

*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 ANDAGOIA-KUARTANGO: 090.013.001**





## 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>10</b>
<b>5. EQUIPO DE PERFORACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>6. DATOS DE LA PERFORACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>7. COLUMNA LITOLÓGICA</b> .....	<b>16</b>
<b>8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA</b> .....	<b>17</b>
<b>9. ENTUBACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>18</b>
<b>10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS</b> .....	<b>21</b>
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO.....	22
<b>11. HIDROQUÍMICA</b> .....	<b>29</b>
<b>12. CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>

### INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i> .....	<i>7</i>
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i> .....	<i>8</i>
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (111) Orduña</i> .....	<i>9</i>
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i> .....	<i>20</i>
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia</i> .....	<i>30</i>
<i>Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia</i> .....	<i>31</i>

## **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>18</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 bombeo.</i></b>	<b>23</b>
<b><i>Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.</i></b>	<b>28</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 (090.013.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico en esta masa de agua (013) para el acuífero carbonatado del Cretácico superior.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, cerca la zona de descarga, hacia la red fluvial (Río Bayas), del acuífero carbonatado del Cretácico superior. Se trata de un acuífero por fracturación y/o kárstico en calizas.

El objetivo hidrogeológico de este sondeo es cortar las calizas del Cretácico superior que forman dicho acuífero.

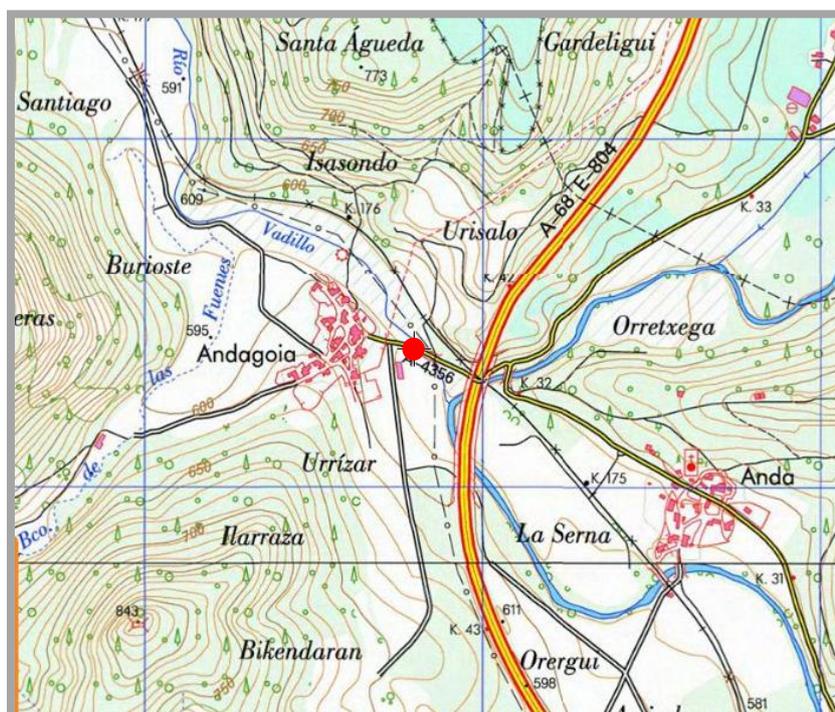
## 2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en la localidad de Andagoia, en el término municipal de Kuartango (Alava), en la parcela 158 del polígono 2 y de titularidad pública (Ayuntamiento).

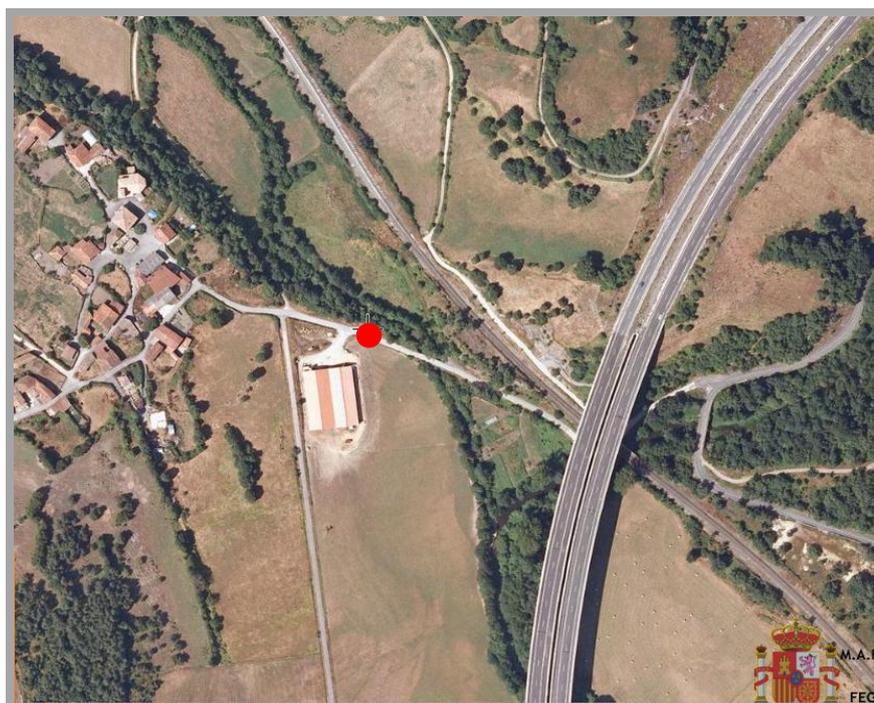
Al sondeo se accede por la carretera de entrada a la localidad de Andagoia enfrente de una nave para cría y engorde de ganado ovino estando ubicado en el arcén derecho de dicha carretera una vez pasado el puente sobre el Río Bayas y en la margen derecha de dicha carretera.

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

X: 507794      Y: 4752402      Z: 588 m.s.n.m



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

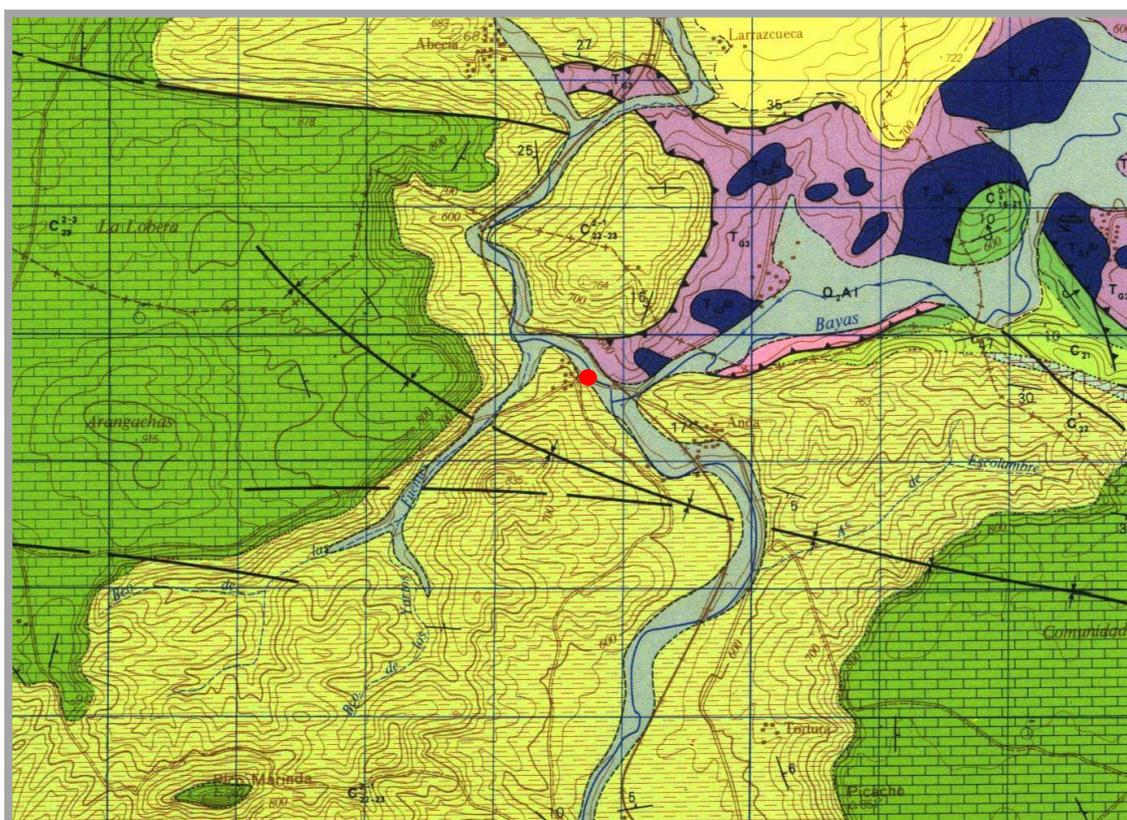


**Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.**

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Desde el punto de vista geológico y el sondeo se ubica entre materiales del cuaternario aluvial ( $Q_{2Al}$ ) y materiales diferenciados como unidad  $C^{2-1}_{22-23}$  en del Mapa Geológico de Orduña (111). Se trata de una alternancia de calizas arcillosas y margas de edad Turoniense medio-Coniaciense inferior y se trata de una unidad de tránsito entre las Margas de Zuazo infrayacentes y las Calizas de Subijana suprayacentes. Esta es una de las múltiples terminologías utilizadas en la descripción geológica de la región y quizá la más utilizada desde el punto de vista hidrogeológico. En otros trabajos se considera, esta unidad de tránsito, como perteneciente también a las Margas de Zuazo. Desde el punto de vista de una estratigrafía clásica, el sondeo se emplazaría en la denominada Formación Valle de Mena (Floquet, 1991; Martín-Chivelet et al., 2002; Floquet, 2004), de edad Turoniense.

La zona presenta una tectónica poco intensa, en general, pero con estructuras diapíricas locales, tales como la que se observa al NE del punto de sondeo. Al margen de estas estructuras, la disposición de los materiales puede presentar complicaciones locales con fallas y elevados buzamientos. En general, en la zona donde se ubica el piezómetro, abundan las estructuras de amplio radio, como el gran sinclinal, de dirección pirenaica, que se observa en la cartografía y en cuyo flanco N, próximo a la zona de charnela, se ubica el piezómetro. Los valores de buzamiento son bajos e inferiores a 20°.



**Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (111) Orduña.**

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico: "Dominio Pirenaico Vasco-Cantábrico". Este Dominio comprende la parte más occidental del frente pirenaico (s.l.). Sus límites son los de la cuenca hidrográfica en la parte N y O, el cauce del río Arga por el E y el frente de cabalgamiento surpirenaico en la parte S. Este dominio hidrogeológico es uno de los más claros y bien definidos de la cuenca del Ebro. Comprende la parte más occidental de la gran estructura cántabro-pirenaica dentro de los límites de la cuenca. La aceptación del río Arga como límite entre este dominio y el adyacente (Arga-Cinca) obedece más a criterios hidrogeológicos y de gestión que a otros de índole estructural o sedimentológico. No obstante, el río Arga es casi coincidente con el accidente de zócalo denominado Falla de Pamplona o de Estella, sin reflejo superficial.

En cuanto a sus límites, se puede indicar que el límite septentrional coincide, a grosso modo, con la divisoria hidrográfica sin que unidades, como la Unidad Sinclinal de Villarcayo sobrepasen los límites de la cuenca hidrográfica del Ebro. El acuífero principal son las calizas de Subijana y se sitúa, íntegramente, dentro de la cuenca del Ebro. En las proximidades de Villasana de Mena, este acuífero choca con una estructura diapírica generando unas descargas que dan lugar al río Cadagua, que pertenece a la vertiente Cantábrica.

En cuanto a su límite oriental, está conformado por una banda de diapiros (Arteta u Olo, Salinas de Oro, Alloz y Estella) y la zona de flexión de Estella que definen una franja NE-SO con una intensa fracturación interna (zona tectonizada de Abárzuza-Sierra de Andía) y que definen, geológicamente, el límite oriental del dominio Vasco-Cantábrico. Esta franja está relacionada posiblemente con un accidente de zócalo NE-SO (falla de Estella o de Pamplona), que limita los sectores central y occidental del Pirineo.

A su Oeste se emplaza la cuenca Vasco-Cantábrica, de materiales meso-cenozoicos alpinos cabalgantes sobre los terciarios continentales del Ebro. En todo caso, esta falla no se manifiesta en cobertera. El cambio más significativo, a uno y otro lado de este hipotético accidente del basamento, es de tipo sedimentario.

Al Este se sitúa la cuenca Eocena de Jaca-Pamplona, de pliegues ESE y limitada al S por el Cabalgamiento frontal surpirenaico. La falla de Estella limita ambos sectores y condiciona la ubicación diapírica de Estella y la evolución sedimentaria del Paleoceno-Eoceno de esta zona. Durante la tectogénesis ha actuado como desgarre sinistral, deformando la cobertera mesozoica que se flexiona y cabalga hacia el Ebro. Posiblemente, toda la franja corresponda a una rampa lateral del frente de cabalgamiento de la Sierra de Cantabria (ITGE, 1990).

Desde un enfoque hidrogeológico es más correcto hacer coincidir el límite del Dominio con el cauce del río Arga, netamente ganador, en la práctica totalidad de su recorrido. El río cruza de N a S los materiales margosos, poco permeables, del Eoceno de la Cuenca de Pamplona y materiales continentales de la depresión del Ebro. Al N, tras atravesar una estrecha banda de flysch de edad Cretácico superior, se interna en el paleozoico del Pirineo Axial. Hacia el S de Pamplona, el límite se define en el cauce del río Arga, donde se localizan las surgencias de Ibero, Echauri y Belascoain, hasta su encuentro con la falla inversa del flanco N del Anticlinal de Puente la Reina.

El límite meridional coincide con el cabalgamiento frontal de la Sierra de Cantabria. Desde el punto de encuentro del río Arga con el cabalgamiento del flanco N del anticlinal de Puente la Reina, y hacia el O, el límite se define en esta falla inversa hasta alcanzar los materiales, en facies Keuper, del diapiro

de Alloz. Quedan así englobadas, en el dominio, las facies proximales oligomiocenas del Ebro (Conglomerados del Perdón).

Entre los diapiros de Alloz y Estella, el límite se traza, de manera convencional, según una línea recta que une los puntos más meridionales de ambas estructuras. Esta línea discurre por materiales impermeables. Hacia el Oeste del diapiro de Estella, el límite queda definido por el cabalgamiento de la Sierra de Cantabria en su primer frente. La falla de Codes-Monjardín, que lateralmente conecta con el cabalgamiento frontal de la Sierra.

El cabalgamiento frontal de la Sierra de Cantabria se prolonga lateralmente hacia el O en el cabalgamiento de los Montes de Tesla, en algunas zonas parcialmente fosilizado por depósitos Oligocenos y Miocenos de la Cuenca del Ebro. Al S de este accidente se localizan depósitos neógenos, del entrante de Padrones de Bureba, que lo independizan de los afloramientos mesozoicos del Arco de Rojas-Sta. Casilda, prolongándose, hacia el O dentro del Frente de cabalgamiento de la Plataforma Burgalesa, sobre la cuenca del Duero. Este frente de cabalgamiento, localizado hidrográficamente en la cuenca del Duero, se tomará como límite S del Dominio Vasco-Cantábrico, entre el Arco de Rojas-Sta.Casilda al SE y el río Pisuerga al NO.

En cuanto a su límite occidental queda definido por el cauce del río Pisuerga, perteneciente a la cuenca del Duero, desde su encuentro con el cabalgamiento anterior hasta las proximidades de Aguilar de Campoo, donde es relevado por su tributario, el río Camesa, hasta conectar con el límite hidrográfico de la cuenca del Ebro.

