



# **INFORME PIEZÓMETRO DE ISONA-FIGUEROLA D'ORCAU**

**09.303.05**



## **ÍNDICE**

### **1. INTRODUCCIÓN**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

### **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **11. HIDROQUÍMICA**

### **12. CONCLUSIONES**

## **ANEJOS**

**ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

**ANEJO N° 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO N° 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO N° 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO N° 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

En 1992, la D.G.O.H. Y C.A. realizó el estudio "Establecimiento y explotación de redes oficiales de control de aguas subterráneas", en el que se establecen los criterios generales de uniformidad para el diseño y operación de las redes de observación en las cuencas intercomunitarias. A partir de este marco de referencia, este mismo organismo realizó en 1996 el "Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas. Piezometría, hidrometría y calidad, Cuenca del Ebro", en el que se proyectó una red piezométrica constituida por 178 puntos, de los cuales 107 eran de nueva construcción y el resto puntos ya existentes.

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del parque de maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, que se ha convertido en el proyecto constructivo.

Se han diseñado 80 sondeos. En total suponen 18.450 m de perforación, de los que 14.375 se realizan mediante rotopercusión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

Con fecha 23 de febrero de 2004 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO 01/2003 de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO (Clave: 09.820.030/2111), por un presupuesto de adjudicación de 2.498.780,69 €, a la Unión Temporal de Empresas "UTE – CUENCA DEL EBRO" constituida

por las empresas MICROTEC AMBIENTE, S.A.U. y SACYR, S.A.U. El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

El contrato se firmó el 30 de marzo de 2004, el Acta de Replanteo se firmó y se remitió a la Dirección General del agua del Ministerio de Medio Ambiente con fecha 30 de Abril de 2004 y las obras dieron comienzo el día siguiente.

Con fecha 11 de febrero de 2005 se contrató a la empresa CONTROL Y GEOLOGÍA S.A. (CYGSA), la Asistencia Técnica para la INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, TT. MM. VARIOS Clave: 09.820-030/0612.

Dentro de los trabajos a realizar por (CYGSA), se encuentra la redacción de un informe de cada uno de los piezómetros controlados, En este documento se recoge tanto el seguimiento de la perforación como los ensayos efectuados y sus resultados.

## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

- Anteriores a la perforación
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos
  
- Durante la perforación
  - Seguimiento de la perforación
  - Interpretación de la testificación geofísica
  - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
  - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
  
- En el ensayos de Bombeo
  - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - Representación e interpretación de datos obtenidos.
  
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - 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).

Este apartado de Seguridad y Salud es objeto de un informe aparte donde se recoge el seguimiento realizado antes y durante las obras.

- Redacción de informe final de cada piezómetro

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, Empresa Constructora y Asistencia Técnica, se creó un Centro de Trabajo Virtual en el que se han ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Geológicamente se ubicó en la lámina del Montsec de la Unidad Prepirenaica Central, formada fundamentalmente por materiales del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior, cubiertos de forma discordante por las molasas del Oligoceno. Esta lámina posee una estructura más definida por un amplio y laxo sinclinal E-O en el que se ha excavado la Cuenca de Tremp y en cuya zona central se emplaza al sondeo.

La cuenca de Tremp constituye un área hidrogeológica significada y conocida por la explotación a que se ha sometido, generalmente dirigida por organismos oficiales y destinada al abastecimiento urbano. Muchas de las captaciones son surgentes y los caudales óptimos de explotación varían entre 5 y 30 l/s. Está constituida por un acuífero profundo del Cretácico superior confinado por la formación Tremp (Facies Garum). Esta formación, de carácter poco permeable, posee cuerpos intercalados de arenisca y calizas, a veces con niveles de lignitos, con propiedades hidráulicas más favorables a la explotación, intercalados en una serie fundamentalmente arcillosas y con niveles evaporíticos en los términos superiores de la serie. De hecho, buena parte de

los pozos existentes en la cuenca disponen de tramos ranurados en los niveles calcáreos o arenosos de esta formación y que son responsables de la presencia local de facies sulfatadas. Se puede concebir el sistema como un acuífero multicapa, con un acuífero inferior confinado y un acuitardo por encima de él que permite una lenta transferencia vertical de los recursos de aquél.

Las areniscas de Areny constituyen un acuífero permeable por fisuración y carstificación que, allí donde éstas están más desarrolladas puede adquirir un comportamiento de tipo difuso. La principal descarga natural de este acuífero se realiza mediante las dos lagunas de Basturs. Este drenaje, que ha funcionado a lo largo del Cuaternario, ha generado otras lagunas colmatadas situadas a cotas superiores responsables de los potentes depósitos de travertinos de Conques. Esta descarga se realiza a través de las Fm Tresp suprayacente que confina el acuífero de forma que la superficie piezométrica queda por encima de la topográfica en buena parte de la cuenca de Tresp. Para justificar su ubicación se han invocado cuestiones geométricas al emplazarse directamente encima del eje del anticlinal de Isona en una zona de intersección de familias de fracturas NNO-SSE y NNE-SSO.

El sondeo se emboquilla sobre los conglomerados, areniscas y arcillas de la Formación Tresp en Facies Garum del Paleoceno y con tramos carbonosos para alcanzar las areniscas de Areny del Cretácico superior que constituyen el acuífero 38.04 Maestrichtiense. Se encuentra en la zona de tránsito y descarga de los Lagos de Basturs y su propósito es sustituir al Pou de Conques (IPA 331230017) usado para el abastecimiento de la localidad.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado al SO de Figuerola D´Orcau.

A este emplazamiento se accede desde la pista que parte del pk 46+800 de la carretera C-1412b, dirección Tremp. El piezómetro se sitúa a unos 800 metros, en la ladera de una loma. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 829.250

Y= 4.671.875

Z= 578 msnm

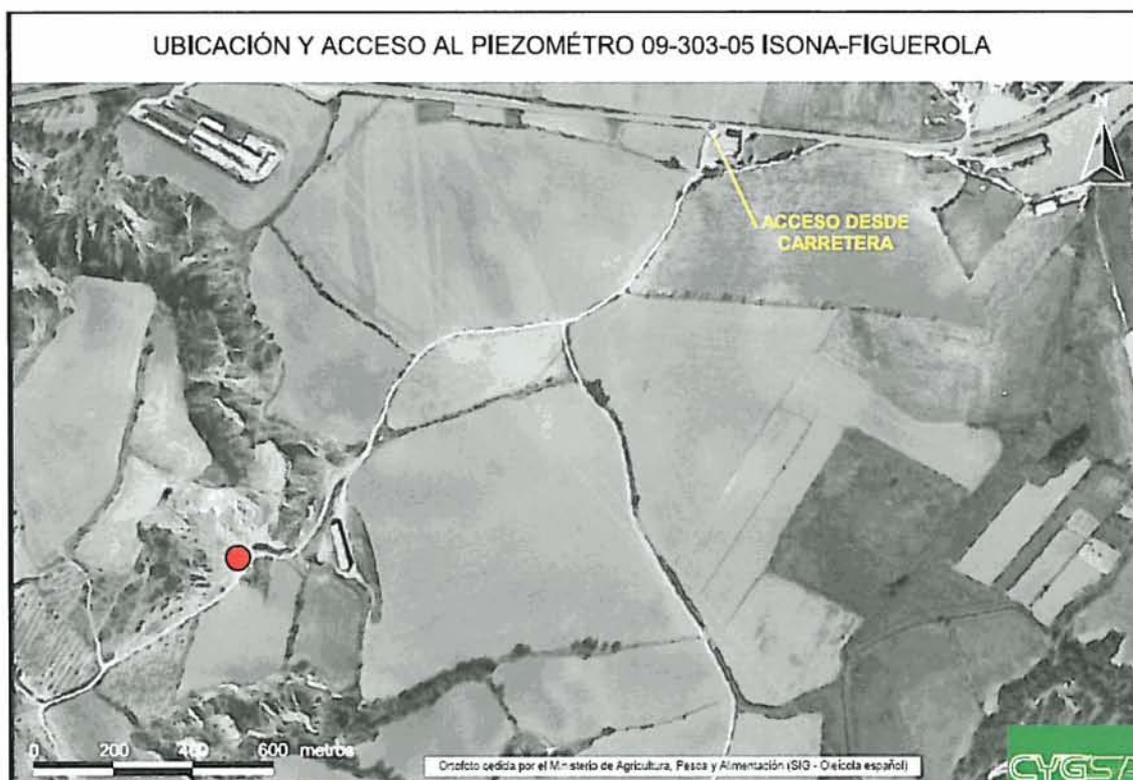


Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Isona – Figuerola D´Orcau.

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Paleoceno que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro. Se corresponden con las unidades 47 a 52 de la vecina Hoja MAGNA nº 252 (Trempe) de edad Cretácico Superior (Maastrichtiense)-Paleoceno, y que se engloban bajo la denominación general de Facies Garumn.

El sondeo de Isona-Figuerola de Orcau se encuentra en el flanco Norte del denominado Sinclinorio de Trempe, próximo al contacto con la lámina cabalgante que viene desde el Norte, de modo que es un sinclinal de gran radio, de bloque inferior, clásico dentro del esquema pirenaico. Dentro de esta estructura mayor, destacan los vastos afloramientos de la Fm. Trempe (facies Garumn) que son en las que esta emboquillado el sondeo. Los buzamientos en la zona donde se encuentra emboquillado el piezómetro se encuentran próximos a la horizontal.

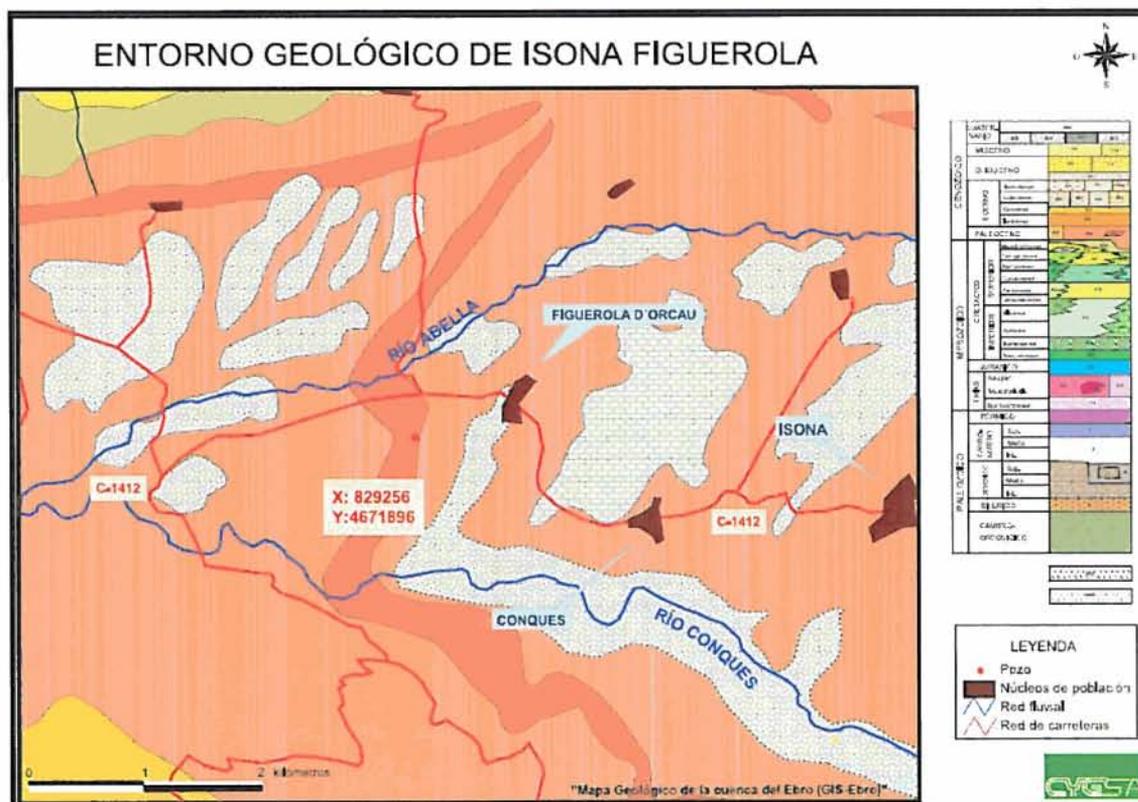


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de ICONA – Figuerola D´Orcau

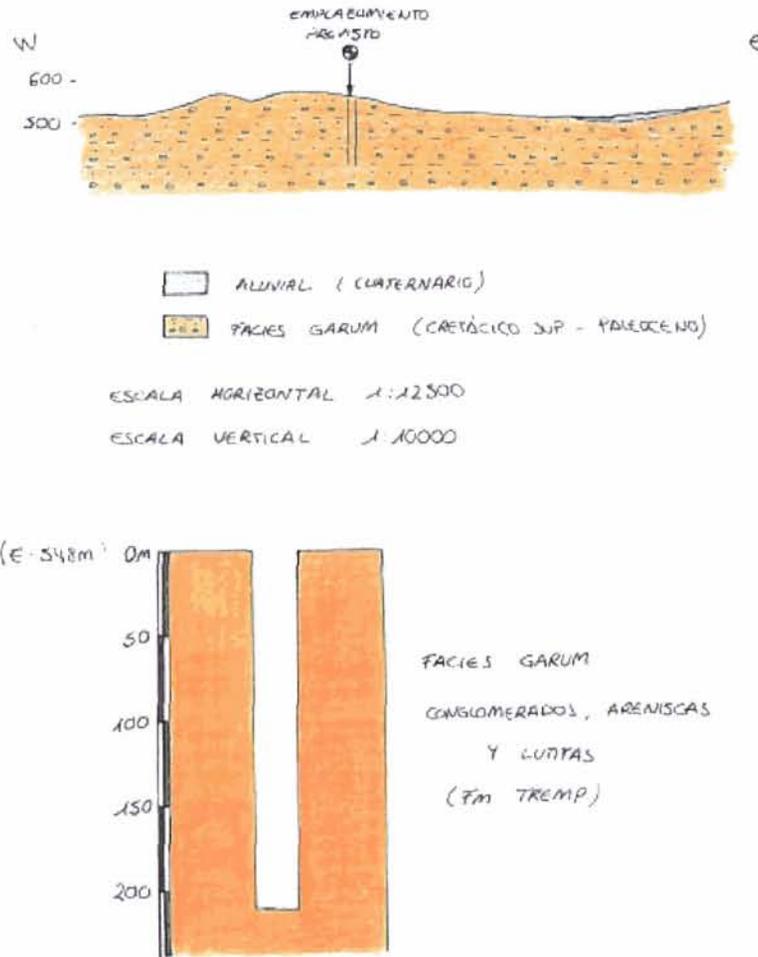


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Isona – Figuerola D´Orcau.

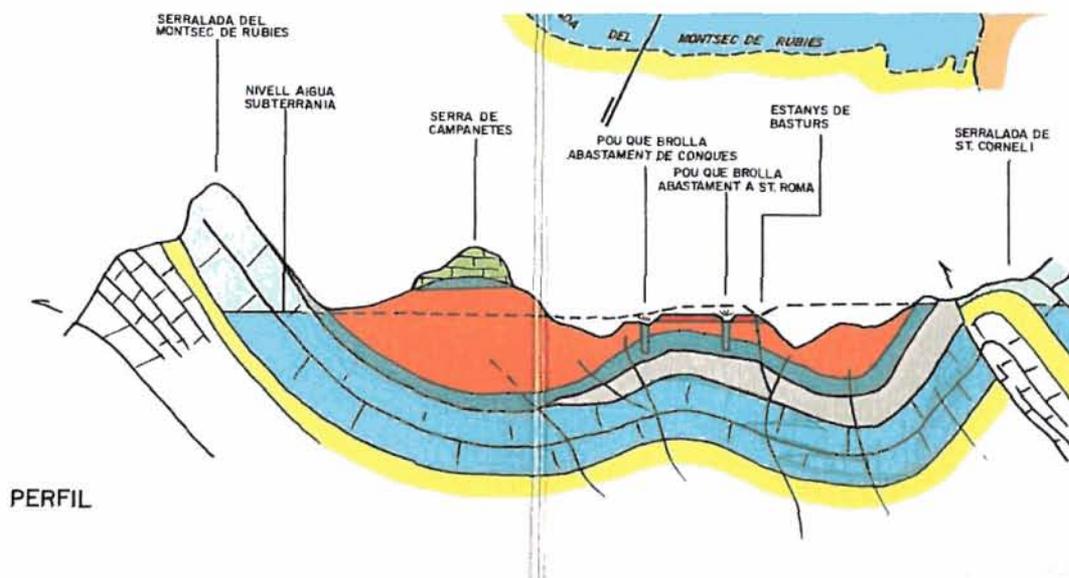


Figura 4. Corte geológico general del entorno de Isona.

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 3 "Sinclinal de Tremp". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frentes de la Unidad Surpirenaica Central y Pedraforca), por el río efluente Cinca al oeste y por el límite de los afloramientos permeables por el norte viniendo a coincidir con el de cuenca. Es la unidad que alberga grandes mantos tectónicos. Topográficamente se corresponde con las sierras de Cotiella, Turbón, Cadí, Boumort, Carrodilla, Montsec. Los acuíferos más significativos de la zona se instalan en calizas del cretácico superior y del Eoceno, también en formaciones detríticas (Areniscas de Areny). Para el ITGE se trataba del Sistema Acuífero 68 (Sinclinal de Tremp y calizas eocenas y cretácicas).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 303 "Tremp - Isona", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.038 también denominada "Tremp - Isona", y el acuífero a controlar son las Facies Garum.

