



## **INFORME PIEZÓMETRO DE BARRANCO DE LLORET: 09.821.11**



## **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 Nº 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

**ANEJO Nº 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO Nº 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO Nº 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO Nº 4: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO Nº 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO Nº 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 rotoperforación 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**

El sondeo se ubica en la cabecera del Barranco de Lloret que constituye uno de los principales drenajes de los Puertos de Beceite en su vertiente SE. A unos 200 m del sondeo se encuentran unos de los manantiales temporales relacionados directamente con el viento de levante y que son conocidos como "Bufadors".

La masa de agua subterránea está constituida por los afloramientos mesozoicos de los Puertos de Tortosa y las sierra de l'Espina, Pandols, Cavalls y del Tormo. Su geometría está definida por una compleja tectónica de pliegues y escamas de cabalgamiento de orientación NE-SO y de vergencia norte. El despegue de los planos de cabalgamiento se realiza fundamentalmente en los materiales arcillosos del Muschelkalk medio. Esto hace que el Muschelkalk inferior se localice a gran profundidad bajo el plano de despegue basal, y sólo se reconocen pequeños afloramientos en el núcleo del anticlinal de Pauls, en la zona septentrional.

El pozo está emboquillado sobre las calizas del Grupo Renales que constituyen el acuífero 99.03 Suprakeuper-Lías. El sondeo se encuentra en la zona de descarga de los puertos de Beceite – Tortosa y su nivel debe verse influenciado por la dinámica de los "Bufadors".

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado en el Barranco de Lloret, entre las localidades de Tortosa y Mas de Barberans.

Para acceder a este emplazamiento se toma la TV-3421, desde Tortosa, dirección Mas de Barberans. Se pasa Roquetes y en el pk 20 hay un desvío a la derecha por el que se toma una pista, ya dentro del "Parc Natural Els Ports". Se atraviesa una ganadería de toros bravos y, después de discurrir algo más de 6 km por esa pista se llega al emplazamiento del piezómetro.

Las coordenadas exactas del punto son:

X= 783.208

Y= 4.519.443

Z= 282 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro del Barranco de Lloret

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Jurásico Medio a Superior, de edad Calloviense-Oxfordiense a Kimmeridgiense. Sin embargo, durante los trabajos previos se ha observado que esta información es errónea, y el afloramiento corresponde con los materiales dolomíticos del Lías inferior, atribuidos a la Fm. Cortes de Tajuña. El error es probablemente debido al carácter dolomítico de las unidades jurásicas aflorantes esta área. El afloramiento tiene una orientación SE-NO, con buzamientos de más de 45° hacia el Nordeste, y se encuentran cabalgando sobre materiales del Munschelkalk, que presentan una orientación también SE-NO aunque con buzamientos hacia el sureste.