Dentro de esta unidad se puede diferenciar la masa de agua número 013, Cuartango-Salvatierra. Esta masa ocupa una extensión de 594 km<sup>2</sup>, fundamentalmente en Álava y una pequeña extensión del Condado de Treviño, en provincia de Burgos. Se sitúa en la Llanada Alavesa, bordeando los

depósitos aluviales de Vitoria y la masa de Calizas de Subijana. Limita al S con la Sierra de Urbasa y al N, con la Sierra de Aizkorri y los embalses de Urrunaga y Ullibarri. El límite N se establece según el contacto de los materiales margosos y carbonatados del Cretácico superior con las lutitas del Albiense. El límite S, según el contacto de los materiales Cretácico-Terciario continental y base de las series calcáreas maastrichtienses. Hacia el O, el límite bordea las Calizas cretácicas de Subijana y de Losa hasta alcanzar la divisoria hidrográfica de la cuenca.

En cuanto a las características de los materiales, se trata de una serie monoclinas de materiales del Cretácico superior, con suaves buzamientos hacia el S. Está formado por una potente serie de margas y margocalizas que incluyen el periodo Cenomaniense-Campaniense. La serie alberga un importante paquete carbonatado, (las calizas de Subijana) que afloran en el sector NE. La mayor parte de la extensión, de esta masa de agua, está ocupada por terrenos margosos de permeabilidad baja a muy baja. Los niveles permeables de mayor interés incluyen las calizas de Subijana, que afloran, extensamente, en sector más NE de esta masa de agua. Es un acuífero de permeabilidad alta, con una porosidad propia de acuíferos carbonatados que responde principalmente a procesos de karstificación.

Otros acuíferos de interés local son los tapices cuaternarios en general, de muy escasa potencia. Constituyen pequeños acuíferos libres de permeabilidad media a alta por porosidad intergranular.

Dentro de esta masa de agua no se dispone de información acerca de los parámetros hidrodinámicos si bien, a tenor de la baja permeabilidad de la mayor parte de la extensión de esta masa de agua, cabe suponer que la circulación subterránea se restrinja a flujos someros, cuya dirección estará condicionada por la topografía local y en dirección a la red de drenaje superficial.

Se considera que la recarga se produce por infiltración de las precipitaciones. La descarga se realiza, principalmente, hacia los materiales cuaternarios de la masa Aluvial de Vitoria y la red hidrográfica, además de pequeños manantiales.

En cuanto a su hidroquímica apenas se dispone de información sobre las aguas subterráneas en este ámbito. En general se trata de aguas bicarbonatadas cálcicas de mineralización débil a media. El valor promedio de la conductividad eléctrica es de  $500 \pm 100 \mu\text{S/cm}$ .

No existen indicios de contaminación puntual en la masa de agua. Las mayores presiones se encuentran en el uso agrícola, que supone el 52 % de la superficie total y donde se desarrollan cultivos de secano, praderas y pastizales.

La densidad de población es baja, a excepción de las áreas de influencia de Vitoria donde se sitúan poblaciones como Salvatierra, con más de 3.500 habitantes, que vierte sus aguas residuales, sin depurar, al cauce del río Zadorra y donde, el sector industrial, adquiere cierta relevancia con un número importante de industrias IPPC. En la zona norte de la masa de agua también cabe destacar el término municipal de Izarra, con varias industrias IPPC y vertido de aguas residuales al cauce del río Badillio y las inmediaciones de Goain donde se sitúan 5 industrias IPPC.

## **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 2 de Diciembre de 2009 a las 11:00 horas y se termina el 11 de Diciembre de 2010 a las 11:30 horas.

Una vez llegado el equipo de perforación al emplazamiento a las 11:00 horas se espera la confirmación del punto elegido por las autoridades locales con el fin de evitar daños en conducciones de aguas fecales y una fosa séptica.

Sobre las 15:00 horas comienzan la perforación del emboquille con un diámetro de 324 mm y hasta una profundidad de 18 m. Una vez finalizado, se entuba y se realiza una cementación del espacio anular, entre el sondeo y la tubería de emboquille, para evitar la comunicación entre río y el acuífero.

El día 3 de diciembre se comienza a las 8:00 horas a perforar desde el metro 18 hasta el 57 con un diámetro de 220 mm y terminando a las 10:00 h. Durante el sondeo se trabaja en seco hasta alcanzar los 33 m de profundidad que es donde se produce el primer aporte de agua. Además se aprecian fracturas, con aporte de agua, entre los metros 37 y 45 y entre el 52 y 57.

La velocidad media de avance, a lo largo del día, es de 12 m/h.

Se toma medida de conductividad del agua a los 57 m de profundidad dando un valor de 489  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

El día 9 de diciembre, se retoman las labores de perforación. Al inicio se produce una avería en la bomba de inyección que produce la parada del equipo durante toda la jornada. El día 10 de diciembre se intenta reparar la avería consiguiéndolo sobre las 17:30. A las 17:50 horas se comienza a perforar desde el m 57 y finaliza la jornada a las 19:00 h con 75 m perforados.

El día 11 de diciembre se comienza a las 8:00 h hasta alcanzar los 110 m de profundidad dando por finalizado el sondeo al haberse alcanzado el objetivo hidrogeológico. *(Ver Anejo N° 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).

0-18 m	Calizas negras compactas y de gran dureza y uniformidad con tonalidades grises eventuales. No se ven restos fosilíferos. Entre el metro 8 y 9 se corta una pequeña fractura seca.
18-34 m	Calizas negras compactas y de gran dureza y uniformidad con tonalidades grises eventuales y diaclasa milimétrica rellenas de Calcita. No se ven restos fosilíferos. Entre el metro 32 y 33 las calizas son más astillosas y se corta una pequeña fractura con aporte de agua.
34-37 m	Se observan una zona de calizas con un aumento del tamaño de las diaclasas y presencia de material arcilloso de color ocre (limonita y óxidos de Fe). Se recuperan algunos trozos, de tamaño suficiente, que permite identificar una brecha calcárea, con calcita y mineralizaciones de Fe, que evidencian una zona de fractura importante a partir del metro

	37.
37-110m	Calizas con ocasionales fracturas que conforme se profundiza aumenta la densidad de roca fracturada con aumento de diaclasas rellenas de calcita

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

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas, pueden ser: del metro 0 hasta el final del sondeo se corresponden con las calizas micríticas y recristalizadas que se atribuyen a la Fm. Valle de Mena (Margas de Zuazo), de edad Turoniense (Floquet, 2004; Martín-Chivelet et al., 2002).

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 11 de Diciembre de 2009 y la ejecuta 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.

Se inicia a las 12:30 h y a los 40 metros de profundidad se produce un agarre de la sonda que se consigue liberar y poder continuar. La testificación tiene una duración de una hora y media y durante se constata la existencia de nivel de agua a 11 metros de profundidad y que la serie atravesada esta compuesta por materiales calcáreos (calizas) marcadas por altas resistividades y resistencia salvo, en un tramo, entre el metro 38 y 49 en el que hay una bajada de la resistencia y que coincide con una zona fracturada con algo de relleno arcilloso. A esta profundidad se detecta una entrada de agua marcada por un cambio en la Temperatura y la Conductividad.

Se produce otro cambio de la Conductividad en 75 m.

Con estos datos, y la observación del resto de parámetros, se determina que las zonas, con aportes y favorables, para colocar filtros son del metro 38 al 49, del 57 al 63 y del 70 al 92.

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería: Una primera de 300 mm de acero y 5 mm de espesor de la que se colocan 18 metros y una segunda que consiste en tubería en chapa de acero, de 180 x 4 mm, de los que se colocan 110 m: De los cuales 80 m corresponden a tubería ciega y 30 metros de tubería filtrante. La tubería filtrante esta compuesta de 12 m de filtro de puentecillo y 18 m de tubería ciega ranurada con radial. La tubería de filtro se coloca en las cotas donde se detecta el aporte de agua.

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-18	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-35	180	4	Chapa de acero	Ciega
35- 41	180	4	Chapa de acero	Filtro
41-56	180	4	Chapa de acero	Ciega
56-62	180	4	Chapa de acero	Filtro
62-68	180	4	Chapa de acero	Ciega
68-74	180	4	Chapa de acero	Ranurada
74-80	180	4	Chapa de acero	Ciega
80-86	180	4	Chapa de acero	Ranurada
86-92	180	4	Chapa de acero	Ciega
92- 98	180	4	Chapa de acero	Ranurada
98-110	180	4	Chapa de acero	Ciega

**Tabla 2. Entubación realizada.**

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

Previamente se ha realizado una cementación de la parte superior del sondeo (18 metros) para el aislamiento de los posibles aportes procedentes del río Bayas.

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.



## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por calizas del Cretácico inferior Aptiense.

Durante la perforación se ha encontrado agua a partir de los 33 metros existiendo, varias zonas de fractura, entre el metro 33/34 hasta el 37, a los 45 metros, y entre los 52 y 57 m sin que se aprecien, aportes significativos, por debajo de estas cotas.

La geofísica pone de manifiesto la existencia de zonas con aportes en los tramos del metro 38 al 49, del 57 al 63 y del 70 al 92.

Después de la entubación (12 de Diciembre de 2009) se mide el nivel piezométrico localizándose a los 8,35 m de profundidad. Los niveles medidos antes del ensayo de bombeo se muestran en la tabla que a continuación se inserta.

Fecha	Nivel (metros)
24/11/2010	6.58
20/10/2010	7.95
15/09/2010	8.04
17/08/2010	7.95
22/07/2010	7.87
24/06/2010	7.23
06/05/2010	6.26

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

## 10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 15 y 16 de Diciembre de 2010 se realiza el ensayo de bombeo. El equipo de bombeo está constituido por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Satur modelo S6S 60-14 con una potencia de 50 CV.

Para posicionar la maquinaria, y debido a las condiciones encharcadas de la zona, es necesario la utilización de un tractor. Posteriormente se introduce la bomba a 90 m y se mide el nivel a 7,21 metros.

El primer escalón comienza a las 15:30 h con un caudal de 1 l/sg y acaba a las 16:00 h teniendo una duración de 30 minutos. El descenso producido ha sido de 0,91 m estabilizándose, rápidamente el nivel, en 8,41 m por lo que se decide doblar el caudal en el siguiente escalón. Este se inicia con 2 l/sg y dura 90 minutos, finalizando a las 17:30 h. Comienza con el nivel a 8,41 m y finaliza en 10,30 m, con lo que el descenso es de 1,89 m.

Se considera que este descenso no es muy acusado, por lo que se decide doblarlo a 4 l/s y, tras una hora de bombeo, a las 18:30 h se observa una clara tendencia a la estabilización, observando como el nivel final se estabiliza en los 13,37 m siendo el descenso de 3,07 m. El siguiente escalón comienza a las 18:30 h y acaba a las 20:00 h teniendo una duración de 90 minutos y con un caudal de 8 l/s. El nivel está a 13,37 m y finaliza en 20,91 m con lo que el descenso es de 7,54 m. Se decide, entonces, aumentar el caudal a 12 l/s, y se bombea durante 30 minutos en los que se observa un descenso, más acusado, del nivel dinámico siendo de 14,32 m en todo el escalón. Se considera que este caudal no lo aguantaría en un escalón continuo

por lo que se decide recuperar e iniciar el escalón continuo con un caudal intermedio de 10 L/sg.

Durante la recuperación (Recuperación 1) que tiene una duración de 60 min., el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 10,12 m de profundidad, por lo que el ascenso es de 25,11 m.

A las 21:30 h da comienzo el escalón continuo (10 l/sg) que tiene una duración de 17 horas 1020 minutos y en el que se observa un descenso de 19,84 m desde un nivel inicial de 10,12 m quedando, el nivel final, a los 29,96 m: nivel que se había estabilizado en la hora 11 de bombeo, finalizando a las 14:30 del 16/12/2010.

Posteriormente comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 120 minutos (2 horas) durante la que el nivel del agua asciende hasta 10,89 m similar a la profundidad inicial, con lo que el ascenso es de 19,07 m.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
<b>Escalón 1</b>	1	30	7,50	8,41	0,91
<b>Escalón 2</b>	2	90	8,41	10,30	1,89
<b>Escalón 3</b>	4	60	10,30	13,37	3,07
<b>Escalón 4</b>	8	90	13,37	20,91	7,54
<b>Escalón 5</b>	12	30	20,91	35,23	14,32
<b>Recuperación 1</b>	0	60	35,23	10,12	25,11 (ascenso)
<b>Escalón 6</b>	10	1.020	10,12	29,96	19,84
<b>Recuperación 2</b>	0	120	29,96	10,89	19,07 (ascenso)

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

Una vez extraído el equipo de bombeo se mide, a las 17:30 horas del día 16 de diciembre, el nivel encontrándolo a 10,42 m de profundidad.

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

#### Escalón 1(Q= 1 l/s)

- Final del Escalón 1:  
CE= 558  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 14,8 °C  
pH= 7,38.

#### Escalón 2 (Q= 2 l/s)

- Final del Escalón 1:  
CE= 538  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 14,2 °C  
pH= 7,28.

#### Escalón 3 (Q= 4 l/s)

- Final del Escalón 3:  
CE= 542  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 14,1 °C  
pH= 7,26.

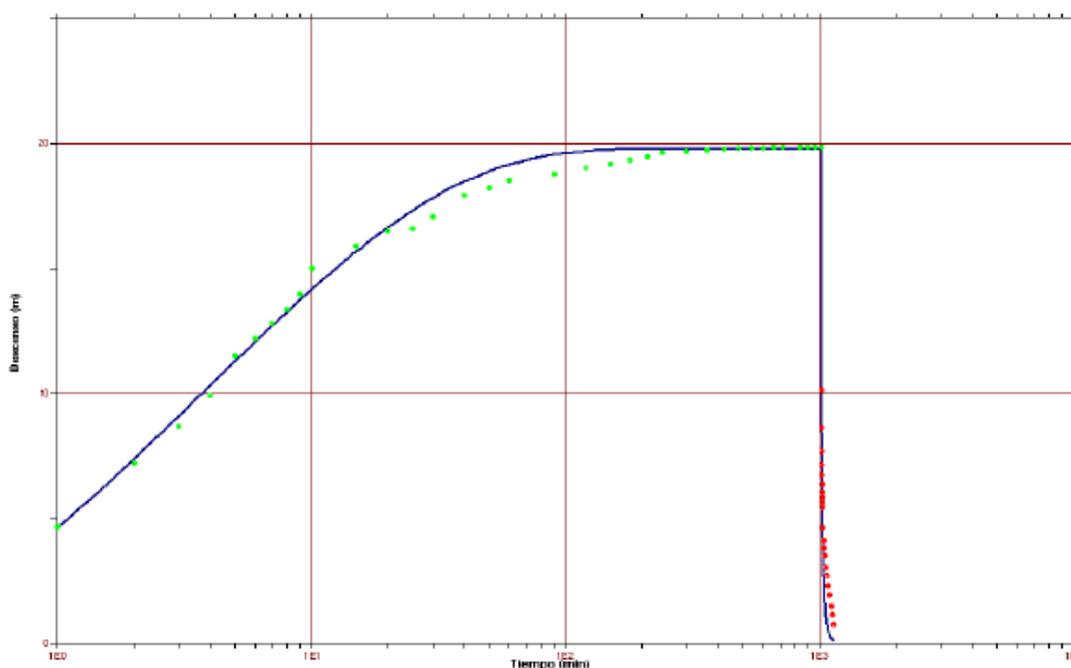
#### Escalón 6 (Q= 10 l/s, larga duración)

- Final del Escalón 6:  
CE= 529  $\mu$ S/cm  
 $T^a$  = 13,3 °C  
pH= 7,36.

