

*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 PANILLO-EJEP: 090.040.001**





## ÍNDICE

	Pág.
<b>1. PROYECTO</b> .....	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS .....	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS .....	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO .....	6
<b>2. LOCALIZACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>3. SITUACIÓN GEOLÓGICA</b> .....	<b>8</b>
<b>4. MARCO HIDROGEOLÓGICO</b> .....	<b>9</b>
<b>5. EQUIPO DE PERFORACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>15</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>18</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>19</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>21</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO .....	22
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>26</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>28</b>

### INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i> .....	<b>7</b>
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i> .....	<b>8</b>
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica digital –Geode (Pirineos) del IGME, de la zona del Sinclinal de Graus</i> .....	<b>9</b>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.</i> .....	<b>20</b>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.040.001–Panillo.</i> .....	<b>27</b>
<i>Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.040.001–Panillo.</i> .....	<b>28</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b><i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)..</i></b>	<b>17</b>
<b><i>Tabla 2. Entubación realizada.....</i></b>	<b>19</b>
<b><i>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</i></b>	<b>21</b>
<b><i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de inyección.....</i></b>	<b>22</b>

## **ANEJOS**

**ANEJO Nº 1: PERMISOS**

**ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO Nº 3: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO Nº 4: GEOFÍSICA**

**ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**



# 1. PROYECTO

## 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### TRABAJOS DE INSPECCIÓN

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

#### TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

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

## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS

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

- **Trabajos anteriores a la perforación**
  - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
  - Comprobación de accesos y permisos.
  - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
  - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
    - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
    - Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).
  
- **Trabajos durante la perforación**
  - Perforación
    - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
    - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
    - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
    - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc.

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

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

### 1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.040.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico en esta masa de agua (040) para este acuífero de naturaleza detrítica y edad Eoceno.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga y se trata de un acuífero con una permeabilidad de baja a muy baja y de carácter confinado.



El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las Areniscas del Eoceno que forman el acuífero.

## 2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Ejep dependiente del municipio de Graus y, más concretamente, en la parcela 150 del polígono perteneciente a la Cofradía de San Cristóbal de la localidad de Ejep.

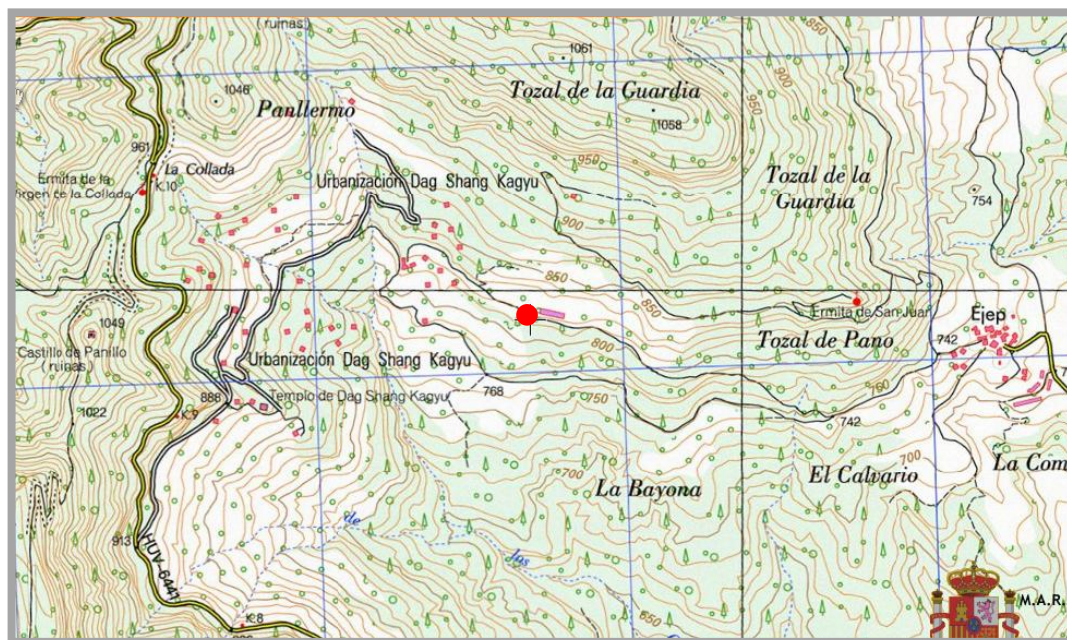
Se accede al mismo por la pista que lleva desde la localidad de Ejep al Monasterio Budista de Panillo. Tras atravesar el pueblo se sigue por esta pista alrededor de un kilómetro hasta llegar a un camino que da acceso a una granja situándose el piezómetro en una parcela a la izquierda.

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

X: 277697

Y: 4681172

Z: 734 m.s.n.m



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

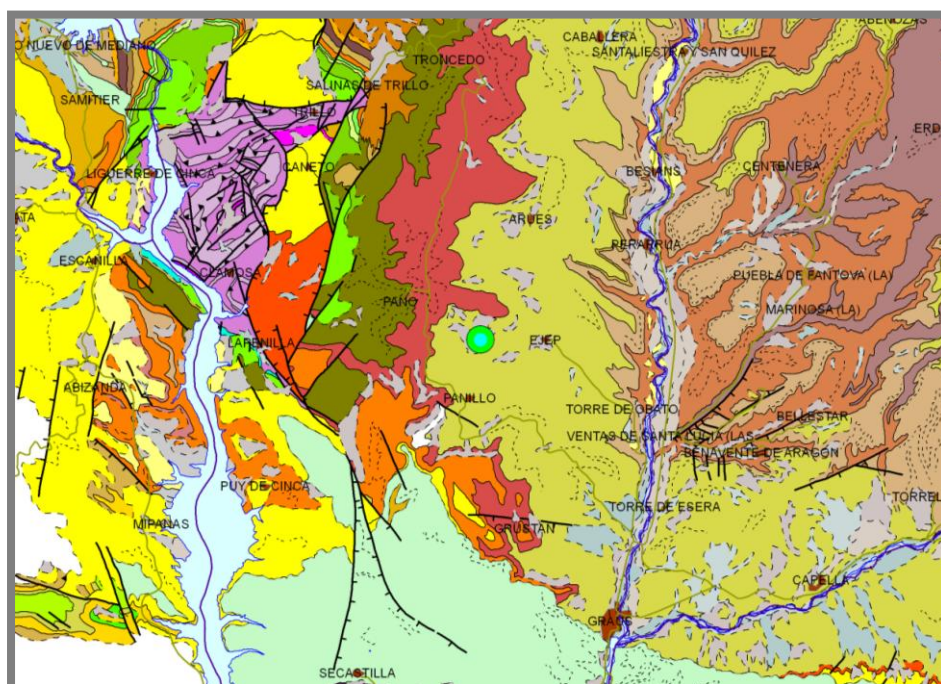


**Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.**

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre las arcillas, limolitas con intercalaciones de niveles de areniscas y, ocasionalmente, conglomerados pertenecientes a la Fm. Capella del Eoceno medio-superior. Estos materiales, de carácter detrítico y origen deltaico, se disponen en la zona comprendida entre la localidad de Santa Liestra y las cercanías de Graus. Se trata de los materiales distales del complejo deltaico de Santa-Riestra. Su disposición es subhorizontal o con muy suaves buzamientos (menos de 5°) hacia el Noroeste y formando parte del flanco N de una estructura sinforme existente entre Campo (al N) y Graus (al S) y limitada al N por un apilamiento de escamas y pliegues de la Peña Montañesa y al S por las unidades de las Sierras Exteriores.





**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica digital – Geode (Pirineos) del IGME, de la zona del Sinclinal de Graus.**

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

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

Este dominio engloba la estructura alóctona pirenaica (Unidad Surpirenaica Central) al E del Cinca y hasta el límite de la cuenca del Ebro, donde incluye el manto de Pedraforca. Se identifica orográficamente con las Sierras interiores y Exteriores Surpirenaicas al E del Cinca (Cotiella, Tubón, Boumort, Montsec, Carrodilla, San Mamet, etc). La elección del río Cinca como límite occidental del dominio obedece una vez más a criterios hidrogeológicos y de gestión. En el límite oriental se emplazan algunas unidades hidrogeológicas intercuenca (La Cerdanya y Cadí-Port del Compte) por lo que el límite del dominio se extenderá puntualmente más allá de la divisoria hidrográfica en virtud de criterios hidrogeológicos. En cuanto a los límites N (divisoria hidrográfica) y S (cabalgamiento Surpirenaico) tienen una importante traducción hidrogeológica por cuanto delimitan áreas de

funcionamiento marcadamente distinto. El límite septentrional del dominio, se define con carácter general sobre la divisoria hidrográfica de la cuenca del Ebro, ubicada sobre materiales hercínicos poco permeables del Pirineo Axial. Este criterio será puntualmente modificado en el caso de la presencia de calizas permeables del Devónico cuando, por su extensión o conexión con otros acuíferos, adquieran una especial relevancia hidrogeológica (Valle de Arán, La Cerdanya).

En cuanto al límite Límite Oriental; en el área de las sierras interiores existen materiales permeables en la divisoria hidrográfica (sierras de Cadí y Moixeró-Sierra Caballera), por lo que los criterios de delimitación serán de carácter hidrogeológico. En las sierras de Moixeró y Caballera, el dominio se extiende más hacia el E, de la divisoria de cuenca, para albergar todos los afloramientos del karst Devónico, hasta el contacto con los afloramientos silúricos o pérmicos del Alto Llobregat.

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

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

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

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

Dentro de este dominio se encuentra la masa de agua 040 correspondiente al "Sinclinal de Graus". Esta extensa masa de agua subterránea incluye la depresión terciaria localizada entre las sierras interiores y exteriores pirenaicas en el sector comprendido entre los ríos Cinca y Noguera Pallaresa. Cuenta con una extensión de 1.055 km<sup>2</sup>, en su mayor parte en la comunidad de Aragón, y una pequeña superficie (el 10%) en Cataluña.

Sus límites se corresponden con la extensión de los materiales del eoceno terrígeno terminal. Su límite N se traza sobre los depósitos del Eoceno medio y superior, inmediatamente al S de los afloramientos de calizas con alveolinas del Eoceno inferior de Cotiella-Turbón y del cabalgamiento de Sierra Ferrera-Peña Montañesa. Hacia el E, se ha establecido según inmersión de las calizas ilerdienses bajo las areniscas lutecienses. En el S, el límite se traza sobre los materiales neógenos, según la alineación Torreciudad, Graus, Tolva, central de Puente de Montañana. El límite occidental se establece en el cauce del río Cinca.

Desde el punto de vista geológico está formado por una serie turbidítica eocena que fosiliza el sistemas de cabalgamientos de las Sierras Pirenaicas, constituida por margas y turbiditas fundamentalmente.

Incluye también depósitos de arenas con intercalaciones de conglomerados, areniscas, arcillas y yesos, también eocenos. En menor medida aparecen areniscas, conglomerados, lutitas y margas del Oligoceno y depósitos cuaternarios de deyección, coluviales y fluvioglaciares.

Su estructura consiste en un gran sinclinal con inmersión hacia el O. Junto al Cinca, el anticlinal de Mediano limita estos materiales con el flysch de la cuenca de Jaca.

En cuanto a los acuíferos, presentes en esta masa de agua, hay que indicar que la mayor parte de su extensión está cubierta materiales del Eoceno y Oligoceno de baja permeabilidad, constituidos por areniscas con algunas intercalaciones de margas o conglomerados. Estos materiales pueden adquirir, localmente mejores cualidades hidrodinámicas, en la zona de alteración superficial, constituyendo en este caso un acuífero epitelial de carácter libre y con una permeabilidad media por porosidad secundaria.

En el sector más occidental, en la zona del anticlinal de Mediano aflora unas calizas de edad Oligoceno que pueden tener cierto interés en la medida de su grado de fisuración o karstificación.

Los depósitos aluviales y coluviales del Cuaternario constituyen acuíferos de media–alta permeabilidad por porosidad intergranular. Su desarrollo es en general muy pequeño, y se limitan a los aluviales del Ésera, Isábena y Noguera.

No se dispone de información acerca de los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos en el ámbito de esta masa de agua subterránea.

La mayor parte del flujo de agua subterránea, está limitado a la zona de alteración superficial de los materiales de media–baja permeabilidad que componen esta masa de agua. Se trata por tanto de flujos subsuperficiales, cuyas direcciones están condicionadas por la topografía local y en dirección a la red de drenaje superficial. Los exiguos aluviales presentes en el Ésera, Isábena y Noguera, tendrán una situación piezométrica ligada a la dinámica

fluvial, con una dirección convergente hacia los cauces, receptores de los recursos subterráneos de esta región.

La recarga se realiza por infiltración de las precipitaciones y la descarga se realiza hacia la red de drenaje superficial.

En cuanto a su características hidroquímicas, existe poca información hidroquímica. Los análisis disponibles muestran aguas con una gran variabilidad en la salinidad y las facies, en función de la litología atravesada, tiempo de residencia de los flujos muestreados, etc. a excepción de las zonas más próximas al anticlinal de Mediano, donde la deformación ha hecho aflorar materiales de mayor solubilidad (Keuper). En el resto de la zona dominan las facies de tipo bicarbonatado cálcico, con una mineralización media. En la parte NO, afloran facies del eoceno más yesíferas que dan lugar a aguas de mayor mineralización y tipología sulfatada. No se han reconocido indicios de contaminación.

En cuanto a su estado general, no se identifican presiones significativas. Las extracciones de agua son muy poco significativas, fundamentalmente para abastecimiento de pequeñas poblaciones. Graus es la población más grande, con unos 2.500 habitantes. El resto son localidades pequeñas.

A excepción de unas pequeñas manchas de regadío asociadas a la ribera del Ésera, Isábena y Ribagorzana, el resto de la superficie agrícola es de secano. En conjunto supone un 23% de su superficie. En líneas generales, los niveles más permeables se limitan a la parte más superficial del sustrato (zona de alteración), que en profundidad es de baja permeabilidad. Los aluviales, con permeabilidad mayor, se limitan a las riberas de la red fluvial y tienen muy poco desarrollo vertical y muy poca extensión lateral. Todas estas

circunstancias hace muy difícil la propagación de las posibles contaminaciones que se produzcan por lo que 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 rotoperusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión contracción 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 1 de Junio de 2010 a las 8 horas y se termina el de junio de 2010 a las 12:00 horas.

Se llega al emplazamiento el 31 de mayo y se procede a realizar el acondicionamiento, de acuerdo con las indicaciones del alcalde pedáneo de Ejep ,y a posicionar la maquinaria; trabajos que finalizan a las 18:15 horas.

Se comienza con la perforación el día 1 de junio a las 8:00 h con un diámetro de 324 mm y alcanzándose la profundidad de 9 m. A continuación, se coloca la tubería de emboquille en chapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm. Una vez colocada, se prosigue con los trabajos con el martillo de 224mm por el interior de la tubería de emboquille alcanzando los 126 metros a las 14:15 h. Se concluyen los trabajos a las 19:40 horas con una profundidad de 242 metros.



Se retoman los trabajos el día 2 de junio a las 08:15 h. Según instrucciones de la Dirección de Obra se toma una medida de conductividad al comienzo de la jornada, obteniéndose un valor de 1.327  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A lo largo de esta jornada se observan dos aportes de agua, más o menos relevantes, a 255 m y a 267 m de profundidad. A las 11:55 horas se da por finalizado el sondeo al alcanzar los 300 m de profundidad al haberse cumplido 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).

0-6 m	Observaciones: Relleno cuaternario. Gravas y arcillas.
6-7	Arcilla margosa gris clara.
7-9 m	Arena de grano fino ocre.
9-11 m	Arena limosa de grano fino de tonalidades ocre-amarillentas
11-21 m	Lutitas margosa de color ocre verdoso predominante y algo grisácea. Presenta laminación
21-26 m	Lutitas margosa algo más compacta que el tramo suprayacentes de tonalidades grisáceas.
26-33 m	Arcillas margosas con algo de limo. Color ocre
33-34 m	Arena de grano fino-medio de color ocre amarillento.
34-35 m	Lutitas carbonatadas algo limolíticas de color gris
35-36 m	Arena de grano fino - medio gris
36-44 m	Lutitas arenosas ocre y areniscas más o menos bien cementadas de grano fino - muy fino de color gris. Los primeros dos metros son bastante más lutíticos.

44-51 m	Limolitas margosa de tonalidades rojizas y algo arenosa.
51-58 m	Lutitas margosas y areniscas muy arcillosas de predominancia gris con algún tramo de tonalidades más verdosas
58-101 m	Lutitas con arenisca arcillosa de color variable entre ocre amarillento y rojizo según el tramo.
101-103 m	Arenisca arcillosa con cemento carbonatado de grano muy fino y tonalidades grisáceas.
103-106 m	Limo gris claro algo margoso.
106-111 m	Lutitas arenosas algo margosas y areniscas arcillosas con algo de cemento carbonatado de color ocre y gris
111-113m	Limo de gris claro a gris oscuro.
113-132 m	Lutitas con intercalaciones de areniscas arcillosas de color de ocre a rojizo y grano fino a muy fino con cemento carbonatado.
132-149 m	Intercalaciones de lutitas algo arenosa con areniscas cementadas y limos de grano fino-muy fino. Tonalidades variables entre gris claro y gris oscuro. matriz y cemento carbonatado.
149-158 m	Lutitas margosas con algún tramo algo más arenoso de tonalidades ocre-rojizas
158-165 m	Limo margo-arcilloso gris verdoso con algo de arena de grano fino-muy fino.
165-166 m	Limo arcillosos carbonatados ocre con algo de arena.
166-172 m	Arena de grano fino-muy fino de color gris, algo carbonatada y con algo de arcilla.
172-179 m	Lutitas y areniscas arcillosas margosas de color marrón pardusco
179-181 m	Lutitas margosa y areniscas de grano fino-muy fino, algo arcillosas de color gris.
181-192 m	Alternancia de limos, arenas, arcillas y arcillas margosas de color ocre y marrón
192-208 m	Alternancia de arenas carbonatadas de grises claras a grises oscuras, con areniscas bien cementadas y con arcilla margosa del mismo color. Grano de fino a muy fino
208-210 m	Arcillas con areniscas y areniscas de grano fino de color ocre beige
210-221 m	Alternancia de arcillas margosas de color gris con areniscas con cemento carbonatado de grano fino a muy fino



221-225 m	Limolitas gris-ocre con pasadas de areniscas de grano fino a muy fino grises con cemento carbonatado.
225-228 m	Lutitas y limolitas margosas gris ocre y rojas.
228-231 m	Arenas de grano fino-medio gris claras con cemento carbonatado. En la base es mucho más oscura y el ripio aparece húmedo
231-233 m	Lutitas margosas ocre con limolitas y areniscas de grano fino a muy fino.
233-236 m	Lutitas margosas ocre con limolitas y areniscas de grano fino a muy fino de color gris.
236-239 m	Arenas y lutitas margosas de grano muy fino y tonalidades grisáceas.
239-242 m	Lutitas y areniscas margosas de grano fino a muy fino de color ocre-rojizo.
242-245 m	Lutitas margosas y areniscas de grano fino de tonalidades versicolores (verde, rojiza, gris...). En profundidad cada vez se hace más gris oscura
245-250 m	Argilita margosa gris y arenisca de grano fino con cemento carbonatado. En profundidad aumenta el porcentaje de arenisca
250-271 m	Arenisca de grano fino con cemento carbonatado y compactada de tonalidades grises
271-273 m	Arenisca de grano fino cementada y compacta de color gris, con cemento carbonatado.
273-278 m	Arenisca menos cementada, más "suelta" de tipo arena. Tonalidades grisáceas.
278-300 m	Arenisca de grano fino de tonalidades grisáceas y más o menos compactadas. El cemento es carbonatado

**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, es la siguiente: del metro 0 al 6 corresponde a relleno cuaternario. Del metro 6 al final del sondeo se corresponde con los depósitos del Terciario (Eoceno) atribuidos a la serie de areniscas, conglomerados y lutitas de la Fm. Capella (Garrido, 1968; Cuevas, 1989). Su edad es Luteciense medio y esta unidad se incluirá dentro de la denominada secuencia o Ciclo de Santa Liestra superior (Crumeyrolle, 1987;

Mutti *et al*, 1988), que se corresponde con una serie de unidades detríticas relacionadas con la progradación de un sistema deltaico de edad Eocena en la cuenca de Graus. En el sondeo se observa como las facies distales, de esta unidad lutitas y limolitas con areniscas, van haciéndose cada vez más detríticas (areniscosa) hacia la parte basal del sondeo.