La masa de agua 090.038 comprende los mantos del Montsec y de Bóixols. El primero presenta una estructura simple formada por un amplio sinclinorio, cuyo límite N está definido en cabalgamiento de Bóixols y el límite sur por el cabalgamiento del Montsec. El segundo ofrece una disposición en grandes pliegues, el anticlinal de Boumort al N, el sinclinal de Carreu en el sector central y el anticlinal de Sant Cornelí al S. El cabalgamiento de Bóixols actúa de límite meridional y el retrocabalgamiento de Morrenes el septentrional. Estos mantos están constituidos por una serie mesozoica, principalmente carbonatada, con una potencia entre 3.000 y 5.000 m. Está formada por carbonatos Portlandiense- Barremiense (1.900 m), calizas del Cenomaniense-Santoniense (potencia variable), calizas bioclásticas del Campaniense (400-500 m) y areniscas de Areny del Maastrichtiense (700- 2.000 m). Entre ambos mantos aparecen importantes depósitos sinorogénicos de conglomerados del Eoceno superior-Oligoceno. Los depósitos cuaternarios están constituidos por gravas, arenas y travertinos. La recarga de la masa se efectúa, mayoritariamente, por infiltración directa del agua de lluvia sobre la superficie aflorante de los materiales permeables. La descarga natural se realiza a través de manantiales y hacia la red hidrográfica.

El piezómetro se encuentra situado sobre el flanco suroeste del sinclinal, directamente emboquillado sobre los materiales detríticos de las Facies Garum.

(Entorno geológico, corte geológico y columna prevista y corte geológico general del entorno pueden consultarse en figuras 2, 3 y 4 respectivamente.)

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSión neumática a circulación inversa ST30/1400 sobre camión.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 8 de julio de 2006 a las 12:30 horas y se terminó el 31 de julio de 2006 a las 18:30 horas.

Se realizó un emboquille de 12 m de profundidad, perforado con un diámetro de 500 mm y entubado con tubería metálica ciega de 400 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Los 268 m restantes se perforaron con el martillo de 300 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.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

## 7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectuó una descripción de las litologías extraídas observando las muestras del ripio de perforación cada metro; de todas ellas, se eligieron las más representativas cada 5 metros, guardándolas en sus correspondientes cajas para ser enviadas al IGME.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna perforada:

0-7 m	Margocalizas arcillosas.
7-9 m	Conglomerado calcáreo de tonos rojizos.
9-21 m	Margas rojas.
21-47 m	Margas de tonos grises-verdosos.
47-52 m	Margas rojizas.
52-87 m	Margas amarillentas.
87-90 m	Margas rojizas.
90-96 m	Margas anaranjadas.
96-101 m	Margas arcillosas rojizas.
101-103 m	Margocalizas de tonos grises con margas amarillentas.
103-107 m	Margas arcillosas grises.
107-111 m	Margocalizas grises con margas de tonos amarillos-grisáceos.
111-118 m	Margocalizas grises con margas amarillas.
118-126 m	Margocalizas grises con margas de tonos burdeos.
126-131 m	Margocalizas grises con margas de tonos amarillos.
131-133 m	Margocalizas y margas grises.
133-134 m	Margocalizas grises con margas de tonos burdeos.
134-142 m	Margocalizas grises con margas amarillas.
142-144 m	Margocalizas grises con margas rojizas.
144-153 m	Margocalizas grises con margas amarillas.
153-156 m	Margocalizas y margas grises.
156-160 m	Margas amarillentas.
160-176 m	Margocalizas y margas de tonos grises.
176-183 m	Margocalizas y margas rojizas.
183-196 m	Margocalizas y margas amarillentas.
196-210 m	Margocaliza gris-verdosa.
210-213 m	Marga arcillosa rojiza.
213-225 m	Margocaliza gris-verdosa.
225-277 m	Margocaliza gris.

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, efectuó una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas.

La edad de las litologías atravesadas, según el informe geológico del IGME, son las siguientes:

De 0 m a 280 m.- Fm. Tremp. Facies Garum (Paleoceno. Daniense?)

(Columna litológica y descripción ampliada en Anejo 2, Informe geológico.)

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

El día 1 de agosto de 2006, a las 20:30 horas, se realiza la testificación geofísica del sondeo. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

El sondeo estaba lleno de agua debido a los aportes realizados en la perforación de la balsa.

Se registraron unas zonas con incremento de la resistividad, disminución de gamma y potencial espontáneo en torno a los 112 metros de profundidad. Parece, a simple vista, un claro tramo con aporte de agua.

Entre 28 y 34 metros se registra una zona con fuertes variaciones de resistividad.

A 232 metros se registra un incremento de resistividad con una ligera disminución de potencial espontáneo. Podría ser otro tramo de aporte pero mucho más dudoso.

La sonda alcanza los 280 m de profundidad.

La desviación es de aproximadamente 0,5 m hacia el N en el metro 110. Por debajo no se registra verticalidad por avería de la sonda.

En las últimas paradas realizadas durante la perforación se detectó el derrumbe de al menos 25 m de sondeo. Por ello se define una entubación hasta los 247 m (30 m menos de lo perforado) en previsión de que no se pueda bajar la tubería por debajo de esa profundidad y ya que no se ha detectado aporte alguna con la testificación geofísica.

Con esos valores, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo).

(Ver informe completo en Anejo 3, Geofísica.)

## **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 400 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería filtrante "tipo puentecillo", de 180 mm de diámetro, con una luz de malla de 0,2 mm. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación y los datos de potencial espontáneo y resistividad registrados en la testificación geofísica.

Tabla 2, entubación realizada:

<b>REVESTIMIENTO</b>				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-12	400	5	Acero al carbono	Ciega
0-109	180	4	Acero al carbono	Ciega
109-115	180	4	Acero al carbono	Puente
115-229	180	4	Acero al carbono	Ciega
229-235	180	4	Acero al carbono	Puente
235-247	180	4	Acero al carbono	Ciega

Cada uno de los tramos de tubería ha sido soldado a medida que se introducían en el piezómetro construido.

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el "colgado" y sujeción de la tubería de 180 mm de diámetro a la de 400 mm del emboquille.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica. La arqueta, a su vez, queda protegida por un dado de hormigón de 1X1X0.7m, que se construye a su alrededor.

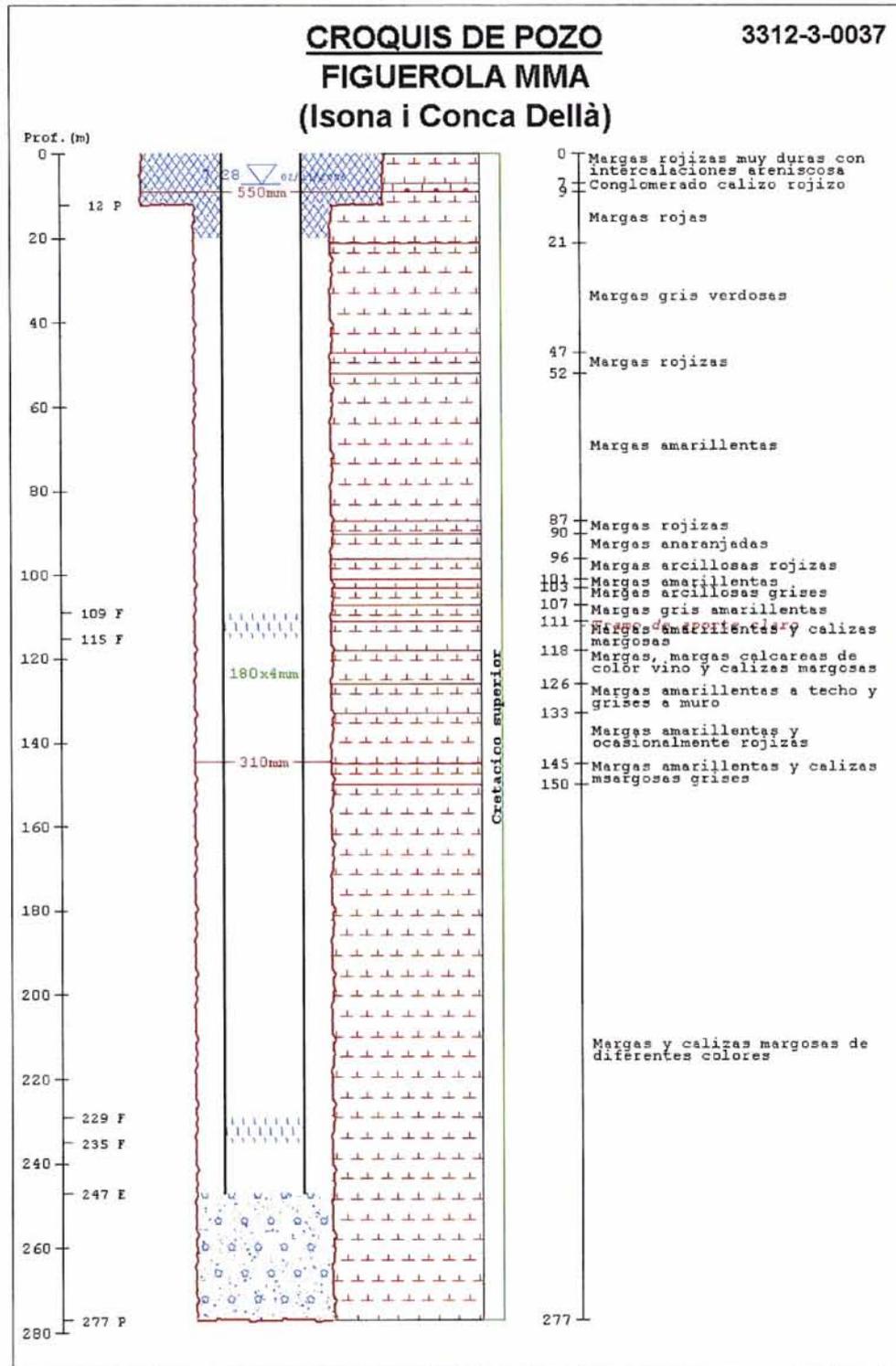


Figura 5. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

El acuífero atravesado está constituido por margas y margocalizas, pertenecientes a las facies Garum.

Sobre los 85 metros se detecta una fuga de agua.

Durante la perforación, no se observan otros aportes de agua. Lo único destacable es que el nivel del agua en el pozo al dejar de perforar desciende a unos 5 m de profundidad y se estabiliza.

El nivel de agua en el sondeo el 13 de agosto de 2006, a las 15:30 horas, se situó a 6,83 metros de profundidad.

### **ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO**

El 6 de junio de 2006 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 291 minutos con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 180 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,5 l/s y el descenso del nivel fue de 99,72 m. El segundo escalón duró 90 minutos, el caudal extraído fue de 0,1 l/s y el descenso del nivel fue de 0,47 m. El tercer y último escalón duró los 21 minutos restantes. El caudal medio fue de 0,5 l/s y el descenso del nivel fue de 31,36 metros. El descenso total del nivel fue de 131,55 m. En ningún momento llegó a estabilizar el nivel.

El agua salió muy sucia durante todo el ensayo. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo ha aumentado de 3900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 5110  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 8,8 a 9,3 y la temperatura varió de 20-21° C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 3 horas de bombeo y otra a las 4,5

horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 999 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 136,21 al metro 109,37. El descenso residual del nivel fue de 101,11 m.

Tabla 4. Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	4,66	0,00	0,00
1	7,77	3,11	0,5
5	11,66	7,00	0,5
10	14,70	10,04	0,5
30	21,43	16,77	0,5
60	35,76	31,10	0,5
120	67,62	62,96	0,5
180	104,38	99,72	0,5
190	105,44	100,78	0,1
270	104,85	100,19	0,1
271	108,01	103,35	0,5
280	120,84	116,18	0,5
291	136,21	131,55	0,5
292	109,38	104,72	0
295	110,25	105,59	0
326	109,43	104,77	0
351	108,53	103,87	0
411	107,91	103,25	0
1110	104,42	99,76	0
1290	109,37	101,11	0

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, realiza la correspondiente interpretación del ensayo de bombeo.

(Los partes, gráficos e interpretación más amplia del ensayo de bombeo se encuentran en el anejo A-4.)

## 11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos in situ de conductividad eléctrica, pH y temperatura; también se tomaron 3 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Muestra tomada a las 3 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 3140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 8,5.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 4,5 horas). (Conductividad: 2600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 8,27.)

De todas las muestras, se ha efectuado un ensayo físico – químico para su caracterización.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua SALOBRE de MINERALIZACIÓN MUY ALTA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en solución) se considera un agua DURA, y por su composición se clasifica como AGUA SULFATADA – SÓDICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano, excepto el amonio total, duplicando el valor de concentración máxima admisible en aguas subterráneas.

Respecto a los iones mayoritarios, se sobrepasan los valores de concentración máxima admisible establecida por la legislación vigente en cloruros, sulfatos y sodio. Estos valores son de 250 mg/l para los aniones y de 200 mg/l para los cationes.

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Muestra 1 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	316,98 mg/l	250,67 mg/l
Sulfatos	1038,0 mg/l	812,4 mg/l
Bicarbonatos	90,60 mg/l	140,8 mg/l
Carbonatos	7,22 mg/l	< 5 mg/l
Nitratos	< 1 mg/l	< 1 mg/l
Sodio	804,65 mg/l	622,83 mg/l
Magnesio	10,15 mg/l	7,82 mg/l
Calcio	37,88 mg/l	42,74 mg/l
Potasio	1,88 mg/l	1,87 mg/l
Nitritos	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Amonio	1,25 mg/l	0,97 mg/l
Boro	0,90 mg/l	0,80 mg/l
Fosfato	0,15 mg/l	0,42 mg/l
Anhídrido Silícico	1,37 mg/l	3,33 mg/l
Hierro	< 0,05 mg/l	0,10 mg/l
Manganeso	0,02 mg/l	< 0,02 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en la pedanía de Figuerola D´Orcau, dentro del término municipal de Isona, con el objeto de valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión a circulación inversa. El diámetro de la perforación es de 300 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 277 m. El acuífero atravesado está constituido por margas y margocalizas pertenecientes a las Facies Garum. Actualmente, el nivel estático se sitúa en torno a los 6 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, es inferior a 0,5 l/s.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua salobre de mineralización muy alta, dura, y se clasifica como sulfatada – sódica (según clasificación de Pípper).

## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PIEZÓMETRO: P – 09.303.05  
PROVINCIA: LÉRIDA  
MUNICIPIO: ISONA

Se visita el día 24 de enero de 2005. Se habla con el alcalde D. Antoni Grasa Fabrega y se le entrega un modelo de solicitud de disponibilidad de terrenos. Éste nos comenta que la única parcela municipal que no se encuentra arrendada en la zona que nos interesa es la parcela 19 del polígono 15 y nos da una fotocopia del catastro.

#### ACCESO

En el pk 46,800 de la C - 1412b, dirección Tremp, tomar una pista ancha a la izquierda de la carretera y continuar 700 m. El emplazamiento se sitúa a la derecha.

Las coordenadas son:

X: 333304

Y: 4666180

Z: 548 m

Polígono 15, parcela 19



#### PERFORACIÓN

El emplazamiento se ubica sobre las facies Garum que, a su vez, es el objetivo hidrogeológico. La profundidad de la perforación será de unos 220 m y se realizará a circulación inversa.

PEMISOS

Alcalde: D. Antoni Grasa Fabrega (está lunes y jueves)

Ajuntament d'Isona i Conca Dellà

Plaça del Bisbe Badia, 1

25650 – Isona (LLEIDA)

Teléfono: 973 66 40 08 – Fax: 973 66 42 28 (abierto todos los días de 8 – 15 h)

e-mai: [ajuntament@isona.ddl.net](mailto:ajuntament@isona.ddl.net)

**AJUNTAMENT D'ISONA I CONCA DELLA**  
 Plaça del Ebro Bandes, 1  
 Tel. 973 66 40 08 - Fax 973 66 42 28  
 e-mail: ajuntament@isona.cat  
 25650 ISONA



Josep Felip i Fillat, secretari interentor acaal, de l'Ajuntament d'Isona i Conca Dellà, comarca del Pallars Jussà,

Certifico:

Que la Corporació municipal en Ple en la sessió ordinària del dia 6 d'abril de 2005, entre altres adopta l'acord que literalment diu:

**Onzè.-** Aprovar, si'escau, de la sessió a la Confederació Hidrogràfica del Ebro d'un espai públic municipal per la instal·lació d'un piezòmetre.

**Plenari Ordinari: 11/06-04-05**  
**Expedient: 373/RO-18-05**

**Proposta d'alcaldia**



Altes que s'ha presentat per part de la Confederación Hidrogràfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente en aquest ajuntament una sol·licitud per la instal·lació d'un piezòmetre.

Altes que es considera adient la col·locació de l'esmentat equipament per tal de, d'acord amb el que assenyalat a la sol·licitud demanada per la CHE ja que la finalitat del mateix és la:

- a) Valoració dels aqüífers
- b) Determinar la qualitat química del recurs
- c) Mesurar mensualment ja profunditat a la que es troba el nivell de l'aigua en el sondieg.

Altes que es proposarà a la CHE que l'equipament s'ubiqui en un espai públic.

**Normativa d'aplicació**

Licet de Bases de règim local i text refós  
 Reglament de béns de les corporacions locals

**Proposta d'acord.-**

Primer.- Autoritzar a la CHE la instal·lació d'un Piezòmetre al municipi d'Isona i Conca Dellà, demanant la CHE doni informació a l'Ajuntament dels resultats de les anàlisis resultants de l'equipament. Instal·lació i ocupació per termini de trenta anys en el qual restarà situat el sondieg i l'arqueta de protecció. L'ocupació del sol serà d'1 m2 i l'extensió aproximada de 100 m2 per la construcció del mateix.

Segon.- Facultar l'alcaldia d'Isona i Conca Dellà el compliment del present acord i en especial per determinar el punt ( 1 m2) en el qual s'ha d'instal·lar el mateix.