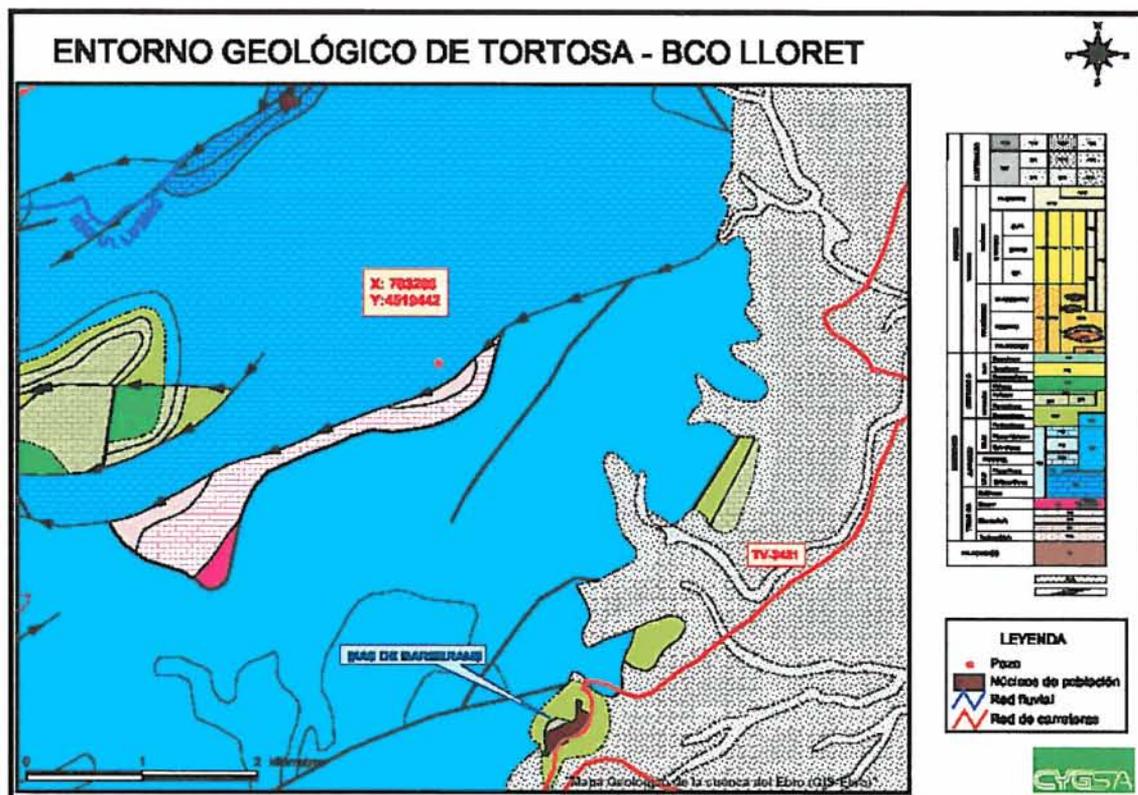


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro del Barranco de Lloret.

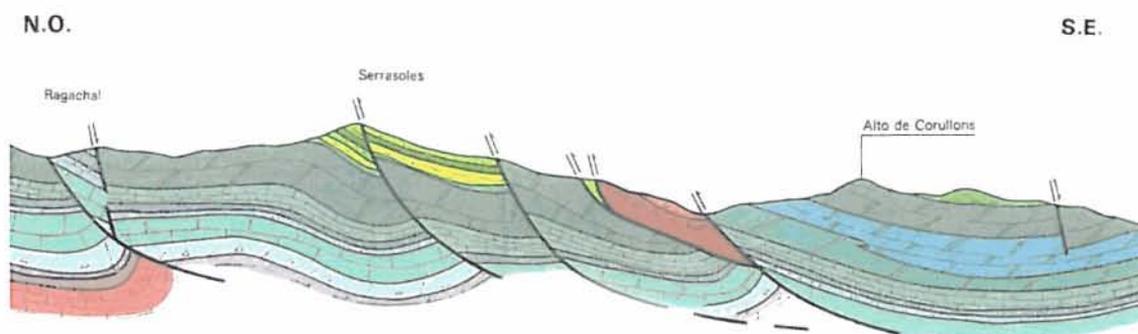


Figura 3. Corte geológico general del entorno del piezómetro del Barranco de Lloret

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza dentro del dominio hidrogeológico 8 "Maestrazgo – Catalánides". Este dominio está limitado por el relevo de la noribérica que bordea la sierra de Arcos, continuando por el norte según la traza del río Ebro en la zona de grandes embalses (Mequinenza, Ribarroja), al llegar a Flix el límite bordea la cadena catalana hasta la divisoria de cuenca frente a la sierra de Prades. Al suroeste se limita por la prolongación de la estructura Ateca – Castellón, y hacia levante queda abierto mostrando la continuidad del Maestrazgo hasta el Mediterráneo. Incluye también toda la zona de desembocadura del Ebro y su delta. Aquí se dan diversas tipologías de acuíferos. Engloba a los antiguos Sistemas Acuíferos de la cuenca del Ebro números 59 (Mesozoico de los Puertos de Beceite), 60 (Curso Bajo y Delta del Ebro), 61 (Bloque de Cardó – Vandellós), Plana de la Galera y, también parcialmente al Sistema Acuífero 55 (Maestrazgo) asignado a la cuenca del Júcar.

Se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 821 "Bajo Ebro - Motsiá", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.099 también denominada "Puertos de Tortosa", y el acuífero a controlar son las calizas del Lías.

El acuífero de la masa de agua subterránea 090.099 se trata de un acuífero carbonatado libre que se encuentran en continuidad litológica con los puertos de Beceite, configurado por una serie de pliegues, fallas inversas y cabalgamientos que afectan a toda la serie mesozoica, del Trías al Cretácico, con un nivel de despegue a favor del Keuper. Aparecen materiales carbonatados del Muschelkalk inferior (120 m) y superior (80-100 m), dolomías y calizas del Lías (200-250 m) y serie calcárea del Malm (250 y 300 m). Estos materiales, al E, bajo la masa de la Plana de La Galera, configuran la masa Mesozoico de La Galera. La recarga se produce por infiltración de la precipitación. En el acuífero Muschelkalk se produce drenaje hacia pequeños

barrancos. El acuífero del Cretácico inferior drena hacia el embalse de Ulldecona y hacia la fosa tectónica de la Plana de Galera, dónde constituye un acuífero profundo. El Albiense-Aptiense se encuentra colgado drenando hacia la Plana de la Galera a través de los barrancos.