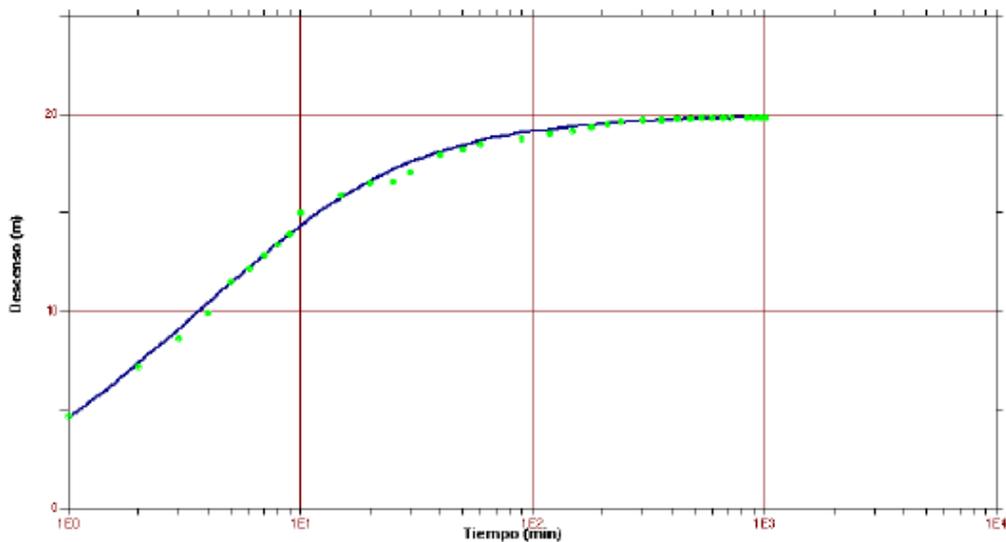
Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** puesto a punto por la Diputación Provincial de Alicante y con el software de Acuífero-**Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic* . Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo semiconfinado por lo que se ha interpretado con la ecuación de Hantusch, así

mismo y debido a que se encuentra muy cerca del río, se ha comparado también con los resultados obtenidos de interpretar con la modificación de Neuman de la ecuación de Theis y la simplificación de esta última por Cooper-Jacob. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

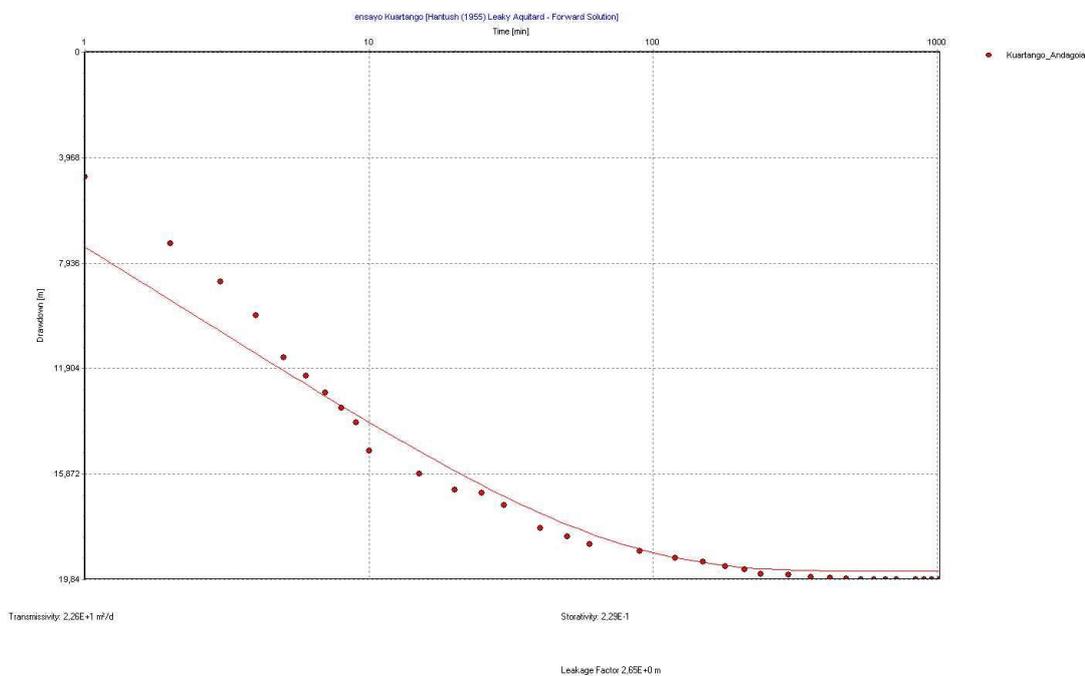
Con el **Pibe 2.0**, e interpretándolo por la ecuación de Hantusch se obtienen unos valores de Transmisividad de **13,57 m<sup>2</sup>/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 1,052 con una relación  $r/B$  0.16248. Con el siguiente Gráfico de evolución.



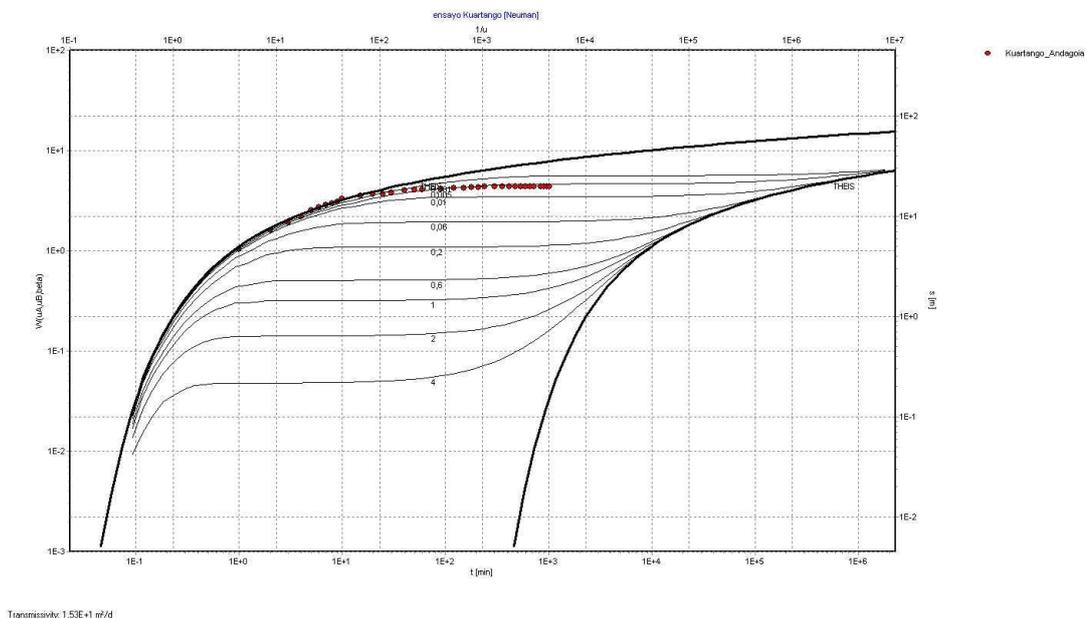
Sin embargo empleando la ecuación de Neuman y suponiendo la existencia de una recarga se obtienen los siguiente resultados: Una Transmisividad de **T: 13,93** y un radio eficaz de 1,065 m; con una relación de  $\text{Log}(S_y/S)$  5.4556, y un factos  $\beta$ : 0.00062. Para ajustar esta curva es necesario suponer la existencia de una barrera de recarga situada a unos 8 metros, lo que es coherente teniendo en cuenta la proximidad de río.



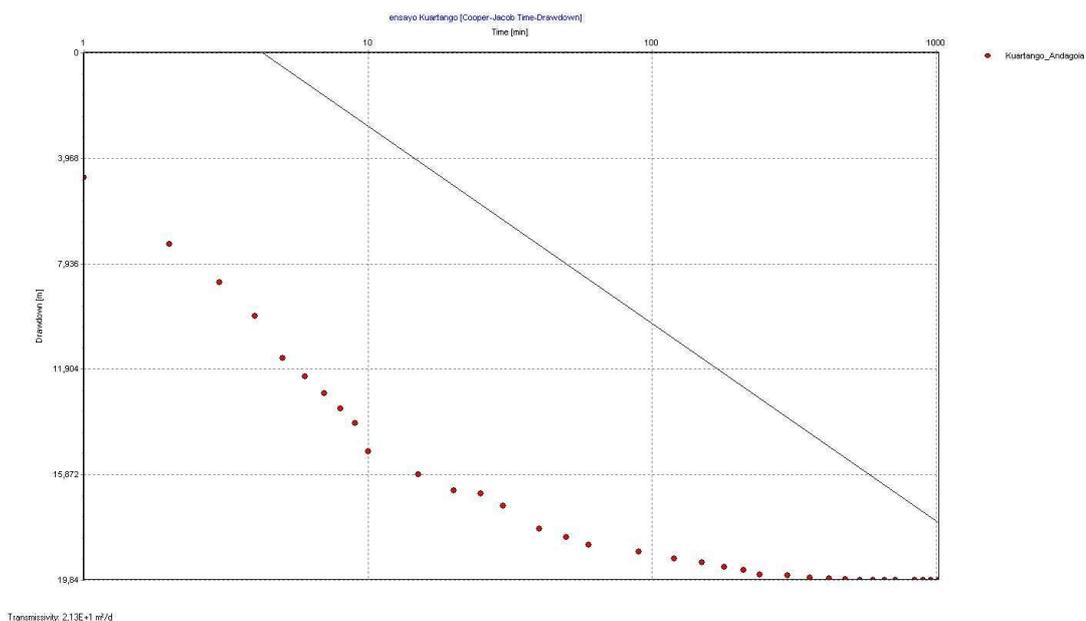
Con el **Aquifer-Test v.3.5** para el ensayo continuo, con la formula de Hantusch, se obtiene una transmisividad de **T: 22,6 m<sup>2</sup>/día**, cuya grafica es la siguiente.



Empleando la modificación de Neuman de la ecuación de Theis el resultado de transmisividad es de **T: 15,3 m<sup>2</sup>/día.**



Se han comparado estos datos con los obtenidos usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 21,35 m<sup>2</sup>/día.**



<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>			
<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
0	10,12	NE	10
1	14,80	4,68	10
2	17,32	7,20	10
3	18,77	8,65	10
4	20,02	9,90	10
5	21,61	11,49	10
6	22,30	12,18	10
7	22,94	12,82	10
8	23,50	13,38	10
9	24,06	13,94	10
10	25,12	15,00	10
15	26,00	15,88	10
20	26,60	16,48	10
25	26,71	16,59	10
30	27,18	17,06	10
40	28,04	17,92	10
50	28,34	18,22	10
60	28,64	18,52	10
90	28,89	18,77	10
120	29,15	19,03	10
150	29,30	19,18	10
180	29,47	19,35	10
210	29,60	19,48	10
240	29,75	19,63	10
300	29,80	19,68	10
360	29,86	19,74	10
420	29,90	19,78	10
480	29,93	19,81	10
540	29,95	19,83	10
600	29,95	19,83	10
660	29,96	19,84	10
720	29,96	19,84	10
840	29,96	19,84	10
900	29,96	19,84	10
960	29,96	19,84	10
1020	29,96	19,84	10

**Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.**

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

## 11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomaron dos muestras de agua en el *sondeo 090.013.001 situado en el municipio de Kuartango (Álava)*, una al final de la limpieza y la segunda al final del aforo, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó los días 13 de diciembre de 2009 y 16 de diciembre de 2010, respectivamente. Se tomó una muestra duplicada del aforo para el control externo del laboratorio. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

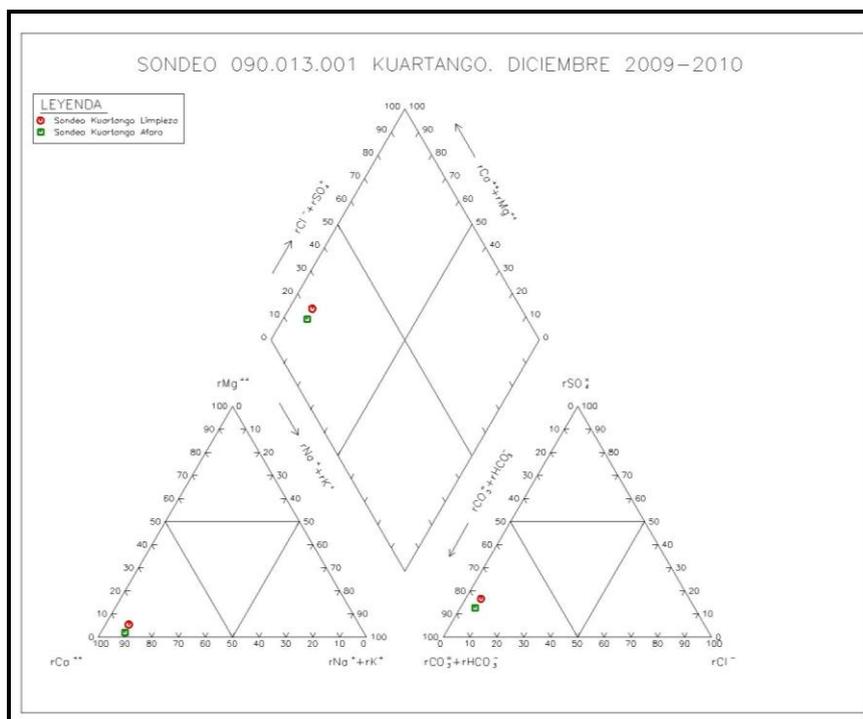
<b>DETERMINACIONES <i>IN SITU</i></b>	<b>Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia (muestra 1: final de la limpieza) (13/12/2009)</b>	<b>Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia (muestra 2: final del aforo) (16/12/2010)</b>
Temperatura (°C)		13,3
Conductividad (µS/cm)	489	529
pH		7,36

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

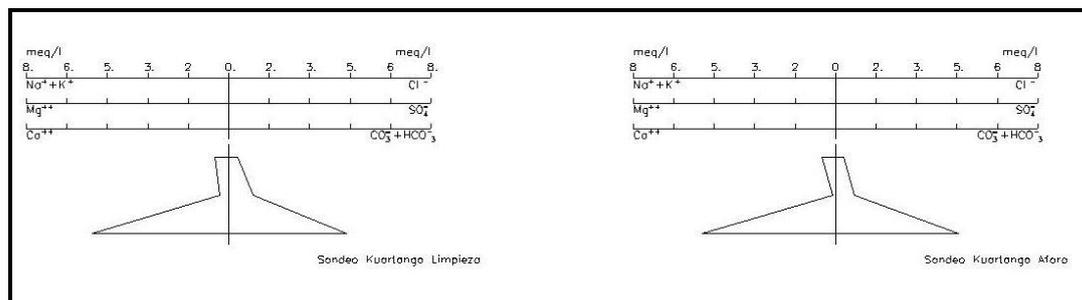
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia (muestra 1: final de la limpieza) (13/12/2009)</b>	<b>Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia (muestra 2: final del aforo) (16/12/2010)</b>
AMONIO (mg/l)	0.00	0.00
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	8.19	10.16
BICARBONATOS (mg/l)	<b>284.98</b>	<b>295.31</b>
BORO (mg/l)	0.05	0.06
CALCIO (mg/l)	<b>107.84</b>	<b>105.29</b>
CARBONATOS (mg/l)	0.00	0.00
CLORUROS (mg/l)	12.36	11.61
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	518	502
FOSFATOS (mg/l)	0.20	0.14
HIDROXIDOS (mg/l)	0.00	0.00
HIERRO (mg/l)	0.11	0.06

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia (muestra 1: final de la limpieza) (13/12/2009)	Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia (muestra 2: final del aforo) (16/12/2010)
MAGNESIO (mg/l)	4.06	1.43
MANGANESO (mg/l)	0.07	0.00
NITRATOS (mg/l)	4.82	3.34
NITRITOS (mg/l)	0.20	0.06
pH (ud pH)	7.39	7.44
POTASIO (mg/l)	2.69	2.45
SODIO (mg/l)	11.06	10.85
SULFATOS (mg/l)	47.79	35.76
Dureza (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	287	269
Facies hidroquímica	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada cálcica

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



**Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia**



**Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.013.001 Kuartango-Andagoia**

No hay diferencias significativas en la composición del agua tras la limpieza y el aforo. Al final del aforo, disminuye ligeramente el contenido en todos los constituyentes, excepto en bicarbonatos. La disminución del contenido en sulfatos y magnesio es relativamente mayor, como se observa en los diagramas de Stiff.