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 2 de Junio de 2010 y la realiza la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, CGS, S.A., con medios propios constituido por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre Furgoneta Volkswagen 4X4 y equipado con una sonda 9.055, 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.

Comienza a las 12:00 h introduciendo primero la sonda de desviación y, posteriormente, la sonda hidrogeológica que descienden hasta, prácticamente, el final del sondeo. En el momento de efectuar la testificación geofísica el nivel se encuentra a los 237,50 metros. La conductividad presenta un primer tramo, entre 237,5 metros y 240 metros, con un valor medio de 580  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y un segundo tramo, entre 240 metros hasta 267 metros con un valor medio de 2.450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Desde los 267 m hasta el final del sondeo disminuye hasta llegar a los 1.800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La temperatura mantiene una media de 20,5° centígrados.

En cuanto a los aportes de agua se registran en los siguientes intervalos: desde 241 a 242,50, de 244,50 a 246,50, de 255 a 258, entre 267 y 275, entre 278 m y 282 m, entre 284 y 287 m y de 288 m a 297. En cuanto a la desviación medida se ha registrado una desviación máxima, con la

vertical, de 15,50 metros a los 298 metros de profundidad (5,48 %) y un ángulo de inclinación máximo de 5º a los 228 metros.

## 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 de la que se colocan 9 metros y una segunda, en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los que se colocan 299 m: 269 m corresponden a tubería ciega y 30 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde se detecta el aporte de agua.

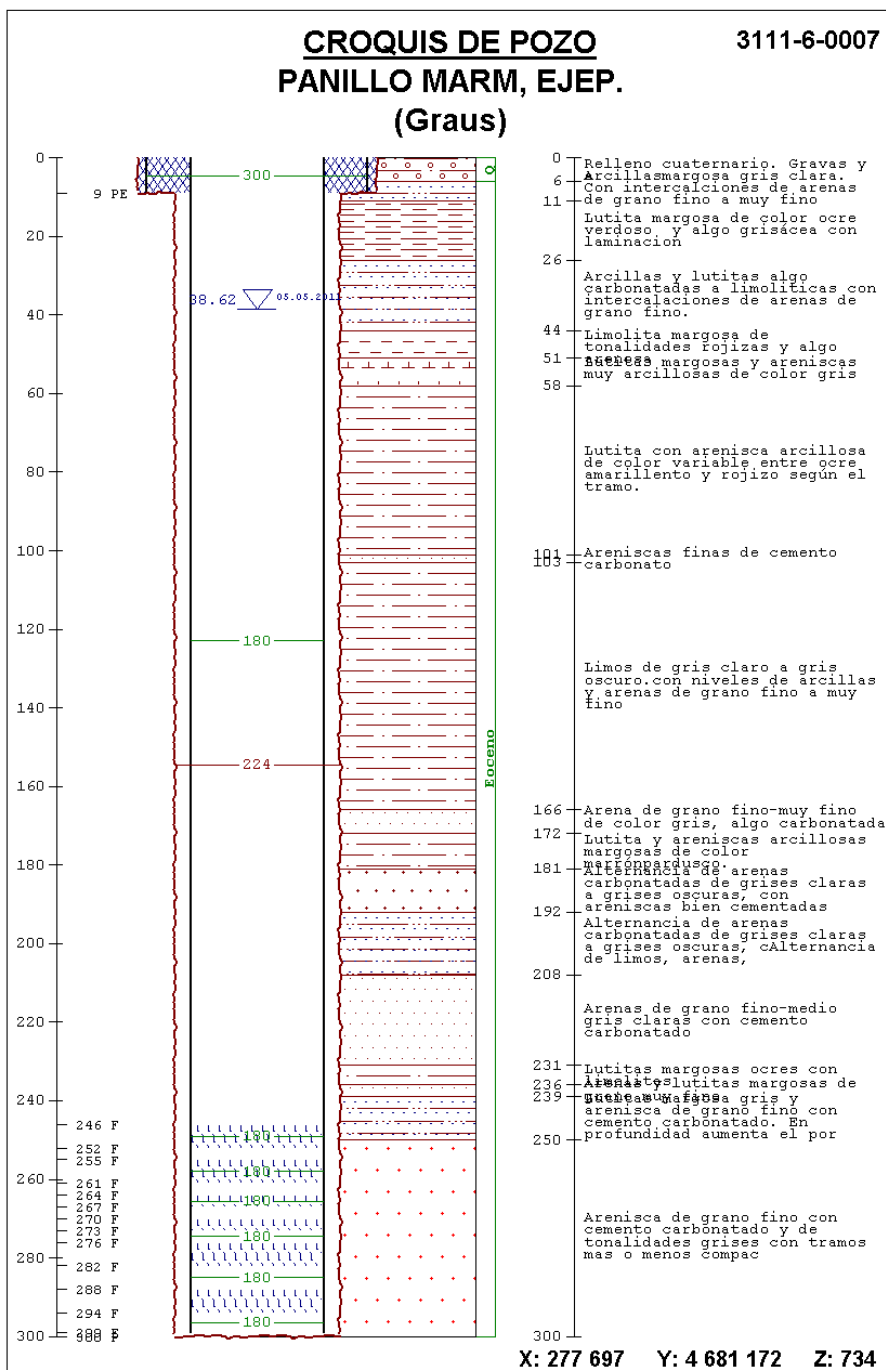
REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-246	180	4	Chapa de acero	Ciega
246 -252	180	4	Chapa de acero	Filtro
252 -255	180	4	Chapa de acero	Ciega
255- 261	180	4	Chapa de acero	Filtro
261 -264	180	4	Chapa de acero	Ciega
264 -267	180	4	Chapa de acero	Filtro
267-270	180	4	Chapa de acero	Ciega
270-273	180	4	Chapa de acero	Filtro
273-276	180	4	Chapa de acero	Ciega
276-282	180	4	Chapa de acero	Filtro
282-288	180	4	Chapa de acero	Ciega
288-294	180	4	Chapa de acero	Filtro
294-299	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.

Se ha realizado la cementación de los 9 metros iniciales correspondientes al emboquille, entre el anular y la tubería de 300 mm.

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 1m<sup>2</sup> 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 areniscas de la Fm. Capella del Eoceno (terciario).

Durante la perforación, se han detectado una serie de aportes de agua al sondeo. El primero de ellos, poco importante, se detecta a los 33 m de profundidad. A 245 m y a 267 m se producen los aportes de agua, de bastante más relevancia, que el primero.

De la testificación geofísica se deduce la existencia de los siguientes tramos aportantes: desde 241 a 242,50, de 244,50 a 246,50. de 255 a 258, también de 267 a 275, así como de 278 m. a 282 m y entre 284 y 287 m y de 288 m a 297.

Los niveles medidos, después de la entubación, se muestran en la tabla que a continuación se inserta.

Fecha	Nivel (metros)
26/11/2010	38.21
23/10/2010	37.84
29/09/2010	36.84
26/08/2010	36.59
03/07/2010	37.92

***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

Debido a que se supone que los valores de transmisividad van a ser muy pequeños, se decide sustituir la prueba del ensayo de bombeo por la realización de un ensayo de inyección o "Slug-Test".

Durante el día 5 de mayo del 2010 se realiza el ensayo de bombeo. Debido a las características del sondeo y a la profundidad a la que se encuentra el nivel freático, se decide realizar el ensayo con una cuba cuya capacidad total es de 1.000 litros, de los cuales al final sólo se emplean 500 litros, que son suficientes para elevar el nivel freático y observar la recuperación del nivel freático mediante el uso de un *datalogger*.

El *datalogger* se posiciona a 44 metros estando, el nivel, a 38,62 metros. La inyección comienza a las 8:30 h y dura 5 minutos, durante la que el nivel ha evoluciona hasta los 13,42 m con un ascenso de 6,54 metros.

Posteriormente, se mide el descenso del nivel durante casi 2 horas (115 minutos) en las que se estabiliza entorno a los 21,35 metros midiéndose un descenso de 10,75.

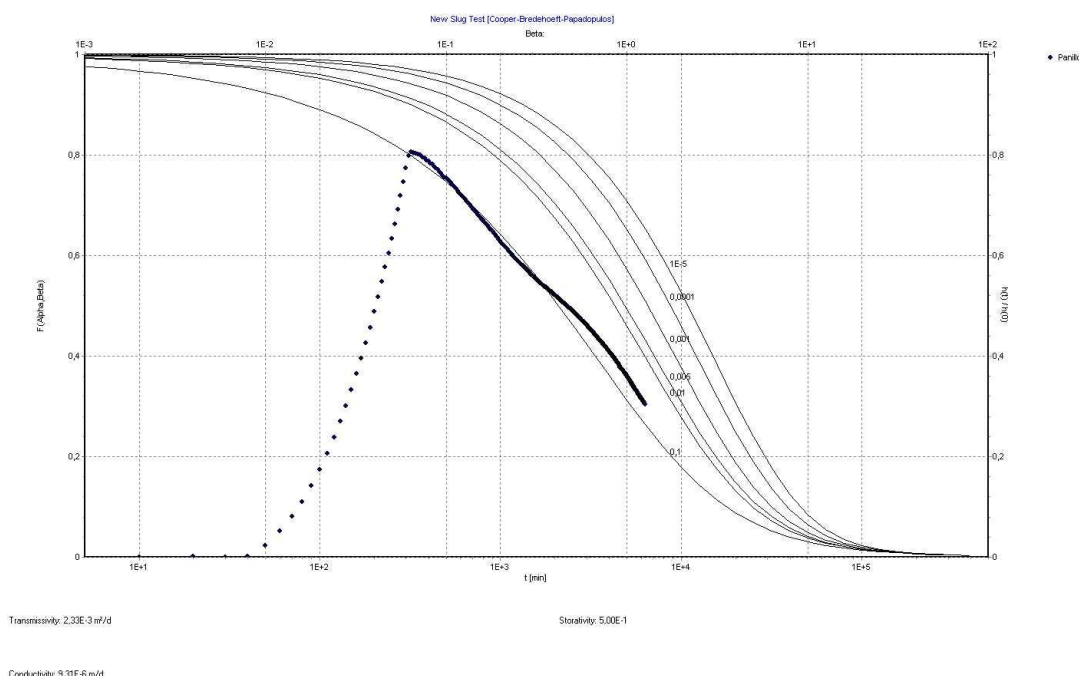
Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Ascenso (m)
<b>Inyección</b>		5	38,62	21,35	17,27
<b>Recuperación 1</b>	0	115	21,35	32.10	-10,75 (descenso)

**Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de inyección**

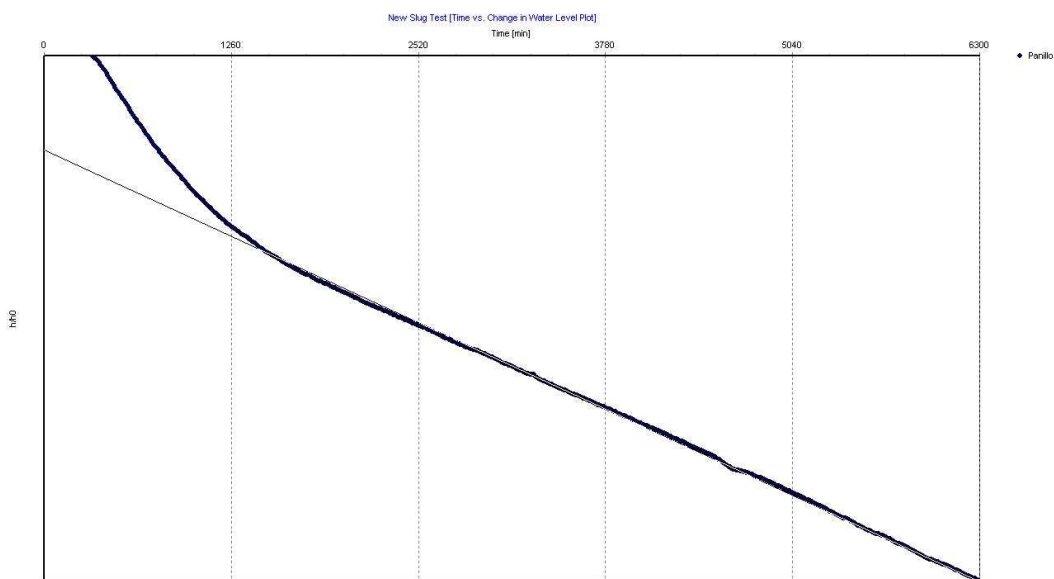
La interpretación del ensayo de inyección se ha realizado con el modulo de Slug-test que emplea el software del programa **Aquifer-Test v.3.5** de la

empresa *Waterloo Hidrogeologic* y los métodos de Cooper-Bredehoeft-Papadopulos y de Hvorslev. Así mismo se ha testado las medidas de recuperación del ensayo por el método de Theis para comprobar los resultados.

Con el método de Cooper-Bredehoeft-Papadopulos. El ensayo de inyección tiene un ajuste regular dando unos resultados de **T: 0,0023 m<sup>2</sup>/día.**

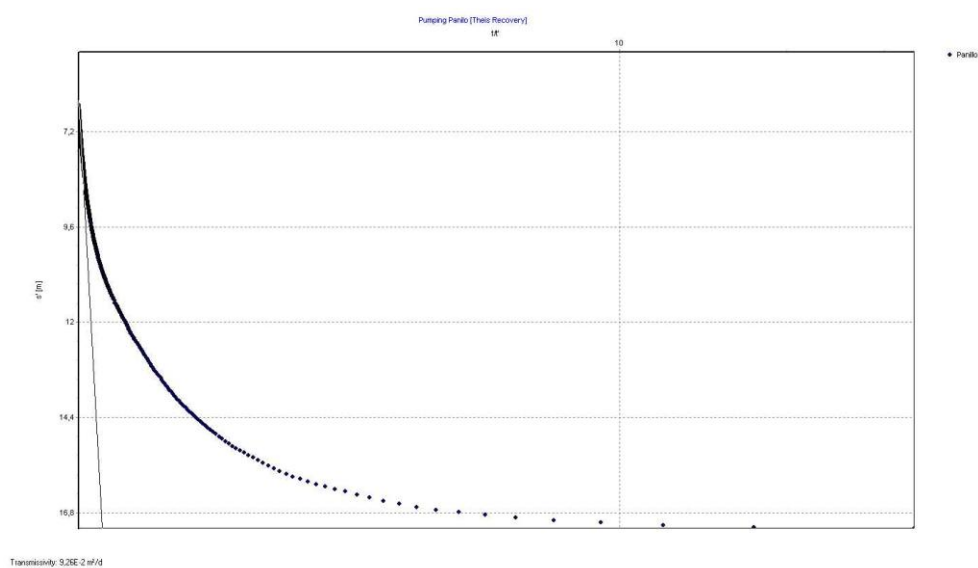


Con el método de Hvorslev solo se puede calcular la conductividad K, con unos resultados de K: 0,000925 m/día y la siguiente gráfica.



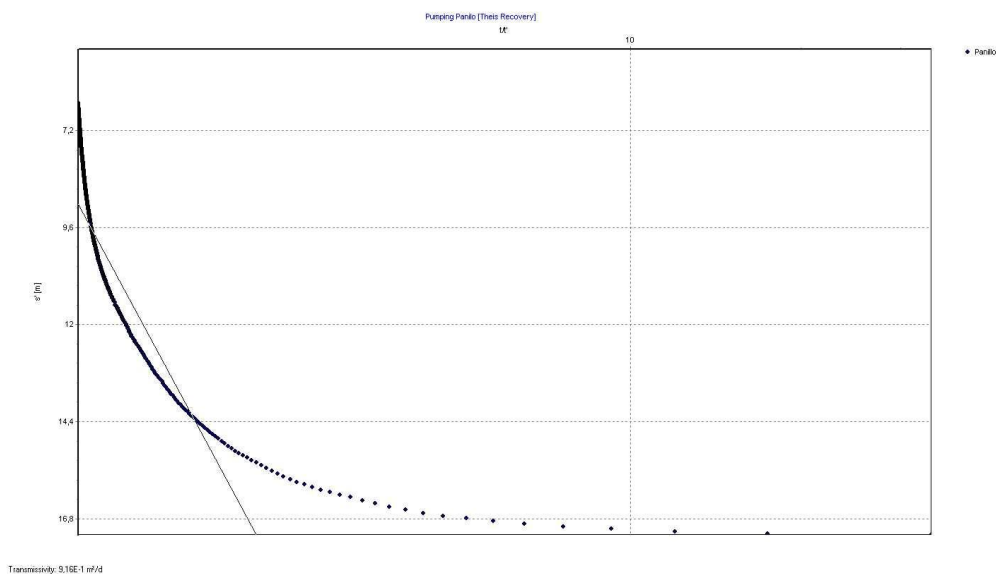
Conductivity: 9.29E-5 m/d

En cuanto a la recuperación, esta se ha interpretado por el método de Theis. Realizándose un ajuste de la curva tanto en su tramo inicial como en el medio, dando unos valores de **T: 0,092 m<sup>2</sup>/día** y **T: 0,916 m<sup>2</sup>/día** con las siguientes gráficas.



