar a un depósito de agua, en un desvío a la derecha del mismo. El punto donde se ha emplazado el sondeo se encuentra a unos 150 metros pasado el depósito de agua y los sondeos de abastecimiento en un ensanche del camino situado a la derecha y a con unos 9 metros de diferencia de cota sobre el sondeo de abastecimiento.					

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	RotoperCUSión						PROFUNDIDAD DEL SONDEO	358			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	265	271	Puentecillo	0	6	
6	358	224	0	358	180	Metálica	274	277	Puentecillo	79	183	
							289	295	Puentecillo			
							298	304	Puentecillo			
							310	316	Puentecillo			
							328	331	Puentecillo			
							334	343	Puentecillo			
							346	352	Puentecillo			

HISTORIA

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

LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

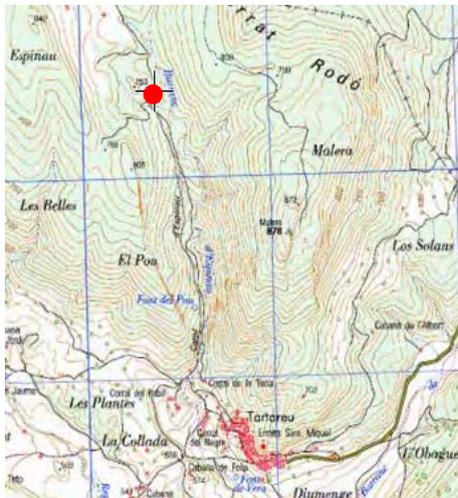
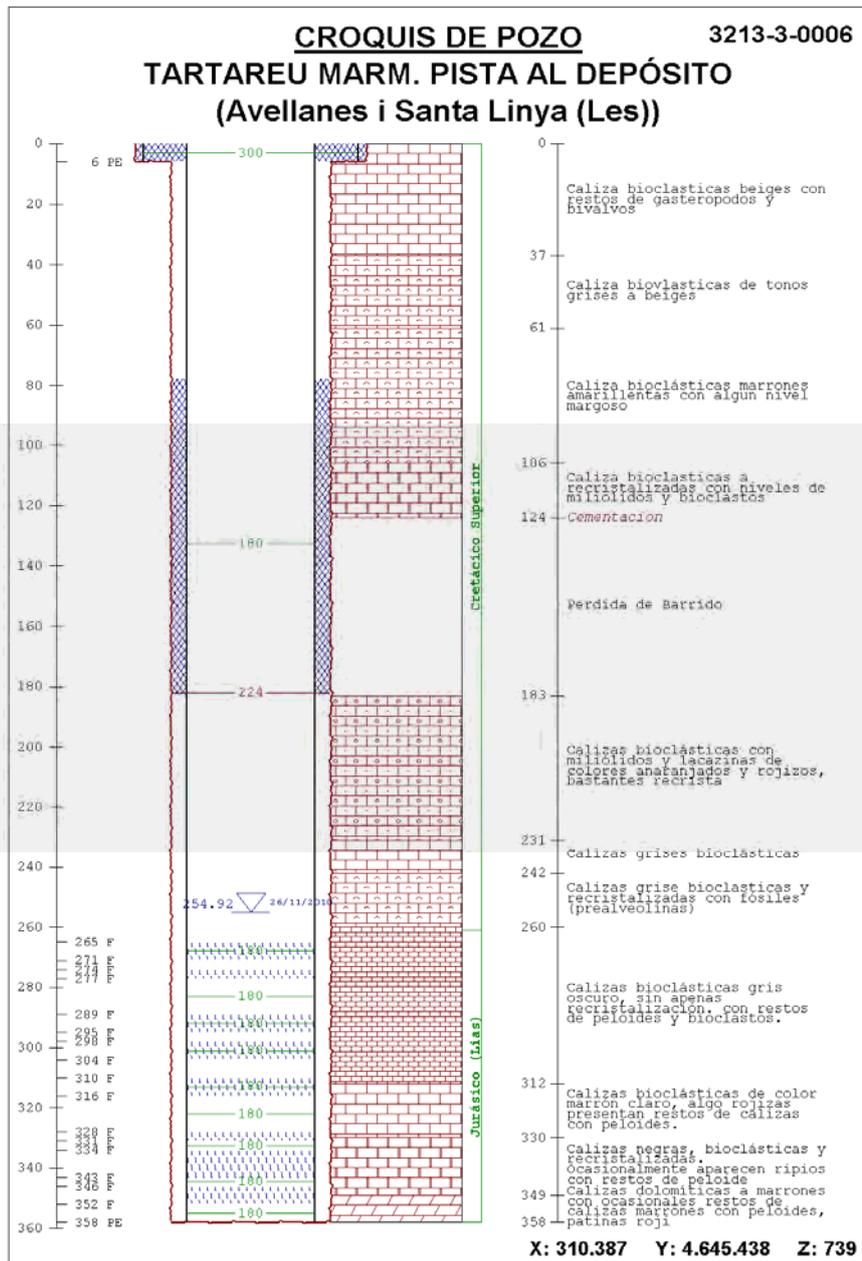