*[Handwritten signature]*

**AJUNTAMENT D'ISONA I CONCA DELLA**  
 Plaça del Ebro Bandes, 1  
 Tel. 973 66 40 08 - Fax 973 66 42 28  
 e-mail: ajuntament@isona.cat  
 25650 ISONA



Confederación Hidrogràfica del Ebro  
 Sra. Teresa Carceller Layel  
 Paseo de Sagasta, 24-28  
 50071 Zaragoza

**AJUNTAMENT D'ISONA I CONCA DELLA**  
 (Lleida)  
 27 ABR. 2005  
 Entrada Sortida  
 Nº 250

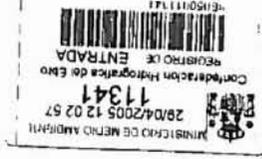
De acuerdo con su solicitud de fecha 31 de enero de 2005, referente a la disponibilidad de terrenos para la construcción y observación de un piezómetro, y según la conversación telefónica de ayer, se remite el acuerdo de autorización del Pleno de este Ayuntamiento

**Ayuntamiento,**



**Fdo. Antoni Grasa Fabrega**  
 El alcalde

Isona i Conca Dellà, 27 de abril de 2005





**Intervencions.**- Per part del Sr. Constante Aranda s'exposa el contingut de l'acord i en així com les qualitats químiques de l'aigua.  
Per part de secretaria es comunica al plenari que al ser una cessió cal una majoria absoluta del nombre legal de membres del consistori.

**Votació.**- Vota a favor el grup de CIU, (6 vots) i de un regidor del grup PM ( Sr. Miguel Abella) (1 vot)

S'absé el Regidor NA(Lvori) i un regidor del grup de PM ( Sr. Andreu Tartera) (1vot)

**Acord.**- L'Ajuntament d'Isona i Conca Dellà aprova i acorda per set vots a favor i dos abstencions, del total de membres del plenari ordinari presents en aquest acte i que es corresponen al total dels regidors de l'Ajuntament el següent acord:

**Primer.**- Autoritzar a la CHE la instal·lació d'un Piezometro al municipi d'Isona i Conca Dellà, demanant la CHE doni informació a l'Ajuntament dels resultats de les anàlitzes resultants del equipament. Instal·lació i ocupació per termini de trenta anys en el qual restarà situat el sondatge i l'arqueta de protecció. L'ocupació del sol serà d'1 m2 i l'extensió aproximada de 100 m2 per la construcció del mateix.

**Segon.**- Facultar l'alcalde d'Isona i Conca Dellà el compliment del present acord i en especial per determinar el punt exacte ( 1 m2) en el qual s'ha d'instal·lar el mateix.

I perquè consti als actes que disposen els articles 56.1 de la Llei 7/85, de 2 d'abril, 196.1 del Reial Decret, 2568/86, de 28 de novembre i 11.1 del Decret 361/86, de 4 de desembre, del Departament de Governació de la Generalitat, lliuro la present, (amb l'advertència de l'art. 206 del R.O.F.R.U) d'ordre i amb el vist-i-plau de l'alcalde, a Isona i Conca Dellà, el 20 d'abril de 2005.

**Vist i plau**  
l'alcalde

# **ANEJO 1**

## **INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 09/07/06	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> Isona-Figuerola d'Orcau
	<b>PROF.:</b> 6 m
<b>PERFORACIÓN</b>	
<b>INICIO:</b> 09/07/06	<b>SISTEMA:</b> CIRCULACION INVERSA
<b>DIAMETRO:</b> 500 Y 300 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 1-2 m/hora (con 500 mm)	

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

#### **Características de la máquina de perforación:**

Nueva sonda de perforación en obra: equipo 4 de CIRCULACION INVERSA de SACYR MICROTEC. (SEGOQUI 1900 sobre camión).

#### **Actividades realizadas:**

La máquina llegó a la obra a última hora del viernes. Se colocó en la parcela prevista en el replanteo. Por la mañana se inició su posicionamiento y el levantamiento y nivelación de la torre de perforación.

En el momento del inicio de la visita (11:30 horas), no se ha empezado todavía a perforar; se está preparando la herramienta para la realización del emboquille (sonda helicoidal con expansiones laterales que garantizan un diámetro de perforación de 450-500 mm).

Una pala mixta empieza a excavar la balsa de detritus; ante la dureza de la capa superficial de margas, después de mediodía la misma máquina regresa a la obra provista de un martillo rompedor para continuar con la excavación.

Por la tarde se trae una cuba de agua para facilitar el avance con la sonda helicoidal.

#### **Estado de la perforación:**

A las 12:30 horas comienza la perforación sobre margas muy duras del Paleoceno (facies Garum); se decide realizar un emboquille de unos 6 metros de longitud que se perforará con diámetro 500 mm y se revestirá con tubería ciega de 400 mm.

A las 17:30 h, casi se han alcanzado los 6 metros de profundidad; ante la lentitud del avance de la perforación, el oficial sondista comenta repetidamente que "este pozo se tenía que haber hecho a rotoperCUSión".

#### **Características hidrogeológicas:**

No está previsto cortar ningún nivel aportante hasta alcanzar las areniscas de Areny

### Reconocimiento de las muestras obtenidas:

Hasta el momento, sólo se han atravesado 6 metros de margas arcillosas muy duras. Dado que se trata de un equipo nuevo de perforación, se recuerda a la empresa constructora que se deben seguir recogiendo muestras de ripio de perforación cada metro.



Emplazamiento de la máquina y pala mixta excavando la balsa.





Detalle de taladro perforado por la sonda helicoidal.



Vista de la tubería utilizada en la circulación inversa



Tricono previsto para perforar en niveles duros.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

<b>FECHA:</b> 10 y 11 de julio de 2006	<b>Nº</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> Figuerola de Orcau - Isona (Lerida)	<b>PROF.:</b> 5 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 9-7-2006	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 315 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC.

**Profundidad alcanzada:**

Al comienzo de la visita, a las 13:30 del 10-6-2006, se han perforado 5 metros de emboquille con una barrena helicoidal.

**Estado de la perforación**

Se ha colocado una trialeta como cabeza de perforación y se esta procediendo a realizar la balsa de lodos que por la presencia de un nivel de roca a 1 m de profundidad se debe realizar con una máquina mixta mediante martillo percutor.

A las 19:00 del 10-7-2006 se ha finalizado la balsa y se procede a su llenado.

Durante el 11-7-2006 hasta las 17:00 por una avería en un manguito hidráulico no ha avanzado nada la perforación

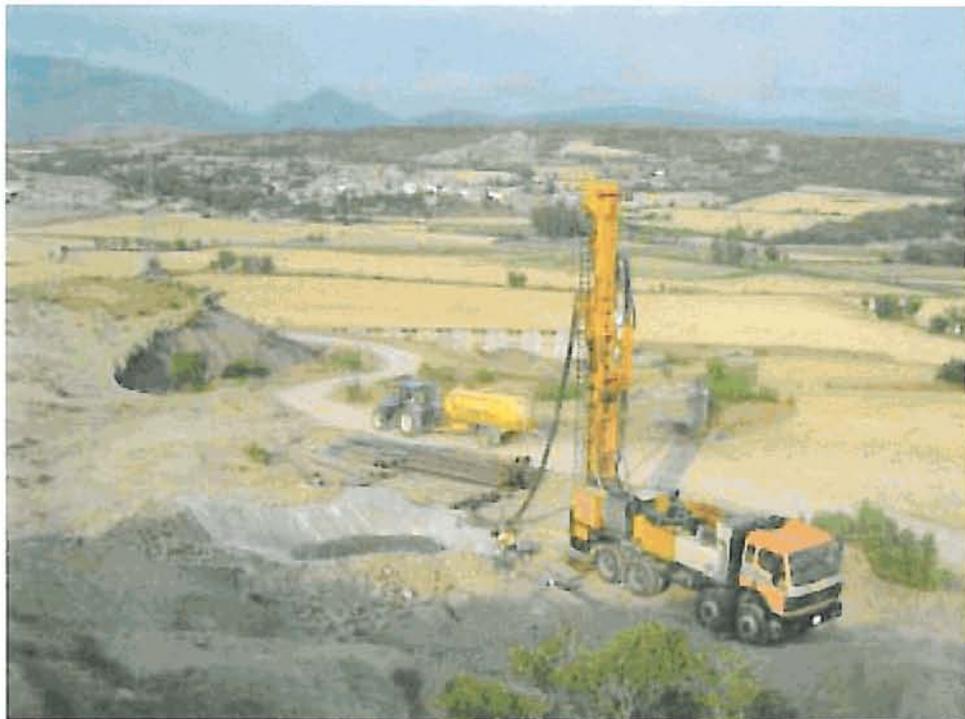
Fdo.: Jesus Serrano Morata



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Trialeta de perforación



Sondeo de Figuerola preparado para perforar a circulación inversa



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 18 de julio de 2006	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> ISONA	<b>PROF.:</b> 30 m
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 9/07/06 <b>DIAMETRO:</b> 315 mm	<b>SISTEMA:</b> CIRCULACIÓN INVERSA	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

#### **Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

#### **Profundidad alcanzada:**

A las 14 horas se llevan perforados 30 m.

#### **Estado de la perforación:**

Durante el tiempo que ha estado estropeado el compresor ha llovido mucho y el agua ha arrastrado mucho material suelto, tapando incluso la cabeza del sondeo. Primero, se ha retirado todo este material.

Por debajo de los 24 m (areniscas) aparecen materiales más blandos. En el contacto se observa que se pierde el agua de perforación. Las areniscas se han perforado con tricono y los materiales más blandos con la trialeta. En ese momento se están reperforando las areniscas con la barrena helicoidal para poder introducir la tubería auxiliar.

#### **Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

La asistencia técnica realiza la siguiente descripción de las muestra obtenidas hasta el momento:

De 0 m a 7 m: Margas rojizas muy duras con intercalaciones areniscosas.

De 7 m a 9 m: Conglomerados calcáreo rojizo

De 9 m a 21 m: Margas rojas



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



De 21 m a 24 m: Areniscas grises

**Observaciones:**

Esta a. t. indica que la balsa de lodos ha de estar perfectamente balizada todo el tiempo.

Fdo.: Elena Gómez





**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net





**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 22/07/06	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> Isona Figuerola (Lleida).
	<b>PROF.:</b> 49 m
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>	
<b>INICIO:</b> 9/07/06	<b>SISTEMA:</b> ROTACION A CIRCULACION INVERSA
<b>DIAMETRO:</b> 500 y 300 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 6-8 m/hora (con 300 mm).	

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

#### **Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

#### **Profundidad alcanzada:**

A las 11:30 horas se vuelve a profundizar por debajo de los 24 metros.

A las 19:00 horas, se llevan perforados 49 metros.

#### **Estado de la perforación:**

Ayer 21 de julio, se hormigonó alrededor del tubo que comunica la balsa de lodos y la perforación para así garantizar que no se producen pérdidas de agua en esta zona.

También se hormigonaron los 4 primeros metros del emboquille realizado.

Al día siguiente se reperforman los restos de hormigón caídos en el fondo del taladro y el sondeo queda listo para continuar bajando a partir de las 11:30 horas.

Se perfora con trialeta sobre margas “versicolores” aunque se debe complementar con el tricono en las zonas donde estas litologías son más duras.

#### **Características hidrogeológicas:**

No se ha atravesado ningún nivel aportante ni zonas con humedades hasta el momento.

#### **Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

Se adjunta la columna atravesada hasta el momento desde el principio de la perforación:

De 0 m a 7 m: Margas rojizas muy duras con intercalaciones areniscosas.

De 7 m a 9 m: Conglomerado calcáreo rojizo.

De 9 a 21 m: Margas rojizas.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



De 21m a 47 m: Margas gris verdosas.

De 47 a 49 m: Margas rojizas.



Colocación de varillaje y recogida de muestra durante la perforación





**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Detalle de las muestras de margas extraídas entre los metros 44 y 49.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA:** 24 de julio de 2006

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.303.05

**POBLACIÓN:** ISONA (Figuerola)

**PROF.:** 114 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 9/07/06

**SISTEMA:** CIRCULACIÓN INVERSA

**DIAMETRO:** 500 y 300 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 4 m /h

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

A las 17:30 horas se llevan perforados 114 m.

**Estado de la perforación:**

El domingo se cambió la trialeta por el tricono ya que las margas atravesadas son muy duras. Desde entonces se lleva perforando con esta herramienta.

Como la balsa de lodos estaba llena, hoy lunes se ha vaciado.

**Características hidrogeológicas:**

El sondista cree que a los 85 m de profundidad podría haber atravesado algún nivel colgado. Todavía no se ha tocado agua claramente.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

Columna atravesada desde el comienzo de la perforación:

De 0 m a 7 m: Margas rojizas muy duras con intercalaciones areniscosas.

De 7 m a 9 m: Conglomerados calcáreo rojizo

De 9 m a 21 m: Margas rojas

De 21 m a 47 m: Margas gris – verdosas.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



- De 47 m a 52 m: Margas rojizas.
- De 52 m a 87 m: Margas amarillentas.
- De 87 m a 90 m: Margas rojizas.
- De 90 m a 96 m: Margas anaranjadas.
- De 96 m a 101 m: Margas arcillosas rojizas.
- De 101 m a 103 m: Margas amarillentas.
- De 103 m a 107 m: Margas arcillosas grises.
- De 107 m a 111 m: Margas gris – amarillentas.
- De 111 m a 114 m: Calcarenitas grises.

Fdo.: Elena Gómez



Perforación y balsa ya limpia



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA:** 25/7/2006

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.303.05 **POBLACIÓN:** Figuerola D'Orcao **PROF.:** 150 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 9-7-2006

**SISTEMA:** Rotación con circulación inversa

**DIAMETRO:** 300 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 24 – 30 m/h.

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC Equipo de Rotación a Circulación Inversa

**Estado de la obra**

Se esta perforando el sondeo con diámetro de perforación de 300 mm.

**Profundidad alcanzada:**

A las 11:45 del 25-7-06 se llevan perforados 134 m.

A las 17:00 la profundidad alcanzada es de 150 m.

**Columna litológica**

La columna de materiales atravesados continua con desde el parte del día de ayer de la manera que sigue:

:

De 111 m a 118 m: Margas amarillentas y calizas margosas.

De 118 m a 126 m: Margas y margas calcáreas de color rojo vino y calizas margosas grises.

De 126 m a 133 m: Margas amarillentas a techo y grises a muro con calizas margosas grises.

De 133 m a 145 m: Margas amarillentas y ocasionalmente rojo vino (metros 134, 140 y del 143 a 145) con calizas margosas.

De 145 m a 150 m: Margas amarillentas y calizas margosas grises. .



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Todo parece indicar que se siguen perforando las facies Garum y por tanto que no se ha alcanzado el acuífero constituido por las Areniscas de Areny.

### **Características hidrogeológicas**

No se ha registrado aporte de agua al sondeo.

JESÚS SERRANO MORATA



Figuerola en 150 m



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Muestras Figuerola hasta 150 m



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

<b>FECHA:</b> 26 de julio de 2006	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> ISONA (Figuerola)	<b>PROF.:</b> 195 m
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 9/07/06	<b>SISTEMA:</b> CIRCULACIÓN INVERSA	
<b>DIAMETRO:</b> 500 y 300 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 4 m /h		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

A las 13:30 horas se llevaban 176 m perforados. A las 20:30 horas se habla con la constructora, que informa que se la perforación está en 195 m.

**Estado de la perforación:**

Se está perforando el sondeo con diámetro de 300 mm.

**Características hidrogeológicas:**

Todavía no se ha registrado un claro aporte de agua en el sondeo.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

Columna atravesada desde el comienzo de la perforación:

De 0 m a 7 m: Margas rojizas muy duras con intercalaciones areniscosas.

De 7 m a 9 m: Conglomerados calcáreo rojizo

De 9 m a 21 m: Margas rojas

De 21 m a 47 m: Margas gris – verdosas.

De 47 m a 52 m: Margas rojizas.

De 52 m a 87 m: Margas amarillentas.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



De 87 m a 90 m: Margas rojizas.

De 90 m a 96 m: Margas anaranjadas.

De 96 m a 101 m: Margas arcillosas rojizas.

De 101 m a 103 m: Margas amarillentas.

De 103 m a 107 m: Margas arcillosas grises.

De 107 m a 111 m: Margas gris – amarillentas.

De 111 m a 118 m: Margas amarillentas y calizas margosas.

De 118 m a 126 m: Margas y margas calcáreas de color rojo vino y calizas margosas grises.

De 126 m a 133 m: Margas amarillentas a techo y grises a muro con calizas margosas grises.

De 133 m a 145 m: Margas amarillentas y ocasionalmente rojo vino (metros 134, 140 y del 143 a 145) con calizas margosas.

De 145 m a 150 m: Margas amarillentas y calizas margosas grises.

De 150 m a 156 m: Margas grises y calizas margosas.

De 156 m a 160 m: Margas amarillentas.

De 160 m a 176 m: Margas y margocalizas grises.

Hasta los 195 m de profundidad, la columna sigue estando constituida por margas versicolores (facies Garum). Todavía no se ha alcanzado el acuífero previsto, constituido por las Areniscas de Areny.

Fdo.: Elena Gómez



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Últimas muestras recogidas



Varilla de 175 a 181 m de profundidad



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA:** 27/07/06

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.303.05

**POBLACIÓN:** Isona Figuerola (Lleida).

**PROF.:** 220 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 9/07/06

**SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA

**DIAMETRO:** 300 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 3-5 m/hora (con 300 mm).

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

Al inicio de la jornada, se llevan perforados 196 m..

A las 19:30 horas, momento en el que esta a.t. finaliza su visita, se llevan perforados 220 metros y no se han atravesado las areniscas de Areny.

**Estado de la perforación:**

Se está perforando con tricono sobre unas margo calizas gris-verdosas bastante duras con intercalaciones de margas arcillosas rojizas más blandas

**Características hidrogeológicas:**

No se ha atravesado ningún nivel aportante ni zonas con humedades hasta el momento.