Transmissivity: 9.39E-2 m/d





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

## 11. HIDROQUÍMICA

Se ha tomado una muestra de agua en el *sondeo 090.040.001*, situado en el municipio de *Panillo (Huesca)* al finalizar la limpieza del mismo, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó el día 3 de junio de 2010. Durante la toma de la muestra se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

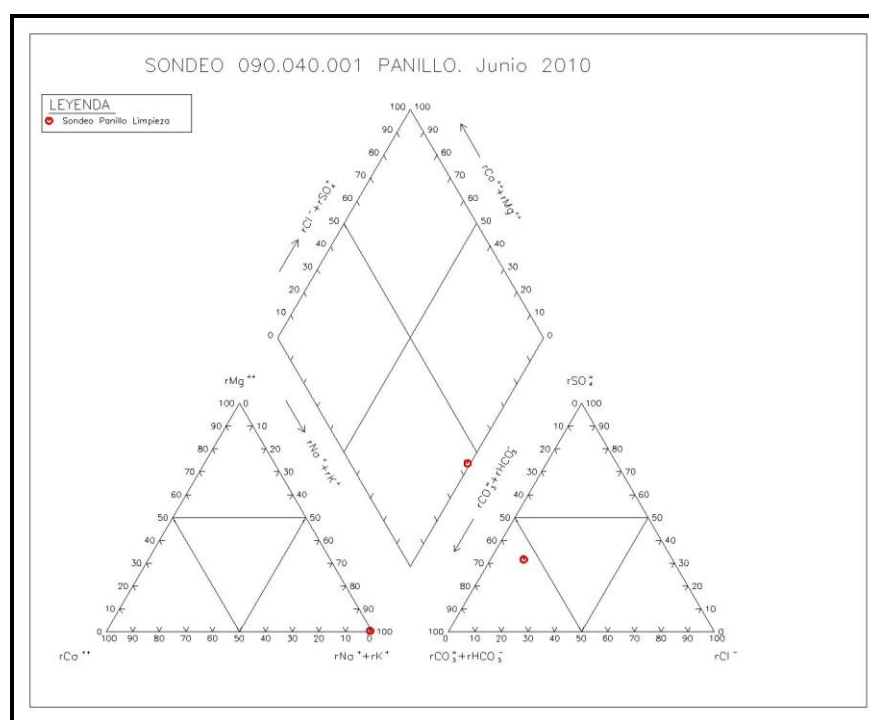
<b>DETERMINACIONES <i>IN SITU</i></b>	<b>Sondeo 090.040.001 Panillo (muestra final de la limpieza) (03/06/2010)</b>
<b>Temperatura (°C)</b>	n/d
<b>Conductividad (µS/cm)</b>	1.428
<b>pH</b>	n/d

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

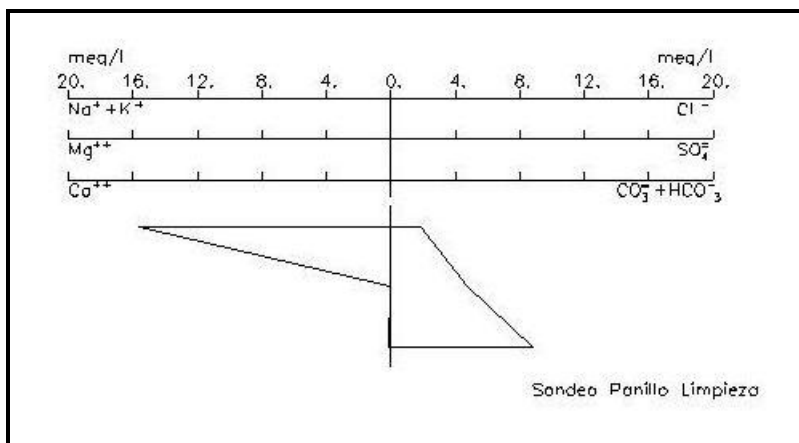
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>Sondeo 090.040.001 Panillo (muestra final de la limpieza) (03/06/2010)</b>
<b>AMONIO (mg/l)</b>	0,43
<b>ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)</b>	5,5
<b>BICARBONATOS (mg/l)</b>	<b>480,15</b>
<b>BORO (mg/l)</b>	<b>1,22</b>
<b>CALCIO (mg/l)</b>	1,90
<b>CARBONATOS (mg/l)</b>	<b>29,44</b>
<b>CLORUROS (mg/l)</b>	67,29
<b>CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)</b>	1359
<b>FOSFATOS (mg/l)</b>	0,18
<b>HIDROXIDOS (mg/l)</b>	0,00
<b>HIERRO (mg/l)</b>	<b>1,14</b>
<b>MAGNESIO (mg/l)</b>	0.73
<b>MANGANESO (mg/l)</b>	<0,02
<b>NITRATOS (mg/l)</b>	<0.5
<b>NITRITOS (mg/l)</b>	0,16

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.040.001 Panillo (muestra final de la limpieza) (03/06/2010)
pH (ud pH)	8,52
POTASIO (mg/l)	5,71
SODIO (mg/l)	356,32
SULFATOS (mg/l)	229,63
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	7,8
Facies hidroquímica	Bicarbonatada sódica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA-ALTA, por su dureza se considera un agua BLANDA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA SÓDICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido en *calcio* y *magnesio* muy bajo y alto en *sulfatos*, como también se observa en el diagrama de Stiff. Es un agua de pH elevado y con presencia de algunos elementos menores como *hierro* y *boro*. Esta composición es característica del agua que circula por un acuífero detrítico, con un largo tiempo de residencia y captada en una zona de descarga lenta.



**Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.040.001–Panillo.**



**Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.040.001–Panillo.**

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

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua NO apta para el consumo debido a que el contenido en *sodio* (356 mg/l) y otros elementos minoritarios como *hierro* y *boro* es superior al límite fijado por el RD 140/2003. El contenido en *sulfatos* es también muy alto, aunque no supera este límite.

Sin embargo, el contenido en *nitratos* es inferior al límite de detección analítica y, por tanto, inferior al límite establecido para consumo y como norma de calidad. Aunque están presentes *nitritos* y *amonio*, no superan el máximo permitido para consumo.

## 12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en la localidad de Ejep en el término municipal de Graus, con objeto de tener un punto de medida de los niveles

piezométricos para la toma de muestras y medida de parámetros físico-químicos y complementar la red operativa de piezometría en la Cuenca del Ebro.

Con este nuevo piezómetro se pretende la caracterización de la masa de agua 040 y determinar la calidad química de las aguas subterráneas definidas. Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero.

El sondeo se ha realizado por el método de Rotopercusión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 300 m.

El acuífero atravesado está constituido por las areniscas y limolitas del Terciario (Eoceno), cortándose el agua aproximadamente a los 240 metros de profundidad.

Actualmente (05/05/2010) nivel estático se sitúa alrededor de los 38,62 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir del ensayo de inyección dan unos valores de transmisividad que oscilan entre T: 0,916 y 0,0023 m<sup>2</sup>/día.

El agua extraída tras la limpieza del sondeo es de MINERALIZACIÓN MEDIA-ALTA, se considera un agua BLANDA, y se clasifica como AGUA BICARBONATADA SÓDICA, con un contenido en *calcio y magnesio* muy bajo y alto en *sulfatos*. Es un agua de pH elevado y con presencia de algunos elementos menores como *hierro y boro*. Esta composición es característica del agua que circula por un acuífero detrítico, con un largo tiempo de residencia y captada en una zona de descarga lenta.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, es un agua NO apta para el consumo debido a que el contenido en *sodio* (356 mg/l) y otros elementos minoritarios como *hierro* y *boro* es superior al límite fijado por el RD 140/2003. El contenido en *sulfatos* es también muy alto, aunque no supera este límite. Sin embargo, el contenido en *nitratos* es inferior al límite de detección analítica y, por tanto, inferior al límite establecido para consumo y como norma de calidad. Aunque están presentes *nitritos* y *amonio*, no superan el máximo permitido para consumo.

# **ANEJOS**





## **ANEJO N° 1: PERMISOS**



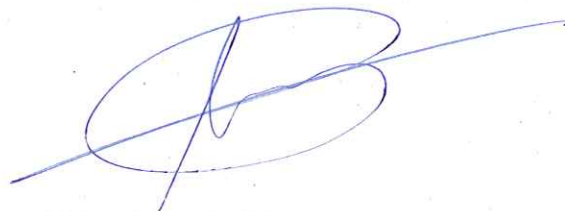
## COFRADÍA DE SAN CRISTOBAL

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha 12 de Febrero de 2008, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup>; necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Ejep, en el punto de coordenadas UTM X: 722714, Y: 4682941 (polígono 5, parcela 150).
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En **EJEP**, a 12 de **Febrero** de 2008

**El Alcalde Pedáneo de Ejep**



Fdo: Agustín Noguerras



**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 PANILLO (090.040.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 277.684 Y: 4.681.175 Z: 832 (m.s.n.m)

<b>RESUMEN DE UNIDADES</b>			
<b>Perforación</b>		0 – 9 m	324 mm
		291 m	220 mm
<b>Entubación</b>	Ciega	9 m	300 x 5 mm
		269 m	180 x 4 mm
	Filtro Puenteillo	30 m	180 x 4 mm
<b>Limpieza</b>		4 horas	

**31/05/2010**

**EMPLAZAMIENTO**

A lo largo de esta jornada, se ha llevado a cabo el desplazamiento del material y del compresor, así como los trabajos de adecuación de emplazamiento del sondeo. Dichas tareas han llevado todo el día, quedando finalmente la máquina ubicada en el punto a sondear a las 18:15 h.

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.

**01/06/2010**

**PERFORACIÓN**

Se comienza con la perforación del emboquille a las 8:00 h con un diámetro de 324 mm, alcanzándose la profundidad de 9 m. A continuación, se coloca la tubería de emboquille, con tubería ciega en chapa de acero helicoidal de 300 x 5 mm.





**Foto 1.** Detalle de la tubería de emboquille en el sondeo de Panillo.

Una vez colocada la tubería del emboquille, se coloca el martillo de 220 mm y se prosigue con los trabajos de perforación por el interior de la tubería de emboquille.

A las 11:35 h se recibe un martillo de perforación nuevo y se procede a su cambio, encontrándose el sondeo a una profundidad de 70 m. Dichas labores se realizan en más o menos una hora.



**Foto 2.** Detalle del nuevo martillo.

A las 14:15 h se hace la parada de la comida, habiéndose perforado unos 126 m.

A las 19:40 h se concluyen los trabajos de perforación de esta jornada.



**Foto 3.** Trabajos de perforación.

### **01/06/2010**

Los trabajos de perforación continúan el citado día, comenzándose las labores hacia las 08:15 h y a una profundidad de 242 m.

Según instrucciones de la Dirección de Obra se toma una medida de conductividad al comienzo de la jornada, obteniéndose un valor de 1327  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A lo largo de esta jornada se observan dos aportes de agua más o menos relevantes: a 255 m y a 267 m de profundidad.

El final de la perforación (300 m) se alcanza a las 11:55h y se procede a la retirada del varillaje para actuación de la sonda geofísica.

En síntesis, los materiales atravesados en este sondeo han sido:

- 0 – 5 m: Relleno cuaternario. Gravas y arcillas.
- 6 – 7 m: Arcilla margosa gris clara.
- 8 – 9 m: Arena de grano fino ocre.
- 10 – 11 m: Arena limosa de grano fino de tonalidades ocre-amarillentas.
- 12 – 20 m: Lutita margosa de color ocre verdoso predominante y algo grisácea. Presenta laminación.
- 21 – 25 m: Lutita margosa algo más compacta que el tramo suprayacente de tonalidades grisáceas.
- 26 - 32 m: Arcillas margosas con algo de limo. Color ocre.
- 33 m: Arena de grano fino-medio de color ocre amarillento.
- 34 – 35 m: Lutitas carbonatadas algo limolíticas de color gris.
- 36 m: Arena de grano fino - medio gris.

- 37 – 43 m: Lutitas arenosas ocre y areniscas más o menos bien cementadas de grano fino - muy fino de color gris. Los primeros dos metros son bastante más lutíticos. Reacciona con el HCl.
- 44 – 50 m: Limolita margosa de tonalidades rojizas y algo arenosa.
- 51 – 57 m: Lutitas margosas y areniscas muy arcillosas de predominancia gris con algún tramo de tonalidades más verdosas. Reacción al HCl.
- 58 – 100 m: Lutita con arenisca arcillosa de color variable entre ocre-amarillento y rojizo según el tramo. Presenta reacción al HCl.
- 101 – 102 m: Arenisca arcillosa con cemento carbonatado de grano muy fino y tonalidades grisáceas.
- 103 – 105 m: Limo gris claro algo margoso.
- 106 -110 m: Intercalaciones de lutitas arenosas algo margosas y areniscas arcillosas con algo de cemento carbonatado de color ocre y gris.
- 111 – 112 m: Limo de gris claro a gris oscuro.
- 113 – 132 m: Lutitas con intercalaciones de areniscas arcillosas de color de ocre a rojizo. Grano fino a muy fino reacciona con el HCl.
- 133 – 148 m: Intercalaciones de lutita algo arenosa con areniscas cementadas y limos de grano fino-muy fino. Tonalidades variables entre gris claro y gris oscuro. El tramo reacciona al HCl.
- 149– 157 m: Lutitas margosas con algún tramo algo más arenoso de tonalidades ocre-rojizas.
- 158 – 164 m: Limo margo-arcilloso gris verdoso con algo de arena de grano fino-muy fino.
- 165 – 166 m: Limo arcilloso ocre con algo de arena. Reacciona al HCl.
- 167 – 172 m: Arena de grano fino-muy fino de color gris, algo carbonatada y con algo de arcilla.
- 173 – 178 m: Lutita y areniscas arcillosas margosas de color marrón-pardusco.
- 179 – 180 m: Lutita margosa y areniscas de grano fino-muy fino, algo arcillosas de color gris.
- 181 – 191 m: Alternancia de limos, arenas, arcillas y arcillas margosas de color ocre y marrón. El tramo reacciona al HCl.
- 192 – 207 m: Alternancia de arenas carbonatadas de grises claras a grises oscuras, con areniscas bien cementadas y con arcilla margosa del mismo color. Grano de fino a muy fino.
- 208 – 209 m: Arcillas con areniscas y areniscas de grano fino de color ocre-beige. Reacciona al HCl.
- 210 – 220 m: Alternancia de arcillas margosas de color gris con areniscas con cemento carbonatado de grano fino a muy fino.
- 221 – 224 m: Limolitas gris-ocre con pasadas de areniscas de grano fino-muy fino grises. Reacciona al HCl.

- 225 – 228 m: Lutitas y limolitas margosas gris ocre y rojas.
- 229 – 230 m: Arenas de grano fino-medio gris claras. En la base es mucho más oscura y el ripio aparece húmedo. Reacciona al HCl.
- 231 – 232 m: Lutitas margosas ocre con limolitas y areniscas de grano fino a muy fino.
- 233 – 235 m: Muy similar al tramo suprayacente pero de tonalidades grises.
- 236 – 238 m: Arenas y lutitas margosas de grano muy fino y tonalidades grisáceas.
- 239 – 241 m: Lutitas y areniscas margosas de grano fino a muy fino de color ocre-rojizo.
- 242 – 244 m: Lutitas margosas y areniscas de grano fino de tonalidades versicolores (verde, rojiza, gris...). En profundidad cada vez se hace más gris oscura.
- 245 -249 m: Argilita margosa gris y arenisca de grano fino con cemento carbonatado. En profundidad aumenta el porcentaje de arenisca.
- 250 – 271 m: Arenisca de grano fino con cemento carbonatado y compactada de tonalidades grises.
- 272 – 273 m: Arenisca de grano fino cementada y compacta de color gris. Reacciona al HCl.
- 274 – 277 m: Es similar al tramo suprayacente pero se trata de arenisca menos cementada, más "suelta" de tipo arena. Tonalidades grisáceas.
- 278 – 300 m: Arenisca de grano fino de tonalidades grisáceas y más o menos compactadas. El cemento es carbonatado.



**Foto 4.** Muestras extraídas durante la perforación del sondeo.



Durante la perforación, se ha detectado una serie de aportes de agua al sondeo. El primero de ellos, de apenas importancia se detecta a los 33 m de profundidad. A 245 m y a 267 m se producen dos aportes de agua de bastante más relevancia que el primero.

## TESTIFICACIÓN Y ENTUBACIÓN

A las 13:00 horas aproximadamente, comienza la testificación, introduciendo una sonda multiparamétrica en el sondeo.



**Foto 5.** Sonda multiparamétrica geofísica.

Dicha testificación se lleva a cabo con el equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo, cuyo operador es Francisco Socuélamos.



**Fotos 6.** Equipo CENTURY SYSTEM – IV utilizado durante la testificación geofísica.

Así, con los datos obtenidos con la geofísica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Elena Rodríguez, por parte de la contrata, siguiendo las indicaciones de Francisco Socuéllamos y bajo la dirección de Teresa Carceller. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
299-294	180 x 4	5 m	Ciego	Chapa de acero
294-288	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
288-282	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
282-276	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
276-273	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
273-270	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
270-267	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
267-264	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
264-261	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
261-255	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
255-252	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
252-246	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
246-0	180 x 4	246 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 299 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 269 m corresponden a tubería ciega y 30 corresponden a filtro puentecillo.

Las labores de entubación finalizan este día a las 22:15 h aproximadamente.



**Foto 7.** Detalle de tubería ciega y tubería de filtro de puentecillo durante la entubación del sondeo.

Durante esta misma jornada, se ha producido la visita del coordinador de Seguridad y Salud, Miguel Ángel Gutiérrez.

**03/06/2010**

## LIMPIEZA

La jornada empieza a las 8:00 h.

La limpieza tiene una duración de 4 horas (de 8 h a 13 h de la tarde), y al final de la misma se mide la conductividad obteniéndose un valor de 1428  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**07/06/2010**

Empieza la jornada a las 16:30 h, comenzándose con la retirada del varillaje a las 17:00 h. Dichas tareas concluyen a las 20:00 h.

Se cementa el emboquille del sondeo, desde el metro 6 al 1, y se cierra de manera provisional el sondeo.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Elena Rodriguez Alfonso.

Hidrogeólogas.



## **ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO**





# **INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO  
P-090.040.001**

**EJEP-GRAUS (HUESCA)**

**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 Ejep en el termino municipal de Graus (Huesca) 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 9 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 291 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.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 246m tubería ciega. De 246 m a 252 m filtro de puentecillo. De 252 m a 255 m tubería ciega. De 255 m a 261 m filtro de puentecillo. De 261 m a 264 m tubería ciega. De 264 m a 267 m filtro de puentecillo. De 267 m a 270 m tubería ciega. De 270 m a 273 m filtro de puentecillo. De 273m a 276 m tubería ciega. De 276 m a 282 m filtro de puentecillo. De 282 m a 288 m tubería ciega. . De 288 m a 294 m filtro de puentecillo. De 294 m a 299 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 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 el término municipal de Graus en las proximidades de la pedanía de Ejepe (fig. 1), la parcela 150 del polígono 5 perteneciente a la Cofradía de San Cristóbal.

Se accede al mismo desde la pista que lleva desde la localidad de Ejepe al Monasterio Budista de Panillo. Tras atravesar el pueblo se sigue por esta pista en torno a un kilómetro hasta llegar a un camino que lleva a una granja y antes de llegar a ésta, se sitúa el piezómetro en una parcela a mano izquierda.

Las coordenadas exactas del punto son (Fig. 1):  
UTM Huso 31 ED50:

X: 277697      Y: 4681172      Z: 734 m.s.n.m

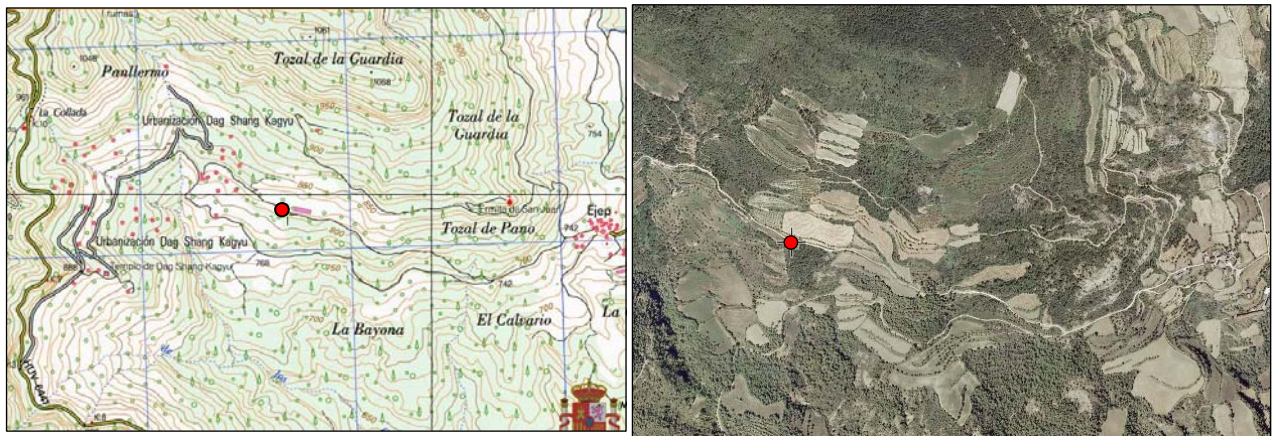


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC).  
Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.



## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre las arcillas, limolitas con intercalaciones de niveles de areniscas y ocasionales conglomeráticos pertenecientes a la Fm. o Gr. Capella del Eoceno medio-superior.

Desde el punto de vista geológico el sondeo se ubica sobre las arcillas, limolitas con intercalaciones de niveles de areniscas y ocasionales conglomeráticos pertenecientes a la Fm. o Gr. Capella del Eoceno medio-superior. Estos materiales de carácter detrítico y origen deltaico se disponen en la zona comprendida entre la localidad de Santa Liestra y las cercanías de Graus. Se trata de los materiales distales del complejo deltaico de Santa-riestra. En cuanto a su disposición esta es subhorizontal o con muy escaso buzamientos (menos de 5°) hacia el Noroeste (fig.3). Formando parte del flanco N de una estructura sinforme existente entre Campo (al N) y Graus (al S) limitada al N por el apilamiento de escamas y pliegues de la Peña Montañesa y al S por las unidades de las Sierras Exteriores. Hacia el Oeste aparece los materiales mesozoico asociados al diapiro triásico de Mediano en las cercanías del que corresponderían probablemente a la expresión de una rampa lateral, de una cabalgamiento no visible asociado a los cabalgamientos de sierras exteriores (Martínez-Peña, 1991).

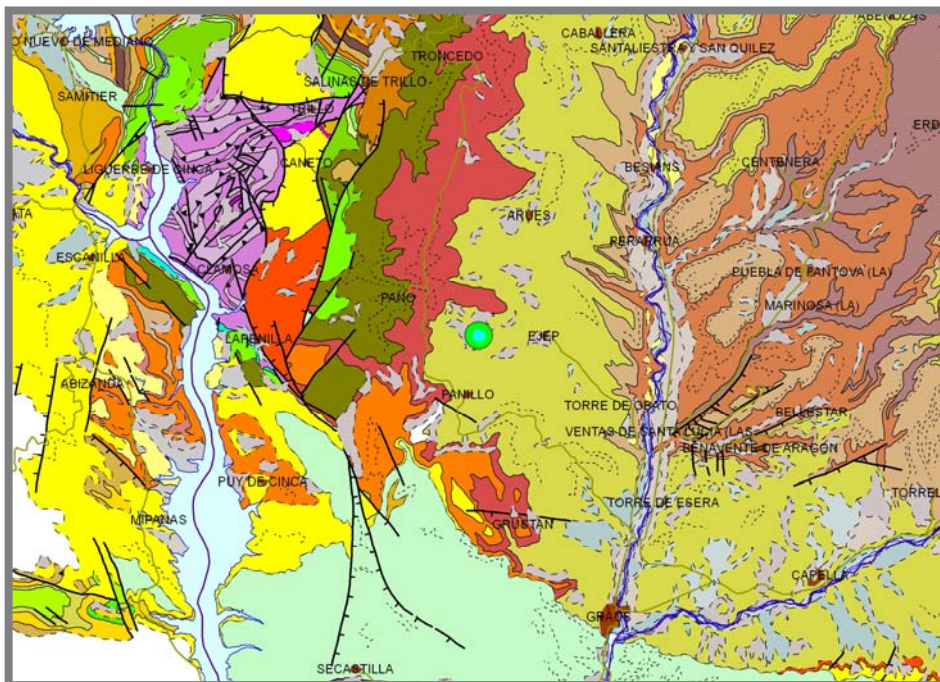


Figura 2. Situación geológica del sondeo sobre la Cartografía Geológica digital – Geode de la zona del Sinclinal de Graus.





## *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado directamente sobre materiales del cuaternario que se atraviesan desde el inicio hasta aproximadamente el metro 6 y corresponde al relleno cuaternario de un depósito de ladera.

Desde el del metro 6 al final del sondeo parecen que se atraviesan los depósitos del terciario de edad Eoceno, correspondiente a la serie de areniscas, conglomerados y lutitas de la Fm. Capella o Gr. Capella. Unidad definida por Garrido, 1968; Cuevas, 1989) de edad Luteciense medio esta unidad se incluirá dentro de la denominada secuencia o Ciclo de Santaliestra superior (Crumeyroille, 1987; Mutti et al, 1988), que se corresponde con una serie de unidades detríticas relacionadas con la progradación de un sistema deltaico de edad Eocena en la cuenca de Graus.

De la observación de los ripios del sondeo y de las diagráfias se observa que presenta una parte inicial en la que se encuentra una serie de tramos de alternancia de litologías detríticas y lutíticas o limosas y en la que no se aprecian aportes significativos, estos tramos abarcaría desde el metro 6 hasta el metro 245, con una intercalación más lutítica hacia la parte media entre los metros 112 a 136, mientras se va cada vez más detrítica (areniscosa) hacia la parte basal del sondeo.

De este modo a partir del metro 245 y hasta el final del sondeo se ha atravesado un tramo eminentemente areniscosa donde se producen los principales aportes. En este tramo se observan también posibles restos de fósiles marinos (bivalvos y macroforaminíferos).

Esta evolución puede interpretarse como debida a la transición entre unos materiales superiores correspondientes a la facies de lagoon costero o llanura aluvial y fluvial costera con esporádicas influencias marinas, que evolucionan verticalmente a de depósitos deltaicos o de fan delta, que corresponderían a los atravesados en la parte inferior del sondeo.

### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

#### **TRAMO 1**

0-6 m. Relleno cuaternario de gravas irregulares de cantos de areniscas con matriz arcillosa a limosa.

#### **TRAMO 2**



6-36 m. Arcillas o lutitas margosa de colores ocres a veces verdosos. Las lutitas son algo limosas con aspecto laminado en el sondeo y presentan intercalaciones de areniscas de cemento carbonatado con granos de tamaño fino a limo a veces medio, con escaso cuarzo y granos de litologías carbonatadas (sublitoarenitas).

### **TRAMO 3**

36-106 m. Alternancia de lutitas limosas y limos con areniscas. Las lutitas son limosas a margosas, a veces algo plásticas con ocasionales tonos claros a verdes. Las areniscas son limosas de tonos grises a rojizos, con cemento carbonatado y tamaño de grano variable, de fino a muy fino o en ocasiones medio, se observan granos carbonatados, cuarzo y escasa micas, alguno de los granos carbonatados parece tener morfologías que recuerdan a fósiles (Bivalvos?).

### **TRAMO 4**

112-136 m. Tramo con predominio de las lutitas limosas de tonos grise a ocres en ocasiones más compactac con intercalaciones de areniscas-limosas.

### **TRAMO 5**

136-245 m. Se trata de areniscas limosas con intercalaciones de limos. En este tramo las areniscas son ocres a veces rojizas de granos fino a medio, con cemento carbonatado y predominio de granos carbonatados y de cuarzo, con opacos y micas (litoarenitas). Las areniscas parece que se hacen progresivamente más abundantes hacia la base del tramo. En general los limos y limolitas se observan en general compactos en los ripios.

### **TRAMO 6**

245-300 m. Areniscas ocres a grises con alguna intercalación de limolitas o lutitas margosas. Se trata de un tramo eminentemente areniscosa, compuesto por areniscas compactas de granos fino a medio, a veces con algún grano algo más gruesas. El cemento es carbonatada, e general se observan fragmentos carbonatados y granos de cuarzo, con raras micas (litoarenitas a sublitoarenitas), siendo en ocasiones de mayor tamaño, los granos de cuarzo. También parece apreciarse algún posible fragmento de fósil como bivalvos y restos de macroforaminíferos como nummulites o alveolinas, probablemente retrabajados.

### **REFERENCIAS**

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

Garrido-Megías, A. (1969). *Estudio geológico de las sierras marginales del Pirineo en el valle del. Noguera Ribagorzana o zona de Arén Pont de Suert*. Nº 171-ENPASA, Inédito



Crumeyrolle, P. (1987).- *Stratigraphie physique et sédimentologie des systèmes de dépôt de la séquence de Santa Liestra (Eocène sud-pyrénéen, Pyrénées Aragonaises, Espagne)*. Thèse, Univ. de Bordeaux III, 216 p.

Cuevas-Gozalo, M. (1989).- Sedimentary facies and sequential architecture of tide-influenced alluvial deposits. An example from the middle Eocene Capella Formation, South-Central Pyrenees, Spain. *Geol. Ultraiectina*, 61, 152 p.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA CONTINUO (GEODE) 1:50.000 –Pirineos-2010

Martínez Peña, B. (1991).-*La estructura del Límite Occidental de la Unidad Surpirenaica Central*. Tesis Doctoral, Inédita -310 p

Mutti, E., Séguret, M. and Sgavetti, M. 1988. *Sedimentation and deformation in the Tertiary sequences of the southern Pyrenees*. Field trip 7, AAPG Mediterranean Basins Conference, Special Publication University of Parma, Italy.



**CÓDIGO IPA:** 3111-6-0007  
**CÓDIGO MMA:** 09.300.002

**MUNICIPIO:** GRAUS  
**PROVINCIA:** Huesca  
**PARAJE:** PANILLO MARM, EJEP.  
**PRECISIÓN (X,Y):** GIS-Oleícola  
**PRECISIÓN Z:** GPS

**HOJA Nº** 3311

**FECHA INICIO:** 31/05/10  
**FECHA FINAL:** 2/06/10  
**AUTOR FICHA:** Javier Ramaio

**COORDENADAS UTM HUSO 30**  
 772696  
 4.682.948  
 734

VELOCIDAD m/h	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	COMPONENTES	POROSIDAD		PERMEABILIDAD		TEMP DEG C	DEG C	DEG C	USCM	SPCOND	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
				LH-Mg	L-M	AF-W	AMP	AG-G			FG-B-GR	PEQUEÑA	GRANDE	RES (16N)										
	324 mm																			0-6 m. Relleno cuaternario de gravas irregulares de cantos de areniscas con matriz arcillosa a limosa.		1	Q	
	300 mm																			6-36 m. Arcillas o lutitas margosa de colores ocre a veces verdosos. Las lutitas son algo limosas con aspecto laminado en el sondeo y presentan intercalaciones de areniscas de cemento carbonatado con granos de tamaño fino a limo a veces medio, con escaso cuarzo y granos de litologías carbonatadas (sublitoarenitas).		2		
																				36-106 m. Alternancia de lutitas limosas y limos con areniscas. Las lutitas son limosas a margosas, a veces algo plásticas con ocasionales tonos claros a verdes. Las areniscas son limosas de tonos grises a rojizos, con cemento carbonatado y tamaño de grano variable, de fino a muy fino o en ocasiones medio, se observan granos carbonatados, cuarzo y escasa micas, alguno de los granos carbonatados parece tener morfologías que recuerdan a fósiles (Bivalvos?).		3		
																				106-136. Tramo con predominio de las lutitas limosas de tonos grises a ocre en ocasiones más compactas con intercalaciones de areniscas-limosas.		4		
	224 mm																			136-245 m. Areniscas limosas con intercalaciones de limolitas. En este tramo las areniscas son ocre a veces rojizas de granos fino a medio, con cemento carbonatado y predominio de granos carbonatados y de cuarzo, con opacos y micas (litoarenitas). Las areniscas parece que se hacen progresivamente más abundantes hacia la base del tramo. En general los limos y limolitas se observan compactos en los ripios.		5		
	180 mm																			246-300 m. Areniscas ocre a grises con alguna intercalación de limolitas o lutitas margosas. Se trata de un tramo eminentemente areniscosa, compuesto por areniscas compactas de granos fino a medio, a veces con algún grano algo más gruesas. el cemento es carbonatada, e general se observan fragmentos carbonatados y granos de cuarzo, con raras micas (litoarenitas a sublitoarenitas), siendo en ocasiones de mayor tamaño, los granos de cuarzo. También parece apreciarse algún posible fragmento de fósil como bivalvos y restos de macroforaminíferos nummulites o alveolinas, probablemente re trabajados.		6		

Terciario - Eoceno (Luteciense inferior-medio)  
 Gr.Santa-Liesita (Fm. Capella)



## **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

---

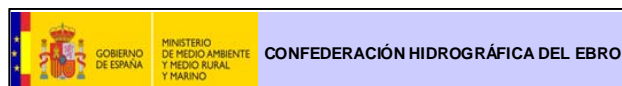
**Sondeo: 090.040.001 PANILLO**



*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](mailto:cgs@cgsingenieria.com)*

JUNIO DE 2010





TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"090.040.001 PANILLO"**  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PANILLO (HUESCA)

JUNIO DE 2010

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

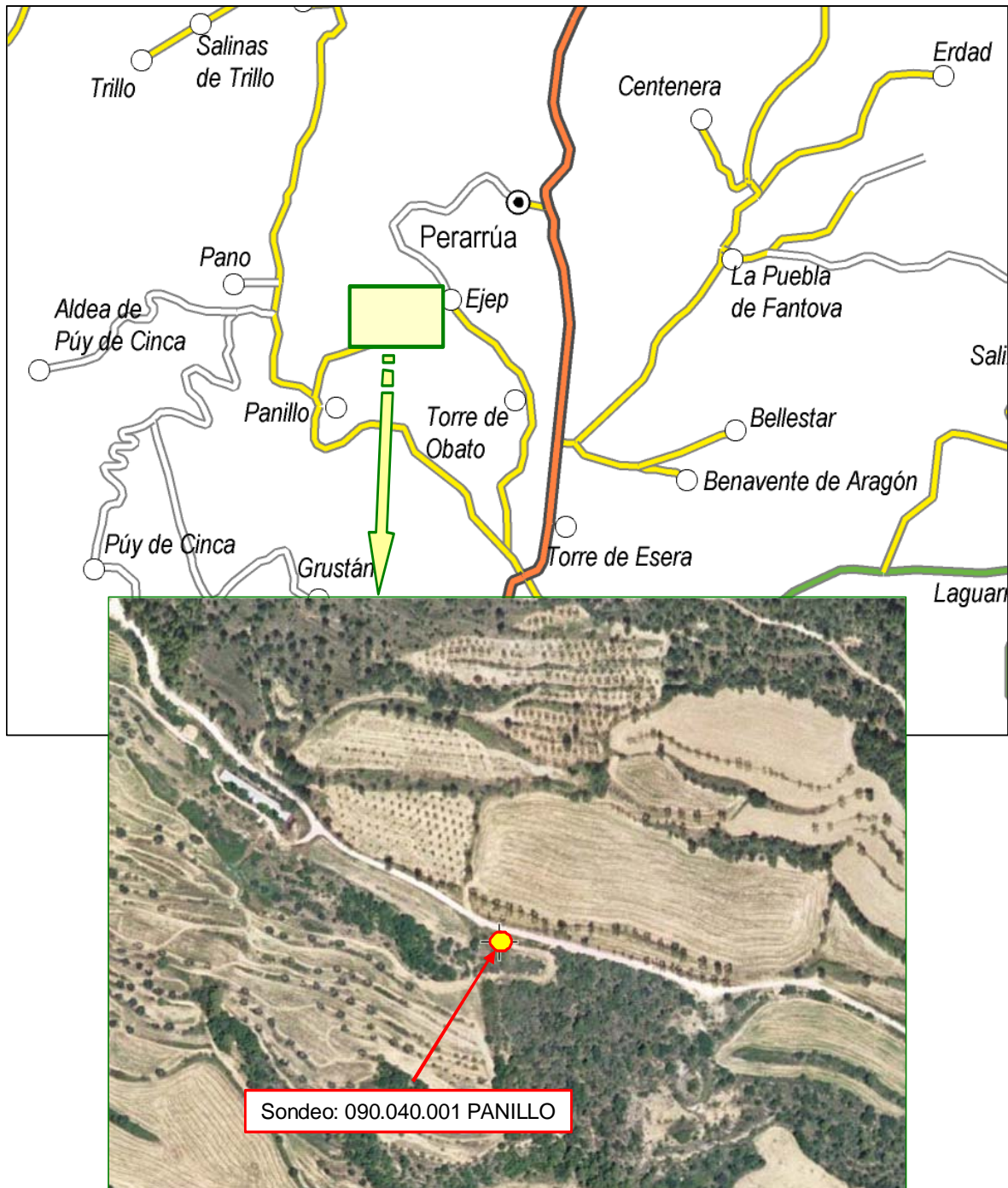
El día 2 de junio de 2010 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "090.040.001 PANILLO", ubicado en el término municipal de Panillo, en la provincia de Huesca, tal y como se muestra en 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: **090.040.001 PANILLO***

## TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.040.001 PANILLO" se testificó desde la superficie hasta los 300 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	0277684
	Y	4681175
	Z	
PROVINCIA:	HUESCA	
MUNICIPIO:	PANILLO	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	300 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	300 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)	237,5 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:	2-06-2010	

## 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.

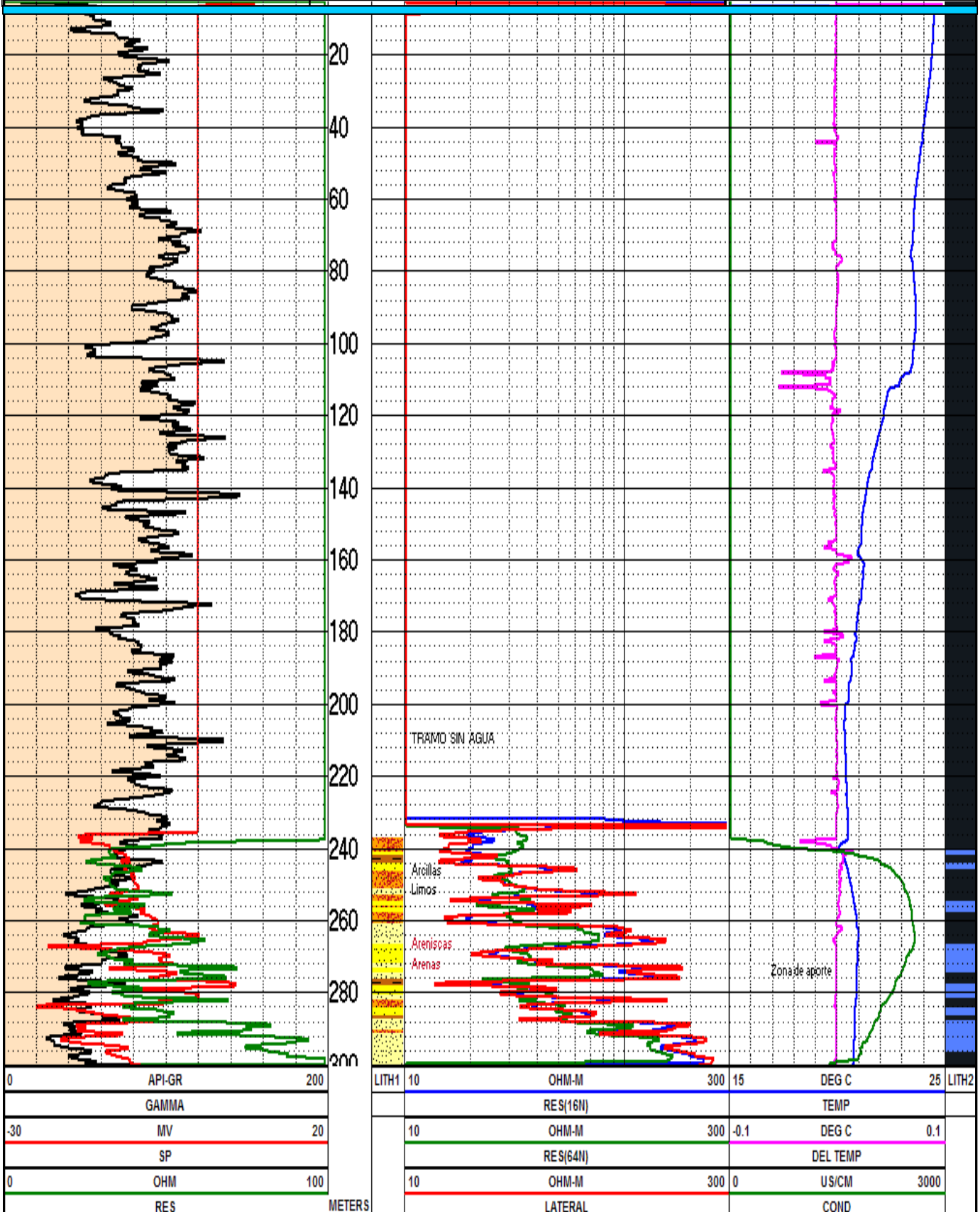
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 0 y 200 unidades API para el Gamma Natural, de -30 a 20 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 100 Ohm para la Resistencia 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 10 y 300 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 15° a 25° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 0 a 3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). 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 300 metros para la Profundidad real y de 0 a 20 metros para la Distancia. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -15 a 15 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 10° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