FOTO AÉREA



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: (3213) OS DE BALAGUER

UTMX: 310387

UTMY: 4645440

COTA: 739

Provincia: LLEIDA

Municipio: AVELLANES I SANTA LINYA (L)

Localidad: TARTAREU

Paraje: TARTAREU MARM. PISTA AL DEPÓSITO.

Polígono: 2

Parcela: 13

Dominio Hidrogeológico: Sinclinal de Tremp

Unidad: Sierras marginales catalanas

Acuífero:

Masa Subterránea A: SIERRAS MARGINALES CATALANAS

Masa Subterránea B:

Acuífero: Cretácico superior

Redes:

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

Río: FARFAÑA

Cuenca: EBRO

Acceso: El sondeo se sitúa en la pista que lleva al pozo de abastecimiento de la localidad de Tartareu. Se toma una vez atravesado el pueblo de Tartareu y antes de llegar a un depósito de agua, en un desvío a la derecha del mismo. El punto donde se ha emplazado el sondeo se encuentra a unos 150 metros pasado el depósito de agua y los sondeos de abastecimiento en un ensanche del camino situado a la derecha y a con unos 9 metros de diferencia de cota sobre el sondeo de abastecimiento.

Observaciones: SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111. PARA SUSTITUIR EL PIEZÓMETRO COLAPSADO.



Vista general (01/09/2010)

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

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L)

Año: 2010

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 358

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	324
6	358	224

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	265	180	4	Metálica ciega	
265	271	180	4	Metálica puentecillo	
271	274	180	4	Metálica ciega	
274	277	180	4	Metálica puentecillo	
277	289	180	4	Metálica ciega	
289	295	180	4	Metálica puentecillo	
295	298	180	4	Metálica ciega	
298	304	180	4	Metálica puentecillo	
304	310	180	4	Metálica ciega	
310	316	180	4	Metálica puentecillo	
316	328	180	4	Metálica ciega	
328	331	180	4	Metálica puentecillo	
331	334	180	4	Metálica ciega	
334	343	180	4	Metálica puentecillo	
343	346	180	4	Metálica ciega	
346	352	180	4	Metálica puentecillo	
352	358	180	4	Metálica ciega	

LITOLOGÍA

Descripción geológica: El sondeo se ha realizado sobre las calizas bioclásticas y micríticas del Cretácico superior, atravesando toda la serie cretácica hasta alcanzar los materiales de calizas dolomíticas y de brechas con carnioles de la Fm. Cortes de Tajuña del Jurásico inferior (Lias).

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	13	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas color beiges bioclásticas con pequeño contenido de calizas rosadas a la base.				
13	31	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color rosado.				
31	37	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	