Ayer jueves, se comprobó el valor indicado por el sondeo surgente de Isona, dando un valor de 0,8 kg/cm<sup>2</sup>. La cota de este pozo es la 610 m y la del que está en perforación, la 548 m.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

Se adjunta la descripción de la columna de lo perforado durante el realizada junto con Carmen Gómez:

De 196 a 210 m. Margo caliza gris verdosa bastante dura.

De 210 a 213 m. Marga arcillosa rojiza más blanda.

De 213 a 220 m. Margo caliza gris verdosa



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



## **HORMIGONADO DE LA ZONA SUPERIOR DEL PIEZOMETRO.**

Dado que el sondeo se comportará como surgente, entre otras tareas, como la de colocar manómetro y cierre surgente en la embocadura, se acuerda con la constructora hormigonar los primeros 15 metros entre la tubería de 500 y la de 180 mm para garantizar el buen funcionamiento del piezómetro.

Este hormigonado debe ser considerado como especial puesto que, es posible, que se deba realizar con agua. Por este motivo, las precauciones a tomar serán las siguientes (ya acordadas con SACYR-MICROTEC):

Preparación de bomba de achique para deprimir el nivel del agua durante el hormigonado.

Colocación de un aro exterior a la tubería de 180 mm para facilitar el apoyo del hormigón en la base.

Preparación de hormigón en planta ( unos 3 m<sup>3</sup>), con un tamaño máximo de árido de 12 mm para evitar segregaciones, contenido en cemento, mínimo de 350 kg / m<sup>3</sup>, cemento SR-MR (sulforresistente), la planta garantizará el fraguado del hormigón bajo el agua.

Ayer jueves, Carmen Gómez contactó con la planta más próxima PROMSA. Hoy hemos continuado las gestiones; la planta comunica que puede fabricar este hormigón pero que cierra el viernes a las 17:00 por lo que el hormigonado, que será la última tarea a realizar, se efectuará como mínimo, el lunes 31 de julio.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

<b>FECHA:</b> 28/7/2006	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> Figuerola D'Orcao	<b>PROF.:</b> 229 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 9-7-2006	<b>SISTEMA:</b> Rotación con circulación inversa	
<b>DIAMETRO:</b> 300 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 4 m/h.		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC Equipo de Rotación a Circulación Inversa

**Estado de la obra**

Se está cambiando el varillaje de los primeros metros de la sarta para poder continuar con la perforación de 300 mm.

**Profundidad alcanzada:**

A las 12:30 del 28-7-06 se llevan perforados 229 m.

A las 17:00 la profundidad alcanzada sigue siendo de 229 m.

En contacto con la Directora de la Obra Teresa Carceller y con el Jefe de Obra Sergio Yeste se decide continuar la perforación hasta un máximo de 300 m.

El 29-7-06 a las 19:00 y por vía telefónica Carmen Gómez me indica que ya se ha introducido la nueva columna de varillaje y que por el hundimiento de 24 m del sondeo se está procediendo a su limpieza para continuar con la perforación.

**Columna litológica**

No se ha detectado ningún cambio apreciable en los materiales atravesados.

Todo parece indicar que se siguen perforando las facies Garum y por tanto que no se ha alcanzado el acuífero constituido por las Areniscas de Areny.

**Características hidrogeológicas**

Aunque con este método de perforación es bastante difícil detectar aportes de agua al sondeo no parece haberse detectado ninguno. Únicamente a los 85 m según el sondista pareció detectarse alguna fuga de agua.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Se comprueba mediante GPS que el sondeo se encuentra 45 m por debajo del pozo de Conques y a una distancia de 2,7 km al Este. En este pozo el paso a las Areniscas de Areny se localizó a los 60 m de profundidad.

Durante la perforación el pozo de Conques tiene una presión de aproximadamente 1 kg/cm<sup>2</sup> por lo que el nivel se encuentra a unos 10 m por encima de la superficie. Como nuestro sondeo está por debajo la presión debería ser todavía más elevada.

JESÚS SERRANO MORATA



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA:** 30/7/2006

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.303.05 **POBLACIÓN:** Figuerola D'Orcao **PROF.:** 256 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 9-7-2006

**SISTEMA:** Rotación con circulación inversa

**DIAMETRO:** 300 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 4 m/h.

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC Equipo de Rotación a Circulación Inversa

**Estado de la obra**

Se ha cambiando el varillaje de los primeros metros de la sarta para continuar con la perforación de 300 mm.

**Profundidad alcanzada:**

A las 13:30 del 30-7-06 se llevan perforados 245 m.

A las 19:00 la profundidad alcanzada es de 256 m.

**Columna litológica**

No se ha detectado ningún cambio apreciable en los materiales atravesados.

Todo parece indicar que se siguen perforando las facies Garum y por tanto que no se ha alcanzado el acuífero constituido por las Areniscas de Areny.

**Características hidrogeológicas**

Lo único destacable es que por indicación del sondista el nivel del agua en el pozo al dejar de perforar desciende a unos 5 m de profundidad y se estabiliza.

JESÚS SERRANO MORATA



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA:** 31/07/06

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.303.05

**POBLACIÓN:** Isona Figuerola (Lleida).

**PROF.:** 277 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 9/07/06

**SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA

**DIAMETRO:** 300 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 4 m/hora (con 300 mm).

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

Al inicio de la jornada, se llevan perforados 259 m. Las primeras labores son limpiar los metros finales que se han derrumbado..

A las 18:30 horas y con 277 metros perforados, se rompen dos de los cuatro tornillos que sujetan la cabeza de perforación por lo que es imposible seguir con la perforación.

**Estado de la perforación:**

Se está perforando con tricono sobre margas arcillosas rojizas y verdosas pertenecientes a las facies Garum.

Dada la imposibilidad de reparación de la avería por los sondistas, el jefe de obra se pone en contacto con Talleres Segovia, fabricantes de la sonda, los cuales le comunican que la rotura de estos dos tornillos puede suponer un daño mayor dentro de los rodamientos interiores de la cabeza de perforación. El técnico para reparar la avería no llegaría a la obra, como mínimo, a los 3 o 4 días y no garantiza que se pueda reparar in situ.

La máquina, aunque no puede perforar, si que puede extraer el varillaje y realizar la entubación.

Ante esta circunstancia, nos ponemos en contacto con la Dirección de Obra dado que si el pozo se deja sin varillaje durante varios días, se derrumbará, de la misma manera que lo está haciendo estos últimos días.

Aunque no se han alcanzado las areniscas de Areny, si que se ha conseguido tener nivel en el piezómetro por lo que se da por finalizada la perforación.

Se comunica al jefe de obra que se debe realizar la terminación del pozo con el supuesto de que se comporte en un futuro como surgente (se hormigonarán los veinte primeros metros entre las tuberías de 300 y 180 y se dispondrá del cierre surgente ya efectuado en otros piezómetros).

Está previsto que la testificación se realice en la tarde del 1 de agosto.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 - ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



### **Características hidrogeológicas:**

Después de realizar la testificación geofísica que determinará el número de zonas aportantes, se deberán tomar varias medidas diarias de nivel mientras se termina el piezómetro para caracterizar la recuperación del nivel.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

<b>FECHA:</b> 1/8/2006	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05 <b>POBLACIÓN:</b> ICONA - Figuerola <b>PROF.:</b> 277 m	
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 9/7/2006 <b>SISTEMA:</b> ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA <b>DIAMETRO:</b> 300 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>	

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC (Equipo de circulación inversa.

**Profundidad alcanzada:** Se han perforado 277.

**Características hidrogeológicas**

Durante la perforación al trabajar con el sondeo lleno de agua los sondistas indican que no detectan aportes al pozo. Se les sugiere la posibilidad de detener el aporte de agua desde la balsa, vaciar el pozo y observar la recuperación del nivel del pozo para al menos estimar las entradas al pozo pero no lo ven viable y no se hace.

Me parece interesante negociar entre todas las partes algún tipo de prueba a realizar tras las perforaciones con este método , o incluso en algún momento de la perforación, para estimar el caudal aportado por el sondeo ya que de lo contrario vamos un poco a ciegas.

**Testificación geofísica**

A las 20:30 del 1/8/06 se realiza la testificación geofísica con las sondas habituales y finaliza a las 23:45. De un primer análisis se deduce lo siguiente:

- El sondeo está llena de agua por el aporte desde la balsa.
- Se registran unas zonas de incremento de resistividad, disminución de gamma y potencial espontáneo en torno a los 112 m. Parece un claro tramo de aporte de agua.
- Entre 28 y 34 m se registra una zona con fuertes variaciones de resistividad.
- A 232 m se registra un incremento de resistividad con una ligera disminución de potencial espontaneo. Podría ser otro tramo de aporte pero mucho más dudoso.
- La sonda alcanza los 280 m de profundidad.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



- La desviación es de aproximadamente 0,5 m en el metro 110 hacia el N. Por debajo no se registra verticalidad por avería de la sonda.

### **Entubación**

Con toda la información disponible se propone realizar la siguiente entubación definitiva:

- De 0 m a 109 m: tubería ciega de 180 mm de diámetro y espesor de 4 mm.
- De 109 m a 115 m: filtro de puentecillo.
- De 115 m a 229 m: tubería ciega de 180 mm.
- De 229 m a 235 m: filtro de puentecillo (este tramo de aporte no es muy claro pero se coloca puentecillo para no dejar aislado el sondeo en la parte baja).
- De 229 m a 247 m: tubería ciega de 180 mm

En las últimas paradas realizadas durante la perforación se detectó el derrumbe de al menos 25 m de sondeo. Por ello se define una entubación hasta los 247 m (30 m menos de lo perforado) en previsión de que no se pueda bajar la tubería por debajo de esa profundidad y ya que no se ha detectado aporte alguna con la testificación geofísica.

Se comunica al sondista que como siempre la tubería definitiva de 180 mm se debe colgar soldándola al emboquille.

JESÚS SERRANO MORATA



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Testificación Figuerola



Testificación Figuerola



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

<b>FECHA:</b> 2-3/08/06	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.05	<b>POBLACIÓN:</b> Isona Figuerola (Lleida).	<b>PROF.:</b> 277 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 9/07/06	<b>SISTEMA:</b> ROTACION A CIRCULACION INVERSA	
<b>DIAMETRO:</b> 300 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

*(Litologías, entubaciones, tramos filtrantes, niveles de agua, fósil)*

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

**Estado de la perforación:**

Por la mañana se empieza a entubar según el esquema constructivo diseñado tras la testificación geofísica. Se coloca en el tubo inferior un cierre para evitar la entrada de material del fondo sin entubar.

El proceso termina por la tarde finalizándolo con el colgado de la tubería de 180 mm sobre la del emboquille. A continuación se empieza a verter la gravilla silíceas para el empaque de grava; se termina a las 10:30 horas del día 3.

Debido a que parte de la gravilla se ha depositado por debajo del metro 247, sin entubar debido a los desprendimientos de la zona, no se alcanza el objetivo previsto de engravillar hasta 20-25 metros de la superficie quedándonos a unos 55 metros. Como ya se ha engravillado la zona filtrante, situada a 105 metros, se decide engravillar con gravilla calcárea subredondeada de tamaño 12-6 mm. El resto de los metros que queden sin este revestimiento, se hormigonarán según lo previsto.

**Características hidrogeológicas:**

Después de la entubación el nivel se ha quedado a 4 metros. Tras el engravillado, se queda a sólo 0.30 m aunque este valor se validará cuando se establezca el nivel sin las influencias de las labores de perforación.

**Otras actividades:**

El día 3 se desmonta la instalación de sondeo y se empieza a recoger el material para realizar el hormigonado del anular y terminar el turno.

Se comprueba que la bomba existente en la obra y necesaria para deprimir el nivel del pozo y poder hormigonar desde la gravilla hasta la superficie, no es la adecuada para este cometido por lo que se comunica a la empresa constructora que el hormigonado no se puede realizar mientras no exista el equipo adecuado.

En el día de ayer, se trajo a la obra el accesorio para controlar la posible surgencia que se colocará en la arqueta y se recuerda, delante del oficial sondista, el proceso constructivo de la arqueta para ajustarla  
Por la tarde se vierten 15 Tm de gravilla 6-12 ,según lo previsto y se quedan 10 metros hasta la superficie que se hormigonarán según el proceso ya previsto.



Soldadura de tramo ciego por encima del tramo filtrante.



Proceso de engravillado



Detalle del solape realizado para colgar la tubería de 180 mm.



Vista de la pieza que se colocará la semana que viene, para controlar la surgencia.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**

CÓDIGO IPA: 3312-3-0037  
CÓDIGO MMA: 09-303-05

MUNICIPIO: ISONA-FIGUEROLA D'ORCAU  
PROVINCIA: LLEIDA

HOJA N° 3312

COORDENADAS UTM  
HUSO 30  
333304  
4669780  
548

PRECISIÓN (X,Y)  
PRECISIÓN Z:  
GPS  
GPS

FECHA INICIO: 08/07/2005  
FECHA FINAL: 31/07/2005  
AUTOR FICHA: Javier F. Ibañeta Larrens

ALCANTARILLA (m)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAL	SEMIOBSCURE	POROSIDAD			DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. ORONO	
				U. 100	U. 50	U. 20	U. 10	U. 5			U. 2	U. 1	U. 0.5						U. 0.2
1.5	500 mm 300 mm	0-21	Lutitas rojas con escasas areniscas pardo amarillentas de grano muy fino. Estas últimas gradan a limolitas por tamaño de grano. Las limolitas se encuentran muy compactadas, con frecuentes decoloraciones y zonas versicolores muy llamativas. Hay limo de cuarzo poco trabajado, pero bien clasificado. Se reconocen fragmentos líticos y cemento carbonatado. Entre los metros 7 y 9 se corta un nivel de conglomerados con cantos carbonatados y calcareníticos. A partir de este nivel, las limolitas están menos compactadas y aparecen más lutitas.													1			
	310 mm 120 mm	21-25	Areniscas grises de grano fino, con granos de cuarzo y líticos, con intercalaciones de lutitas versicolores. Las lutitas presentan decoloraciones y tonos abigarrados.													2			
		25-47	Limolitas y lutitas rojas. Las limolitas de tonos rojizos se concentran hacia la parte superior del tramo y se encuentran muy compactadas. Las lutitas son versicolores (rojo-gris-amarillo) y no están tan compactadas.													3			
7		47-110	Limolitas versicolores, con lutitas/margas rojas, amarillentas y grises. Domina esta segunda litología, si bien en esta se intercalan niveles de limolitas o margocalizas, de grano muy fino, muy compactados y con aspecto bastante lajoso. A lo largo del tramo se observan pequeños filoncillos rellenos de calcita. Dominan los tonos rojos sobre los demás, pero se van alternando sin una ordenación aparente. En torno al metro 85, se detecta aporte de agua, aunque debido a este sistema de perforación es difícil precisar caudal y posición exacta del aporte. No obstante de los ensayos de bombeo se deduce que no es un aporte importante.													4			
4		110-114	Areniscas de grano muy fino, poco cementadas, de tonos amarillentos con limolitas lajas compactadas. Tramo en general aportante de agua.													5			
		114-156	Lutitas, margas y calizas margosas/margocalizas. Todas ellas presentan colores variables, en tonos grises, amarillos y rojizos. Las tres litologías se van alternando, sin un dominio claro de una de ellas. Las litologías más duras, presentan un aspecto algo lajoso y aparentemente son azoicas. Presentan parches de decoloración puntual que pueden tener una cierta relación con el desarrollo de horizontes edáficos.													6			
24		156-213	Margocalizas / calizas margosas con lutitas. De manera puntual entre los metros 190-195 se reconocen posibles dolomías de grano fino de tonalidades pardas. La litología dura (margocalizas/calizas margosas) es la dominante en el tramo. Presentan tonalidades versicolores, con zonas de decoloración puntual, que posiblemente se relacionen con el desarrollo de paleosuelos. Las lutitas presentan tonalidades variables igualmente entre grises-amarillas-rojas. Los últimos 3 metros del tramo están constituidos por margas grisáceas bastante plásticas.													7			
4		213-250	Margas y lutitas versicolores, con intercalaciones de calizas margosas más abundantes hacia la parte inferior del tramo. Las lutitas presentan el ya clásico aspecto versicolor de otros tramos del Garumn, si bien dominan los colores rojos sobre los demás. Las calizas margosas presentan algo de limo de cuarzo, aunque el resto de sus componentes no pueden ser determinados mediante lupa binocular. Entre los metros 231 y 233 según los partes de trabajo, se detecta en la geofísica una zona que podría corresponder a un pequeño intervalo aportante de agua.													8			
4		250-280	Lutitas versicolores y escasas limolitas de colores rojo y grs. Las limolitas se concentran en torno al metro 260. Las lutitas presentan decoloraciones de modo puntual.													9			

Fm. Tremp (Fcs. Garumn)  
Paleoceno (Danienense?)



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

## INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 3312-3-0037  
(P-09.303.05)**

**ISONA-FIGUEROLA D'ORCAU (LLEIDA)**

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4º C  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX : 976 553358



## ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Isona (LLeida) 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 "Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro" del IGME.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotación con circulación inversa con recuperación de "ripios" de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 12 m de profundidad, perforado con un diámetro de 500 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 268 m restantes se perforaron a 310 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 109 m tubería ciega. De 109 m a 115 m filtro de puentecillo. De 115 m a 229 m tubería ciega. De 229 m a 235 m filtro de puentecillo. De 235 m a 247 m tubería ciega. No se entubó desde el metro 247 hasta el 280 por problemas de derrumbes.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos "ripios" recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica 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 cuyo código de identificación es 3312-3-0037 (P-09.303.05) se localiza en el término municipal de Isona (Lleida). Para acceder al piezómetro, en el pk 46,800 de la C - 1412b, dirección Tremp, tomar una pista ancha a la izquierda de la carretera y continuar 700 m. El emplazamiento se sitúa a la derecha. Las coordenadas son: X: 333304, Y: 4666180, Z: 548 m (Fig.1).