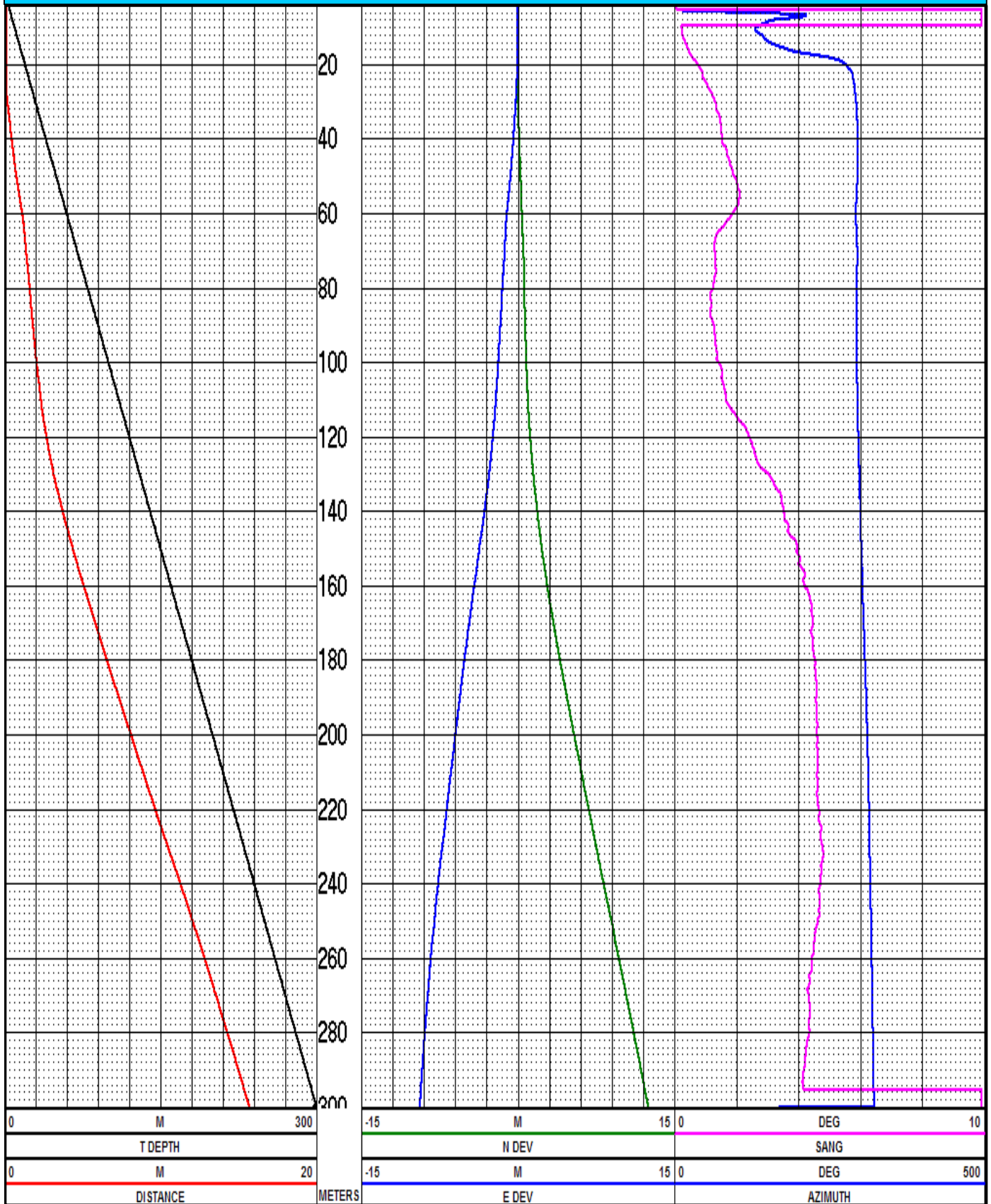
En la gráfica de desviación del sondeo vista en planta se muestra los valores del Acimut y la Distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.




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

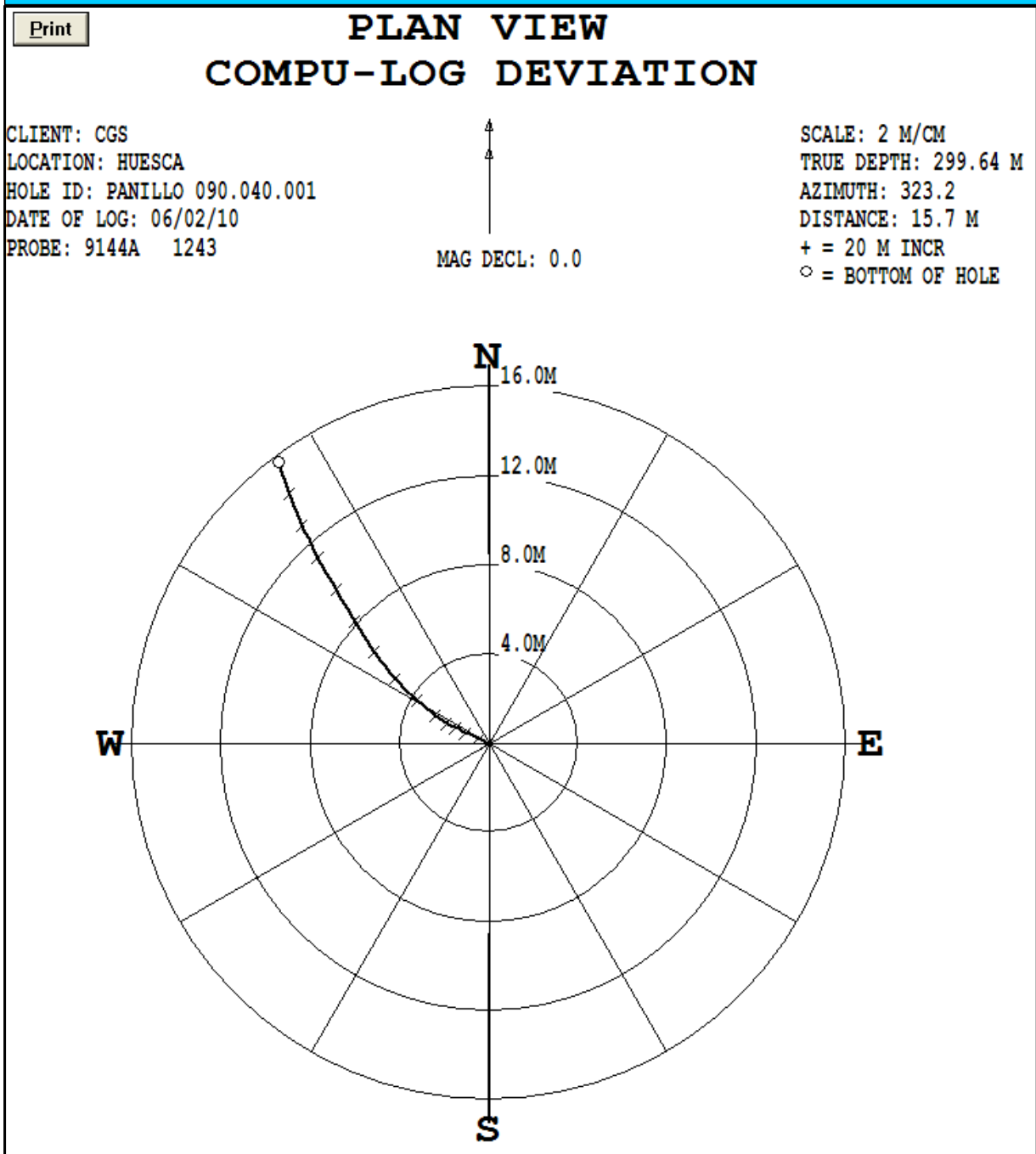








  CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO		Sondeo: <b>090.040.001 Panillo</b>		
<b>DESVIACIÓN VISTA EN PLANTA</b>	Fecha: 2-06-2010	Registrado por: <b>F. Socuéllamos</b>	Equipo: <i>CENTURY SYSTEM VI</i>	



## RESULTADOS OBTENIDOS

### UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.040 SINCLINAL DE GRAUS.

La perforación ha atravesado una formación compuesta por arenas, areniscas, conglomerados, limos y alguna intercalación arcillosa-margosa del Eoceno.

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 237,5 metros de profundidad.

### CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad presenta un primer tramo, de 237,5 metros a 240 metros, con un valor medio de 580  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . De 240 metros hasta 267 metros mantiene una media de 2450  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , y, de aquí hasta el final del sondeo, la conductividad va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a los 1800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

La temperatura, en el tramo con agua, mantiene una media de 20,5° centígrados.

### 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 241 m. a 242,5 m.	1,5 m.	Arenas
Tramo de 244,5 m. a 246,5 m.	2 m.	Arenas
Tramo de 255 m. a 258 m.	3 m.	Arenas y limos
Tramo de 267 m. a 275 m.	8 m.	Arenas y areniscas
Tramo de 278 m. a 282 m.	4 m.	Arenas y areniscas
Tramo de 284 m. a 287 m.	3 m.	Arenas
Tramo de 288 m. a 297 m.	9 m.	Areniscas y limos

## 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 15,50 metros a los 298 metros de profundidad.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 310°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 5° a los 228 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	209.70	0.50
8.00	8.00	-0.01	0.00	0.00	153.80	0.50
10.00	10.00	-0.01	0.01	0.00	131.50	0.20
12.00	12.00	-0.01	0.01	0.00	141.80	0.10
14.00	14.00	-0.01	0.01	0.00	154.80	0.10
16.00	16.00	-0.02	0.00	0.00	184.70	0.40
18.00	18.00	-0.01	-0.02	0.00	249.50	0.90
20.00	20.00	0.01	-0.04	0.00	277.00	0.70
22.00	22.00	0.02	-0.07	0.10	287.30	0.80
24.00	24.00	0.04	-0.10	0.10	289.90	1.30
26.00	26.00	0.05	-0.13	0.10	292.20	0.80
28.00	28.00	0.07	-0.16	0.20	293.30	0.80
30.00	30.00	0.09	-0.21	0.20	294.50	1.40
32.00	32.00	0.12	-0.25	0.30	294.90	1.50
34.00	34.00	0.14	-0.30	0.30	295.20	1.90
36.00	36.00	0.17	-0.34	0.40	297.10	1.10
38.00	37.99	0.20	-0.38	0.40	297.70	1.50
40.00	39.99	0.23	-0.43	0.50	297.60	1.60
42.00	41.99	0.25	-0.48	0.50	297.20	1.40
44.00	43.99	0.27	-0.54	0.60	297.00	2.30
46.00	45.99	0.29	-0.59	0.70	296.50	1.30
48.00	47.99	0.33	-0.65	0.70	297.10	2.00
50.00	49.99	0.36	-0.71	0.80	296.60	2.20
52.00	51.99	0.38	-0.77	0.90	296.20	1.80
54.00	53.99	0.41	-0.84	0.90	295.70	2.30
56.00	55.99	0.43	-0.92	1.00	295.00	2.20
58.00	57.98	0.45	-0.99	1.10	294.30	2.30

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
60.00	59.98	0.47	-1.06	1.20	294.00	2.10
62.00	61.98	0.51	-1.12	1.20	294.40	1.60
64.00	63.98	0.54	-1.16	1.30	294.80	1.40
66.00	65.98	0.57	-1.20	1.30	295.30	1.40
68.00	67.98	0.60	-1.23	1.40	295.90	1.40
70.00	69.98	0.63	-1.26	1.40	296.50	1.10
72.00	71.98	0.65	-1.30	1.50	296.70	1.20
74.00	73.98	0.66	-1.35	1.50	296.20	1.30
76.00	75.98	0.68	-1.39	1.50	296.00	1.70
78.00	77.98	0.69	-1.43	1.60	295.80	1.20
80.00	79.98	0.71	-1.48	1.60	295.70	1.60
82.00	81.98	0.72	-1.52	1.70	295.50	0.90
84.00	83.98	0.74	-1.55	1.70	295.40	1.30
86.00	85.97	0.75	-1.59	1.80	295.20	1.30
88.00	87.97	0.76	-1.63	1.80	295.10	1.00
90.00	89.97	0.79	-1.67	1.80	295.20	1.20
92.00	91.97	0.80	-1.71	1.90	295.10	1.10
94.00	93.97	0.83	-1.75	1.90	295.40	1.80
96.00	95.97	0.86	-1.79	2.00	295.50	1.20
98.00	97.97	0.88	-1.84	2.00	295.50	1.70
100.00	99.97	0.91	-1.88	2.10	295.80	1.20
102.00	101.97	0.93	-1.92	2.10	295.80	1.60
104.00	103.97	0.95	-1.96	2.20	295.90	1.60
106.00	105.97	1.00	-2.02	2.30	296.30	2.00
108.00	107.97	1.03	-2.06	2.30	296.50	1.50
110.00	109.97	1.06	-2.11	2.40	296.70	1.80
112.00	111.97	1.09	-2.15	2.40	296.80	1.50
114.00	113.96	1.12	-2.20	2.50	297.00	1.90
116.00	115.96	1.17	-2.27	2.50	297.20	2.70
118.00	117.96	1.22	-2.33	2.60	297.60	2.20
120.00	119.96	1.27	-2.39	2.70	298.00	2.30
122.00	121.96	1.33	-2.46	2.80	298.40	2.40
124.00	123.96	1.38	-2.53	2.90	298.70	2.50
126.00	125.95	1.44	-2.60	3.00	299.00	2.90
128.00	127.95	1.51	-2.68	3.10	299.30	2.70
130.00	129.95	1.56	-2.75	3.20	299.60	2.10
132.00	131.95	1.63	-2.83	3.30	300.00	2.80
134.00	133.94	1.70	-2.92	3.40	300.30	4.30
136.00	135.94	1.80	-3.02	3.50	300.80	3.50
138.00	137.93	1.87	-3.11	3.60	301.10	3.20
140.00	139.93	1.96	-3.20	3.80	301.40	3.50
142.00	141.93	2.03	-3.29	3.90	301.70	3.00
144.00	143.92	2.11	-3.38	4.00	301.90	4.10
146.00	145.92	2.20	-3.49	4.10	302.30	3.90
148.00	147.91	2.28	-3.59	4.30	302.40	4.60
150.00	149.91	2.37	-3.69	4.40	302.70	3.40
152.00	151.90	2.47	-3.78	4.50	303.20	4.30
154.00	153.90	2.59	-3.88	4.70	303.80	4.20
156.00	155.89	2.70	-3.97	4.80	304.20	4.30

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
158.00	157.89	2.80	-4.07	4.90	304.60	4.10
160.00	159.88	2.90	-4.17	5.10	304.80	3.90
162.00	161.88	3.01	-4.29	5.20	305.10	4.30
164.00	163.87	3.12	-4.37	5.40	305.50	4.40
166.00	165.87	3.24	-4.47	5.50	306.00	4.80
168.00	167.86	3.38	-4.55	5.70	306.60	4.10
170.00	169.85	3.50	-4.65	5.80	307.00	4.50
172.00	171.85	3.61	-4.76	6.00	307.20	4.40
174.00	173.84	3.74	-4.84	6.10	307.60	4.60
176.00	175.83	3.87	-4.92	6.30	308.20	4.50
178.00	177.83	3.99	-5.03	6.40	308.40	4.60
180.00	179.82	4.11	-5.13	6.60	308.70	4.60
182.00	181.82	4.24	-5.22	6.70	309.10	4.50
184.00	183.81	4.38	-5.29	6.90	309.60	4.80
186.00	185.80	4.52	-5.38	7.00	310.00	4.30
188.00	187.80	4.65	-5.47	7.20	310.40	4.80
190.00	189.79	4.79	-5.55	7.30	310.80	4.60
192.00	191.78	4.93	-5.64	7.50	311.10	4.50
194.00	193.78	5.06	-5.72	7.60	311.50	4.80
196.00	195.77	5.19	-5.81	7.80	311.70	4.50
198.00	197.76	5.33	-5.90	8.00	312.10	4.70
200.00	199.76	5.46	-5.98	8.10	312.40	4.80
202.00	201.75	5.61	-6.06	8.30	312.80	4.60
204.00	203.74	5.75	-6.13	8.40	313.20	4.60
206.00	205.74	5.89	-6.22	8.60	313.40	4.60
208.00	207.73	6.03	-6.30	8.70	313.70	4.70
210.00	209.72	6.16	-6.39	8.90	313.90	4.70
212.00	211.72	6.29	-6.49	9.00	314.10	4.60
214.00	213.71	6.43	-6.57	9.20	314.40	4.60
216.00	215.71	6.57	-6.65	9.30	314.70	4.70
218.00	217.70	6.72	-6.72	9.50	315.00	4.70
220.00	219.69	6.86	-6.80	9.70	315.20	4.50
222.00	221.68	7.00	-6.88	9.80	315.50	4.90
224.00	223.68	7.15	-6.95	10.00	315.80	4.80
226.00	225.67	7.29	-7.03	10.10	316.00	4.70
228.00	227.66	7.43	-7.12	10.30	316.20	5.00
230.00	229.66	7.57	-7.22	10.50	316.30	4.80
232.00	231.65	7.71	-7.31	10.60	316.50	4.80
234.00	233.64	7.85	-7.39	10.80	316.70	4.80
236.00	235.64	8.00	-7.48	10.90	316.90	4.90
238.00	237.63	8.14	-7.55	11.10	317.20	4.90
240.00	239.62	8.30	-7.62	11.30	317.40	4.50
242.00	241.62	8.43	-7.71	11.40	317.60	4.60
244.00	243.61	8.57	-7.78	11.60	317.80	4.70
246.00	245.60	8.73	-7.85	11.70	318.00	4.60
248.00	247.60	8.88	-7.91	11.90	318.30	4.90
250.00	249.59	9.04	-7.96	12.00	318.60	4.60
252.00	251.58	9.18	-8.03	12.20	318.80	4.50
254.00	253.58	9.31	-8.12	12.40	318.90	4.50