Observaciones: Calizas color bioclásticas de color blanquecino.				
37	40	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color gris.				
40	43	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color rosado				
43	49	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color gris.				
49	59	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color beige.				
59	61	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color gris				
61	73	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas marrones amarillentas.				
73	82	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas marrones amarillentas con intercalaciones de niveles más margosos.				
82	101	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de marrones- beiges.				
101	106	CALIZAS MARGOSAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas marrones-amarillentas con intercalaciones de niveles más margosos.				
106	123	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas rosadas. algo recristalizadas con frecuentes restos de foraminíferos (miliolidos) y posibles fragmentos de rudistas				
123	183	DESCONOCIDO	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Perdida de Barrido				
183	231	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas con miliolidos y lacazinas de colores anaranjados y rojizos, bastantes recristalizadas, con cantos redondeados de calcarenitas. Se corresponde a la base de "las calizas de las Serres" de edad Santoniense.				
231	242	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas de color claro (blanquecino) con foraminíferos.				
242	250	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas grises bioclásticas con menor proporción de fósiles y un mayor grado de recristalización, cristales de esparita. se observan posibles restos de prealveolinas (cenomaniense)?				
250	255	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas bioclásticas con menor proporción de fósiles y un mayor grado de recristalización, cristales de esparita.				
255	260	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: Calizas de color grisáceo, con algo menos de fósiles, recristalizadas. En los dos últimos metros, aparecen cantos de calizas marrones, similares a las infrayacentes.				
260	312	CALIZAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas bioclásticas gris oscuro, sin apenas recristalización. con restos de peloides y bioclásticos. facies de wackestone a packstone, Fm. Cuevas labradas Liasisco				
312	324	CALIZAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas bioclásticas de color marrón claro, algo rojizas presentan restos de calizas con. Peloides.				
324	330	CALIZAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas bioclásticas marrones rojizas mezcladas con calizas negras recristalizadas.				
330	349	CALIZAS DOLOMITICAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas negras, bioclásticas y recristalizadas, ocasionalmente aparece ripios con restos de peloides. Podrían se algo dolomíticas.				
349	352	CALIZAS DOLOMITICAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas dolomíticas a marrones con ocasionales restos de calizas marrones con peloides, patinas rojizas y aspecto de dolomitizadas a recristalizadas.				
352	358	CALIZAS DOLOMITICAS	LIASICO	ACUIFERO
Observaciones: Calizas dolomíticas de color negro a rojizos con posibles fantasmas de fósiles				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
17/08/2010	0	300.07	47.27	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: 2ª recuperación							
17/08/2010	4	246.02	-54.05	0.8			CHE (OPH)
Observaciones: Escalón continuo							
16/08/2010	0	329.18	83.16	0			CHE (OPH)
Observaciones: 1ª recuperación							
16/08/2010	6	273.9	-55.28	0			CHE (OPH)
Observaciones: 2º escalón							
16/08/2010	3	244.33	-29.57	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: 1er escalón							

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
19	273.57	241.22	32.35	259.6629	10.2761

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.
17/08/2010	0.1008	0.3508	6.5533	0.0389	0.0739	0.9289	5.9985	0.0143	583	7	-0.4006	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
	3.58	16.84	399.75	2.41	1.7	11.24	120.27	0.56				
17/08/2010									582	6.9		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

17/08/2010									578	7	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
17/08/2010									570	7	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
17/08/2010									575	7.1	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
16/08/2010									561	7.1	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
16/08/2010									564	7.3	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
19/05/2010	0.1408	0.446	5.928	0.0353	0.1117	0.4959	5.5277	0.0176	614	-6.2552	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	5	21.41	361.61	2.19	2.57	6	110.83	0.69			

OTRAS FOTOS



Referencia provisional (01/09/2010)



Detalle (01/09/2010)