Por otra parte, los resultados de las dos muestras tomadas en el aforo para el análisis de contraste son muy similares y confirman la calidad y representatividad de los mismos.

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

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, son aguas aptas para el consumo, ya que los contenidos de todos ellos no superan los límites máximos fijados en el RD 140/2003.

Los indicadores de contaminación (*nitratos, nitritos y amonio*) no constituyen un problema de calidad, ya que, aunque están presentes, no superan los límites establecidos por el R D 1514/2009 y el R. D. 140/2003: el

contenido en nitratos es bajo (4,82 y 3,34 mg/l), no se ha detectado amonio y el nitrito, que al final de la limpieza fue relativamente más alto (0,2 mg/l), disminuye significativamente después del aforo (0,06 mg/l).

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Quartango, en la localidad de Andagoia, 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 013 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 280 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 110 m.

El acuífero atravesado está constituido calizas micríticas recristalizadas y fracturadas cortándose el agua a los 33 metros de profundidad.

Actualmente (15/12/2010) el nivel estático se sitúa alrededor de los 7,50 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir de los ensayos de bombeo en función de que se considere el acuífero como semiconfinado o como libre con influencia por recarga del río da unos valores de entre en 13,57 a 22,6 m<sup>2</sup>/día y de entre 13,93 a 21,35 m<sup>2</sup>/día.

El agua extraída tras la limpieza y el bombeo tiene una MINERALIZACIÓN BAJA, se considera MODERADAMENTE DURA y se clasifica como BICARBONATADA CÁLCICA. Esta composición química es característica del acuífero cretácico carbonatado sin influencia de otras litologías.

Son aguas aptas para el consumo, ya que los contenidos de los componentes analizados no superan los límites máximos fijados en el RD 140/2003. Los indicadores de contaminación (*nitratos, nitritos y amonio*) tampoco constituyen un problema de calidad, ya que están presentes en contenidos inferiores a los límites establecidos por el RD 1514/2009 y el RD 140/2003.



# **ANEJOS**



## **ANEJO N° 1: PERMISOS**



## JUNTA ADMINISTRATIVA DE ANDA

**Sr. Presidente de la Junta administrativa de Anda**

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 19 de ~~NOVIEMBRE~~ de 2007, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 150 m<sup>2</sup>; necesarios para construir un piezómetro en la localidad de Andagoia, en el punto de coordenadas UTM X: 507750, Y: 4752415 (polígono 2, parcela 158).
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 medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Andagoia, a 19 de ~~NOVIEMBRE~~ de 2007

**EL PRESIDENTE DE LA JUNTA ADMINISTRATIVA**



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



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



<b>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</b>	
<b>CLAVE PROYECTO:</b> 09.822-003/0611	
<b>DENOMINACIÓN DEL SONDEO:</b> CUARTANGO-SALVATIERRA	
<b>MASA DE AGUA:</b> 090.013 Cuartango-Salvatierra	
<b>CÓDIGO:</b> 090.0013.001	
<b>PROFUNDIDAD PREVISTA:</b> 110 m.	<b>PROFUNDIDAD FINAL:</b>
<b>SISTEMA DE PERFORACIÓN:</b> RotoperCUSión	<b>DIÁMETROS INICIO/FINAL:</b> 324 x 5 mm/
<b>FECHA DE INICIO:</b> 2-Diciembre-2.009	<b>FECHA TERMINACIÓN:</b>

### **ANTECEDENTES**

El presente informe recoge los aspectos geológicos y de perforación, más relevantes, correspondientes al sondeo/piezómetro denominado Cuartango-Salvatierra (090.013.001) y que realiza la Confederación Hidrográfica del Ebro dentro del Proyecto de “Construcción de sondeos para la adecuación de las redes de piezometría y calidad de las aguas subterráneas” con el objetivo, de ampliar el conocimiento sobre las masas de agua incluidas dentro del ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Río Ebro.

### **VISITA PREVIA DE RECONOCIMIENTO DEL EMPLAZAMIENTO**

Con fecha 28 de Octubre del 2009 se realiza la comprobación “in situ” del emplazamiento seleccionado para este sondeo. Se localiza en el cruce de la carretera de entrada a la localidad de Andagoia con otra que pasa por el lateral izquierdo de una nave de explotación ovina. El punto donde se construirá el piezómetro se localiza en el arcén derecho en dirección Andagoia.

El acceso al punto no presenta inconvenientes y se dispone de superficie suficiente para maquinaria y acopio de herramientas.

Los afloramientos próximos al punto del sondeo son calizas predominantes con materiales más margosos (margocalizas y margas).

En este sondeo habrá que poner especial atención a la evacuación de lodos ya que se localiza próximo a Río Balas. Con posterioridad, se nos informa que existen dos conducciones de aguas fecales y una fosa séptica en el punto elegido para la perforación. Asimismo se localiza un manantial a aproximadamente un metro por encima del cauce del Río Balas.

### **LOCALIZACIÓN FINAL DEL SONDEO/PIEZÓMETRO**

A la ubicación definitiva del sondeo se accede tomando la ctra. AP-68 con dirección Bilbao y tomando la salida A Murgia desviándose con dirección a Abornikano.



Su ubicación definitiva se realiza el día 2 de Diciembre de 2009 en las proximidades de la población de Andagoia en el arcén derecho en sentido a dicha población y en el punto de coordenadas:

X: 507787

Y: 4752404

Z:



### TRABAJOS REALIZADOS

**DÍA 2 DE DICIEMBRE DEL 2.009 (las fotos no se han introducido pues existe un problema informático de reconocimiento de la cámara digital)**

Se llega al emplazamiento a las 11,30 h.

Previamente, se contacta con las siguientes personas y autoridades:

***Alcalde Pedáneo de Andagoia***

D. Andrés

Se habla con él, por teléfono y sobre el terreno, dando todas las facilidades para la ejecución del sondeo, si bien nos pone sobre aviso de la existencia de la fosa séptica y conducciones.

***Eve***

D. Iñaki

Se le informa del comienzo del sondeo.

***Confederación Hidrográfica del Ebro***

Guardería fluvial

Dña.

Se contacta con él, si bien está de vacaciones y nos solicita que le enviemos un plano con la ubicación del sondeo.

Una vez decidida la ubicación de acuerdo con el Alcalde Pedáneo y con el asesoramiento de paisanos de Andagoia se sitúa la maquinaria evitando fosa séptica y las conducciones del pueblo y de la nave de explotación ovina.

Se comienza a las 15h. a perforar en 324 mm, sin que se produzcan daños y a una profundidad entre 8 y 9 m. se corta una pequeña fractura sin aporte de agua.

Cuando se llevan 10 metros de perforación se consulta con la Dirección del proyecto para entubar 8 m. más de lo contemplado en el proyecto (10 m.). La razón es asegurar el sellado y aislamiento del sondeo en relación con el manantial próximo y el Río Balas.

A las 17,30h y a los 18 m de profundidad se comienza la entubación, con tubería ciega de 300 x 5, que finaliza, aproximadamente a las 19 h. La velocidad de perforación es de unos 7,5 m/hora.

Con Posterioridad se procede a la cementación de esos 18 m., finalizando a las 20 h.

**Materiales atravesados**

De 0 a 18 m      Calizas negras compactas y de gran dureza y uniformidad con tonalidades grises eventuales. No se ven restos fosilíferos. Entre el metro 8 y 9 se corta una pequeña fractura seca.

**DÍA 3 DE DICIEMBRE DEL 2.009 (las fotos no se han introducido pues existe un problema informático de reconocimiento de la cámara digital)**

Se comienza a las 8 h en 18 m. con diámetro de 220 y se finaliza a las 11 h. en 57 m. siendo la velocidad de perforación de 13 m/h.

**Materiales atravesados**

DE 18 A 57 m Calizas negras compactas y de gran dureza y uniformidad con tonalidades grises eventuales y diaclasa milimétricas rellenas de Calcita. No se ven restos fosilíferos. En este intervalo de profundidad hay que resaltar:

Entre el metro 32 y 33 las calizas son más astillosas y se corta una pequeña fractura con aporte de agua.

Entre el metro 33 y 37 aumento del tamaño de las diaclasas y presencia de material arcilloso de color ocre (limonita y óxidos de Fe).

Entre el metro 37 y 57 se trata claramente de una zona de en la que alternan fracturas con niveles de calizas sin tectonizar que conforme se profundiza aumenta la densidad de roca fracturada con aumento de diaclasas rellenas de calcita. Se recuperan algunos trozos, de tamaño suficiente, que permite identificar una brecha calcárea, con calcita y mineralizaciones de Fe, que evidencian una zona de fractura importante a partir del metro 37. Además se produce un aumento importante en el caudal de agua.

## **ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO**





**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO  
P-090.013.001**

**CUARTANGO (ÁLAVA)**

**DICIEMBRE 2010**

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 Cuartango (Álava) 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 18 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 92 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 35 m., Tubería Ciega. De 35 a 41 m., Tubería Filtro puentecillo. De 41 a 56 m., Tubería Ciega. De 56 a 62 m., Tubería Filtro puentecillo. De 62 a 68 m., Tubería Ciega. De 68 a 74 m., Tubería Ranurada. De 74 a 80 m., Tubería Ciega. De 80 a 86 m., Tubería Ranurada. De 86 a 92 m., Tubería Ciega. De 92 a 98 m., Tubería Ranurada. De 98 a 110 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 3-5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas las muestras seleccionadas para su observación, con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo y permitir la correcta observación de las facies.

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



## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se ubica en el término municipal de Cuartango (Álava) (fig. 1). El sondeo se encuentra en las proximidades de la población de Andagoia.

El emplazamiento se localiza en el cruce de la carretera de entrada a la localidad de Andagoia con otra que pasa por el lateral izquierdo de una nave. El punto donde se construirá el piezómetro se localiza en la margen derecha en dirección a Andagoia.

Las coordenadas exactas del punto son (UTM Huso 30 ED50):  
X: 507.750, Y: 4.752.415, Z: 586 (m. s. n. m). (Fig.1).

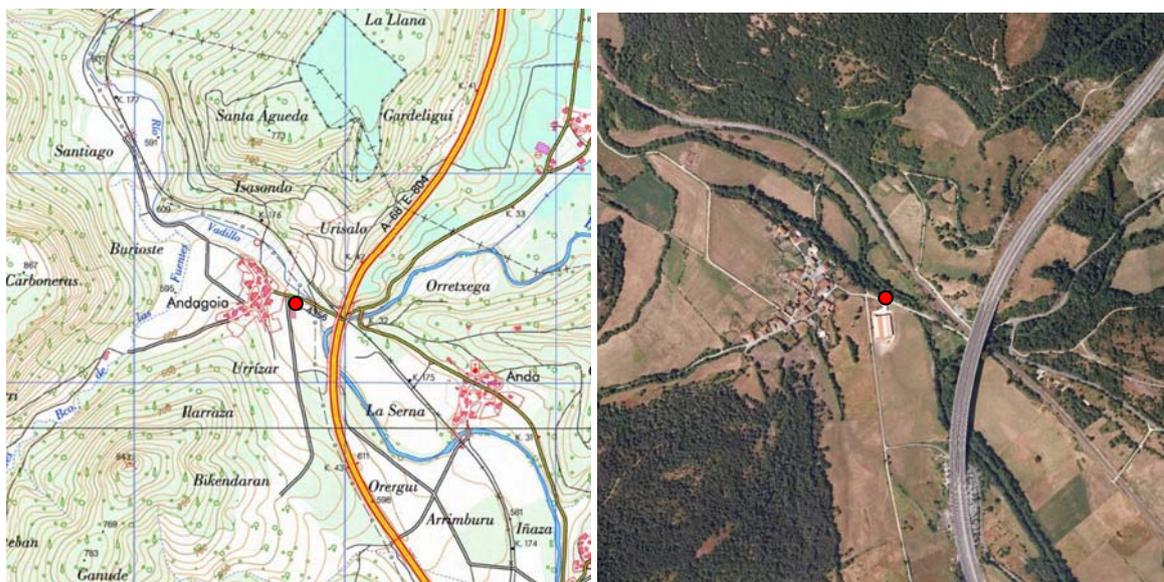


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC).  
Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado a caballo entre los materiales pintados como  $Q_2A1$ , cuaternario aluvial y los materiales que se diferencian como unidad  $C^{2-1}_{22-23}$  dentro del Mapa Geológico MAGNA 111 (Orduña). En dicho plano se caracterizan los mismos como Alternancia de calizas arcillosas y margas de edad Turoniense medio-Coniaciense inferior, según dicho plano. Se trata de una



unidad de tránsito entre las denominadas Margas de Zuazo infrayacente y las Calizas de Subijana suprayacentes. Esta es una de las múltiples terminologías utilizadas en la descripción de la región y quizá la más utilizada desde el punto de vista hidrogeológico. En otros trabajos se considera esta unidad de tránsito como perteneciente también a las Margas de Zuazo. Desde el punto de vista de una estratigrafía clásica el sondeo se emplazaría en la denominada Formación Valle de Mena (Floquet, 1991; Martín-Chivelet *et al.*, 2002; Floquet, 2004), de edad fundamentalmente Turoniense.

De lo que se observa en la Cartografía MAGNA, la zona presenta una tectónica poco intensa en general, pero con la característica de locales estructuras diapíricas, tales como la que se observa al NE del punto de sondeo. Fuera de estas estructuras donde la disposición de los materiales puede presentar complicaciones locales en forma de fallas y elevados buzamientos.

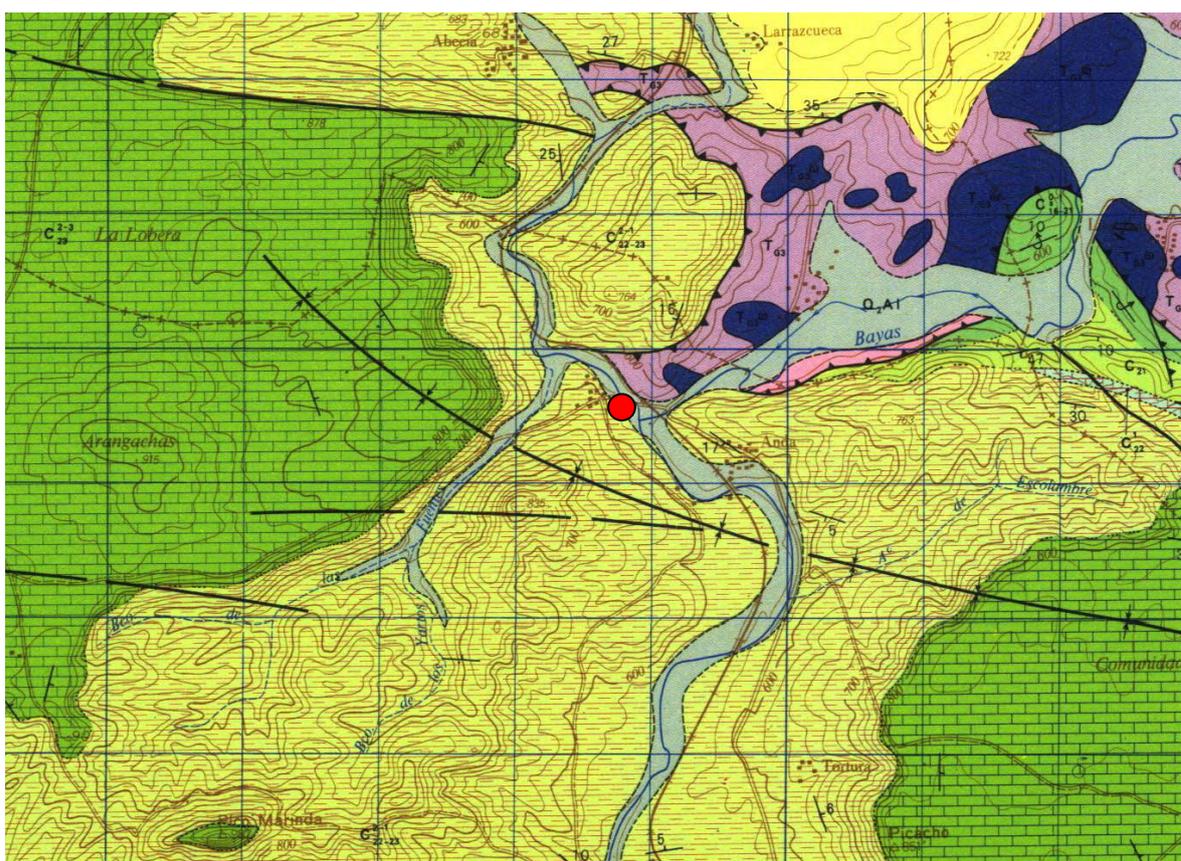


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

En general, en la zona donde se ubica el piezómetro abundan las estructuras de amplio radio, como el gran sinclinal laxo de dirección pirenaica que se observa en la figura y en cuyo flanco N, pero próximo a la zona de charnela se ubica el piezómetro. Los



valores de buzamiento de las capas en la zona de ubicación del piezómetro, tal y como se observa en el plano MAGNA, son bajos, inferiores a 20°.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado directamente sobre materiales del Cretácico Superior, en facies carbonatadas del denominado Surco Navarro-Cántabro, zona de transición entre las dos grandes unidades que son la Plataforma Castellana al S y la Cuenca Vasca al N. Tomando como referencia la cartografía MAGNA, los materiales situados inmediatamente en el punto de emboquille del sondeo se corresponde con la unidad C<sup>2-1</sup><sub>22-23</sub>: Alternancia de calizas arcillosas y margas, y de edad Turoniense-Coniaciense.