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
256.00	255.57	9.44	-8.21	12.50	319.00	4.30
258.00	257.56	9.58	-8.27	12.70	319.20	4.40
260.00	259.56	9.73	-8.33	12.80	319.40	4.70
262.00	261.55	9.88	-8.39	13.00	319.70	4.60
264.00	263.54	10.03	-8.44	13.10	319.90	4.00
266.00	265.54	10.16	-8.50	13.20	320.10	4.40
268.00	267.53	10.31	-8.55	13.40	320.30	4.10
270.00	269.53	10.44	-8.61	13.50	320.50	4.50
272.00	271.52	10.58	-8.67	13.70	320.70	4.00
274.00	273.52	10.72	-8.73	13.80	320.80	4.40
276.00	275.51	10.87	-8.79	14.00	321.00	4.50
278.00	277.50	11.01	-8.84	14.10	321.30	4.30
280.00	279.50	11.15	-8.89	14.30	321.40	4.20
282.00	281.49	11.30	-8.94	14.40	321.60	4.00
284.00	283.49	11.44	-9.00	14.60	321.80	4.50
286.00	285.48	11.58	-9.05	14.70	322.00	4.10
288.00	287.48	11.72	-9.10	14.80	322.20	4.30
290.00	289.47	11.85	-9.15	15.00	322.40	4.20
292.00	291.46	12.00	-9.19	15.10	322.50	4.10
294.00	293.46	12.13	-9.24	15.30	322.70	4.30
296.00	295.45	12.27	-9.29	15.40	322.90	4.20
298.00	297.45	12.40	-9.34	15.50	323.00	4.10



Fdo: José Luengo  
Geofísico

 Dto. de Geofísica Aplicada  
2 DE JUNIO DE 2010





**ANEXO-I**

**DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.040.001 PANILLO**  
**ESCALA: 1/300**



MATRIX DENSITY: 2.71

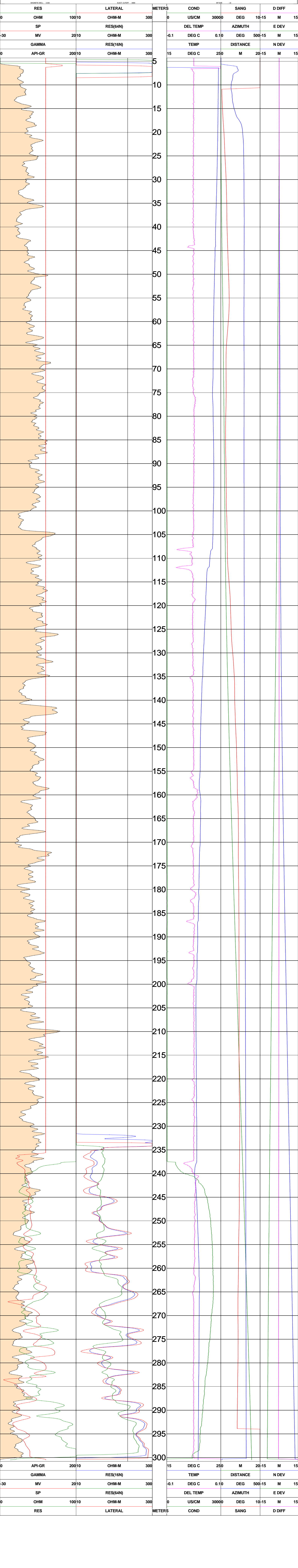
NEUTRON MATRIX: Densim

MATRIX DELTA: 140

MAGNETIC DEVIATION: 0.000

ELECT. CLIFF: 9999

BF SIZE: 22



API-GR

GAMMA

MV

SP

OHM

RES

20010

RES(16N)

OHM-M

OHM

RES(64N)

OHM-M

LATERAL

METERS

COND

SANG

D DIFF

M

20010

RES(16N)

OHM-M

OHM-M

TEMP

DISTANCE

N DEV

DEG C

M

2010

OHM-M

OHM-M

DEL TEMP

AZIMUTH

E DEV

DEG C

DEG

M

0

OHM

OHM-M

US/CM

30000

DEG

10-15

M

15

0

OHM

OHM-M

DEG C

0.10

DEG

500-15

M

15

0

OHM

OHM-M

TEMP

DISTANCE

N DEV

DEG C

M

15

0

OHM

OHM-M

DEL TEMP

AZIMUTH

E DEV

DEG C

DEG

M

0

OHM

OHM-M

COND

30000

DEG

10-15

M

15



## **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**

**ENSAYO DE INYECCIÓN DEL SONDEO DE PANILLO (090.040.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 31):

X: 277.684 Y: 4.681.175 Z: 832 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad del datalogger	44 m
Horas de inyección	0,083 h (5 min.)
Horas de recuperación	1,67 h (100 min.)

## ENSAYO DE INYECCIÓN

Este ensayo de inyección, realizado el 5 de mayo de 2011, se ha llevado a cabo en el sondeo construido en la pista que conduce desde el pueblo de Ejep al pueblo de Panillo y al templo budista situado cerca del mismo (Huesca).

Debido a las características del sondeo y a la profundidad a la que se encuentra el nivel freático, se decide realizar el ensayo con una cuba cuya capacidad total es de 1.000 litros, introduciéndose finalmente cerca de 500 litros, que han sido suficientes para elevar el nivel freático y observar la recuperación del mismo mediante el uso de un datalogger.



*Imagen 1. Depósito utilizado para el ensayo de inyección.*

Este sondeo tiene una profundidad de 291 m, y el nivel freático estático, antes del comienzo del ensayo se encuentra a 38,62 m.

Para controlar la evolución del nivel freático se ha colocado un dispositivo en el interior del sondeo (datalogger), a 44 metros de profundidad, por indicaciones de la asistencia técnica. Además, se han llevado a cabo una serie de medidas del nivel freático con una sonda hidronivel manual.



**Imagen 2 y 3.** Inyección de agua en el sondeo.

Se comienza a introducir agua en el sondeo a las 8:30 h, procedente de la cuba de agua, cuya capacidad total de 1.000 litros. A las 8:35 h, cuando se llevan introducidos

500 litros, se termina de inyectar agua en el sondeo, y se comienzan a realizar medidas de forma manual con una sonda hidronivel.

A las 10:15 h, se decide desinstalar el dispositivo del sondeo. A continuación se adjuntan unas tablas con las medidas obtenidas, mediante el uso del datalogger, durante el ensayo de inyección.

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
8:30:00	1102	14,34	38,62
8:30:10	1103	14,34	38,61
8:30:20	1100	14,34	38,64
8:30:30	1101	14,34	38,63
8:30:40	1104	14,34	38,60
8:30:50	1151	14,33	38,13
8:31:00	1212	14,33	37,52
8:31:10	1274	14,33	36,90
8:31:20	1338	14,33	36,26
8:31:30	1406	14,33	35,58
8:31:40	1475	14,33	34,89
8:31:50	1546	14,33	34,19
8:32:00	1614	14,32	33,51
8:32:10	1681	14,32	32,84
8:32:20	1748	14,32	32,17
8:32:30	1816	14,32	31,49
8:32:40	1884	14,32	30,81
8:32:50	1951	14,31	30,14
8:33:00	2015	14,31	29,50
8:33:10	2081	14,31	28,84
8:33:20	2148	14,31	28,17
8:33:30	2212	14,31	27,53
8:33:40	2277	14,31	26,88
8:33:50	2339	14,31	26,26
8:34:00	2400	14,31	25,66
8:34:10	2462	14,31	25,04
8:34:20	2523	14,31	24,43
8:34:30	2584	14,31	23,82
8:34:40	2644	14,31	23,22
8:34:50	2702	14,31	22,64
8:35:00	2761	14,31	22,05

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
8:35:10	2815	14,3	21,51
8:35:20	2831	14,3	21,35
8:35:30	2829	14,29	21,37
8:35:40	2824	14,29	21,42
8:35:50	2816	14,29	21,46
8:36:00	2810	14,29	21,50
8:36:10	2805	14,29	21,57
8:36:20	2797	14,29	21,63
8:36:30	2790	14,29	21,70
8:36:40	2781	14,28	21,76
8:36:50	2775	14,28	21,83
8:37:00	2767	14,28	21,89
8:37:10	2761	14,27	21,96
8:37:20	2753	14,27	22,04
8:37:30	2746	14,27	22,12
8:37:40	2740	14,27	22,20
8:37:50	2733	14,27	22,28
8:38:00	2725	14,27	22,36
8:38:10	2719	14,26	22,42
8:38:20	2711	14,26	22,48
8:38:30	2704	14,25	22,54
8:38:40	2698	14,24	22,61
8:38:50	2692	14,23	22,67
8:39:00	2685	14,23	22,73
8:39:10	2678	14,21	22,79
8:39:20	2672	14,21	22,86
8:39:30	2665	14,2	22,93
8:39:40	2658	14,2	23,01
8:39:50	2652	14,2	23,08
8:40:00	2646	14,2	23,15
8:40:10	2639	14,2	23,21
8:40:20	2633	14,2	23,27
8:40:30	2630	14,21	23,33
8:40:40	2622	14,21	23,39
8:40:50	2616	14,21	23,44
8:41:00	2608	14,21	23,50
8:41:10	2604	14,21	23,56
8:41:20	2597	14,22	23,62
8:41:30	2592	14,23	23,68
8:41:40	2587	14,23	23,74

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
8:41:50	2579	14,23	23,80
8:42:00	2573	14,24	23,86
8:42:10	2569	14,25	23,91
8:42:20	2565	14,25	23,97
8:42:30	2558	14,26	24,02
8:42:40	2553	14,27	24,07
8:42:50	2547	14,28	24,12
8:43:00	2542	14,28	24,18
8:43:10	2536	14,29	24,23
8:43:20	2531	14,3	24,28
8:43:30	2526	14,31	24,32
8:43:40	2521	14,31	24,37
8:43:50	2515	14,32	24,41
8:44:00	2511	14,33	24,46
8:44:10	2507	14,33	24,50
8:44:20	2502	14,34	24,55
8:44:30	2496	14,35	24,59
8:44:40	2493	14,35	24,64
8:44:50	2488	14,36	24,68
8:45:00	2483	14,37	24,73
8:45:10	2479	14,37	24,77
8:45:20	2474	14,38	24,81
8:45:30	2470	14,39	24,86
8:45:40	2466	14,39	24,90
8:45:50	2463	14,39	24,94
8:46:00	2458	14,4	24,99
8:46:10	2454	14,41	25,03
8:46:20	2450	14,41	25,08
8:46:30	2445	14,42	25,12
8:46:40	2440	14,43	25,16
8:46:50	2437	14,43	25,21
8:47:00	2433	14,44	25,25
8:47:10	2429	14,45	25,28
8:47:20	2426	14,45	25,31
8:47:30	2423	14,45	25,35
8:47:40	2419	14,46	25,38
8:47:50	2415	14,47	25,41
8:48:00	2411	14,47	25,44
8:48:10	2408	14,47	25,48
8:48:20	2405	14,48	25,52

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
8:48:30	2401	14,48	25,56
8:48:40	2396	14,49	25,59
8:48:50	2392	14,49	25,63
8:49:00	2390	14,49	25,67
8:49:10	2386	14,5	25,70
8:49:20	2384	14,51	25,73
8:49:30	2381	14,51	25,77
8:49:40	2377	14,51	25,80
8:49:50	2375	14,52	25,83
8:50:00	2371	14,53	25,86
8:50:10	2368	14,53	25,89
8:50:20	2365	14,53	25,92
8:50:30	2363	14,54	25,95
8:50:40	2359	14,54	25,97
8:50:50	2357	14,55	26,00
8:51:00	2352	14,55	26,03
8:51:10	2349	14,55	26,05
8:51:20	2346	14,55	26,08
8:51:30	2346	14,56	26,10
8:51:40	2342	14,56	26,13
8:51:50	2341	14,56	26,15
8:52:00	2336	14,57	26,18
8:52:10	2334	14,57	26,20
8:52:20	2331	14,57	26,22
8:52:30	2329	14,57	26,25
8:52:40	2327	14,57	26,27
8:52:50	2324	14,58	26,29
8:53:00	2322	14,58	26,32
8:53:10	2321	14,59	26,34
8:53:20	2319	14,59	26,37
8:53:30	2316	14,59	26,39
8:53:40	2315	14,59	26,42
8:53:50	2310	14,6	26,44
8:54:00	2309	14,6	26,47
8:54:10	2306	14,6	26,50
8:54:20	2305	14,6	26,52
8:54:30	2303	14,6	26,55
8:54:40	2300	14,61	26,57
8:54:50	2297	14,61	26,60
8:55:00	2295	14,61	26,62

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
8:55:10	2294	14,61	26,64
8:55:20	2291	14,61	26,66
8:55:30	2289	14,62	26,68
8:55:40	2287	14,62	26,69
8:55:50	2285	14,62	26,71
8:56:00	2283	14,62	26,73
8:56:10	2282	14,62	26,75
8:56:20	2280	14,62	26,77
8:56:30	2277	14,62	26,79
8:56:40	2274	14,63	26,81
8:56:50	2273	14,63	26,83
8:57:00	2273	14,63	26,85
8:57:10	2269	14,63	26,87
8:57:20	2267	14,63	26,89
8:57:30	2267	14,64	26,91
8:57:40	2264	14,64	26,93
8:57:50	2262	14,64	26,94
8:58:00	2261	14,64	26,96
8:58:10	2259	14,64	26,98
8:58:20	2257	14,64	27,00
8:58:30	2255	14,64	27,02
8:58:40	2254	14,64	27,03
8:58:50	2252	14,65	27,05
8:59:00	2251	14,65	27,06
8:59:10	2248	14,65	27,08
8:59:20	2247	14,65	27,10
8:59:30	2245	14,66	27,10
8:59:40	2243	14,65	27,10
8:59:50	2242	14,66	27,10
9:00:00	2240	14,65	27,16
9:00:10	2238	14,65	27,18
9:00:20	2238	14,66	27,19
9:00:30	2235	14,66	27,21
9:00:40	2235	14,66	27,22
9:00:50	2233	14,66	27,24
9:01:00	2230	14,66	27,25
9:01:10	2230	14,66	27,26
9:01:20	2228	14,66	27,28
9:01:30	2226	14,66	27,29
9:01:40	2224	14,66	27,30



Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:01:50	2224	14,67	27,32
9:02:00	2222	14,67	27,33
9:02:10	2220	14,67	27,35
9:02:20	2218	14,67	27,36
9:02:30	2217	14,67	27,38
9:02:40	2216	14,67	27,39
9:02:50	2213	14,67	27,41
9:03:00	2213	14,67	27,42
9:03:10	2212	14,66	27,44
9:03:20	2211	14,66	27,45
9:03:30	2209	14,66	27,47
9:03:40	2206	14,66	27,48
9:03:50	2205	14,67	27,49
9:04:00	2205	14,67	27,51
9:04:10	2204	14,67	27,52
9:04:20	2202	14,67	27,53
9:04:30	2200	14,67	27,55
9:04:40	2199	14,67	27,56
9:04:50	2198	14,67	27,58
9:05:00	2197	14,67	27,59
9:05:10	2196	14,67	27,61
9:05:20	2194	14,67	27,62
9:05:30	2193	14,67	27,64
9:05:40	2191	14,67	27,65
9:05:50	2190	14,68	27,67
9:06:00	2188	14,68	27,68
9:06:10	2187	14,68	27,70
9:06:20	2185	14,68	27,71
9:06:30	2185	14,68	27,72
9:06:40	2182	14,68	27,74
9:06:50	2181	14,68	27,75
9:07:00	2180	14,68	27,76
9:07:10	2179	14,68	27,77
9:07:20	2178	14,68	27,79
9:07:30	2176	14,68	27,80
9:07:40	2175	14,68	27,81
9:07:50	2173	14,68	27,82
9:08:00	2172	14,67	27,83
9:08:10	2171	14,67	27,85
9:08:20	2170	14,67	27,86

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:08:30	2168	14,67	27,87
9:08:40	2167	14,67	27,88
9:08:50	2166	14,67	27,90
9:09:00	2164	14,67	27,91
9:09:10	2163	14,68	27,93
9:09:20	2162	14,68	27,94
9:09:30	2160	14,68	27,95
9:09:40	2159	14,68	27,97
9:09:50	2157	14,68	27,98
9:10:00	2157	14,68	27,99
9:10:10	2156	14,68	28,00
9:10:20	2154	14,68	28,01
9:10:30	2153	14,68	28,03
9:10:40	2153	14,68	28,04
9:10:50	2149	14,68	28,05
9:11:00	2149	14,68	28,07
9:11:10	2148	14,68	28,08
9:11:20	2147	14,68	28,09
9:11:30	2145	14,68	28,10
9:11:40	2143	14,68	28,12
9:11:50	2142	14,68	28,13
9:12:00	2142	14,68	28,14
9:12:10	2139	14,68	28,15
9:12:20	2138	14,68	28,16
9:12:30	2136	14,68	28,17
9:12:40	2135	14,68	28,18
9:12:50	2135	14,68	28,20
9:13:00	2133	14,68	28,21
9:13:10	2132	14,68	28,22
9:13:20	2132	14,68	28,23
9:13:30	2131	14,67	28,25
9:13:40	2129	14,67	28,26
9:13:50	2128	14,67	28,28
9:14:00	2127	14,67	28,29
9:14:10	2125	14,67	28,31
9:14:20	2123	14,67	28,32
9:14:30	2123	14,67	28,34
9:14:40	2121	14,67	28,35
9:14:50	2121	14,67	28,36
9:15:00	2118	14,67	28,38

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:15:10	2118	14,67	28,39
9:15:20	2117	14,67	28,40
9:15:30	2115	14,67	28,41
9:15:40	2114	14,67	28,43
9:15:50	2113	14,67	28,44
9:16:00	2112	14,67	28,45
9:16:10	2111	14,66	28,46
9:16:20	2110	14,66	28,47
9:16:30	2109	14,66	28,49
9:16:40	2107	14,66	28,50
9:16:50	2106	14,66	28,51
9:17:00	2105	14,67	28,52
9:17:10	2104	14,67	28,54
9:17:20	2102	14,67	28,55
9:17:30	2101	14,67	28,56
9:17:40	2101	14,66	28,57
9:17:50	2100	14,66	28,58
9:18:00	2097	14,66	28,59
9:18:10	2096	14,66	28,60
9:18:20	2095	14,66	28,60
9:18:30	2095	14,66	28,61
9:18:40	2092	14,66	28,62
9:18:50	2092	14,66	28,63
9:19:00	2091	14,66	28,64
9:19:10	2089	14,66	28,66
9:19:20	2088	14,66	28,67
9:19:30	2087	14,66	28,68
9:19:40	2085	14,66	28,69
9:19:50	2084	14,66	28,70
9:20:00	2083	14,66	28,72
9:20:10	2082	14,66	28,73
9:20:20	2081	14,66	28,74
9:20:30	2079	14,66	28,75
9:20:40	2078	14,66	28,77
9:20:50	2078	14,66	28,78
9:21:00	2076	14,66	28,80
9:21:10	2075	14,66	28,81
9:21:20	2074	14,66	28,83
9:21:30	2074	14,66	28,84
9:21:40	2071	14,66	28,85