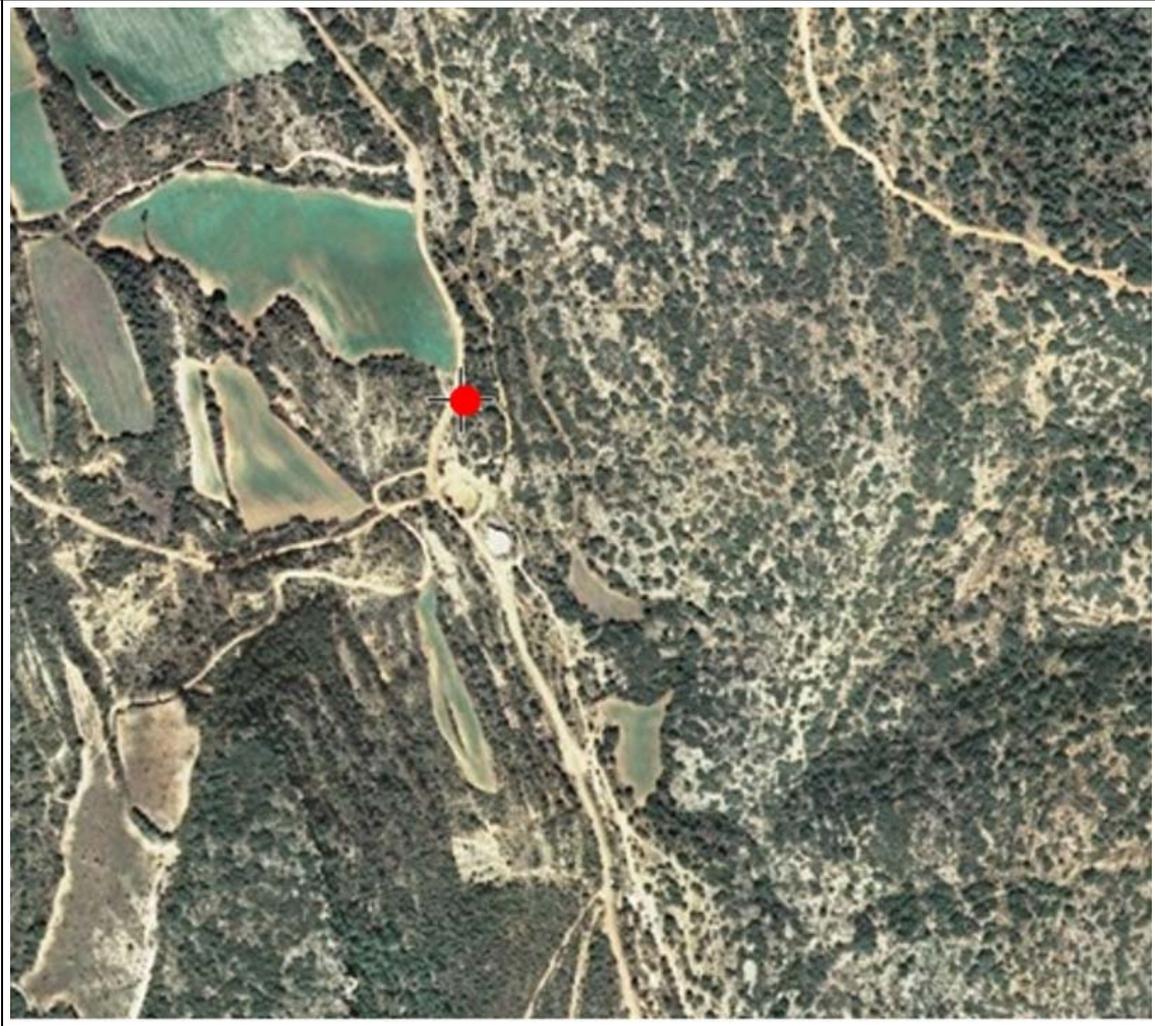


Masiapara pedirllaves (01/09/2010)

Referencia definitiva (11/05/2012)



Vista general (11/05/2012)



TARTAREU (29/06/2012)