Desde la superficie y hasta el final del sondeo se corta una serie bastante monótona y homogénea, compuesta de calizas más o menos margosas y arcillosas, de colores en general oscuro, recristalizadas y con abundantes vetas de calcita.

De esta manera, todos los materiales cortados en el sondeo, se atribuyen a la Fm. Valle de Mena (Margas de Zuazo), de edad fundamentalmente Turoniense (Floquet, 1991; Floquet, 2004; Martín-Chivelet *et al.*, 2002)

### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

#### **TRAMO 1**

0-15 m. Calizas micríticas negras, bastante recristalizadas y puntuales dolomías del mismo color. Intercaladas entre estas litologías aparecen margas negras. Las dolomías son de grano fino. Hacia la base del tramo se observan fantasmas de bioclastos (bivalvos). Abundantes vetas e calcita.

#### **TRAMO 2**

15-36 m. Calizas recristalizadas y dolomías negras. Interestratos a intercalaciones de margas y margocalizas hojosas. Las calizas parecen presentar una textura original micrítica muy alterada por la recristalización. Las dolomías son de grano medio y aspecto ligeramente arenoso. Vetas de calcita muy abundantes, gruesas, con exfoliación romboédrica.

A los 33 m de profundidad se detecta el primer aporte de agua.



### TRAMO 3

36-58 m. Dolomías y calizas recristalizadas de colores negruzcos. Las dolomías son de grano fino a medio. En general se trata de un tramo bastante fracturado y en el que abundan las vetas de calcita.

En la observación de campo se aprecian fracturas con aporte de agua en los metros 37 – 45, y del 52 al 57 se observa una zona de fractura.

De la diagráfia se deduce que en el tramo comprendido del metro 38 al 49, hay una bajada de la resistencia, correspondiente con una zona más fracturada en la que se detecta una entrada de agua marcada por un cambio en la Temperatura y la Conductividad.

### TRAMO 4

58-76 m. Calizas micríticas negras, parcialmente recristalizadas. No se observan restos fósiles. Muy escasas vetas de calcita. Intercalaciones finas de margas a margocalizas y calizas arcillosas lajosas de color negruzco.

Se observa un cambio de la Conductividad en la testificación en torno a 75 m., que puede interpretarse como un pequeño aporte de agua.

### TRAMO 5

76-110 m. Calizas micríticas negras, bastante recristalizadas y puntualmente margosas a arcillosas. De manera puntual y dispersa aparecen dolomías de grano fino, microcristalinas del mismo tono. Las vetas de calcita son bastante abundantes y ubicuas a lo largo del tramo.

Entre los metros 90 y 95 se detectan pequeños aportes de agua.

### REFERENCIAS

FLOQUET, M. (1991): *La plate-forme nord-casteillane au Cretace Superieur (Espagne)*. Tesis Doctoral. Universidad de Dijon, 925 pp

FLOQUET, M. (2004): El Cretácico Superior de la Cuenca Vasco-cantábrica y áreas adyacentes. In: VERA, J.A.: *Geología de España*. SGE-IGME, 299-306.

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

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 111. Orduña (1978).

MARTÍN-CHIVELET, J. (COORD.) (2002): Cretaceous. In: GIBBONS, W., MORENO, T.: *The Geology of Spain*. The Geological Society of London. 256-292.



CÓDIGO IPA:   
 CÓDIGO MMA:

MUNICIPIO:   
 PROVINCIA:

HOJA Nº

PARAJE:

FECHA INICIO:   
 FECHA FINAL:

COORDENADAS UTM

PRECISIÓN (X,Y):   
 PRECISIÓN Z:

AUTOR FICHA:

VELOCIDAD m/h	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	COMPONENTES	POROSIDAD			PERMEABILIDAD	RES	LATERAL	COND	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
				L-Mg	L-M	AF-W	AM-P	AG-G			GB	PEQUEÑA	GRANDE									
12	324 mm 300 mm 220 mm 180 mm	0-10	[Green brick pattern]															0-15 m. Calizas micríticas negras, bastante recristalizadas y puntuales dolomías del mismo color. Intercaladas entre estas litologías aparecen margas negras. Las dolomías son de grano fino. Hacia la base del tramo se observan fantasmas de bioclastos (bivalvos). Abundantes vetas e calcita.	1			
		10-20	[Green brick pattern]															15-36 m. Calizas recristalizadas y dolomías negras. Interestratos a intercalaciones de margas y margocalizas hojosas. Las calizas parecen presentar una textura original micrítica muy alterada por la recristalización. Las dolomías son de grano medio y aspecto ligeramente arenoso. Vetas de calcita muy abundantes, gruesas, con exfoliación romboédrica. A los 33 m de profundidad se detecta el primer aporte de agua.	2			
		20-30	[Green brick pattern]															36-58 m. Dolomías y calizas recristalizadas de colores negruzcos. Las dolomías son de grano fino a medio. En general se trata de un tramo bastante fracturado y en el que abundan las vetas de calcita. En la observación de campo se aprecian fracturas con aporte de agua en los metros 37 – 45, y del 52 al 57 se observa una zona de fractura. De la diagráfia se deduce que en el tramo entre el metro 38 y 49, hay una bajada de la resistencia correspondiente con una zona más fracturada en la que se detecta una entrada de agua marcada por un cambio en la Temperatura y la Conductividad.	3			
		30-40	[Green brick pattern]															58-76 m. Calizas micríticas negras, parcialmente recristalizadas. No se observan restos fósiles. Muy escasas vetas de calcita. Intercalaciones finas de margas a margocalizas y calizas arcillosas lajosas de color negruzco. Se observa un cambio de la Conductividad en la testificación en torno a 75 m., que puede interpretarse como un pequeño aporte de agua.	4			
		40-50	[Green brick pattern]															76-110 m. Calizas micríticas negras, bastante recristalizadas y puntualmente margosas a arcillosas. De manera puntual y dispersa aparecen dolomías de grano fino, microcristalinas del mismo tono. Las vetas de calcita son bastante abundantes y ubicuas a lo largo del tramo. Entre los metros 90 y 95 se detectan pequeños aportes de agua.	5			
		50-60	[Green brick pattern]																			
		60-70	[Green brick pattern]																			
		70-80	[Green brick pattern]																			
		80-90	[Green brick pattern]																			
		90-100	[Green brick pattern]																			
		100-110	[Green brick pattern]																			
	110-120	[Green brick pattern]																				
	120-130	[Green brick pattern]																				
	130-140	[Green brick pattern]																				
	140-150	[Green brick pattern]																				
	150-160	[Green brick pattern]																				
	160-170	[Green brick pattern]																				
	170-180	[Green brick pattern]																				
	180-190	[Green brick pattern]																				
	190-200	[Green brick pattern]																				
	200-210	[Green brick pattern]																				
	210-220	[Green brick pattern]																				
	220-230	[Green brick pattern]																				
	230-240	[Green brick pattern]																				

Fm. Valle de Mena  
 Turonense



## **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: 090.013.001 ANDAGOIA**



*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)*

NOVIEMBRE DE 2009





TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"090.013.001 ANDAGOIA"**  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE KUARTANGO (ÁLAVA)

NOVIEMBRE DE 2009

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

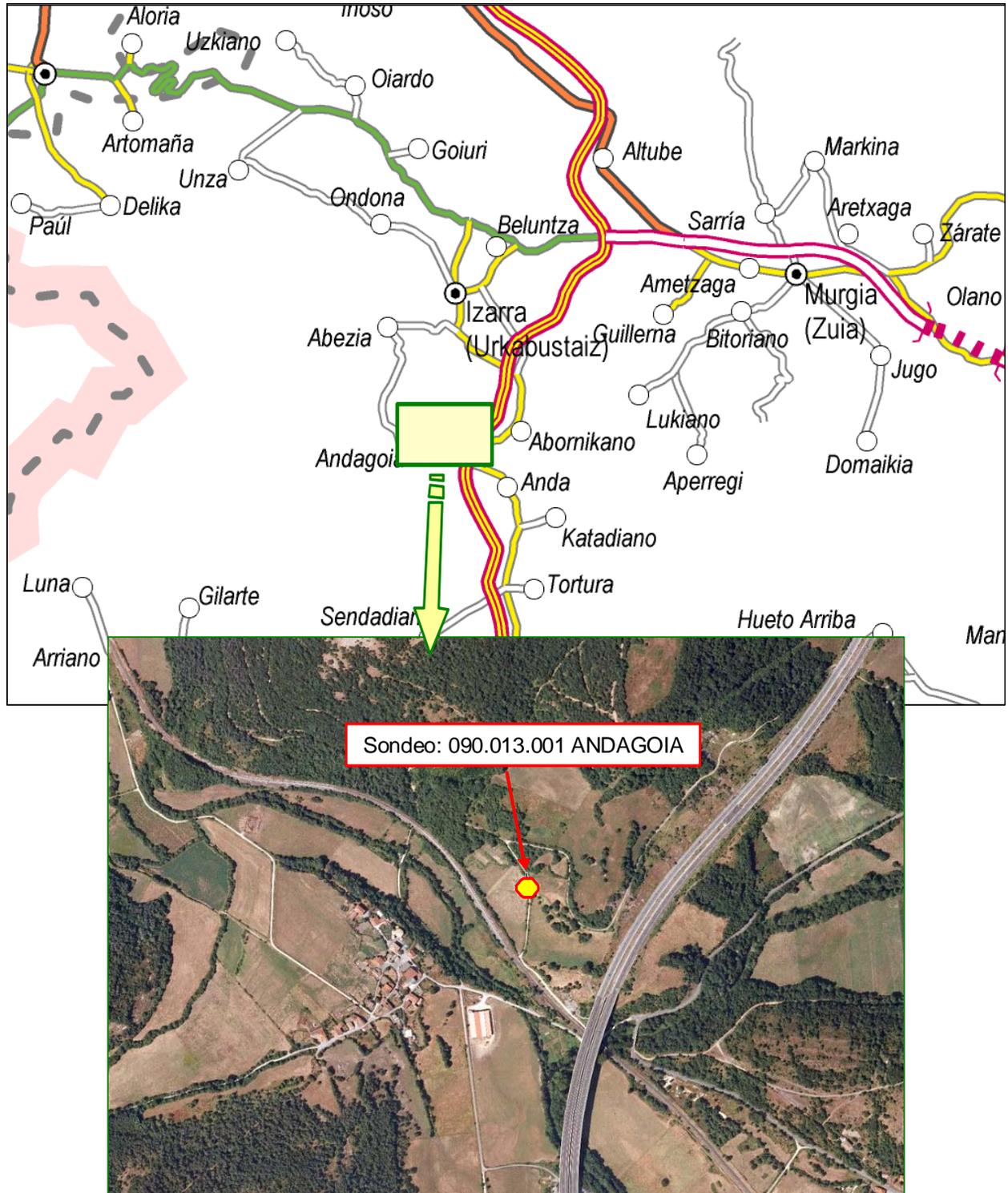
El día 12 de noviembre de 2009 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "**090.013.001 ANDAGOIA**", ubicado en el término municipal de Kuartango, en la provincia de Álava, tal y como se 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: **090.013.001 ANDAGOIA***

## TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.013.001 ANDAGOIA" se testificó desde la superficie hasta los 110 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	0507750
	Y	4752415
	Z	610
PROVINCIA:	ÁLAVA	
MUNICIPIO:	KUARTANGO	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	110 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	110 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 18 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación)	11 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:	12-11-2009	

## REGISTROS GEOFÍSICOS

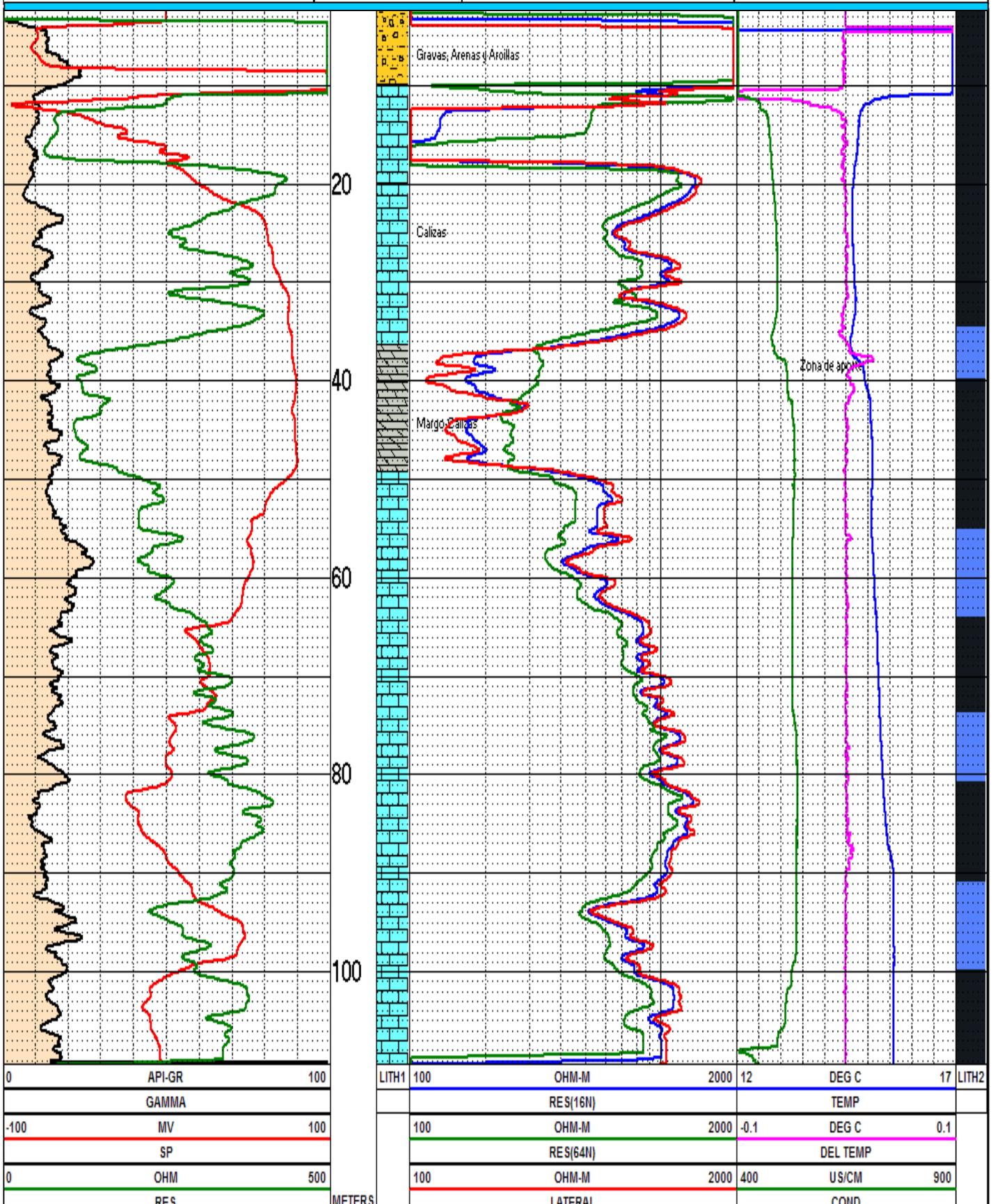
En las siguientes tres páginas, figuran las diagráfias con los parámetros hidrogeológicos y de desviación, registrados con las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación, y la gráfica de desviación del sondeo vista en planta.