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:21:50	2070	14,66	28,86
9:22:00	2068	14,66	28,87
9:22:10	2068	14,66	28,88
9:22:20	2068	14,66	28,89
9:22:30	2066	14,66	28,90
9:22:40	2064	14,66	28,92
9:22:50	2063	14,66	28,93
9:23:00	2061	14,66	28,95
9:23:10	2061	14,66	28,96
9:23:20	2059	14,66	28,97
9:23:30	2058	14,66	28,98
9:23:40	2056	14,66	28,99
9:23:50	2056	14,66	29,01
9:24:00	2053	14,66	29,02
9:24:10	2052	14,66	29,03
9:24:20	2050	14,66	29,04
9:24:30	2050	14,66	29,05
9:24:40	2049	14,66	29,05
9:24:50	2047	14,66	29,05
9:25:00	2046	14,66	29,05
9:25:10	2046	14,66	29,10
9:25:20	2044	14,66	29,11
9:25:30	2043	14,66	29,12
9:25:40	2042	14,66	29,14
9:25:50	2041	14,66	29,15
9:26:00	2040	14,66	29,16
9:26:10	2038	14,66	29,17
9:26:20	2037	14,66	29,18
9:26:30	2036	14,66	29,20
9:26:40	2034	14,65	29,21
9:26:50	2034	14,65	29,22
9:27:00	2033	14,65	29,23
9:27:10	2031	14,65	29,24
9:27:20	2030	14,65	29,25
9:27:30	2029	14,65	29,26
9:27:40	2028	14,65	29,28
9:27:50	2027	14,65	29,29
9:28:00	2027	14,65	29,30
9:28:10	2026	14,66	29,31
9:28:20	2024	14,66	29,32

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:28:30	2021	14,66	29,33
9:28:40	2021	14,66	29,34
9:28:50	2020	14,66	29,35
9:29:00	2020	14,66	29,36
9:29:10	2018	14,66	29,38
9:29:20	2018	14,66	29,39
9:29:30	2016	14,66	29,40
9:29:40	2015	14,66	29,41
9:29:50	2013	14,66	29,41
9:30:00	2013	14,66	29,42
9:30:10	2013	14,66	29,44
9:30:20	2010	14,66	29,45
9:30:30	2009	14,66	29,46
9:30:40	2008	14,66	29,47
9:30:50	2007	14,66	29,48
9:31:00	2006	14,66	29,49
9:31:10	2004	14,66	29,50
9:31:20	2003	14,66	29,51
9:31:30	2002	14,66	29,52
9:31:40	2001	14,66	29,54
9:31:50	2001	14,66	29,55
9:32:00	1999	14,65	29,56
9:32:10	1998	14,65	29,57
9:32:20	1997	14,65	29,58
9:32:30	1995	14,65	29,59
9:32:40	1995	14,65	29,60
9:32:50	1994	14,65	29,61
9:33:00	1993	14,65	29,62
9:33:10	1991	14,65	29,63
9:33:20	1991	14,65	29,64
9:33:30	1990	14,65	29,65
9:33:40	1989	14,65	29,66
9:33:50	1987	14,65	29,67
9:34:00	1987	14,65	29,68
9:34:10	1985	14,65	29,69
9:34:20	1985	14,65	29,71
9:34:30	1984	14,65	29,72
9:34:40	1982	14,65	29,73
9:34:50	1981	14,65	29,74
9:35:00	1978	14,65	29,75

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:35:10	1978	14,65	29,76
9:35:20	1977	14,64	29,77
9:35:30	1977	14,64	29,78
9:35:40	1976	14,65	29,79
9:35:50	1975	14,64	29,80
9:36:00	1973	14,64	29,81
9:36:10	1972	14,64	29,82
9:36:20	1972	14,64	29,84
9:36:30	1971	14,65	29,85
9:36:40	1970	14,65	29,86
9:36:50	1968	14,65	29,87
9:37:00	1968	14,65	29,88
9:37:10	1967	14,65	29,89
9:37:20	1965	14,65	29,90
9:37:30	1965	14,65	29,91
9:37:40	1962	14,65	29,92
9:37:50	1962	14,66	29,93
9:38:00	1961	14,65	29,94
9:38:10	1960	14,65	29,95
9:38:20	1959	14,65	29,96
9:38:30	1958	14,65	29,97
9:38:40	1957	14,65	29,98
9:38:50	1956	14,65	29,99
9:39:00	1955	14,65	30,00
9:39:10	1954	14,64	30,01
9:39:20	1953	14,64	30,02
9:39:30	1951	14,64	30,03
9:39:40	1950	14,64	30,04
9:39:50	1950	14,64	30,05
9:40:00	1949	14,64	30,06
9:40:10	1948	14,64	30,08
9:40:20	1947	14,64	30,09
9:40:30	1945	14,64	30,10
9:40:40	1944	14,64	30,11
9:40:50	1943	14,64	30,12
9:41:00	1942	14,64	30,13
9:41:10	1942	14,64	30,14
9:41:20	1940	14,64	30,15
9:41:30	1940	14,64	30,16
9:41:40	1938	14,64	30,17

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:41:50	1938	14,64	30,18
9:42:00	1935	14,64	30,19
9:42:10	1934	14,64	30,21
9:42:20	1934	14,64	30,22
9:42:30	1933	14,64	30,23
9:42:40	1932	14,64	30,24
9:42:50	1930	14,64	30,25
9:43:00	1929	14,64	30,26
9:43:10	1927	14,64	30,27
9:43:20	1927	14,64	30,28
9:43:30	1925	14,64	30,29
9:43:40	1925	14,64	30,30
9:43:50	1924	14,64	30,31
9:44:00	1923	14,64	30,32
9:44:10	1921	14,64	30,33
9:44:20	1921	14,64	30,34
9:44:30	1919	14,64	30,35
9:44:40	1919	14,64	30,36
9:44:50	1918	14,64	30,37
9:45:00	1917	14,64	30,38
9:45:10	1916	14,64	30,39
9:45:20	1914	14,64	30,41
9:45:30	1913	14,64	30,42
9:45:40	1913	14,64	30,44
9:45:50	1912	14,64	30,45
9:46:00	1910	14,64	30,47
9:46:10	1909	14,64	30,49
9:46:20	1908	14,64	30,50
9:46:30	1907	14,64	30,52
9:46:40	1907	14,64	30,53
9:46:50	1906	14,64	30,55
9:47:00	1905	14,64	30,56
9:47:10	1903	14,64	30,58
9:47:20	1902	14,64	30,59
9:47:30	1902	14,64	30,59
9:47:40	1901	14,64	30,60
9:47:50	1901	14,64	30,60
9:48:00	1899	14,64	30,61
9:48:10	1897	14,64	30,62
9:48:20	1897	14,64	30,62



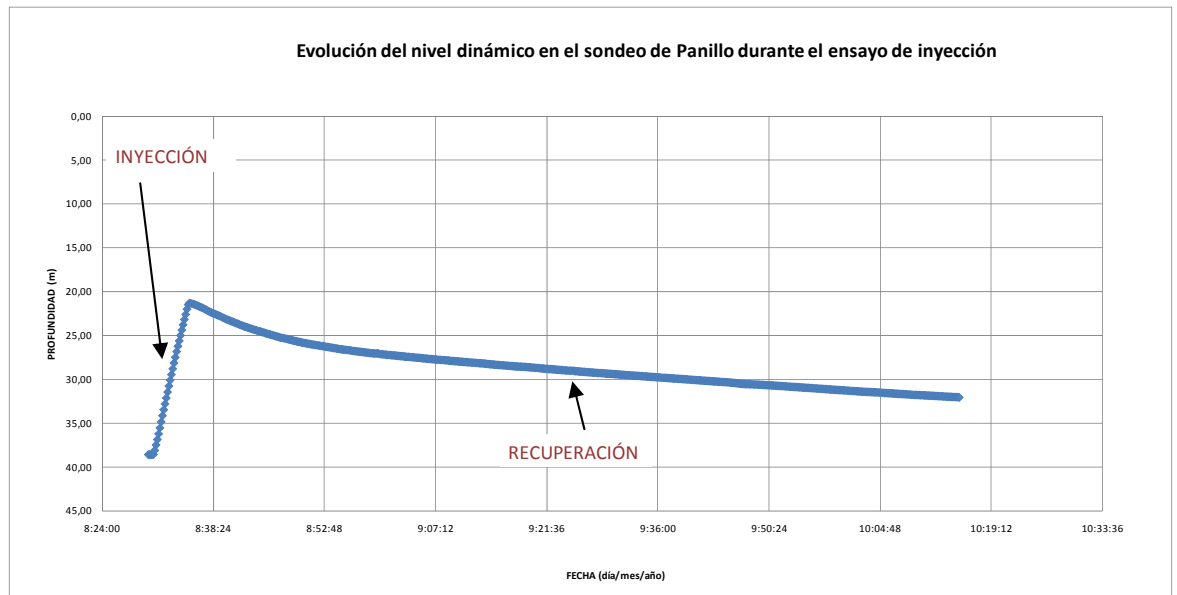
Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:48:30	1895	14,64	30,63
9:48:40	1895	14,64	30,63
9:48:50	1894	14,64	30,64
9:49:00	1894	14,64	30,64
9:49:10	1892	14,64	30,65
9:49:20	1890	14,64	30,66
9:49:30	1889	14,64	30,67
9:49:40	1887	14,64	30,68
9:49:50	1886	14,64	30,69
9:50:00	1886	14,64	30,70
9:50:10	1885	14,64	30,71
9:50:20	1884	14,64	30,71
9:50:30	1884	14,64	30,72
9:50:40	1882	14,64	30,73
9:50:50	1882	14,64	30,74
9:51:00	1880	14,64	30,75
9:51:10	1880	14,63	30,76
9:51:20	1878	14,64	30,77
9:51:30	1878	14,64	30,78
9:51:40	1876	14,64	30,79
9:51:50	1876	14,64	30,80
9:52:00	1875	14,64	30,81
9:52:10	1874	14,64	30,82
9:52:20	1873	14,64	30,83
9:52:30	1872	14,64	30,84
9:52:40	1871	14,64	30,85
9:52:50	1870	14,64	30,86
9:53:00	1869	14,64	30,87
9:53:10	1868	14,64	30,88
9:53:20	1867	14,64	30,89
9:53:30	1865	14,64	30,90
9:53:40	1865	14,63	30,91
9:53:50	1864	14,63	30,92
9:54:00	1864	14,63	30,93
9:54:10	1862	14,63	30,94
9:54:20	1862	14,63	30,95
9:54:30	1861	14,63	30,96
9:54:40	1859	14,63	30,97
9:54:50	1858	14,63	30,98
9:55:00	1857	14,63	30,99

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
9:55:10	1855	14,63	31,00
9:55:20	1854	14,63	31,01
9:55:30	1854	14,63	31,02
9:55:40	1853	14,63	31,03
9:55:50	1851	14,63	31,04
9:56:00	1851	14,63	31,05
9:56:10	1850	14,63	31,06
9:56:20	1848	14,63	31,07
9:56:30	1847	14,64	31,08
9:56:40	1848	14,64	31,09
9:56:50	1846	14,64	31,10
9:57:00	1844	14,64	31,11
9:57:10	1843	14,63	31,12
9:57:20	1842	14,63	31,13
9:57:30	1842	14,63	31,14
9:57:40	1841	14,63	31,15
9:57:50	1840	14,63	31,16
9:58:00	1840	14,63	31,17
9:58:10	1837	14,63	31,19
9:58:20	1837	14,63	31,20
9:58:30	1835	14,63	31,21
9:58:40	1835	14,63	31,22
9:58:50	1834	14,64	31,23
9:59:00	1833	14,63	31,24
9:59:10	1832	14,63	31,25
9:59:20	1830	14,63	31,26
9:59:30	1829	14,63	31,27
9:59:40	1828	14,63	31,28
9:59:50	1828	14,64	31,28
10:00:00	1827	14,63	31,29
10:00:10	1826	14,63	31,30
10:00:20	1825	14,63	31,31
10:00:30	1824	14,63	31,32
10:00:40	1823	14,63	31,33
10:00:50	1822	14,63	31,34
10:01:00	1822	14,63	31,35
10:01:10	1821	14,63	31,37
10:01:20	1820	14,63	31,38
10:01:30	1818	14,63	31,39
10:01:40	1816	14,63	31,40

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
10:01:50	1817	14,63	31,41
10:02:00	1814	14,63	31,42
10:02:10	1814	14,63	31,43
10:02:20	1814	14,63	31,44
10:02:30	1813	14,63	31,45
10:02:40	1812	14,63	31,45
10:02:50	1812	14,63	31,46
10:03:00	1809	14,63	31,47
10:03:10	1809	14,63	31,48
10:03:20	1808	14,63	31,49
10:03:30	1807	14,62	31,49
10:03:40	1805	14,62	31,50
10:03:50	1805	14,62	31,51
10:04:00	1805	14,62	31,52
10:04:10	1804	14,62	31,52
10:04:20	1803	14,62	31,53
10:04:30	1802	14,62	31,54
10:04:40	1801	14,63	31,55
10:04:50	1801	14,63	31,56
10:05:00	1800	14,63	31,56
10:05:10	1799	14,63	31,58
10:05:20	1798	14,63	31,59
10:05:30	1797	14,63	31,60
10:05:40	1796	14,63	31,61
10:05:50	1795	14,63	31,62
10:06:00	1792	14,63	31,63
10:06:10	1792	14,63	31,64
10:06:20	1791	14,63	31,64
10:06:30	1791	14,63	31,65
10:06:40	1790	14,63	31,66
10:06:50	1789	14,63	31,67
10:07:00	1787	14,62	31,68
10:07:10	1787	14,63	31,69
10:07:20	1785	14,62	31,70
10:07:30	1785	14,62	31,71
10:07:40	1784	14,62	31,72
10:07:50	1784	14,62	31,73
10:08:00	1782	14,62	31,74
10:08:10	1782	14,63	31,75
10:08:20	1780	14,63	31,76

Hora	Presión[cm]	Temperatura[°C]	Nivel piezométrico Datalogger (m)
10:08:30	1780	14,63	31,77
10:08:40	1779	14,63	31,78
10:08:50	1777	14,63	31,79
10:09:00	1777	14,63	31,80
10:09:10	1776	14,63	31,81
10:09:20	1775	14,63	31,82
10:09:30	1774	14,62	31,83
10:09:40	1773	14,62	31,83
10:09:50	1772	14,62	31,84
10:10:00	1772	14,62	31,85
10:10:10	1771	14,62	31,86
10:10:20	1770	14,62	31,86
10:10:30	1769	14,62	31,87
10:10:40	1768	14,62	31,88
10:10:50	1768	14,62	31,89
10:11:00	1767	14,62	31,89
10:11:10	1766	14,62	31,90
10:11:20	1766	14,62	31,90
10:11:30	1765	14,62	31,91
10:11:40	1764	14,62	31,92
10:11:50	1764	14,62	31,93
10:12:00	1764	14,62	31,94
10:12:10	1762	14,62	31,95
10:12:20	1762	14,62	31,96
10:12:30	1761	14,63	31,96
10:12:40	1759	14,63	31,97
10:12:50	1758	14,63	31,98
10:13:00	1758	14,63	31,99
10:13:10	1757	14,62	32,00
10:13:20	1756	14,62	32,01
10:13:30	1755	14,62	32,02
10:13:40	1755	14,62	32,03
10:13:50	1753	14,62	32,03
10:14:00	1753	14,62	32,04
10:14:10	1752	14,63	32,05
10:14:20	1751	14,63	32,06
10:14:30	1749	14,62	32,06
10:14:40	1749	14,62	32,07
10:14:50	1748	14,62	32,08
10:15:00	1748	14,62	32,10

En la siguiente figura se puede observar un gráfico con la evolución del nivel dinámico durante el desarrollo del ensayo de inyección.



Esther Torresquebrada Aguirre  
Hidrogeóloga.



## **ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**







**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000036178**

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 PANILLO - FIN LIMPIEZA	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033365

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 03/06/2010

Recepción: 06/07/2010

Inicio análisis: 06/07/2010

Fin análisis: 08/07/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,43 mg/l	±0,04	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	5,51 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	480,15 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	1,22 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	1,90 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	29,44 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	67,29 mg/l	±4,04	Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1359 µS/cm	±27	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,18 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	1,14 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	0,73 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	< 0,5 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	0,16 mg/l	±0,02	Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	8,52 ud. de pH	±0,43	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	5,71 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	356,32 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	229,63 mg/l	±13,78	Cromatografía iónica (PIE-CION)

\* Resultado aproximado (no acreditado):

NITRATOS

0,24 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.*

**8 de julio de 2010**

Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
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	67,29	1,90	12,22
SULFATOS	229,63	4,78	30,78
BICARBONATOS	480,15	7,87	50,66
CARBONATOS	29,44	0,98	6,32
NITRATOS	0,24	0,00	0,02
SODIO	356,32	15,50	98,10
MAGNESIO	0,73	0,06	0,38
CALCIO	1,90	0,09	0,60
POTASIO	5,71	0,15	0,92

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,04 °C
Sólidos disueltos	1180,05 mg/l
CO2 libre	2,63 mg/l
Dureza total	0,78 °Francés
Dureza total	7,75 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	393,80 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	49,10 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	442,90 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,75
$rNa+rK/rCa+rMg$	101,01
$rNa/rK$	106,13
$rNa/rCa$	163,47
$rCa/rMg$	1,58
$rCl/rHCO_3$	0,24
$rSO_4/rCl$	2,52
$rMg/rCa$	0,63
i.c.b.	-7,24
i.d.d.	-1,09

Nº Registro: 33365

**ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**



# FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		PANILLO MARM, EJEP.			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.300.002	
CÓDIGO IPA		3111-6-0007	Nº MTN 1:50.000	3111	MUNICIPIO Graus	PROVINCIA Huesca		
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		040   SINCLINAL DE GRAUSS						
U. HIDROGEOLÓGICA		Sinclinal de Tremp						
ACUÍFERO(S)		04001   Eoceno - Areniscas						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	772696		DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4682948						
COTA DEL SUELO msnm	Z	734		DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		5			PARCELA	150		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Cofradía de San Cristobal						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO		Se accede al mismo desde la pista que lleva desde la localidad de Ejep al Monasterio Budista de Panillo. Tras atravesar el pueblo se sigue por esta pista en torno a un kilómetro hasta llegar a un camino que lleva a una granja y antes de llegar a ésta, se sitúa el piezómetro en una parcela a mano izquierda.						