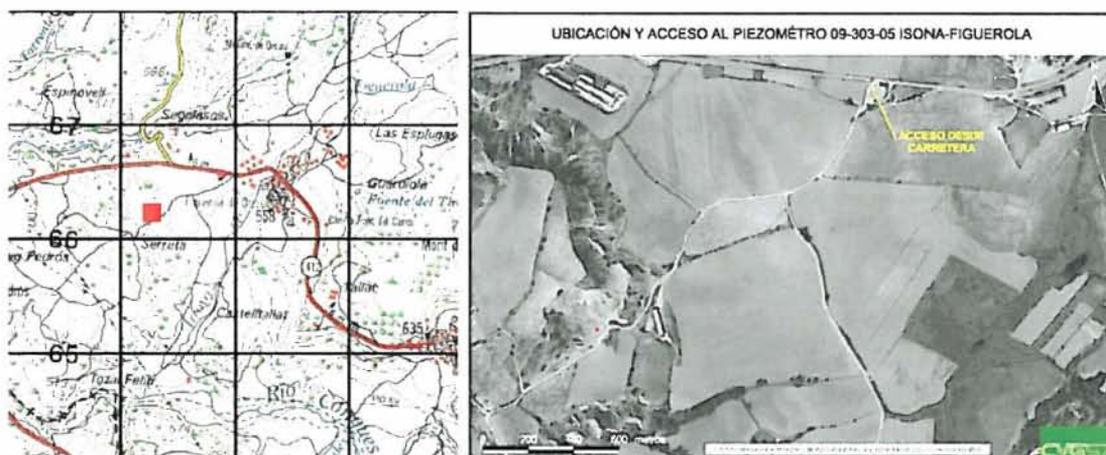


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Espaciado de la cuadrícula, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Paleoceno que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro. Se corresponden con las unidades 47 a 52 de la vecina Hoja MAGNA nº 252 (Trem) de edad Cretácico Superior (Maastrichtiense)-Paleoceno, y que se engloban bajo la denominación general de Facies Garumn.

El sondeo de Isona-Figuerola de Orcau se encuentra en el flanco Norte del denominado Sinclinario de Tremp, próximo al contacto con la lámina cabalgante que viene desde el Norte, de modo que es un sinclinal de gran radio, de bloque inferior, clásico dentro del esquema pirenaico. Dentro de esta estructura mayor, destacan los vastos afloramientos de la Fm. Tremp (facies Garumn) que son en las que esta emboquillado el sondeo. Los buzamientos en la zona donde se encuentra emboquillado el piezómetro se encuentran próximos a la horizontal.

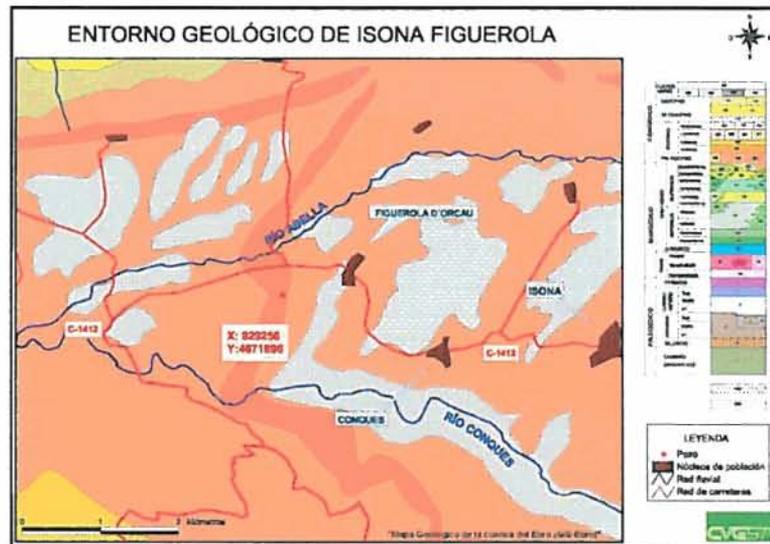


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Cuenca del Ebro. GIS-Ebro.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado sobre materiales de naturaleza lutítico-margosa, típica de las Facies Garumn que se define formalmente en esta zona como Fm. Tremp (Mey, 1968). Estos materiales son los que el sondeo va a atravesar a lo largo de sus 280 metros. La edad de esta unidad es difícil de estimar con precisión, pero se desarrolla entre el Maastrichtiense y el Paleoceno. Es bastante probable que la edad de los materiales cortados en este sondeo sea en su totalidad Paleoceno.

Las sucesiones del Garumn son muy monótonas y es difícil poder precisar en que parte del mismo se desarrolla en sondeo. No obstante, dada la escasez de areniscas y litologías competentes, se puede pensar que el sondeo corta la parte media de esta unidad, que se caracteriza por vastas sucesiones de materiales pelíticos, con evidencias de paleosuelos. Es lo que se denomina tramo de St. Sebastián. Esta parte de la Fm. Tremp, está datada como Daniense (Ullastre y Masriera, 1998).

No obstante, recalcar que esta atribución se realiza de modo tentativo y debe ser usada con las precauciones debidas a las asunciones realizadas.



## *COLUMNA LITOLÓGICA.*

### **TRAMO 1**

0-21 m. Lutitas rojas, con escasas areniscas pardo amarillentas de grano muy fino. Estas últimas gradan a limolitas por tamaño de grano. Las limolitas se encuentran muy compactadas, con frecuentes decoloraciones y zonas versicolores muy llamativas. Hay limo de cuarzo poco trabajado, pero bien clasificado. Se reconocen fragmentos líticos y cemento carbonatado. Entre los metros 7 y 9 se corta un nivel de conglomerados, con cantos carbonatados y calcareníticos. A partir de este nivel, las limolitas están menos compactadas y aparecen más lutitas.

### **TRAMO 2**

21-25 m. Areniscas grises de grano fino, con granos de cuarzo y líticos, con intercalaciones de lutitas versicolores. Al igual que en el tramo anterior, las lutitas presentan decoloraciones y tonos abigarrados.

### **TRAMO 3**

25-47 m. Limolitas y lutitas rojas. Las limolitas de tonos rojizos se concentran hacia la parte superior del tramo y se encuentran muy compactadas. Las lutitas son versicolores (rojo-gris-amarillo) y no están tan compactadas.

### **TRAMO 4**

47-110 m. Limolitas versicolores, con lutitas/margas rojas, amarillentas y grises. Domina esta segunda litología, si bien en esta se intercalan niveles de limolitas o margocalizas, de grano muy fino, muy compactados y con aspecto bastante lajoso.

A lo largo del tramo se observan pequeños filoncillos rellenos de calcita. Dominan los tonos rojos sobre los demás, pero se van alternando sin una ordenación aparente.

En torno al metro 85, se detecta aporte de agua, aunque debido a este sistema de perforación es difícil precisar caudal y posición exacta del aporte. No obstante de los ensayos de bombeo se deduce que no es un aporte importante.



### **TRAMO 5**

110-114 m. Areniscas de grano muy fino, poco cementadas, de tonos amarillentos con limolitas lajosas compactadas. De los datos deducidos por la geofísica, se observa como este tramo es en general aportante de agua.

### **TRAMO 6**

114-156 m. Lutitas, margas y calizas margosas/margocalizas. Todas ellas presentan colores variables, en tonos grises, amarillos y rojizos. Las tres litologías se van alternando, sin un dominio claro de una de ellas. Las litologías más duras, presentan un aspecto algo lajoso y aparentemente son azoicas. Presentan parches de decoloración puntual que pueden tener una cierta relación con el desarrollo de horizontes edáficos.

### **TRAMO 7**

156-213 m. Margocalizas / calizas margosas con lutitas. De manera puntual entre los metros 190-195 se reconocen posibles dolomías de grano fino de tonalidades pardas. La litología dura (margocalizas/calizas margosas) es la dominante en el tramo. Presentan tonalidades versicolores, con zonas de decoloración puntual, que posiblemente se relacionen con el desarrollo de paleosuelos. Las lutitas presentan tonalidades variables igualmente entre grises-amarillas-rojas.

Los últimos 3 metros del tramo están constituidos por margas grisáceas bastante plásticas.

### **TRAMO 8**

213-250 m. Margas y lutitas versicolores, con intercalaciones de calizas margosas más abundantes hacia la parte inferior del tramo. Las lutitas presentan el ya clásico aspecto versicolor de otros tramos del Garumn, si bien dominan los colores rojos sobre los demás. Las calizas margosas presentan algo de limo de cuarzo, aunque el resto de sus componentes no pueden ser determinados mediante lupa binocular.

Entre los metros 231 y 233 se detecta en la geofísica una zona que podría corresponder a un pequeño intervalo aportante de agua.



## TRAMO 9

250-280 m. Lutitas versicolores y escasas limolitas de colores rojo y gris. Las limolitas se concentran en torno al metro 260. Las lutitas presentan decoloraciones de modo puntual.

## REFERENCIAS

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

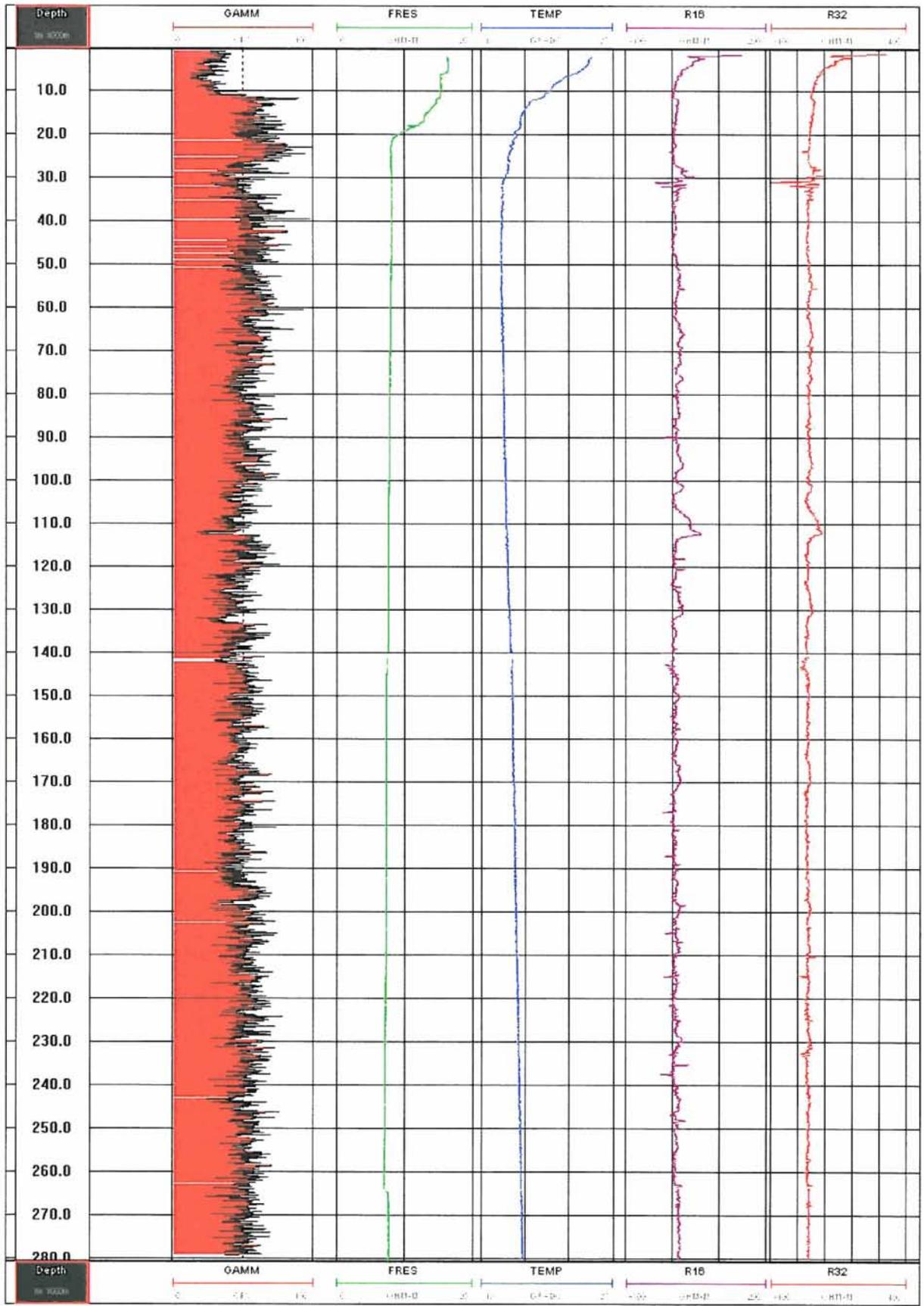
<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>

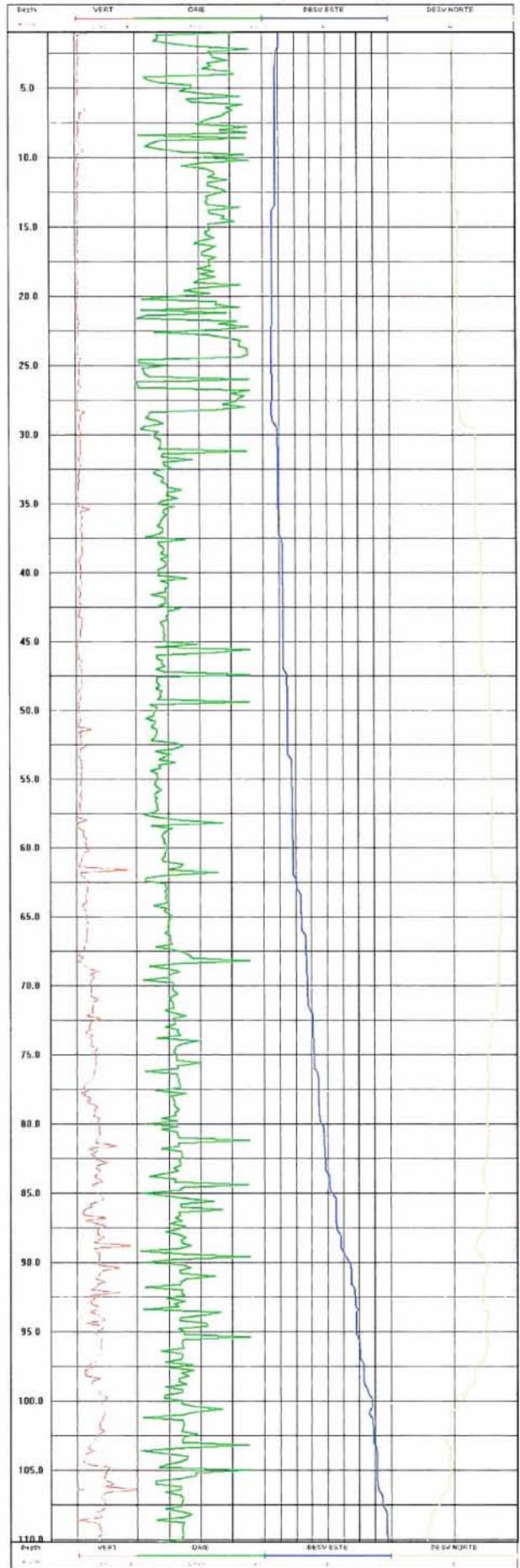
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 252-Tremp (1991).

MEY, P.H.W. (1968): The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera valleys, Central Pyrenees, Spain, *Leidse Geol. Med.*, 41, pp. 153-220.

ULLASTRE, J.; MASRIERA, A. (1998): Nuevas aportaciones al conocimiento estratigráfico del Paleoceno continental del Pirineo catalán (España), *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, vol 7; 95-128.

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**





## **ANEJO 4**

### **ENSAYO DE BOMBEO**

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad ISONA-FIGUEROLA  
 N° Registro IPA 31230037  
 Profundidad Sondeo 247 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X  
 Y  
 Z

Fecha Ensayo 6 de julio de 2007  
 Nivel estático inicial 4,66  
 Profund. Aspiración 185 m  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C  
 Grupo  
 Alternador  
 Interior tubería impulsión  $\phi$  80 mm

\* Se mide el nivel estático antes de montar el equipo se sitúa en 8,26 m.