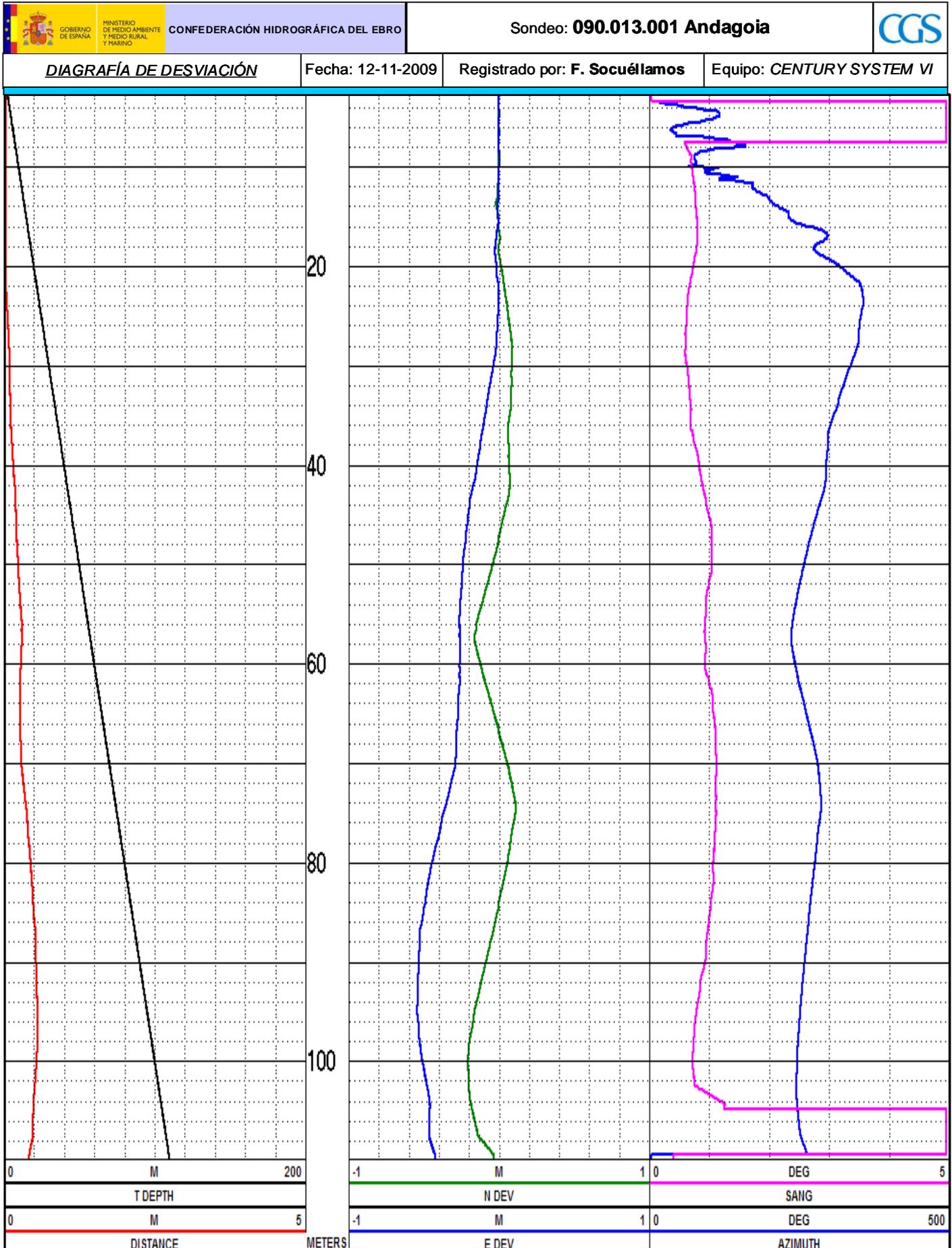
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API para el Gamma Natural, de -100 a 100 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 500 Ohm para la Resistencia monoelectrónica. En la pista número dos 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 100 y 2000 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 12° a 17° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 400 a 900  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). Por último, en la pista número seis se ha confeccionado una columna en la que figuran en color azul los tramos más porosos y permeables a la hora de aportar agua a la perforación y en negro los menos porosos y permeables.

En la diagráfia de desviación tenemos en la pista número uno la Profundidad real y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 200 metros para la Profundidad real y de 0 a 5 metros para la Distancia. En la pista número dos se presenta en diferentes tramas la columna litológica. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -1 a 1 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 5° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

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

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







## RESULTADOS OBTENIDOS

### UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.013 CUARTANGO-SALVATIERRA.

La perforación ha atravesando distintos niveles de calizas y margocalizas del Cretácico Superior.

Estos niveles están perfectamente definidos y 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 11 metros de profundidad.

### CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad obtenida en el sondeo se presenta en tres diferentes tramos. El primero de 11 metros a 35 metros aparece una conductividad de 490  $\mu\text{s/cm}$ . El segundo tramo, de 35 metros a 75 metros, con una conductividad de 530  $\mu\text{s/cm}$ . Y el tercer tramo, de 75 metros al final del sondeo, con una conductividad de 545  $\mu\text{s/cm}$ .

La temperatura presenta un primer tramo, de los 11 metros a los 35 metros, con un valor medio de 14,6 grados centígrados. De aquí en adelante y hasta los 89 metros de profundidad la temperatura va aumentando paulatinamente hasta llegar a los 15,6° C, que se mantienen hasta el final del sondeo.

### APORTES DE AGUA

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

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	LITOLOGÍA
Tramo de 35 m. a 40 m.	5 m.	Contacto caliza-margocaliza
Tramo de 55 m. a 64 m.	9 m.	Caliza algo fracturada
Tramo de 74 m. a 81 m.	7 m.	Caliza con pequeñas fracturas
Tramo de 91 m. a 100 m.	9 m.	Caliza algo fracturada

## DESVIACIÓN

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

- La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical ha sido de 0,60 metros a los 98 metros de profundidad.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 284°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 1,4° a los 74 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
4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	104.60	1.00
6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	32.20	0.60
8.00	8.00	0.00	0.00	0.00	117.40	0.70
10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	79.10	0.80
12.00	12.00	-0.01	0.00	0.00	163.20	0.90
14.00	14.00	-0.02	-0.01	0.00	212.50	0.90
16.00	16.00	0.00	-0.01	0.00	267.10	0.90
18.00	18.00	0.00	-0.02	0.00	275.50	0.80
20.00	20.00	0.02	-0.02	0.00	318.60	0.70
22.00	22.00	0.04	0.00	0.00	354.80	0.50
24.00	24.00	0.06	0.00	0.10	357.80	0.40
26.00	26.00	0.08	-0.01	0.10	351.80	0.70
28.00	28.00	0.09	-0.02	0.10	349.30	0.50
30.00	30.00	0.09	-0.04	0.10	337.40	0.80
32.00	32.00	0.09	-0.06	0.10	325.30	0.70
34.00	34.00	0.08	-0.08	0.10	315.70	0.60
36.00	36.00	0.07	-0.10	0.10	303.00	0.70
38.00	38.00	0.07	-0.12	0.10	299.70	0.40
40.00	40.00	0.07	-0.15	0.20	296.30	0.80
42.00	42.00	0.08	-0.17	0.20	294.90	0.90
44.00	44.00	0.05	-0.19	0.20	285.60	1.10
46.00	46.00	0.02	-0.21	0.20	276.00	1.10
48.00	48.00	-0.01	-0.23	0.20	267.50	1.10
50.00	50.00	-0.04	-0.24	0.20	259.70	1.00
52.00	52.00	-0.08	-0.25	0.30	252.40	1.10
54.00	53.99	-0.12	-0.26	0.30	245.80	1.10
56.00	55.99	-0.15	-0.26	0.30	240.20	0.60

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
58.00	57.99	-0.16	-0.26	0.30	238.70	0.90
60.00	59.99	-0.12	-0.26	0.30	244.80	1.00
62.00	61.99	-0.09	-0.26	0.30	250.90	1.20
64.00	63.99	-0.05	-0.27	0.30	259.30	1.00
66.00	65.99	-0.01	-0.28	0.30	267.10	1.20
68.00	67.99	0.02	-0.29	0.30	274.90	1.20
70.00	69.99	0.06	-0.29	0.30	282.00	1.00
72.00	71.99	0.09	-0.32	0.30	285.70	1.10
74.00	73.99	0.12	-0.35	0.40	288.30	1.40
76.00	75.99	0.10	-0.38	0.40	285.10	1.10
78.00	77.99	0.08	-0.41	0.40	281.20	1.10
80.00	79.99	0.06	-0.44	0.40	277.90	1.10
82.00	81.99	0.03	-0.47	0.50	274.10	1.20
84.00	83.99	0.00	-0.49	0.50	270.40	1.00
86.00	85.99	-0.03	-0.51	0.50	267.00	1.30
88.00	87.99	-0.06	-0.53	0.50	263.80	0.90
90.00	89.99	-0.09	-0.53	0.50	260.60	0.80
92.00	91.99	-0.12	-0.54	0.50	257.50	0.70
94.00	93.99	-0.15	-0.54	0.55	254.50	1.00
96.00	95.99	-0.17	-0.54	0.55	252.20	0.60
98.00	97.99	-0.20	-0.53	0.60	249.50	0.60
100.00	99.99	-0.21	-0.51	0.50	247.80	0.90
102.00	101.99	-0.20	-0.48	0.50	247.30	0.70
104.00	103.99	-0.19	-0.46	0.50	247.50	0.80
106.00	105.99	-0.16	-0.46	0.50	250.70	0.90
108.00	107.99	-0.11	-0.46	0.50	256.30	0.40



Fdo: José Luengo  
Geofísico

 Dto. de Geofísica Aplicada  
12 DE NOVIEMBRE DE 2009



**ANEXO-I**

**DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.013.001 ANDAGOIA**  
**ESCALA: 1/200**

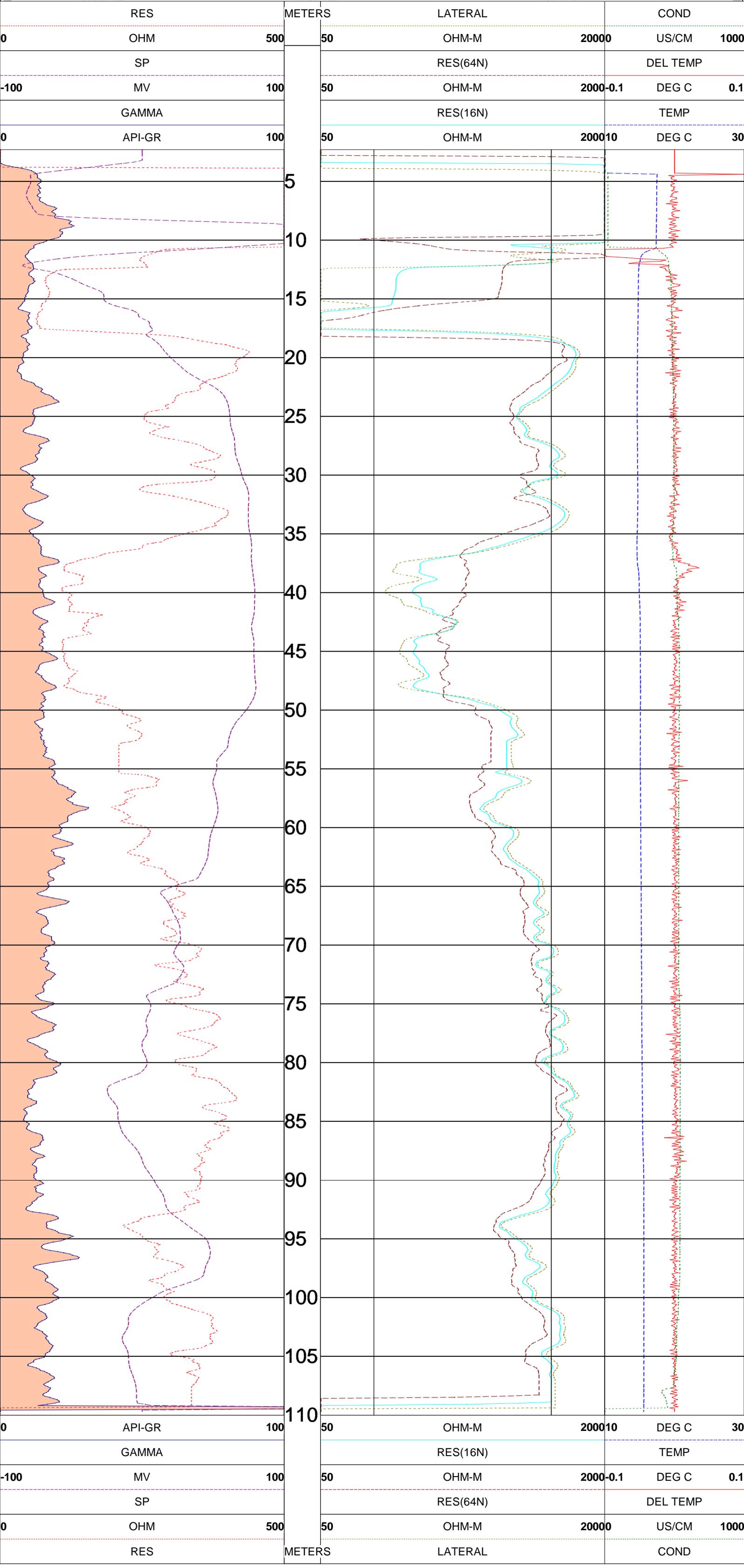


LOG PARAMETERS

MATRIX DENSITY : 2.71  
MAGNETIC DECL : 0.000

NEUTRON MATRIX : Dolomite  
ELECT CUTOFF : 9999

MATRIX DELTA T : 140  
BIT SIZE : 22





## **ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO**



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

**AFORO DEL SONDEO KUARTANGO – ANDAGOIA (090.013.001)**

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 507.750 Y: 4.752.415 Z: 586 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	90 m
Horas de bombeo	22 h.
Horas de recuperación	3 h.

### ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 15 de diciembre de 2010, al sondeo a las 12:30 horas. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Saturn modelo 6SS – 60/14 con una potencia de 50 CV situada a 90 m de profundidad.

Ha sido necesario el uso de un tractor para poder colocar el camión en el sitio adecuado para poder llevar a cabo el equipamiento del sondeo, ya que las condiciones meteorológicas adversas han dificultado el acceso dentro de la cuneta en la que se encuentra ubicado el piezómetro.



**Imagen 1.** Colocación del camión de aforos con ayuda de un tractor.



**Imagen 2.** Vista general del equipo de bombeo, durante la instalación del equipo.



**Imagen 3.** Otra vista general del equipo de bombeo.

Antes de comenzar con la instalación del equipo se ha medido el nivel, y éste se encontraba a 7,21 m.