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Rotopercusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO			300			EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	9	324	0	9	300	Metálica	246	252	Puentecillo	0	6		
9	300	224	0	299	180	Metálica	255	261	Puentecillo				
							264	267	Puentecillo				
							270	273	Puentecillo				
							276	282	Puentecillo				

## HISTORIA

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

## LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

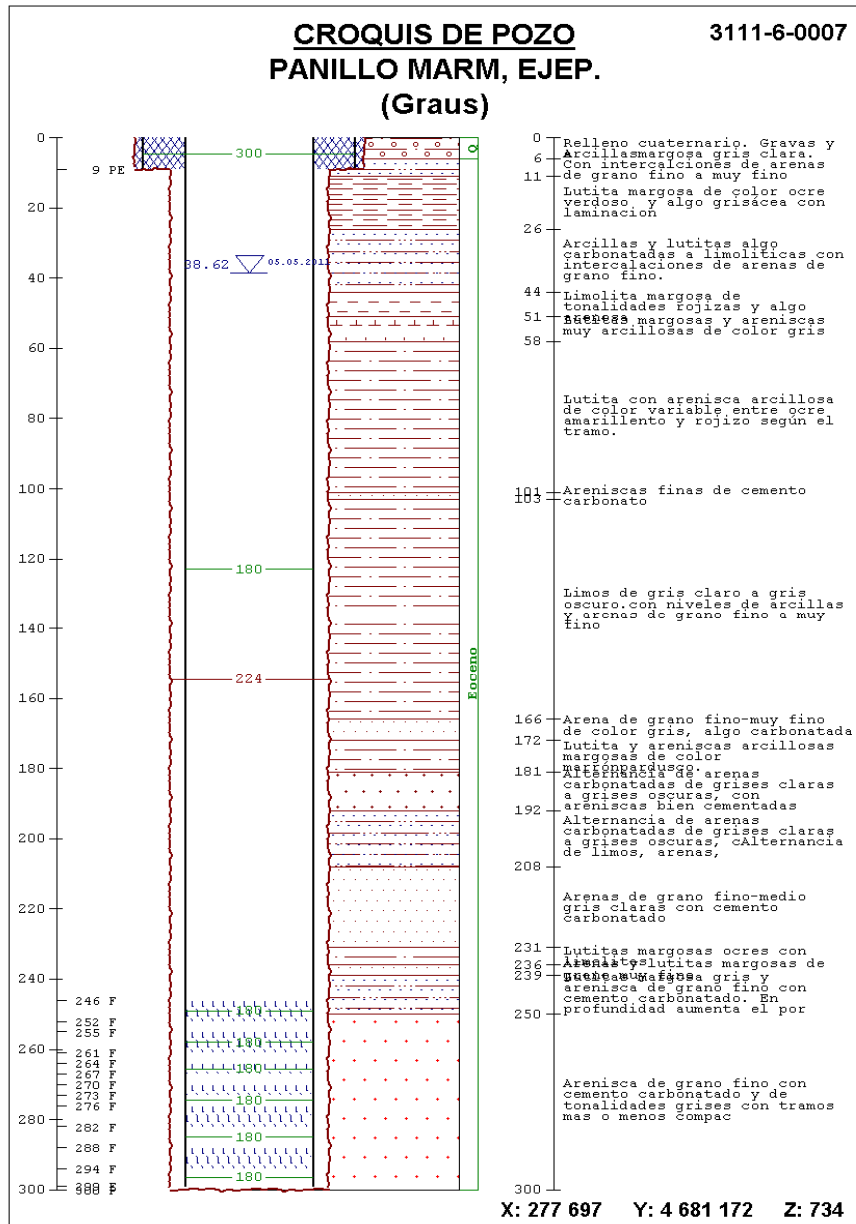


FOTO AÉREA





# 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:** (3111) GRAUS

**UTMX:** 277697

**UTMY:** 4681172

**COTA:** 734

**Provincia:** HUESCA

**Municipio:** GRAUS

**Localidad:** PANILLO

**Paraje:** PANILLO MARM, EJEP.

**Polígono:** 5

**Parcela:** 150

**Dominio Hidrogeológico:** Sinclinal de Tremp

**Unidad:**

**Acuífero:**

**Masa Subterránea A:** SINCLINAL DE GRAUSS

**Masa Subterránea B:**

**Acuífero:** Eoceno

**Redes:**

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

**Río:** ESERA

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** Se accede al mismo desde la pista que lleva desde la localidad de Ejep al Monasterio Budista de Panillo. Tras atravesar el pueblo se sigue por esta pista en torno a un kilómetro hasta llegar a un camino que lleva a una granja y antes de llegar a ésta, se sitúa el piezómetro en una parcela a mano izquierda.

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

CLAVE 09.822-0003/2111



Vista general (14/05/2012)



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

## PERFORACIÓN

**Contratista:** CGS (Perforaciones Jiennenses Marchal S.L)

**Año:** 2010

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

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	9	324
9	300	224

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	9	300	5	Metálica ciega	CEMENTACION
0	246	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
246	252	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
252	255	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
255	261	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
261	264	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
264	267	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
267	270	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
270	273	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
273	276	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
276	282	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
282	288	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
288	294	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
294	299	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se ha ubicado sobre los materiales detríticos (areniscas carbonatadas, arcillas y limolitas) de la Fm. Capella de edad Eoceno.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	6	GRAVAS	CUATERNARIO NO ALUVIAL	
<b>Observaciones:</b> Relleno cuaternario. Gravas y arcillas.				
6	7	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arcilla margosa gris clara.				
7	9	ARENAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arena de grano fino ocre.				
9	11	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arena limosa de grano fino de tonalidades ocre-amarillentas.				
11	21	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutita margosa de color ocre verdoso predominante y algo grisácea. Presenta laminación.				
21	26	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutita margosa algo más compacta que el tramo suprayacente de tonalidades grisáceas.				
26	33	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arcillas margosas con algo de limo. Color ocre.				
33	34	ARENAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arena de grano fino-medio de color ocre amarillento.				
34	35	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas carbonatadas algo limolíticas de color gris.				
35	36	ARENISCAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arena de grano fino - medio gris.				
36	44	ARENAS Y ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas arenosas ocre y areniscas más o menos bien cementadas de grano fino - muy fino de color gris. Los primeros dos metros son bastante más lutíticos.				
44	51	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Limolita margosa de tonalidades rojizas y algo arenosa.				
51	58	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas margosas y areniscas muy arcillosas de predominancia gris con algún tramo de tonalidades más verdosas.				
58	101	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutita con arenisca arcillosa de color variable entre ocre, amarillento y rojizo según el tramo.				
101	103	ARENISCAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arenisca arcillosa con cemento carbonatado de grano muy fino y tonalidades grisáceas.				
103	106	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Limo gris claro algo margoso.				
106	111	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> lutitas arenosas algo margosas y areniscas arcillosas con algo de cemento carbonatado de color ocre y gris.				
111	113	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Limo de gris claro a gris oscuro.				
113	132	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas con intercalaciones de areniscas arcillosas de color de ocre a rojizo y grano fino a muy fino con cemento carbonatado.				
132	149	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Intercalaciones de lutita algo arenosa con areniscas cementadas y limos de grano fino-muy fino. Tonalidades variables entre gris claro y gris oscuro, con matriz y cemento carbonatado.				
149	158	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas margosas con algún tramo algo más arenoso de tonalidades ocre-rojizas.				
158	165	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Limo margo-arcilloso gris verdoso con algo de arena de grano fino-muy fino.				
165	166	LIMOLITAS	EOCENO	

**Observaciones:** Limo arcillosos carbonatados ocre con algo de arena.

166	172	ARENISCAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arena de grano fino-muy fino de color gris, algo carbonatada y con algo de arcilla.				
172	179	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutita y areniscas arcillosas margosas de color marrón pardusco.				
179	181	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutita margosa y areniscas de grano fino-muy fino, algo arcillosas de color gris.				
181	192	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Alternancia de limos, arenas, arcillas y arcillas margosas de color ocre y marrón.				
192	208	ARENAS Y GRAVAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Alternancia de arenas carbonatadas de grises claras a grises oscuras, con areniscas bien cementadas y con arcilla margosa del mismo color. Grano de fino a muy fino.				
208	210	ARENAS Y ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arcillas con areniscas y areniscas de grano fino de color ocrebeige				
210	221	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Alternancia de arcillas margosas de color gris con areniscas con cemento carbonatado de grano fino a muy fino.				
221	225	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Limolitas gris-ocre con pasadas de areniscas de grano fino a muy fino grises con cemento carbonatado.				
225	228	LIMOLITAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas y limolitas margosas gris ocre y rojas.				
228	231	ARENISCAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Arenas de grano fino-medio gris claras con cemento carbonatado. En la base es mucho más oscura y el ripio aparece húmedo				
231	233	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas margosas ocre con limolitas y areniscas de grano fino a muy fino.				
233	236	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas margosas ocre con limolitas y areniscas de grano fino a muy fino de color gris.				
236	239	ARENISCAS	EOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arenas y lutitas margosas de grano muy fino y tonalidades grisáceas.				
239	242	MARGA ARCILLOSA	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas y areniscas margosas de grano fino a muy fino de color ocre-rojizo.				
242	245	ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Lutitas margosas y areniscas de grano fino de tonalidades versicolores (verde, rojiza, gris...). En profundidad cada vez se hace más gris oscura.				
245	250	ARENAS Y ARCILLAS	EOCENO	
<b>Observaciones:</b> Argilita margosa gris y arenisca de grano fino con cemento carbonatado. En profundidad aumenta el porcentaje de arenisca				
250	271	ARENISCAS	EOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arenisca de grano fino con cemento carbonatado y compactada de tonalidades grises.				
271	273	ARENISCAS	EOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arenisca de grano fino cementada y compacta de color gris, con cemento carbonatado..				
273	278	ARENISCAS	EOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arenisca menos cementada, más "suelta" de tipo arena. Tonalidades grisáceas.				
278	300	ARENISCAS	EOCENO	ACUIFERO
<b>Observaciones:</b> Arenisca de grano fino de tonalidades grisáceas y más o menos compactadas. El cemento es carbonatado.				

## PIEZOHI DROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

N° de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
17	38.21	36.57	1.64	37.0012	0.4973

## 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.
03/06/2010	1.8955	4.784	7.8713	0.0081	15.4922	0.0603	0.0948	0.146	1428		8.1344	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
	67.29	229.63	480.15	0.5	356.32	0.73	1.9	5.71				

**OTRAS FOTOS**



Al fondo Templo Budista (01/09/2010)





vista general\_ (01/09/2010)



Detalle (01/09/2010)





Vista general Templo (14/05/2012)



Acceso Pista Ejep (14/05/2012)



Detalle Dado (14/05/2012)





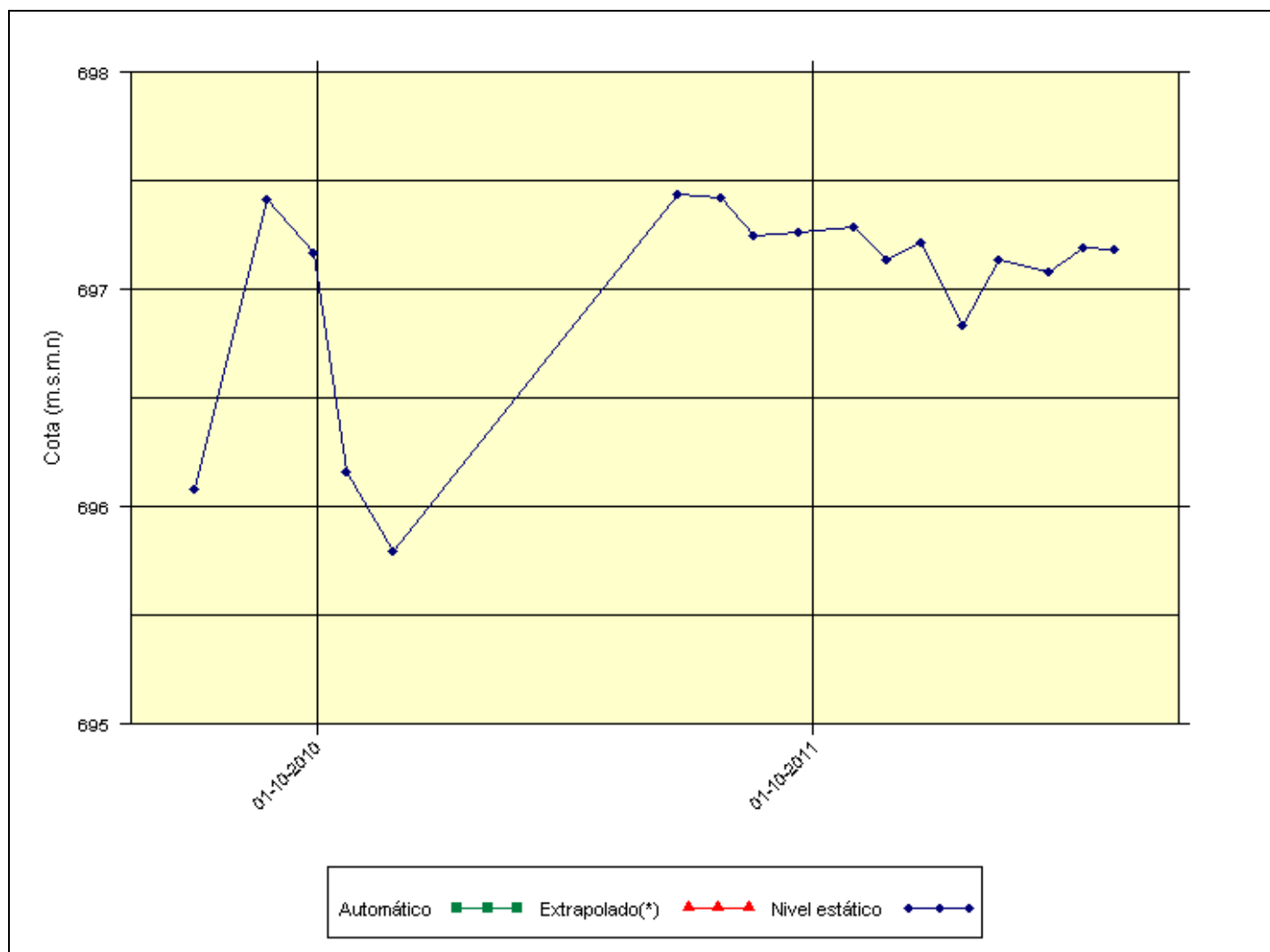
DSCN3639\_Panillo (14/05/2012)



PANILLO (29/06/2012)


**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**
*Oficina de Planificación Hidrológica*
**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**
**CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN**
**Contacto:** Alcaldía de Ejep Agustín Noguera (Ayto de Graus). Tlf: Alcalde de Ejep móvil : 661669610. .

**Cierre:** Llave MARM

**Referencia:**
**HIDROGRAMA NIVEL 1: por definir**

**ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: por definir**

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
17	38.21	36.57	1.64	37.0012	0.4973

**MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: por definir**

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
10/05/2012	36.82	
17/04/2012	36.81	
22/03/2012	36.92	
15/02/2012	36.87	
19/01/2012	37.17	
20/12/2011	36.79	
24/11/2011	36.87	
31/10/2011	36.72	
20/09/2011	36.74	
19/08/2011	36.76	
26/07/2011	36.58	
24/06/2011	36.57	
26/11/2010	38.21	
23/10/2010	37.84	

**ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 3 “Sinclinal de Tresp”. En la masa de agua subterránea 090.040 Sinclinal de Graus. El acuífero atravesado son las areniscas carbonatadas del Eoceno Superior que forman el acuífero. Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga y se trata de un acuífero con una permeabilidad de baja a muy baja y de carácter confinado.

**OTROS DATOS**

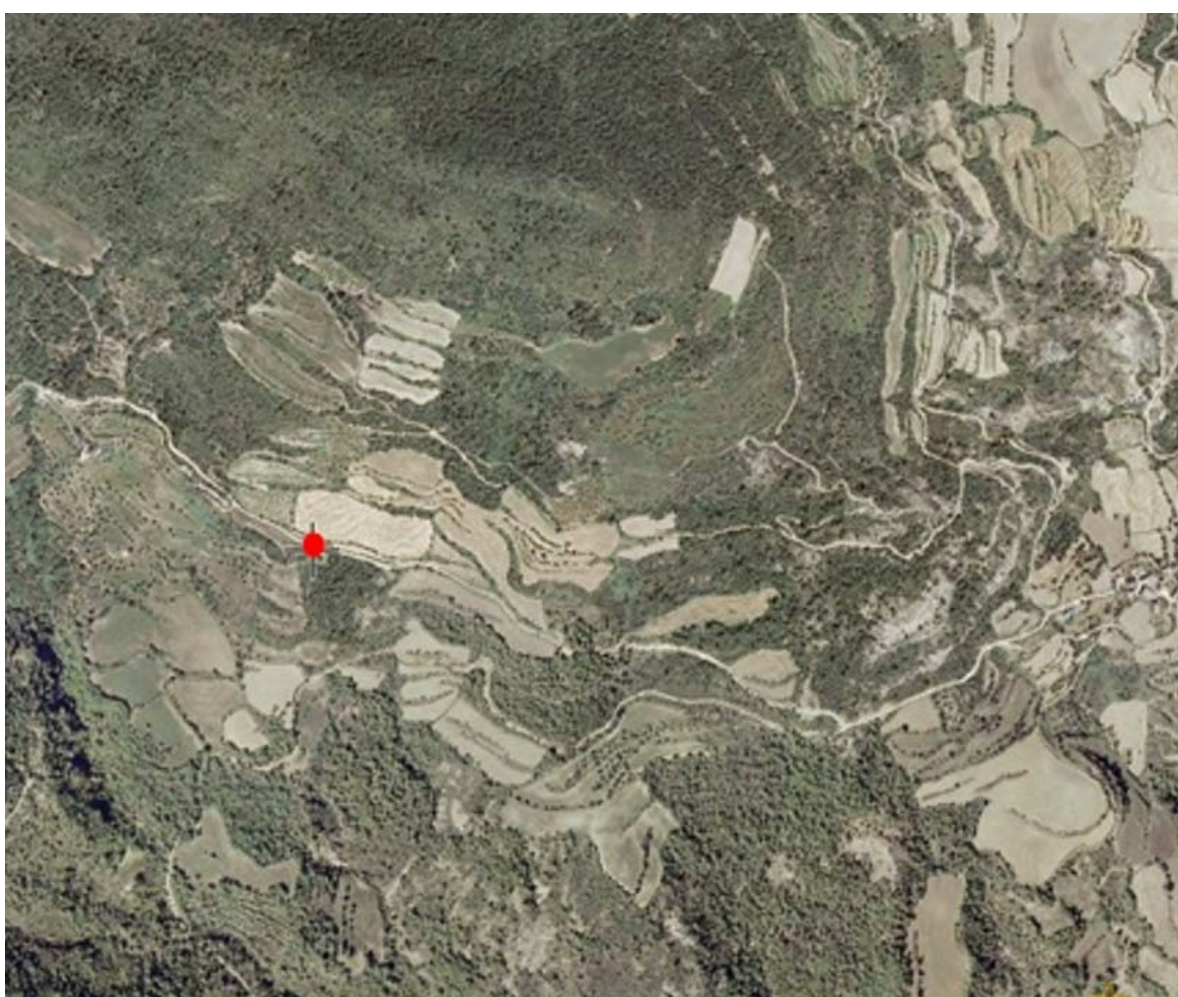
SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111



**DESCRIPCIÓN DEL ACCESO**

Se accede al mismo desde la pista que lleva desde la localidad de Ejep al Monasterio Budista de Panillo. Tras atravesar el pueblo se sigue por esta pista en torno a un kilómetro hasta llegar a un camino que lleva a una granja y antes de llegar a ésta, se sitúa el piezómetro en una parcela a mano izquierda.

**ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO**



Coordenadas UTM del punto:  
X: 277697, Y:4681172 (Huso 31)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 Vista general

**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Detalle Dado

**ACCESO**



09/2010 Al fondo Templo Budista

**DETALLE REFERENCIA**



05/2012 Acceso Pista Ejep

**INSTALACIÓN**



05/2012 DSCN3639 Panillo