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia 0 m  
 Dirección (norte) #;DIV/0! °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	0,5	180	180	99,72	99,72
2	0,1	270	90	100,19	0,47
3	0,5	291	21	131,55	31,36

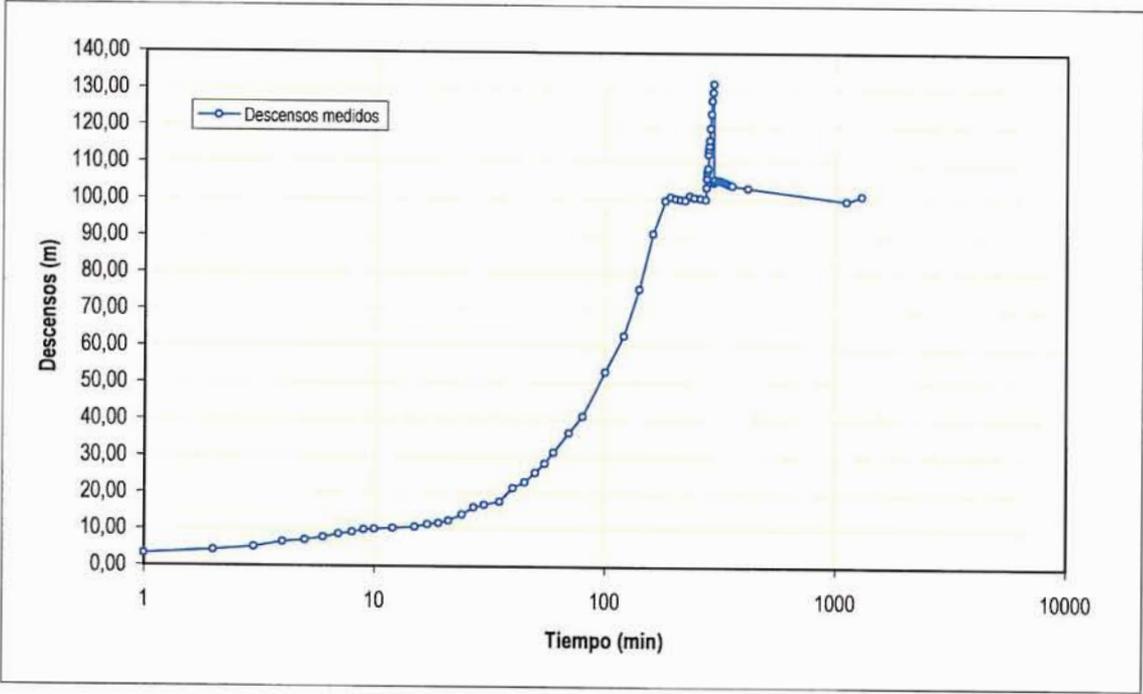
**Síntesis litológica**

0-7 m Margocalizas arcillosas.  
 7-9 m Conglomerado calcáreo de tonos rojizos.  
 9-21 m Margas rojas  
 21-47 m Margas de tonos gris-verdoso.  
 47-52 m Margas rojizas.  
 52-87 m Margas amarillentas.  
 87-90 m Margas rojizas.  
 90-96 m Margas anaranjadas.  
 96-101 m Margas arcillosas rojizas.  
 101-103 m Margocalizas de tonos grises con margas amarillentas.  
 103-107 m Margas arcillosas grises.  
 107-111 m Margocalizas grises con margas de tonos amarillentos grisáceos.  
 111-118 m Margocalizas grises con margas amarillas.  
 118-126 m Margocalizas grises con margas de tonos burdeos.  
 126-131 m Margocalizas grises con margas de tonos amarillos.  
 131-133 m Margocalizas y margas grises.  
 133-134 m Margocalizas grises con margas de color burdeos.  
 134-142 m Margocalizas grises con margas amarillas.  
 142-144 m Margocalizas grises con margas de tonos rojizos.  
 144-153 m Margocalizas grises con margas amarillas.  
 153-156 m Margocalizas y margas grises.  
 156-160 m Margas amarillentas.  
 160-176 m Margocalizas y margas de tonos grises.  
 176-183 m Margocalizas y margas rojizas.  
 183-196 m Margocalizas y margas amarillentas.  
 196-210 m Margocaliza gris-verdosa.  
 210-213 m Marga arcillosa rojiza.  
 213-225 m Margocaliza gris-verdosa.  
 225-247 m Margocaliza gris.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-12	$\phi$ 500 mm	0-12	$\phi$ 450 mm	109-115	4 mm
12-277	$\phi$ 310 mm	0-247	$\phi$ 180 mm	229-235	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
6/7/07 14:00	0	4,66	0,00			0,00	
6/7/07 14:01	1	7,77	3,11			0,50	Agua sucia con espumante.
6/7/07 14:02	2	8,82	4,16			0,50	
6/7/07 14:03	3	9,75	5,09			0,50	
6/7/07 14:04	4	11,08	6,42			0,50	
6/7/07 14:05	5	11,66	7,00			0,50	
6/7/07 14:06	6	12,45	7,79			0,50	Agua muy sucia, negruzca-verdosa.
6/7/07 14:07	7	13,26	8,60			0,50	
6/7/07 14:08	8	13,77	9,11			0,50	
6/7/07 14:09	9	14,54	9,88			0,50	
6/7/07 14:10	10	14,70	10,04			0,50	
6/7/07 14:12	12	14,98	10,32			0,50	
6/7/07 14:15	15	15,29	10,63			0,50	
6/7/07 14:17	17	15,98	11,32			0,50	
6/7/07 14:19	19	16,38	11,72			0,50	
6/7/07 14:21	21	17,03	12,37			0,50	Al ir compensando el caudal continuamente, el agua

6/7/07 14:24	24	18,73	14,07	0,50	se vuelve más oscura.
6/7/07 14:27	27	20,66	16,00	0,50	
6/7/07 14:30	30	21,43	16,77	0,50	
6/7/07 14:35	35	22,30	17,64	0,50	
6/7/07 14:40	40	25,98	21,32	0,50	
6/7/07 14:45	45	27,62	22,96	0,50	
6/7/07 14:50	50	30,17	25,51	0,50	
6/7/07 14:55	55	32,71	28,05	0,50	
6/7/07 15:00	60	35,76	31,10	0,50	
6/7/07 15:10	70	41,12	36,46	0,50	
6/7/07 15:20	80	45,60	40,94	0,50	
6/7/07 15:40	100	57,72	53,06	0,50	
6/7/07 16:00	120	67,62	62,96	0,50	
6/7/07 16:20	140	80,29	75,63	0,50	Cond: 3900 $\mu$ S/cm pH: 8.8 T° 21° C
6/7/07 16:40	160	95,40	90,74	0,50	Agua muy sucia, negruzca - verdosa.
6/7/07 17:00	180	104,38	99,72	0,50	MUESTRA 1.
6/7/07 17:10	190	105,44	100,78	0,01	
6/7/07 17:20	200	105,01	100,35	0,01	
6/7/07 17:30	210	104,72	100,06	0,01	
6/7/07 17:40	220	104,54	99,88	0,01	
6/7/07 17:50	230	105,80	101,14	0,01	
6/7/07 18:00	240	105,28	100,62	0,01	
6/7/07 18:15	255	105,12	100,46	0,01	
6/7/07 18:30	270	104,85	100,19	0,01	
6/7/07 18:31	271	108,01	103,35	0,50	Agua muy sucia, de color negro.
6/7/07 18:32	272	110,51	105,85	0,50	
6/7/07 18:33	273	112,08	107,42	0,50	
6/7/07 18:34	274	112,57	107,91	0,50	
6/7/07 18:35	275	112,81	108,15	0,50	
6/7/07 18:36	276	113,26	108,60	0,50	Agua verde con espumante.
6/7/07 18:37	277	117,08	112,42	0,50	
6/7/07 18:38	278	118,49	113,83	0,50	El agua sale muy sucia, con mucho arrastre.
6/7/07 18:39	279	119,49	114,83	0,50	
6/7/07 18:40	280	120,84	116,18	0,50	MUESTRA 2. Cond: 5110 $\mu$ S/cm pH: 9.3 T° 20° C
6/7/07 18:42	282	124,20	119,54	0,50	
6/7/07 18:45	285	128,06	123,40	0,50	
6/7/07 18:47	287	131,69	127,03	0,50	
6/7/07 18:49	289	133,92	129,26	0,50	
6/7/07 18:51	291	136,21	131,55	0,50	Se para el generador.
6/7/07 18:52	292	109,38	104,72	0,00	
6/7/07 18:53	293	109,94	105,28	0,00	
6/7/07 18:54	294	110,16	105,50	0,00	
6/7/07 18:55	295	110,25	105,59	0,00	
6/7/07 19:06	306	110,00	105,34	0,00	
6/7/07 19:11	311	109,91	105,25	0,00	
6/7/07 19:16	316	109,82	105,16	0,00	
6/7/07 19:21	321	109,61	104,95	0,00	
6/7/07 19:26	326	109,43	104,77	0,00	
6/7/07 19:31	331	109,27	104,61	0,00	
6/7/07 19:36	336	109,02	104,36	0,00	
6/7/07 19:41	341	108,90	104,24	0,00	
6/7/07 19:46	346	108,78	104,12	0,00	
6/7/07 19:51	351	108,53	103,87	0,00	
6/7/07 20:51	411	107,91	103,25	0,00	
7/7/07 8:30	1110	104,42	99,76	0,00	
7/7/07 11:30	1290	109,37	101,11	0,00	Medida tomada una vez extraido el equipo





**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



**OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

**FECHA: 6 de julio de 2007**

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO: 09.303.05 POBLACIÓN: ISONA – FIGUEROLA D'ORCAU PROF.: 277 m**

**Ensayo de bombeo del sondeo de Isona – Figuerola D'Orcau MMA (331230037)**

Antes de montar el equipo de bombeo el nivel estático se sitúa a 8,26 metros de profundidad.

El día 6 de julio de 2007 se realiza el ensayo de bombeo en Isona –Figuerola D'Orcau. Se inicia a las 14:00 horas. Se realiza con el equipo habitual, pitot. La aspiración se coloca a 185 m de profundidad porque no se puede bajar el equipo a mayor profundidad, seguramente debido a la desviación de la tubería. El nivel estático inicial está en 4,66 metros.

Se comenzó el ensayo con un caudal de 0,5 l/s. Este caudal se mantuvo durante 3 horas. El descenso del nivel fue de 99,72 m. Durante las 3 horas hay que estar continuamente controlando el caudal. El caudal se mide por cubicación.

Como el nivel baja muy rápido y el caudal también, se decide disminuir el caudal hasta 0,01 l/s. Este caudal se mantiene durante 90 minutos. El nivel ha bajado 47 cm respecto al escalón anterior. Con ese caudal el nivel primero se recupera y luego baja. Pero hay problemas con el aporte de agua. Al existir tan poco aporte el agua no llega a salir de manera continua por la boca del aforador. Se produce la siguiente situación: el aforador se va llenando de agua, cuando rebosa por encima del diafragma sale agua por la boca del aforador hasta que el nivel baja por debajo del mismo. A continuación deja de salir agua hasta que el aforador se vuelve a rellenar.

Se decide aumentar el caudal a 0,5 l/s de nuevo hasta llegar a la aspiración. Después parar y medir recuperación. A los 21 minutos de haber aumentado el caudal el generador se para. El descenso total del nivel ha sido de 131,55 metros.

El agua ha salido muy sucia todo el tiempo, de un color negruzco-verdoso. Al aumentar el caudal a 0,5 l/s el agua sufre un cambio de color, a marrón, así como un aumento de arrastre (limos). Se miden, in situ, los parámetros de conductividad, pH y temperatura del agua. La conductividad ha aumentado a lo largo del ensayo de 3900 a 5110  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH ha pasado de 8.8 a 9.3 y la temperatura varía entre 20-21° C.

Después se mide la recuperación. Después de una hora, el nivel se recupera 28,30 metros. Al día siguiente, antes de desmontar el equipo se mide el nivel. El descenso residual del nivel es de 99,76 metros.

Después de desmontar el equipo, tras 999 minutos de recuperación, el descenso residual del nivel es de 101,11 metros.



**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



Fdo.: Elena Gómez



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO Nº 3312-3-0037  
(09.303.005)**

**FIGUEROLA D'ORCAU (ISONA I CONCA DELLÀ)  
LLEIDA**

CORREO

a.azcon@igme.es

Manuel Lasala 44. 9º B  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX : 976 553358



## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación atravesada por el sondeo piezométrico de Figuerola D'Orcau (Isona I Conca Dellá, Lleida), de 277 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) "Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro", mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

Esta campaña de prospecciones permitirá la obtención de valiosa información de tipo sedimentológico, estratigráfico e hidrogeológico en zonas deficientemente conocidas, aspectos, todos ellos, de interés para la CHE y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), razón por la que ambos organismos firmaron en diciembre de 2004 un Convenio de Colaboración, en el marco del cual se emite el presente informe, mediante el que se canaliza el asesoramiento del IGME a la CHE con objeto de aprovechar esta oportunidad de acceso al subsuelo para obtener, mejorar y compartir toda la información que brinda este ambicioso proyecto.

El hecho que los sondeos a construir tengan como objetivo principal el control piezométrico, no la captación de aguas, hace que estos hayan sido perforados con pequeño diámetro y acabados menos exigentes que los requeridos para la explotación de las aguas subterráneas. Estas circunstancias impone importantes restricciones al normal desarrollo de los ensayos de bombeo: los sondeos suelen estar afectados por importantes pérdidas de carga, no están completamente desarrollados y el caudal de bombeo está muy limitado por el diámetro disponible y pocas veces es posible lograr la deseada estabilidad del caudal. Todo ello hace que los ensayos se alejen considerablemente de las condiciones ideales postuladas para su interpretación, por lo que la mayoría de ellos son prácticamente ininterpretables con el software tradicional disponible en el mercado, que suelen carecer de la versatilidad necesaria para adaptarse a las condiciones que aquí se dan; en particular en lo que respecta a la variabilidad del caudal de bombeo y los límites del acuífero.

Para soslayar este escollo, se ha procedido a la interpretación de los ensayos de bombeo con el programa MABE (acrónimo de **M**odelo **A**nalítico de **B**ombeos de **E**nsayo), desarrollado por A. Azcón e implementado en una hoja de cálculo Excel. MABE se basa en la Solución de Theis, la Solución de Hantush y en el principio de superposición para poder contemplar ensayos de bombeo a caudal variable y la presencia de barreras hidrogeológicas que hacen que los acuíferos se alejen de la habitual exigencia de "infinito". MABE está diseñado para analizar Bombeos de Ensayo de hasta ocho escalones y simular hasta cuatro barreras hidrogeológicas, sean positivas o negativas.

La Solución de Theis y de Hantush está complementada por un algoritmo que contempla el almacenamiento en pozo así como en grandes redes cársticas mediante la introducción del concepto de Radio Equivalente. En caso de sondeo escalonado, el programa puede ajustar automáticamente los descensos por pérdida de carga y determinar la ecuación del pozo.

También está implementada la aproximación semilogarítmica de Jacob; el método de Theis para ensayos de recuperación; el método de Lee para ensayos escalonados; el método de Boulton, Pricket y Walton, para acuíferos con drenaje diferido y los métodos semilogarítmicos

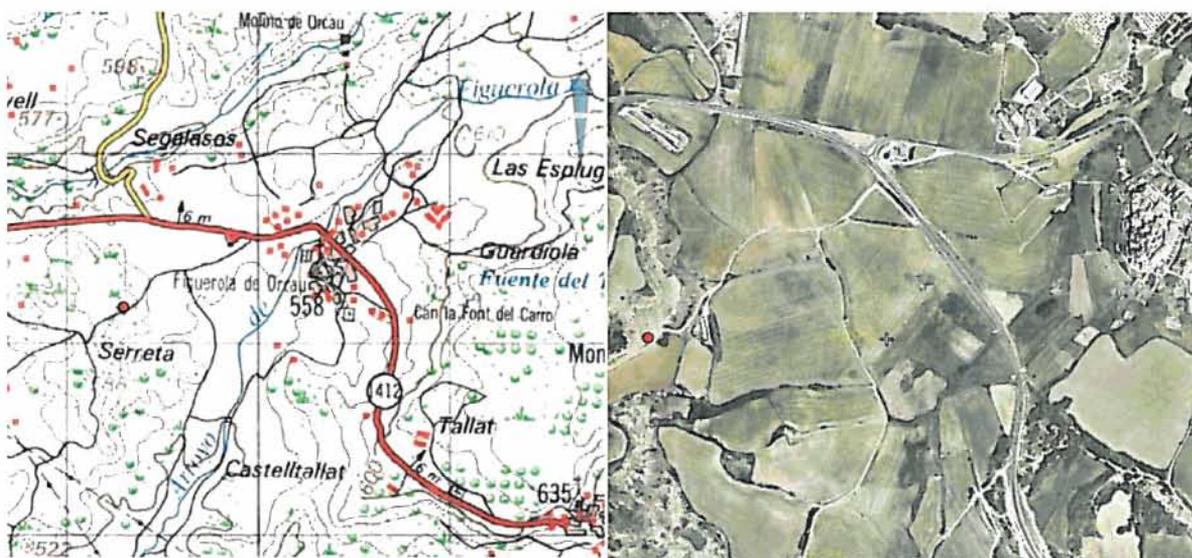


de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

El programa permite simular para todos los métodos (excepto el de Boulton, Pricket y Walton) los descensos teóricos y las recuperaciones correspondientes a los parámetros físicos e hidrogeológicos introducidos, lo que permite calibrar la bondad de la interpretación realizada y, si procede, mejorarla mediante tanteos iterativos, así como simular los descensos inducidos por la explotación continuada del sondeo. La representación gráfica de la simulación de la recuperación se efectúa en función del tiempo adimensional,  $(t_b + t_r)/t_r$ , lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 33-12 (290) Isona.
- Término municipal de Isona I Conca Dellá (Lleida). El sondeo, de 277 metros de profundidad, se ubica a 1.200 metros al oeste de Figuerola D'Orca, a pocos metros al norte de un camino que parte del p.k 46,8 de la carretera C 1412-b que conduce a Tremp, el cual hay que seguir por espacio de 750 metros.
- Referencia catastral. Polígono 15, Parcela 19.
- Coordenadas UTM: **USO: 31T X: 333.297 Y: 4.666.160 Z: 559 msnm.**



Figuras 1 y 2. Situación en Mapa 1:50.000 y ortofoto (SigPac).



Figura 3. Panorámica dirección norte de la ubicación del sondeo. (Fuente: Google Earth).

### ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Tremp - Isona (09.038), definida sobre las sierras del Montsec, con cotas máximas comprendida entre 1.600 y 2000 m.s.n.m, que se extienden de este a oeste entre los ríos Noguera Ribagorzana y Segre y bordean por el N, E y S la depresión de Tremp, con cotas próximas a 500 m s.n.m.

El límite N se define según la traza del retrocabalgamiento de Morreres del manto de Boixols sobre la zona de Las Nogueras, y el límite S según la traza del cabalgamiento del Montsec.