El ensayo de bombeo comienza a las 15:30 h. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

KUARTANGO-ANDAGOIA					
	Q (l/s)	t (min)	N inicial	N final	s (m)
<b>Escalón 1</b>	1	30	7,50	8,41	0,91
<b>Escalón 2</b>	2	90	8,41	10,30	1,89
<b>Escalón 3</b>	4	60	10,30	13,37	3,07
<b>Escalón 4</b>	8	90	13,37	20,91	7,54
<b>Escalón 5</b>	12	30	20,91	35,23	14,32
<b>Recuperación 1</b>	-	60	35,23	10,12	25,11 (*)
<b>Escalón 6</b>	10	1.020	10,12	29,96	19,84
<b>Recuperación 2</b>	-	120	29,96	10,89	19,07 (*)

(\*) El nivel asciende.

#### • **Escalón 1**

El Escalón 1 comienza a las 15:30 h y acaba a las 16:00 h, teniendo una duración de 30 minutos y con un caudal de 1 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 0,91 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 7,50 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 8,41 m. El nivel se ha estabilizado. El agua sale sucia.



**Imagen 4.** Caudal extraído durante el primer escalón.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 16:00 h, y acaba a las 17:30 h, teniendo una duración de 90 minutos y con un caudal de 2 l/s. Comienza con el nivel a 8,41 m, y finaliza en 10,30 m, con lo que el descenso observado es de 1,89 m. El nivel no se ha estabilizado, pero el descenso no es demasiado acusado, por lo que se decide aumentar el caudal a extraer.



*Imagen 5. Caudal extraído durante el segundo escalón.*

- **Escalón 3**

Se extrae un caudal de 4 l/s, y tras una hora de bombeo con este caudal, a las 18:30 h, se da por finalizado este escalón pues se decide aumentar el caudal a extraer. Durante este tercer escalón el descenso observado es de 3,07 m, de manera que el nivel al final del mismo se encuentra a la profundidad de 13,37 m.



*Imagen 6. Caudal extraído durante el tercer escalón.*

- **Escalón 4**

Da comienzo a las 18:30 h, y acaba a las 20:00 h, teniendo una duración de 90 minutos y con un caudal de 8 l/s. Comienza con el nivel a 13,37 m, y finaliza en 20,91 m, con lo que el descenso observado es de 7,54 m.



*Imagen 7. Caudal extraído durante el cuarto escalón.*

- **Escalón 5**

A las 20:00 h, se aumenta el caudal a 12 l/s, y se bombea durante 30 minutos en los que se observa un descenso más acusado del nivel dinámico, siendo éste de 14,32 m.



*Imagen 8. Caudal extraído durante el quinto escalón.*

Inmediatamente después, a las 20:30 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 10,12 m de profundidad, por lo que el ascenso observado es de 25,11 m.

- **Escalón 6 (larga duración).**

A las 21:30 h da comienzo el escalón de larga duración con un caudal a extraer de 10 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 19,84 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 10,12 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 29,96m. La duración de este escalón ha sido de 1.020 minutos (17 horas), por lo que ha finalizado a las 14:30 del 16/12/2010.



*Imagen 9. Caudal extraído durante el sexto escalón (escalón de larga duración).*

Inmediatamente después, comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración de 120 minutos (2 horas), durante los cuales el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 10,89 m de profundidad, con lo que el ascenso observado es de 19,07 m.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE, T<sup>a</sup> y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 1 l/s)**

Final del Escalón 1: CE=558  $\mu$ S/cm; T<sup>a</sup> = 14,8 °C; pH= 7,38.

- **Escalón 2 (Q= 2 l/s)**

Final del Escalón 2: CE= 538  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a = 14,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,28.

- **Escalón 3 (Q= 4 l/s)**

Final del Escalón 3: CE= 542  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a = 14,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,26.

- **Escalón 6 (Q= 10 l/s, larga duración)**

Final del Escalón 5: CE= 529  $\mu\text{S/cm}$ ;  $T^a = 13,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; pH= 7,36.



*Imagen 10. Realización de medidas in situ.*

También se ha tomado una muestra de agua para su posterior ensayo en el laboratorio antes de finalizar el último de los escalones.

Una vez extraído el equipo de bombeo del pozo, se ha tomado una nueva medida del nivel, encontrándose a 10,42 m, a las 17:20 h.

Esther Torresquebrada Aguirre.  
Hidrogeóloga.



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

Fecha: 16 DE DICIEMBRE DE 2010

Sondeo: 090.013.001	Termino municipal: ANDAGOYA	Provincia: ALAVA
---------------------	-----------------------------	------------------

Comienzo: Dia 15/12/10 Hora 15:30 NE. 7,50	Terminacion: Dia 16/12/10 Hora 16:30 ND.29,96
--	---

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforacion m.	
Marca: MECC-ALTE KVA.: 25 Motor: VM Potencia: 25 CV	Marca: SATUR Tension: 760 Tipo: 6SS 60-14 Potencia: 50 CV	180 Ø 110 m	Profundidad rejilla: 90 m. Q. medidas con: TUBO PITOT Niveles medidos con: SONDA Ø Tuberia: 70 mm.

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

Observaciones:



**BOINS S.L.**  
**AFORO y montajes de sondeos**  
**Taller de Bobinados**  
**Grupos electrógenos**  
**Bombas y Motores**

Pol. Ind. San Rafael - Par. 1 y 2 • Apartado 416  
 Telf. 967 30 27 71 • Fax 967 30 46 36  
 02400 HELLÍN (Albacete)

1º Escalon				2º Escalon				3º Escalon			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	7,50	NE	0m	ND	8,41	ND	0m	ND	10,30	ND
1m	1	8,14	SUCIA	1m	2	9,02	SUCIA	1m	4	11,05	COLOR
2m	1	8,23	SUCIA	2m	2	9,25	SUCIA	2m	4	11,24	COLOR
3m	1	8,26	SUCIA	3m	2	9,29	SUCIA	3m	4	11,59	COLOR
4m	1	8,30	SUCIA	4m	2	9,29	SUCIA	4m	4	11,59	COLOR
5m	1	8,33	SUCIA	5m	2	9,29	SUCIA	5m	4	11,59	COLOR
6m	1	8,36	SUCIA	6m	2	9,33	SUCIA	6m	4	11,74	COLOR
7m	1	8,38	SUCIA	7m	2	9,35	SUCIA	7m	4	11,92	COLOR
8m	1	8,39	SUCIA	8m	2	9,39	SUCIA	8m	4	12,05	COLOR
9m	1	8,39	SUCIA	9m	2	9,43	SUCIA	9m	4	12,10	COLOR
10m	1	8,39	SUCIA	10m	2	9,48	SUCIA	10m	4	12,12	COLOR
15m	1	8,41	SUCIA	15m	2	9,61	SUCIA	15m	4	12,28	COLOR
20m	1	8,41	SUCIA	20m	2	9,67	SUCIA	20m	4	12,55	COLOR
25m	1	8,41	SUCIA	25m	2	9,77	SUCIA	25m	4	12,69	COLOR
30m	1	8,41	SUCIA	30m	2	9,82	SUCIA	30m	4	12,78	COLOR
				40m	2	10,13	COLOR	40m	4	13,29	COLOR
				50m	2	10,20	COLOR	50m	4	13,34	COLOR
				60m	2	10,26	COLOR	60m	4	13,37	COLOR
				75m	2	10,28	COLOR				
				90m	2	10,30	COLOR				

4º Escalon				5º Escalon				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	13,37	ND	0m	ND	20,91	ND	0m	ND	35,23	ND
1m	8	15,59	COLOR	1m	12	25,28	COLOR	1m		25,20	
2m	8	16,52	COLOR	2m	12	25,73	COLOR	2m		21,88	
3m	8	17,29	COLOR	3m	12	26,60	COLOR	3m		18,28	
4m	8	17,54	COLOR	4m	12	27,00	COLOR	4m		16,94	
5m	8	18,00	COLOR	5m	12	27,63	COLOR	5m		16,00	
6m	8	18,32	COLOR	6m	12	28,56	COLOR	6m		15,21	
7m	8	18,89	COLOR	7m	12	29,07	COLOR	7m		14,62	
8m	8	19,10	COLOR	8m	12	29,46	COLOR	8m		14,10	
9m	8	19,32	COLOR	9m	12	29,80	COLOR	9m		13,80	
10m	8	19,45	COLOR	10m	12	30,07	COLOR	10m		13,50	
15m	8	19,90	COLOR	15m	12	31,30	COLOR	15m		12,46	
20m	8	20,02	COLOR	20m	12	32,65	COLOR	20m		11,84	
25m	8	20,39	COLOR	25m	12	34,00	COLOR	25m		11,38	
30m	8	20,46	COLOR	30m	12	35,23	COLOR	30m		11,07	
40m	8	20,60	COLOR					40m		10,71	
50m	8	20,72	COLOR					50m		10,40	
60m	8	20,80	COLOR					60m		10,12	
75m	8	20,85	COLOR								
90m	8	20,91	COLOR								

6º Escalon				2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	10,12	ND	0m		29,96	
1m	10	14,80	COLOR	1m		20,24	
2m	10	17,33	COLOR	2m		18,72	
3m	10	18,77	COLOR	3m		17,79	
4m	10	20,02	COLOR	4m		17,23	
5m	10	20,81	COLOR	5m		16,85	
6m	10	21,61	COLOR	6m		16,47	
7m	10	22,30	COLOR	7m		16,18	
8m	10	22,94	COLOR	8m		15,95	
9m	10	23,50	COLOR	9m		15,76	
10m	10	24,00	COLOR	10m		15,58	
15m	10	25,12	COLOR	15m		14,78	
20m	10	26,00	COLOR	20m		14,24	
25m	10	26,71	COLOR	25m		13,95	
30m	10	27,18	COLOR	30m		13,65	
40m	10	28,04	COLOR	40m		13,16	
50m	10	28,39	COLOR	50m		12,81	
60m	10	28,64	COLOR	60m		12,43	
1,5h	10	28,89	COLOR	75m		12,04	
2h	10	29,15	COLOR	90m		11,62	
2,5h	10	29,30	COLOR	105m		11,25	
3h	10	29,47	COLOR	120m		10,89	
3,5h	10	29,60	COLOR				
4h	10	29,67	COLOR				
5h	10	29,75	COLOR				
6h	10	29,80	COLOR				
7h	10	29,86	COLOR				
8h	10	29,90	COLOR				
9h	10	29,93	COLOR				
10h	10	29,95	COLOR				
11h	10	29,96	COLOR				
12h	10	29,96	COLOR				
13h	10	29,96	COLOR				
14h	10	29,96	COLOR				
15h	10	29,96	COLOR				
16h	10	29,96	COLOR				
17h	10	29,96	COLOR				

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





**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000031698**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

CUARTANGO-ADAGOIA

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000029349**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Recepción: **28/1/2010**

Inicio análisis: **28/01/2010**

Fin análisis: **01/02/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,19 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	284,98 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,05 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	107,84 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	12,36 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	518 µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,20 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,11 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	4,06 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,07 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	4,82 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
*NITRITOS	0,20 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,39 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,69 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	11,06 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	47,79 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)

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

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

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

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

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

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

**1 de febrero de 2010**

Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	12,36	0,35	5,72
SULFATOS	47,79	0,99	16,33
BICARBONATOS	284,98	4,67	76,67
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	4,82	0,08	1,28
SODIO	11,06	0,48	7,68
MAGNESIO	4,06	0,33	5,33
CALCIO	107,84	5,38	85,89
POTASIO	2,69	0,07	1,10

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	484,42 mg/l
CO2 libre	18,47 mg/l
Dureza total	28,60 °Francés
Dureza total	286,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	52,40 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	233,73 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	233,73 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,29
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,10
$rNa/rK$	6,99
$rNa/rCa$	0,09
$rCa/rMg$	16,11
$rCl/rHCO_3$	0,07
$rSO_4/rCl$	2,85
$rMg/rCa$	0,06
i.c.b.	-0,58
i.d.d.	-0,04

Nº Registro: 29349

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000040857

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 ANDAGOIA (AFORO)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000037656

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 16/12/2010

Hora: 14:30

Recepción: 03/01/2011

Inicio análisis: 03/01/2011

Fin análisis: 11/01/2011

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	10,16 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	295,31 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,06 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	105,29 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	11,61 mg/l	±1,39	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	502 µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,14 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,01	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,06 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	< 2 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	3,34 mg/l	±0,40	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,44 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,45 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	10,85 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	35,76 mg/l	±2,15	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,00 mg/l  
NITRITOS 0,06 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.

11 de enero de 2011



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

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	11,61	0,33	5,49
SULFATOS	35,76	0,74	12,48
BICARBONATOS	295,31	4,84	81,13
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	3,34	0,05	0,90
SODIO	10,85	0,47	7,99
MAGNESIO	1,43	0,12	1,99
CALCIO	105,29	5,25	88,96
POTASIO	2,45	0,06	1,06

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	476,52 mg/l
CO2 libre	17,06 mg/l
Dureza total	26,88 °Francés
Dureza total	268,80 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	26,73 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	242,20 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	242,20 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

rCl+rSO <sub>4</sub> /rHCO <sub>3</sub> +rCO <sub>3</sub>	0,22
rNa+rK/rCa+rMg	0,10
rNa/rK	7,53
rNa/rCa	0,09
rCa/rMg	44,65
rCl/rHCO <sub>3</sub>	0,07
rSO <sub>4</sub> /rCl	2,27
rMg/rCa	0,02
i.c.b.	-0,63
i.d.d.	-0,04

Nº Registro: 37656

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000041015

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

KUA.1

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000037810**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Recepción: **12/01/2011**

Inicio análisis: **12/01/2011**

Fin análisis: **14/01/2011**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	11,32 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	285,71 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,06 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	108,03 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	13,16 mg/l	±0,79	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	510 µS/cm	±10	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,13 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,01	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,06 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	< 2 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	3,96 mg/l	±0,48	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,57 ud. de pH	±0,38	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	2,07 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	10,75 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	43,17 mg/l	±2,59	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,01 mg/l  
NITRITOS 0,00 mg/l

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

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

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

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

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

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

**17 de enero de 2011**



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

**Página 1/1**

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	13,16	0,37	6,17
SULFATOS	43,17	0,90	14,94
BICARBONATOS	285,71	4,68	77,83
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	3,96	0,06	1,06
SODIO	10,75	0,47	7,73
MAGNESIO	1,69	0,14	2,30
CALCIO	108,03	5,39	89,10
POTASIO	2,07	0,05	0,88

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	480,12 mg/l
CO2 libre	12,24 mg/l
Dureza total	27,67 °Francés
Dureza total	276,71 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	42,51 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	234,33 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	234,33 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,27
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,09
$rNa/rK$	8,83
$rNa/rCa$	0,09
$rCa/rMg$	38,77
$rCl/rHCO_3$	0,08
$rSO_4/rCl$	2,42
$rMg/rCa$	0,03
i.c.b.	-0,40
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 37810

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



## FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		ANDAGOIA MARM.		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.100.004	
CÓDIGO IPA		210740020	Nº MTN 1:50.000 2107	MUNICIPIO Kuartango		PROVINCIA Alava	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		013   CUARTANGO-SALVATIERRA					
U. HIDROGEOLÓGICA		Vasco - Cantábrico					
ACUÍFERO(S)		Cretácico superior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	507794	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4752402					
COTA DEL SUELO msnm	Z	588	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		2		PARCELA		158	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Junta vecinal de Anda					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El sondeo se sitúa a la entrada de la localidad de Andagoia enfrente de unas naves ganaderas					

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		RotoperCUSión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				110		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	18	324	0	18	300	Metálica	35	41	Puentecillo	0	18		
0	110	224	0	110	180	Metálica	56	62	Puentecillo				
							68	74	Ranurada				
							80	86	Ranurada				
							92	98	Ranurada				