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

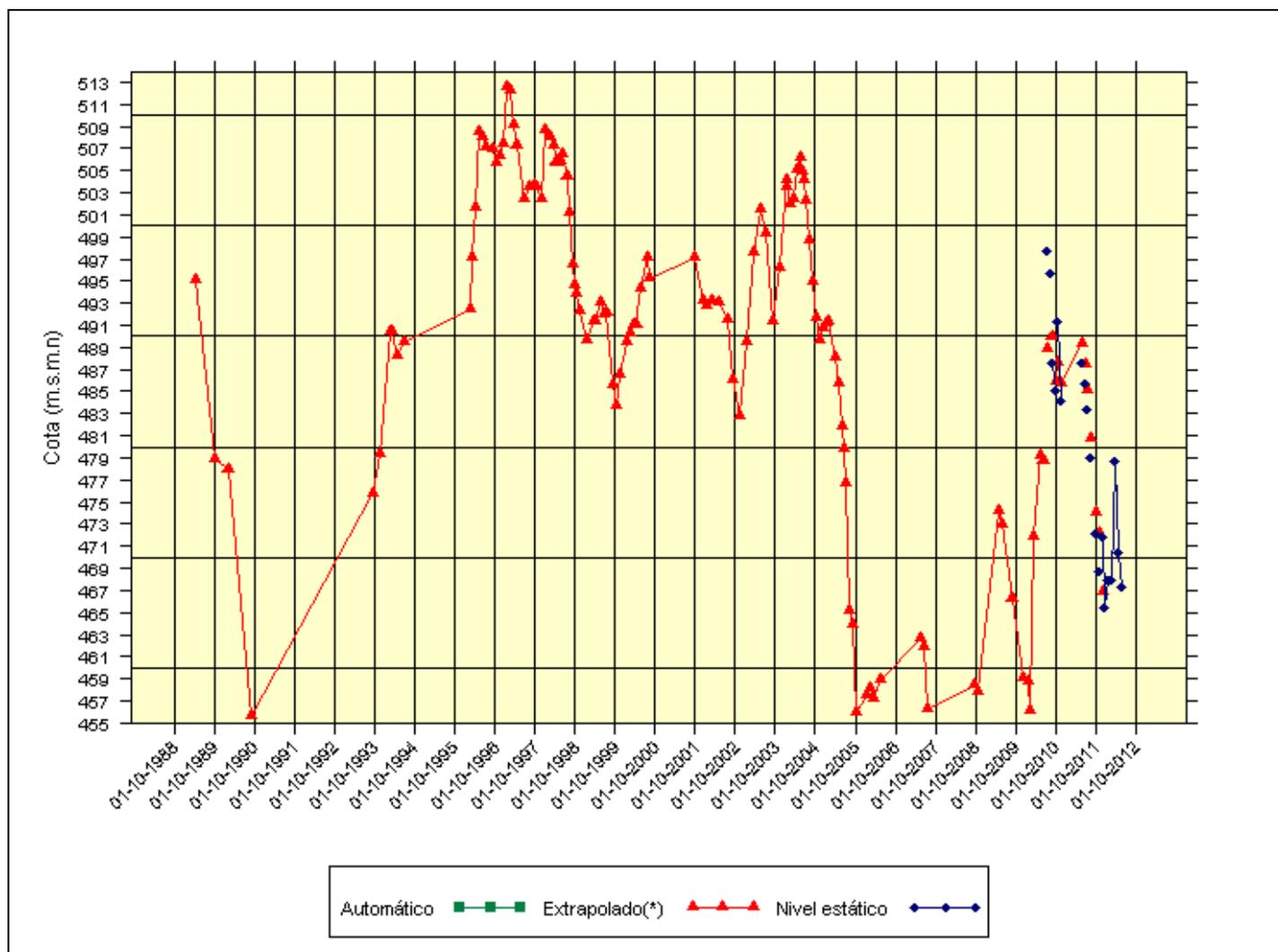
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Ajuntament de les Avellanès i Santa Linya (Ajuntament de les Avellanès i Santa Linya). Tlf: 973 454 004. Josep de vilanova, encargado del sondeo de abastecimiento de Tartareu.

Cierre: Llave MARM

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: cretácico superior



*Extrapolado del punto 321330001

ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: cretácico superior

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
151	283.3502	226.4411	56.9091	250.7966	14.9576

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: cretácico superior

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
31/05/2012	271.77	
27/04/2012	268.65	
30/03/2012	260.29	
28/02/2012	271.05	
30/01/2012	271.13	
29/12/2011	273.57	
29/11/2011	267.16	
31/10/2011	270.3	
28/09/2011	266.8	
18/08/2011	260	
22/07/2011	255.65	Han puesto la tapa
30/06/2011	253.29	
24/05/2011	251.38	
26/11/2010	254.92	
22/10/2010	247.74	

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3 “Sinclinal de Tremp”. En la masa de agua subterránea (090.042) Sierras Marginales. El acuífero atravesado son las calizas y dolomías karstificadas de edad Jurásico inferior (Fm. Cortes de Tajuña) que forman el principal acuífero en esta zona. Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de transición del acuífero Jurásico, cuya descarga se realiza en una zona topográficamente más baja y probablemente hacia el pantano de Canelles.