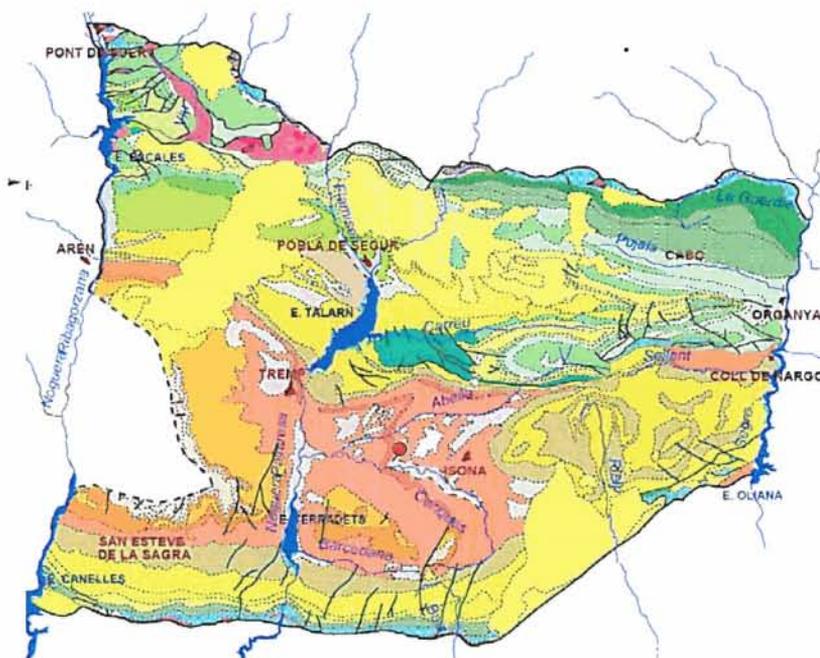


Figura 4. Masa de Agua Subterránea de Tremp-Isona (09).

La masa de agua subterránea se sitúa en la Unidad Prepirenaica Central sobre dos de sus subunidades coincidentes con sendas láminas cabalgantes: la de Bóixols - St. Corneli, al norte, y la del Montsec al sur, integrada por materiales del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior, que afloran en la zona de sierra y se confinan en la depresión bajo las molasas del Oligoceno.





La serie atravesada es muy monótona, por lo que es difícil precisar en que parte del Garum se desarrolla el sondeo. No obstante, la escasez de areniscas y litologías competentes sugiere que se corta el tramo medio de esta formación, caracterizado por la sucesión de materiales pelíticos, con evidencias de paleosuelos, presuntamente atribuible al tramo de St. Sebastián de la Fm. Tremp, datada como Daniense.

La columna estratigráfica es la siguiente.

- 0 - 21 m. Lutitas rojas, con escasas areniscas pardo amarillentas de grano muy fino.
- 21 - 25 m. Areniscas grises de grano fino, con granos de cuarzo y líticos, con intercalaciones de lutitas versicolores.
- 25 - 47 m. Limolitas y lutitas rojas.
- 47 - 110 m. Limolitas versicolores, con lutitas/margas rojas, amarillentas y grises.
- 110 - 114 m. Areniscas de grano muy fino, poco cementadas, de tonos amarillentos con limolitas lajosas compactadas.
- 114 - 156 m. Lutitas, margas y calizas margosas/margocalizas de colores variables, en tonos grises, amarillos y rojizos.
- 156 - 213 m. Margocalizas y calizas margosas con lutitas. Entre los metros 190-195 se reconocen posibles dolomías de grano fino de tonalidades pardas.
- 213 - 250 m. Margas y lutitas versicolores, con intercalaciones de calizas margosas.
- 250 - 277 m. Lutitas versicolores y escasas limolitas de colores rojo y gris.

A lo largo de la perforación no se detectó zona productiva alguna. No obstante, hubo que reponer constantemente el agua de la balsa de lodos, ya que sufría continuas pérdidas de fluido que los sondistas atribuían a pérdidas en el sondeo.

La testificación geofísica apuntó como zonas de posibles aportes en virtud a cambios de resistividad y/o disminución de gamma y potencial espontáneo los tramos situados entre 28 y 24 m, 112 m y 232 metros.

La entubación del sondeo quedó como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-12	400	5 mm	Acero al carbono	Ciega
0-109	180	4 mm	Acero al carbono	Ciega
109-115	180	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
115-229	180	4 mm	Acero al carbono	Ciega
229-235	180	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
235-247	180	4 mm	Acero al carbono	Ciega

El sondeo quedó obturado desde el metro 247 hasta el final.

EL nivel piezométrico se situó a 6,83 metros de profundidad /13/08/06).



## INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 6 de julio de 2007 a las 16:00 horas, con la previsión de bombear 24 horas y controlar la recuperación durante una hora. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo y el control del caudal se efectuó mediante aforo volumétrico por insuficiencia de caudal para medir con tubo Pitot. El agua se vertió directamente al terreno.

El equipo de bombeo consistió en un grupo DEUSCH 100KVA 150 CV, tubería de impulsión con diámetro interior de 80 mm, bomba de aspiración marca CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia. La aspiración se situó a 185 metros de profundidad.

El nivel estático inicial se situó a 4,66 metros de profundidad, 3,60 metros por encima del nivel medido instantes antes de montar el equipo de aforo, claro indicio de la baja permeabilidad de las formaciones atravesadas.

El caudal inicial fue de 0,5 L/seg, que se mantuvo durante tres horas, bajando el nivel de agua 99,72 m. A continuación se bajó el caudal a 0,01 L/seg, pero el bombeo se volvió irregular por la dificultad de mantener tan exiguo caudal, de manera que la salida de agua continua se interrumpía con frecuencia. Finalmente, se decidió aumentar de nuevo el caudal a 0,5 L/s con objeto de que el nivel dinámico descendiese hasta la aspiración para parar el bombeo a continuación y medir la recuperación, lo cual sucedió tras 21 minutos de espera.

Después de una hora, el nivel se recupera 28,30 metros. Al día siguiente, antes de desmontar el equipo, el descenso residual es aún de 99,76 metros; y de 104,71 metros tras desmontar el equipo de bombeo.

El agua salió muy sucia todo el tiempo, de un color negruzco-verdoso. Al aumentar el caudal a 0,5 L/s el color viró a marrón, con un visible incremento del arrastre de limos.

Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" pH, conductividad y temperatura, con los siguientes resultados:

	Minuto 180	Minuto 280
CL <sup>-</sup>	316,98 mg/l	250,67 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1038,0 mg/l	812,4 mg/l
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	90,60 mg/l	140,8 mg/l
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	7,22 mg/l	< 5 mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1 mg/l	< 1 mg/l
Na <sup>+</sup>	804,65 mg/l	622,83 mg/l
Mg <sup>++</sup>	10,15 mg/l	7,82 mg/l
Ca <sup>++</sup>	37,88 mg/l	42,74 mg/l
K <sup>+</sup>	1,88 mg/l	1,87 mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,25 mg/l	0,97 mg/l
Boro	0,90 mg/l	0,80 mg/l
Fosfato	0,15 mg/l	0,42 mg/l
SiO <sub>2</sub>	1,37 mg/l	3,33 mg/l
Hierro	< 0,05 mg/l	0,10 mg/l
Manganeso	0,02 mg/l	< 0,02 mg/l
Conductividad	3900 μs/cm	5110 μs/cm
pH	8,8	9,3
Temperatura	21 °C	20 °C

## INTERPRETACIÓN

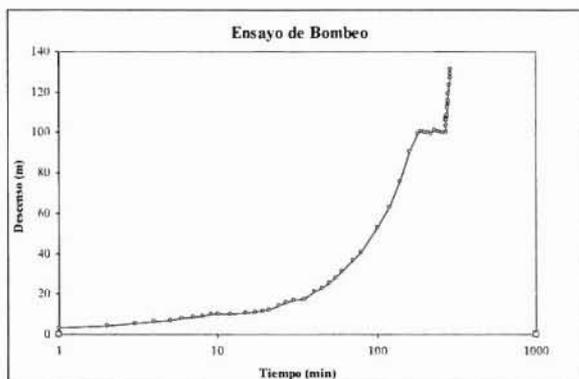


Figura 5

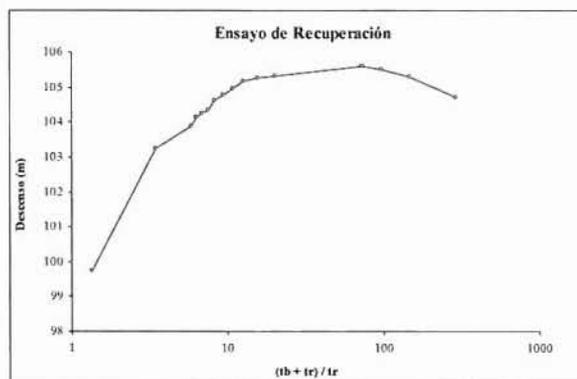


Figura 6

La evolución del nivel de agua durante la prueba así como un balance estimativo entre el volumen bombeado y el vaciado del sondeo indica que gran parte de la totalidad del agua procede del almacenamiento en el pozo. La representación de descensos-tiempos en escala cartesiana se asimila a una recta (figura 7) e indica el vaciado de un depósito asimilable a un cilindro de 13 cm de radio, ligeramente superior al radio nominal de la perforación.

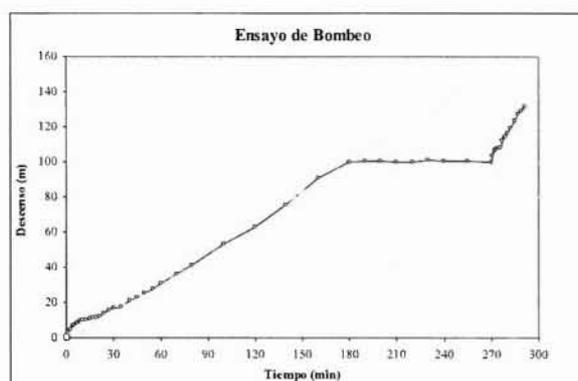


Figura 7

El ensayo, no obstante, es interpretable teniendo en cuenta el almacenamiento en pozo por calibración (método directo) utilizando la solución de Theis.

Asimismo, se ha realizado un intento por el método de Hvorslev, asumiendo, con escaso criterio para ello, que la formación atravesada es un acuitardo en régimen libre.

### **Método directo (Solución de Theis)**

El resultado obtenido pone de manifiesto una calibración correcta de los dos primeros escalones.



Hay que hacer notar que la calibración obtenida es muy sensible para el radio efectivo del sondeo, y mucho menos para la transmisividad, de manera que se obtiene calibraciones aceptable para el rango de  $10^{-2}$  a  $10^{-4}$   $m^2/día$ .

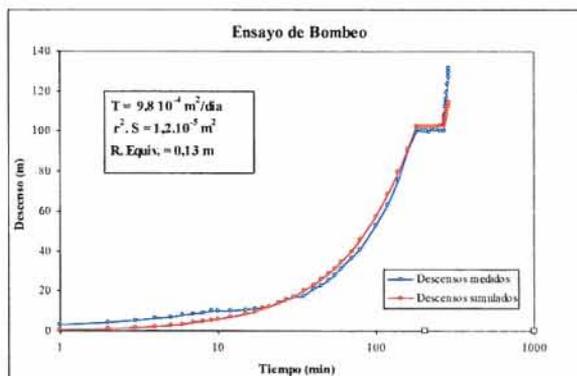


Figura 8

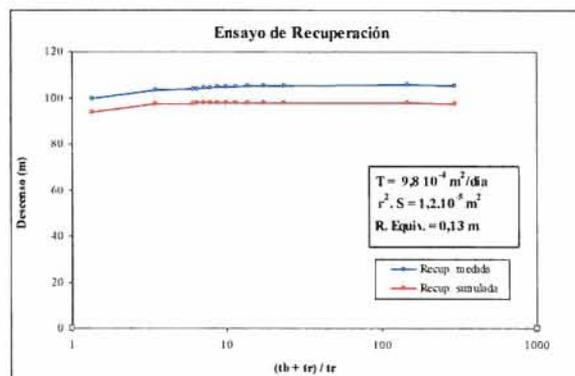


Figura 9

El tercer escalón se puede calibrar satisfactoriamente para un radio equivalente de 0,08 cm, sensiblemente igual al nominal.

### Método de Hvorslev

Las condiciones de validez de este Slug Test distan considerablemente de las del ensayo, por lo que sólo se pretende obtener un orden de magnitud de la permeabilidad de la columna atravesada con objeto de compararlo con el resultado obtenido en el apartado anterior. Para ello se ha supuesto que el descenso inicial instantáneo ( $H_0$ ) de 105,59 metros (el existente en el momento de la recuperación en el que se deja notar el efecto del brusco retorno del agua contenida en la tubería de impulsión, caracterizado por un aparentemente anómalo descenso del nivel del agua).

En este caso concreto (figura 10) es evidente que la permeabilidad de la formación es inferior al rango óptimo para este método, ya que la extrapolación del tiempo para el cual la recuperación es  $0,37 H_0$  es de 8,39 días, un orden de magnitud superior al tiempo durante el cual se ha controlado la recuperación.

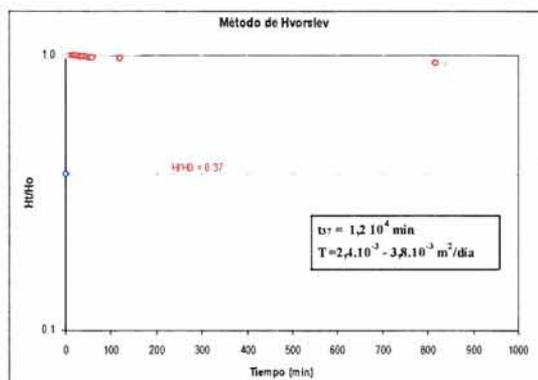


Figura 10



En todo caso, la transmisividad obtenida varía entre  $2,4 \cdot 10^{-3}$  y  $3,8 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/día, según se considere una longitud de la zona filtrante de 12 metros (longitud total de los filtros) o de 240 metros (la altura de la columna de agua en el sondeo), similar a la obtenida mediante la solución de Theis.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos varían en un rango comprendido entre  $9,8 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/día, obtenido mediante la calibración del ensayo con la solución de Theis, y  $2,4$  a  $3,8 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/día, según el método de Hvorslev. Estos valores indican una permeabilidad en el rango de  $10^{-8}$  a  $10^{-7}$  cm/seg, extremadamente baja y propia de arcillas.

Se considera que el resultado obtenido mediante la solución de Theis es más fiable que la obtenida mediante de Hvorslev.

No obstante, el parámetro determinante de las gráficas de bombeo y recuperación es el radio equivalente (o efectivo) del sondeo en la zona de fluctuación del agua, que en este caso ha resultado ser un cm mayor que el radio nominal de la perforación.

Se considera que el 67% del agua bombeada en el ensayo procede del almacenamiento en el sondeo.



## ANEXO Nº 1

**ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad: **Figuerola D'orcau (Isona, Lleida)**  
 Hoja MTN **33-12 (290) Isona**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	<b>3312-3-0037</b>	Coordenadas sondeo:	<b>333297 4666160 559</b>
Nº de Inventario Piezómetro:	----	Coordenadas Piezómetro:	
Profundidad del sondeo:	<b>277 m</b>	Distancia del piezómetro:	
Nivel estático:	<b>4,66 m</b>	Toponimia./Ref. Catastral:	<b>Polígono 15 Parcela 19</b>
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	--	Fecha ensayo:	<b>6 de julio de 2007</b>
Profundidad muro Fm acuífera (m)	--	Bomba:	<b>CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV</b>
Longitud del filtro (Screen length)	<b>12 m</b>	Grupo :	<b>DEUSCH 100KVA 150 CV</b>
φ perforación (annulus diameter)	<b>220 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>185 m</b>
φ pantalla (casing diameter)	<b>180 mm</b>		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
14:00	0	0	4,66	0,00			
14:01	0,5	1	7,77	3,11			Agua sucia con espumante.
14:02	0,5	2	8,82	4,16			
14:03	0,5	3	9,75	5,09			
14:04	0,5	4	11,08	6,42			
14:05	0,5	5	11,66	7,00			
14:06	0,5	6	12,45	7,79			Agua muy sucia, negruzca-verdosa.
14:07	0,5	7	13,26	8,60			
14:08	0,5	8	13,77	9,11			
14:09	0,5	9	14,54	9,88			
14:10	0,5	10	14,70	10,04			
14:12	0,5	12	14,98	10,32			
14:15	0,5	15	15,29	10,63			
14:17	0,5	17	15,98	11,32			
14:19	0,5	19	16,38	11,72			
14:21	0,5	21	17,03	12,37			Al ir compensando el caudal continuamente, el agua se vuelve más oscura.
14:24	0,5	24	18,73	14,07			
14:27	0,5	27	20,66	16,00			
14:30	0,5	30	21,43	16,77			
14:35	0,5	35	22,30	17,64			
14:40	0,5	40	25,98	21,32			
14:45	0,5	45	27,62	22,96			
14:50	0,5	50	30,17	25,51			
14:55	0,5	55	32,71	28,05			
15:00	0,5	60	35,76	31,10			
15:10	0,5	70	41,12	36,46			
15:20	0,5	80	45,60	40,94			
15:40	0,5	100	57,72	53,06			
16:00	0,5	120	67,62	62,96			
16:20	0,5	140	80,29	75,63			Cond: 3900 µS/cm pH: 8.8 Tª 21° C
16:40	0,5	160	95,40	90,74			Agua muy sucia, negruzca - verdosa.
17:00	0,5	180	104,38	99,72			MUESTRA 1.
17:10	0,01	190	105,44	100,78			
17:20	0,01	200	105,01	100,35			
17:30	0,01	210	104,72	100,06			
17:40	0,01	220	104,54	99,88			
17:50	0,01	230	105,80	101,14			
18:00	0,01	240	105,28	100,62			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
18:15	0,01	255	105,12	100,46			
18:30	0,01	270	104,85	100,19			
18:31	0,50	271	108,01	103,35			Agua muy sucia, de color negro.
18:32	0,50	272	110,51	105,85			
18:33	0,50	273	112,08	107,42			
18:34	0,50	274	112,57	107,91			
18:35	0,50	275	112,81	108,15			
18:36	0,50	276	113,26	108,60			Agua verde con espumante.
18:37	0,50	277	117,08	112,42			
18:38	0,50	278	118,49	113,83			El agua sale muy sucia, con mucho arrastre.
18:39	0,50	279	119,49	114,83			
18:40	0,50	280	120,84	116,18			MUESTRA 2. Cond: 5110 $\mu$ S/cm pH: 9.3 Tª 20° C
18:42	0,50	282	124,20	119,54			
18:45	0,50	285	128,06	123,40			
18:47	0,50	287	131,69	127,03			
18:49	0,50	289	133,92	129,26			
18:51	0,50	291	136,21	131,55			Se para el generador.
18:52	0	292	109,38	104,72			
18:53	0	293	109,94	105,28			
18:54	0	294	110,16	105,50			
18:55	0	295	110,25	105,59			
19:06	0	306	110,00	105,34			
19:11	0	311	109,91	105,25			
19:16	0	316	109,82	105,16			
19:21	0	321	109,61	104,95			
19:26	0	326	109,43	104,77			
19:31	0	331	109,27	104,61			
19:36	0	336	109,02	104,36			
19:41	0	341	108,90	104,24			
19:46	0	346	108,78	104,12			
19:51	0	351	108,53	103,87			
20:51	0	411	107,91	103,25			
8:30	0	1110	104,42	99,76			
11:30	0	1290	109,37	104,71			Medida tomada una vez extraído el equipo
16:45	0	1485	47,72	36,46			
16:50	0	1490	47,36	36,10			
16:55	0	1495	47,09	35,83			
17:00	0	1500	46,86	35,60			
10:45	0	2565	39,39	28,13			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
2:30	0	960	26,01	7,17			
3:30	0	1020	26,03	7,19			
4:30	0	1080	26,01	7,17			
5:30	0	1140	25,97	7,13			
6:30	0	1200	25,93	7,09			
7:30	0	1260	25,90	7,06			
8:30	0	1320	25,87	7,03			
9:30	0	1380	25,85	7,01			
10:30	0	1440	25,83	6,99			MUESTRA 3. Cond: 250 $\mu$ S/cm T <sup>a</sup> 12° C
10:31	0	1441	22,30	3,46			
10:32	0	1442	22,20	3,36			
10:33	0	1443	22,12	3,28			
10:34	0	1444	22,05	3,21			
10:35	0	1445	21,98	3,14			
10:36	0	1446	21,90	3,06			
10:37	0	1447	21,83	2,99			
10:38	0	1448	21,74	2,90			
10:39	0	1449	21,67	2,83			
10:40	0	1450	21,63	2,79			
10:45	0	1455	21,33	2,49			
10:50	0	1460	21,03	2,19			
10:55	0	1465	20,79	1,95			
11:00	0	1470	20,63	1,79			
11:05	0	1475	20,47	1,63			
11:10	0	1480	20,30	1,46			
11:15	0	1485	20,16	1,32			
11:20	0	1490	20,02	1,18			
11:25	0	1495	19,81	0,97			
11:30	0	1500	19,70	0,86			