### HISTORIA

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

### LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

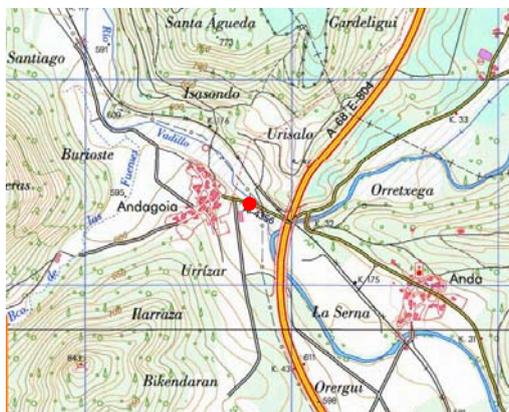
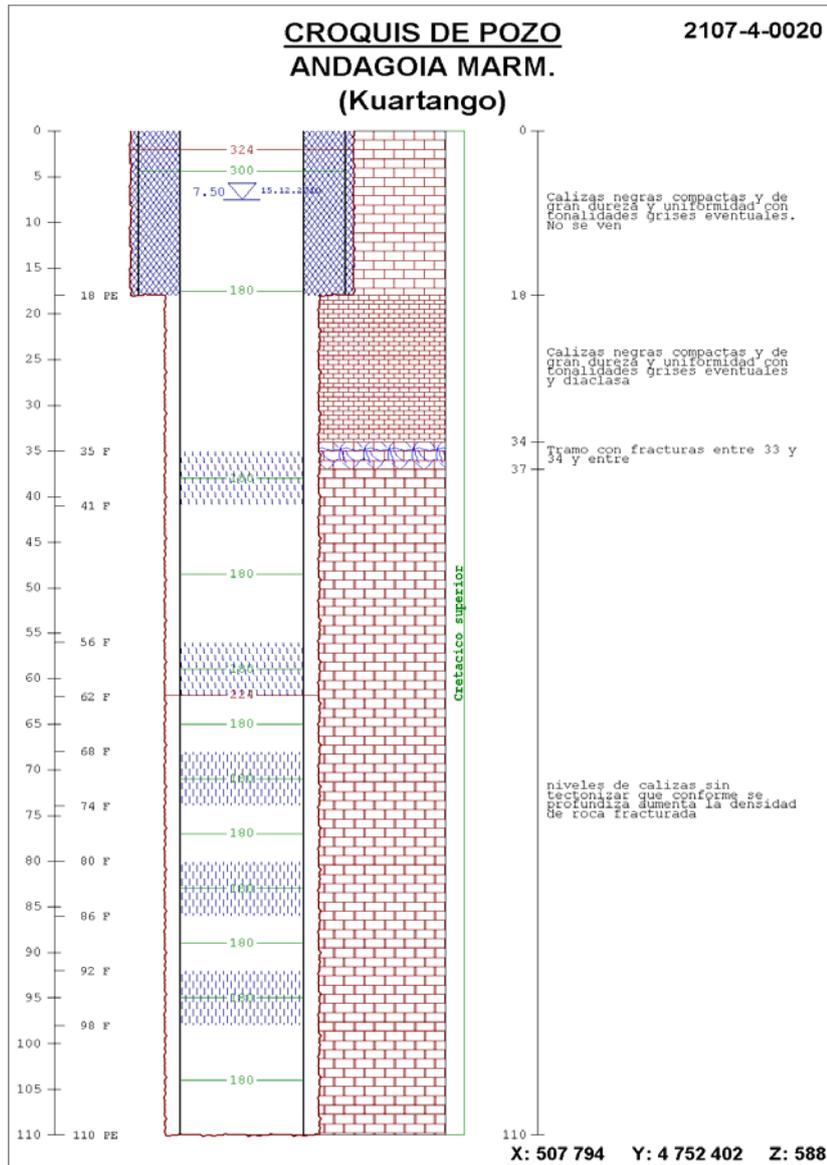


FOTO AÉREA



## 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:** (2107) ORDUÑA

**UTMX:** 507794

**UTMY:** 4752402

**COTA:** 588

**Provincia:** ALAVA

**Municipio:** CUARTANGO

**Localidad:** ANDAGOYA

**Paraje:** ANDAGOIA MARM.

**Polígono:** 2

**Parcela:** 158

**Dominio Hidrogeológico:** Vasco - Cantábrico

**Unidad:**
**Acuífero:** Cretácico superior

**Masa Subterránea A:** CUARTANGO-SALVATIERRA

**Masa Subterránea B:**
**Acuífero:** Coniaciense medio-superior

**Redes:**

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

**Río:** BAYAS

**Cuenca:** EBRO

**Acceso:** El sondeo se sitúa a la entrada de la localidad de Andagoya enfrente de unas naves ganaderas.

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


Vista General (11/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL	CHE (OPH)	27/02/2007		FUTURO SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111
30	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:** ROTACION A CIRCULACION DIRECTA

**Profundidad total:** 110

**Observaciones:**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	380
6	110	224

## REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metálica ciega	CEMENTACION
0	58	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
58	64	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
64	70	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
70	76	180	4	Metálica ranurada	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
76	82	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
82	86	180	4	Metálica ranurada	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
86	92	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
92	98	180	4	Metálica ranurada	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
98	104	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
104	110	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

## LITOLOGÍA

**Descripción geológica:** El sondeo se ubica sobre las calizas negras del techo del Cretácico inferior Aptiense-Albiense.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	18	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	
<b>Observaciones:</b> Calizas negras compactas y de gran dureza y uniformidad con tonalidades grises eventuales. No se ven restos fosilíferos. Entre el metro 8 y 9 se corta una pequeña fractura seca.				
18	33	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	

**Observaciones:** Calizas negras compactas y de gran dureza y uniformidad con tonalidades grises eventuales y diaclasas milimétricas rellenas de Calcita. No se ven restos fosilíferos.

33	34	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	ACUIFERO
----	----	---------	--------------------	----------

**Observaciones:** Entre el metro 33 y 37 aumento del tamaño de las diaclasas y presencia de material arcilloso de color ocre (limonita y óxidos de Fe)

34	37	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	ACUIFERO
----	----	---------	--------------------	----------

**Observaciones:** Entre el metro 32 y 33 las calizas son más astillosas y se corta una pequeña fractura con aporte de agua.

37	110	CALIZAS	CRETACICO INFERIOR	ACUIFERO
----	-----	---------	--------------------	----------

**Observaciones:** Niveles de calizas sin tectonizar que conforme se profundiza aumenta la densidad de roca fracturada con aumento de diaclasas rellenas de calcita

### ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
16/12/2010	0	29.96	19.07	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Recuperación 2							
15/12/2010	10	10.12	-19.84	0.7			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón continuo							
15/12/2010	0	35.23	25.11	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Recuperación 1							
15/12/2010	12	20.91	-14.32	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón 5							
15/12/2010	8	13.37	-7.54	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón 4							
15/12/2010	4	10.31	-3.06	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón 3							
15/12/2010	2	8.41	-1.9	0.1			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón 2							
15/12/2010	1	7.5	-0.91	0			CHE (OPH)
<b>Observaciones:</b> Escalón 1							

### PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
141	8.15	3.77	4.38	7.3479	0.6925

### HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l mg/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.
----------------	---------------------	----------------------	-----------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	------------	--------------

16/12/2010	0.3707	0.8994	4.6838	0.0639	0.4674	0.1653	5.388	0.0529	529	7.4	0.9251	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
	<i>13.16</i>	<i>43.17</i>	<i>285.71</i>	<i>3.96</i>	<i>10.75</i>	<i>2</i>	<i>108.03</i>	<i>2.07</i>				
16/12/2010	0.327	0.745	4.8411	0.0539	0.4717	0.1182	5.2514	0.0627	529	7.4	-1.0632	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
	<i>11.61</i>	<i>35.76</i>	<i>295.31</i>	<i>3.34</i>	<i>10.85</i>	<i>1.43</i>	<i>105.29</i>	<i>2.45</i>				
15/12/2010									542	7.3		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
15/12/2010									538	7.3		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
15/12/2010									558	7.4		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
13/12/2009	0.3482	0.9956	4.6718	0.0777	0.4809	0.3355	5.3786	0.0688	489		2.7582	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
	<i>12.36</i>	<i>47.79</i>	<i>284.98</i>	<i>4.82</i>	<i>11.06</i>	<i>4.06</i>	<i>107.84</i>	<i>2.69</i>				

OTRAS FOTOS



(2) (01/09/2010)



(1) (01/09/2010)



Accesso (01/09/2010)



Detalle 2º Piezometro (01/09/2010)



Instalación SAI (14/05/2012)



Detalle dado (11/05/2012)



Referencia\_Andagoia (30/05/2012)



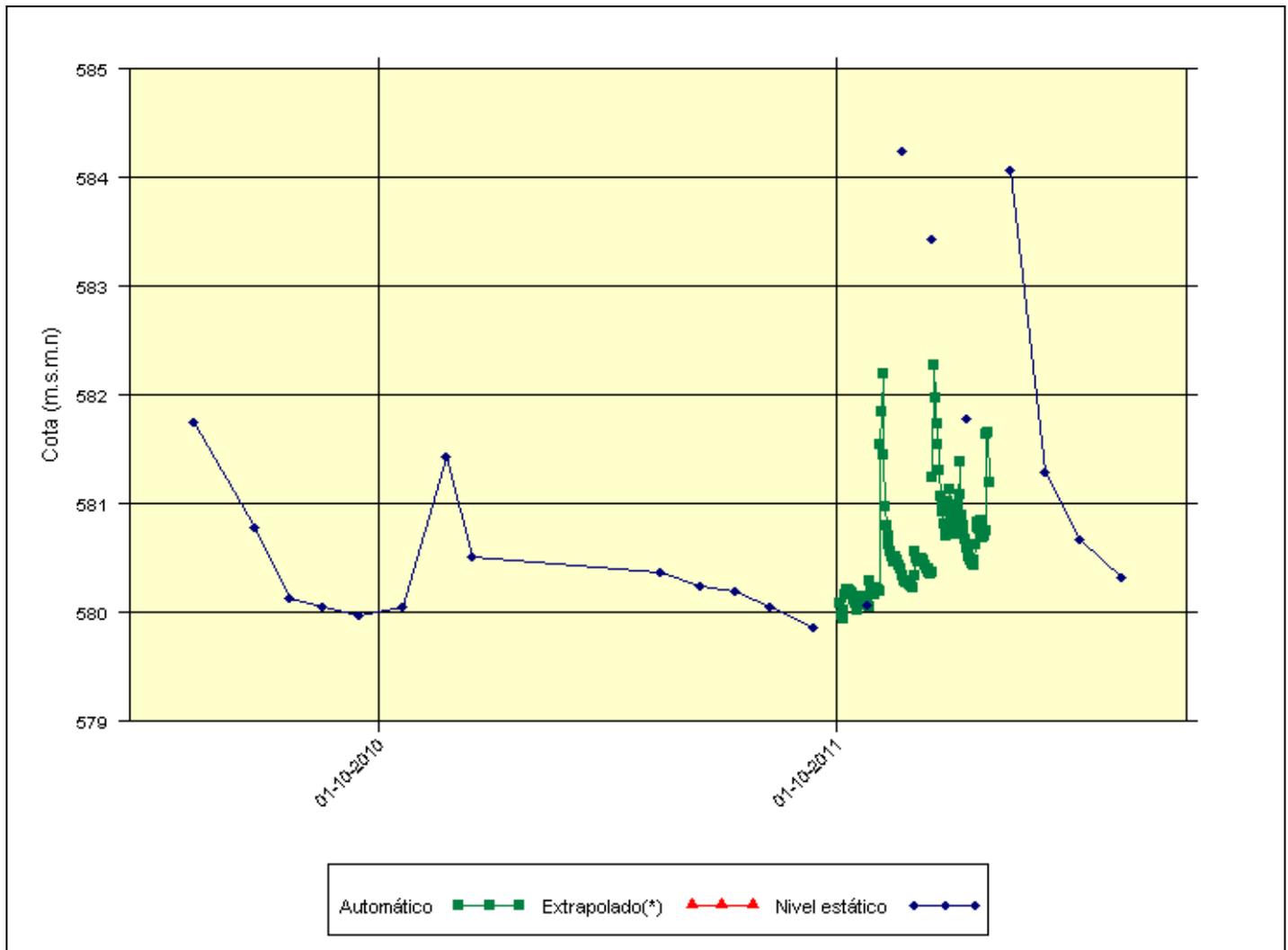
ANDAGOIA (29/06/2012)


**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**
*Oficina de Planificación Hidrológica*
**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**
**CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN**

**Contacto:** Andagoia- Ayuntamiento de Zuazo de Kuartango (Junta vecinal de Andagoia). Tlf: Teléfono 945 362845 Fax 945 362845 . Andrés (Alcalde Pedáneo Andagoia) 635750539.

**Cierre:** Llave MARM

**Referencia:**

**HIDROGRAMA NIVEL 1: A definir**

**ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: A definir**

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
141	8.15	3.77	4.38	7.3479	0.6925

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

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
16/05/2012	7.68	
13/04/2012	7.34	
16/03/2012	6.72	
17/02/2012	3.94	
31/01/2012	6.81	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
30/01/2012	6.36	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
29/01/2012	6.37	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
28/01/2012	7.25	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
27/01/2012	7.3	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
26/01/2012	7.32	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
25/01/2012	7.23	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
24/01/2012	7.16	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
23/01/2012	7.24	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
22/01/2012	7.22	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
21/01/2012	7.18	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
20/01/2012	7.38	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
19/01/2012	7.52	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
18/01/2012	7.57	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
17/01/2012	7.56	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
16/01/2012	7.53	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
15/01/2012	7.5	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
14/01/2012	7.46	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
13/01/2012	6.23	
13/01/2012	7.41	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
12/01/2012	7.34	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
11/01/2012	7.27	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
10/01/2012	7.21	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
09/01/2012	7.11	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
08/01/2012	6.93	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
07/01/2012	6.63	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
06/01/2012	7.02	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
05/01/2012	7.27	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
04/01/2012	7.29	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
03/01/2012	7.27	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
02/01/2012	7.23	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
01/01/2012	7.17	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
31/12/2011	7.06	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
30/12/2011	6.87	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
29/12/2011	6.98	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
28/12/2011	7.31	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
27/12/2011	7.25	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
26/12/2011	7.19	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
25/12/2011	7.09	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
24/12/2011	7.01	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
23/12/2011	6.94	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
22/12/2011	6.7	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
21/12/2011	6.28	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
20/12/2011	6.46	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
19/12/2011	6.04	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
18/12/2011	5.73	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
17/12/2011	6.77	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
16/12/2011	4.57	
16/12/2011	7.64	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
15/12/2011	7.66	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
14/12/2011	7.64	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
13/12/2011	7.61	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
12/12/2011	7.61	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
11/12/2011	7.57	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
10/12/2011	7.54	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
09/12/2011	7.53	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias



06/10/2011	8.07	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
05/10/2011	8.03	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
04/10/2011	7.93	URA: Dato medio diario de las medidas quinceminutarias
13/09/2011	8.15	
09/08/2011	7.96	
13/07/2011	7.81	
15/06/2011	7.76	
13/05/2011	7.64	Revestimiento del pozo sin acabar
15/12/2010	7.5	
24/11/2010	6.58	
20/10/2010	7.95	

### ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 1: “Pirenaico Vasco-Cantábrico”. En la masa de agua subterránea 090:013 Cuartango-Salvatierra. Se sitúa sobre el acuífero carbonatado del Cretácico superior (Albiense). Se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, cerca la zona de descarga hacia la red fluvial (Río Bayas), del acuífero carbonatado del Cretácico superior. Se trata de un acuífero con porosidad por fracturación y kárstico en calizas .

### OTROS DATOS

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



**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

*Oficina de Planificación Hidrológica*

**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

**DESCRIPCIÓN DEL ACCESO**

El sondeo se sitúa a la entrada de la localidad de Andagoia enfrente de unas naves ganaderas.

**ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO**



Coordenadas UTM del punto:  
X: 507794, Y:4752402 (Huso 30)

**FOTOS ADICIONALES**

**PANORÁMICA**



05/2012 Vista General

**ACCESO**

**DETALLE**



05/2012 Detalle dado

**ACCESO**



09/2010 Acceso

**DETALLE REFERENCIA**

**INSTALACIÓN**



05/2012 Referencia Andagoia



05/2012 Instalación SAI