OTROS DATOS

SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111. PARA SUSTITUIR EL PIEZÓMETRO COLAPSADO.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

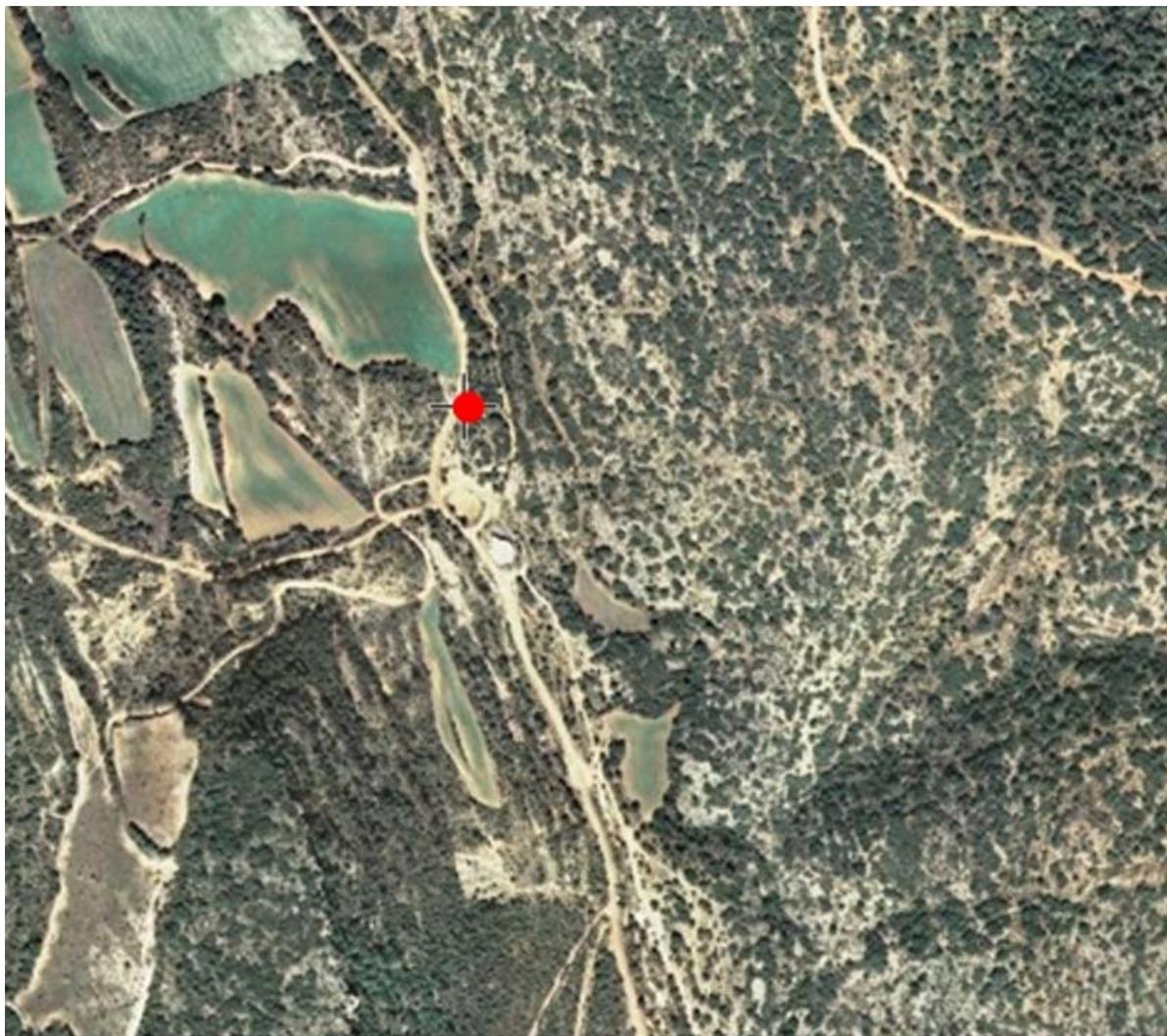
Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se sitúa en la pista que lleva al pozo de abastecimiento de la localidad de Tartareu. Se toma una vez atravesado el pueblo de Tartareu y antes de llegar a un depósito de agua, en un desvío a la derecha del mismo. El punto donde se ha emplazado el sondeo se encuentra a unos 150 metros pasado el depósito de agua y los sondeos de abastecimiento en un ensanche del camino situado a la derecha y a con unos 9 metros de diferencia de cota sobre el sondeo de abastecimiento.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:
X: 310387, Y:4645440 (Huso 31)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



05/2012 Vista general

ACCESO

DETALLE



05/2012 Referencia definitiva

ACCESO

DETALLE REFERENCIA



05/2012 DSCN3553 Tartareu

INSTALACIÓN