**CAASA**  
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

**E C**  
ENSAYOS  
Nº 486 / LE1065

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006522

Solicitado por:

CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA)  
PASEO ROSALES, Nº 26 - PLANTA 1ª - OF. Nº 6 - ESC. 4 50008 ZARAGOZA ()

Denominación de la muestra:

ISONA-FIGUEROLA D'ORCAU MMA ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 1

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000006127

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 06/07/2007 Hora: 17:00

Fecha recepción: 18/07/2007

Inicio análisis: 18/07/2007

Fin análisis: 26/07/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	1,25 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	1,37 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	90,60 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,90 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	37,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	7,22 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	316,98 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	3140 $\mu$ S/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,15 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	10,15 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITR)
pH	8,50 ud de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	804,65 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaSA)
*SULFATOS	1038,0 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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 acreditación de sus métodos a disposición del cliente.

Los ensayos tomados por técnicas de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación

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

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

26 de julio de 2007

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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOSMACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	316,98	8,94	27,70
SULFATOS	1038,00	21,61	66,95
BICARBONATOS	90,60	1,48	4,60
CARBONATOS	7,22	0,24	0,75
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	804,65	35,00	92,66
MAGNESIO	10,15	0,84	2,21
CALCIO	37,88	1,89	5,00
POTASIO	1,88	0,05	0,13

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - SÓDICA**OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,09 °C
Sólidos disueltos	2311,08 mg/l
CO2 libre	0,56 mg/l
Dureza total	13,64 °Francés
Dureza total	136,38 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	62,12 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	74,31 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	12,04 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	86,35 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	17,71
$rNa+rK/rCa+rMg$	12,86
$rNa/rK$	727,90
$rNa/rCa$	18,52
$rCa/rMg$	2,26
$rCl/rHCO_3$	6,02
$rSO_4/rCl$	2,42
$rMg/rCa$	0,44
i.c.b.	-2,92
i.d.d.	-1,13

Nº Registro: 6127

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006521**

Solicitado por:	VALORIZA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS, S.A. NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID ()
Denominación de la muestra:	ISONA-FIGUEROLA D'ORCAU MMA ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 2 (ANTES DE PARAR)

Matriz: Agua continental Nº de muestra: 000006126  
 Tipo de muestra: Puntual  
 Tomada por: El cliente  
 Fecha muestreo: 06/07/2007 Hora: 18:45 Fecha recepción: 18/07/2007 Inicio análisis: 18/07/2007 Fin análisis: 26/07/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,97 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
•ANHIDRIDO SILICICO	3,33 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SIL)
•BICARBONATOS	140,8 mg/l	Acidimetría, con anarizado de metilo (PIE-ALCA)
•BORO	0,80 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	42,74 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CAA)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	250,67 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2600 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,42 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
•HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
•HIERRO	0,10 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
•MAGNESIO	7,82 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
•MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
•NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	8,27 ud de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	1,87 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	622,83 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	812,4 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

*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 acreditación de sus resultados a disposición del cliente.  
 Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (RO-013), incluido en el alcance de esta acreditación.  
 Los ensayos marcados en este informe (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.  
 CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.*

26 de julio de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espinero  
 Licda. 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	250,67	7,07	26,89
SULFATOS	812,40	16,91	64,33
BICARBONATOS	140,80	2,31	8,78
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	622,83	27,09	90,56
MAGNESIO	7,82	0,64	2,15
CALCIO	42,74	2,13	7,13
POTASIO	1,87	0,05	0,16

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - SÓDICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,07 °C
Sólidos disueltos	1884,77 mg/l
CO2 libre	1,22 mg/l
Dureza total	13,89 °Francés
Dureza total	138,92 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	23,51 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	115,48 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	115,48 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	10,39
$rNa+rK/rCa+rMg$	9,78
$rNa/rK$	566,44
$rNa/rCa$	12,70
$rCa/rMg$	3,31
$rCl/rHCO_3$	3,06
$rSO_4/rCl$	2,39
$rMg/rCa$	0,30
i.c.b.	-2,84
i.d.d.	-1,04

Nº Registro: 6126

## **ANEJO 6**

### **FICHA IPA Y FICHA MMA**



**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**  
**Oficina de Planificación Hidrológica**  
**INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA**

Tipo: **SONDEO** Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: 133121/ISONA UTMX: 133207 UTMY: 4666160 COTA: 578

Provincia: LLEIDA Municipio: ISONA I CONCA DELLA

Localidad: FIGUEROLA D'ORCAI Paraje: FIGUEROLA DE ORCAI

Domínio Hidrológico: Suelcinal de Tremp Unidad: Tremp - Isona

Acuífero: Masstrichénense

Masa Subterránea A: TREMP-ISONA

Masa Subterránea B:

Acuífero Masstrichénense

Redes:

Ric: ABELLA

(Cuarta: EBR)

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

Observaciones: No se llegó a atravesar el Garum. Con la fertilización fosfórica se detecta un tramo de aporte claro a los 112 m, entre 28 y 34 m y otro más dudoso a 232 m. Al poner el cierre de surgencia la referencia subió 25 cm.



331230037Pan1 (01/01/2007)

Nº	Realización/fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA FIN	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (CALIDAD)	28/03/2003		
27	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	30/07/2006		Guayote Cornell Rod MMA

**PERFORACIÓN**

Contratista: SACYR MICROTEC

Año: 2006

Tipo perforación: ROTACION A CIRCULACION INVERSA

Profundidad total: 277

Observaciones: Inicio 8-7-2006 y fin 31-7-2006

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	12	550
12	277	310

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	20	180	4	Metálica ciega	CEMENTACION
20	109	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
109	115	180	4	Metálica punteado	EMPAQUE DE GRAVA
115	229	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
229	235	180	4	Metálica punteado	EMPAQUE DE GRAVA
235	247	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
247	277	180	4	Sin Entubación	EMPAQUE DE GRAVA

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
01/09/2006	Temperatura
01/09/2006	Conductividad
01/09/2006	Resistividad
01/08/2006	Por Espontáneo
01/09/2006	Gama natural
01/08/2006	Inclinación

**LITOLOGIA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	7	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas rojas muy duras con intercalaciones arenáceas				
7	9	CONGLOMERADOS	PALEOCENO	
Observaciones: Conglomerados calcáreos rojos				
9	21	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas rojas				
21	47	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas grises verdosas				
47	52	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas rojas				
52	87	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas				
87	90	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas rojas				
90	96	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas anaranjadas				
96	101	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas arcillosas rojas				
101	103	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas				
103	107	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas arcillosas grises				
107	111	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas grises amarillentas				
111	118	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas y calizas margosas				
118	120	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas, margas calcáreas de color vino y calizas margosas				
120	133	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas a techo y grises a muro con calizas margosas grises				
133	145	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas y rojas en los metros 134, 140 y de 141 a 145				
145	150	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas y calizas margosas grises				
150	153	MARGAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margocalizas grises con margas amarillas				
153	156	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margocalizas y margas grises				
156	160	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margas amarillentas				
160	176	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	
Observaciones: Margocalizas y margas de tonos grises				
176	183	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
<b>Observaciones:</b> Margocalizas y margas rojas				
187	196	MARGAS	PALEOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margocalizas y margas amarillas				
196	210	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margocaliza gris-verdosa				
210	213	MARGAS	PALEOCENO	
<b>Observaciones:</b> Marga arcillosa roja				
213	225	CALIZAS MARGOSAS	PALEOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margocaliza gris-verdosa				
225	229	MARGAS	PALEOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margocaliza gris				
229	277	MARGAS	PALEOCENO	
<b>Observaciones:</b> Margas y margocalizas rojas y amarillentas				

**PIEZOHIDROMETRIA**

NIVEL: NIVEL 1

N° de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
21	85.57	6.87	78.74	40.7914	35.2701

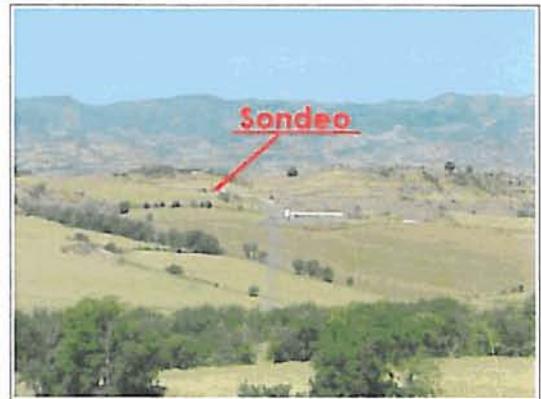
Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
08/07/2008	7.84		570.41		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b> Se registró la medida tres veces y siempre dio igual									
22/06/2009	72.21		595.04		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
11/05/2009	72.11		596.09		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
05/04/2008	70.64		597.91		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
21/03/2008	74.05		594.2		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
23/02/2009	74.64		593.01		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
14/01/2009	85.57		492.66		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
12/12/2007	77.7		500.55		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
20/11/2007	78.58			499.7	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
22/10/2007	80.56			497.69	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
25/09/2007	81.89			496.36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
21/05/2007					Na Medible		CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b> Lanzar la sonda 5 veces hasta 75 metros desde distintos lados para comprobar que no se quedaba enganchada y no da vuelta sonda sola e hizo la comprobación y funcionaba									
17/07/2007	11.96			566.29	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
19/06/2007	7.88			570.37	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
22/05/2007	7.87			570.38	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
25/04/2007	6.92			571.23	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
27/03/2007	8.21			570.04	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
23/02/2007	8.23			570	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
26/01/2007	7.94			576.31	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
21/12/2006	7.36			570.89	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
02/11/2006	7.28			570.97	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	TUBERIA PIEZOMETRICA	0.25
<b>Observaciones:</b>									
13/08/2006	6.83			571.17	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRI-CAL	0
<b>Observaciones:</b> Sin colocar todavía el cierre de emergencia									

**OTRAS FOTOS**



331230037FiguerolaAcabado (15/09/2006)



331230037FiguerolaPanorámicaMacedo (15/09/2006)



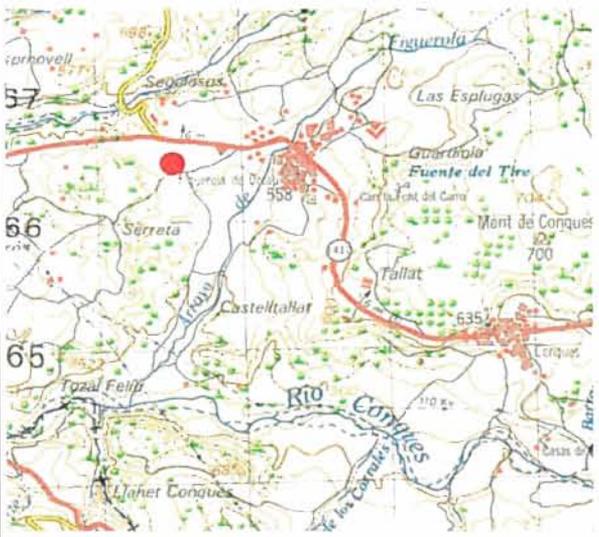
331230037Pan2 (01/01/2007)

## FICHA DE PIEZÓMETRO

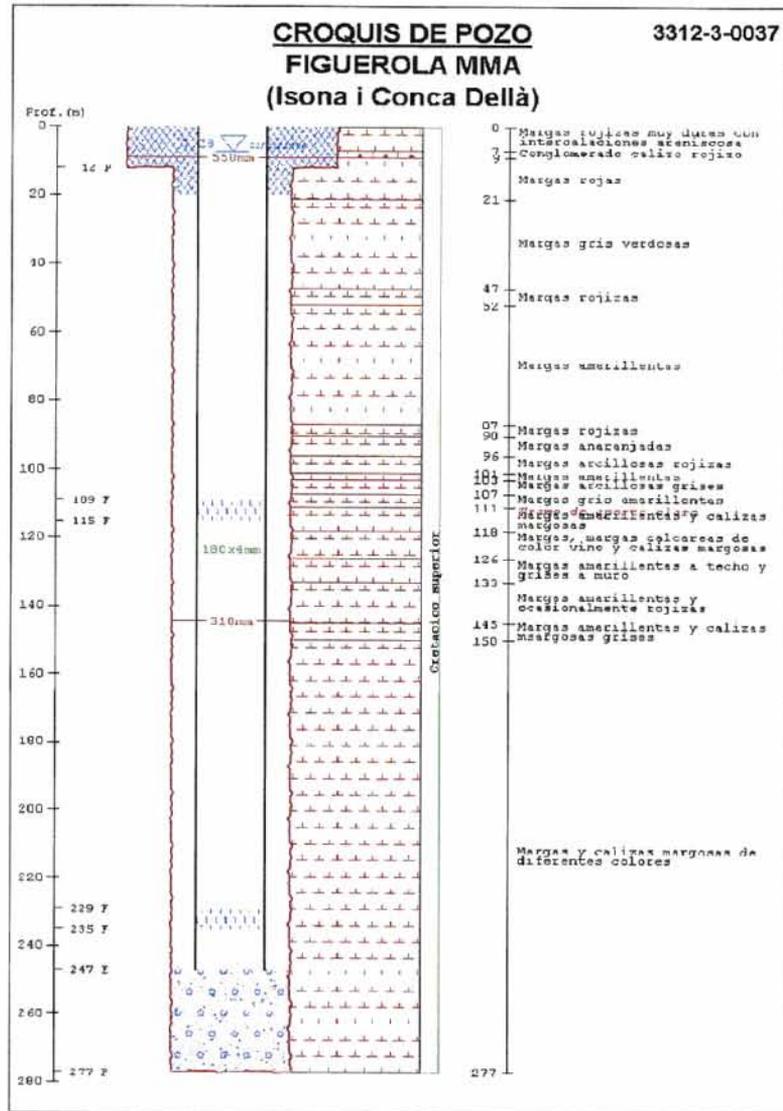
TOPONIMIA		ISONA FIGUEROLA DE ORCAU - MMA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.303.011	
CÓDIGO IPA		331230037	Nº MTN 1:50.000	3312	MUNICIPIO ISONA		PROVINCIA Lérida	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		038   TREMP-ISONA						
U. HIDROGEOLÓGICA		303   Tremp - Isona						
ACUÍFERO(S)		Facies Garum						
MASA SUBTERRÁNEA		038   TREMP-ISONA						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	829250		DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4671875						
COTA DEL SUELO msnm	Z	578		DATOS OBTENIDOS DE:	1:50000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		15			PARCELA	19		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Isona						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO												
METODO	Rotación a circulación inversa			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				277		EMPAQUE		Si
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION		
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA	
0	12	550	0	247	180	Metálica	109	115	Puentecillo	0	20	
12	277	310					229	235	Puentecillo			

HISTORIA		
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO		

LOCALIZACIÓN	
<p>MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000</p> 	<p>FOTO AÉREA</p> 

## CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