El piezómetro se encuentra situado sobre una lámina de cabalgamiento dentro del conjunto de cabalgamientos muy apretados que forman los puertos de Tortosa. El sondeo queda emplazado sobre dolomías tableadas del Dogger – Malm, que presentan un buzamiento de entre 30º y 60º hacia el NW.

(Entorno geológico y corte geológico general pueden consultarse en figuras 2 y 3 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 rotoperforación ST30/1400 sobre camión, un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 18 de marzo de 2005 a las 10:30 horas y se terminó el 31 de marzo de 2005 a las 18:30 horas.

Se realizó un emboquille de 15 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Se sella el emboquille y se realiza un tapón en el fondo con hormigón, para evitar la posibilidad de que el sondeo sea surgente en ocasiones.

Los 238 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm. El piezómetro se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de diámetro de 180 mm de diámetro y 4 mm de espesor. Aparece la humedad sobre el metro 34, pero hasta el metro 125 no se toca agua. El nivel no pudo medirse durante la perforación.

(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 botes.

Tabla 1. Síntesis de la columna perforada (descripción en campo):

0-10 m	Gravas areno-limosas marrones (relleno de la explanación, coluvial y aluvial).
10-30 m	Dolomías cristalinas grises y calizas dolomíticas color rosado y crema.
30-35 m	Calizas dolomíticas y dolomías rosadas con algún nivel aislado de color crema.
35-39 m	Dolomía cristalina gris y rosada.
39-60 m	Dolomía cristalina y gris de grano fino y niveles rosados.
60-70 m	Dolomía rosada y cristalina marrón cremoso.
70-105 m	Calizas dolomíticas grises oscuras y niveles de dolomías rojizas.
105-130 m	Dolomías beige y rojizas veteadas. A muro niveles de dolomía gris oscura.
130-150 m	Dolomía rojiza de aspecto acaramelado.
150-187 m	Dolomía de grano fino predominantemente gris.
187-194 m	Dolomías de colores diversos y margas amarillentas.
194-203 m	Limonitas rojas y grises y anhidritas cristalinas y grises.
203-253 m	Anhidritas cristalinas y grises. A muro aparecen alternancias de lutitas grises oscuras bastante compactas con algún cristal aparentemente de pirita sin oxidar.

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, efectuó una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas. El informe correspondiente se recoge en el Anejo 2.

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

De 0 m a 13 m.- Cuaternario.

De 13 m a 150 m.- Formación Cortes de Tajuña (Lías, Rethiense – Hettangiense).

De 150 m a 183 m.- Formación Imón (Rethiense).

De 183 m a 225 m.- Facies Keuper, Formación Gallicant (Triásico Superior, Carniense - Noriense).

De 225 m a 253 m.- Facies Keuper, Formación Molar (Triásico Superior, Carniense - Noriense).

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realizó el día 1 de abril de 2005. Comenzó a las 10:35 horas. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. Del análisis de la diagráfia se observa lo siguiente:

De 0 m a 20 m se reconoció el tramo de relleno con resistividades diversas.

De 20 m a 180 m se detectó un tramo calcáreo muy homogéneo.

De 180 m a 200 m se registró un tramo calcáreo más margoso.

De 200 m a 240 m (profundidad hasta la que llegó el registro) aumentó la resistividad coincidiendo con el tramo yesífero detectado durante la perforación. Entre los metros 203 y 225 se registró un mayor contenido en arcilla y entre los metros 225 y 240 los yesos o anhidritas parecen más puros.

El nivel estático se situó a 19 metros de profundidad.

Se detectaron dos tramos fracturados claros (tramos con aporte de agua): uno entre los metros 126,5 y 129,5; el otro entre los metros 143 y 148,5.

El sondeo comenzó a desviarse desde los primeros metros y fue aumentando paulatinamente hasta el final del sondeo llegando a alcanzar los 4,67° a los 240 metros de profundidad. La distancia máxima de desviación con la vertical a los 240 metros de profundidad fue de 9,84 metros. El Acimut mantuvo una media aproximada de 290°.

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

## 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 300 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:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-15	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-120	180	4	Acero al carbono	Ciega
120-150	180	4	Acero al carbono	Puente
150-252	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.

Por indicación de Carlos Loaso las "orejas" de las tuberías del último tramo (150 m – 252 m) se dejan de soldar por completo para favorecer la circulación del agua en este tramo. Además la tubería se deja colgada 1 metro desde el fondo del sondeo para evitar estanqueidades en el último tramo ciego.

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 300 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.

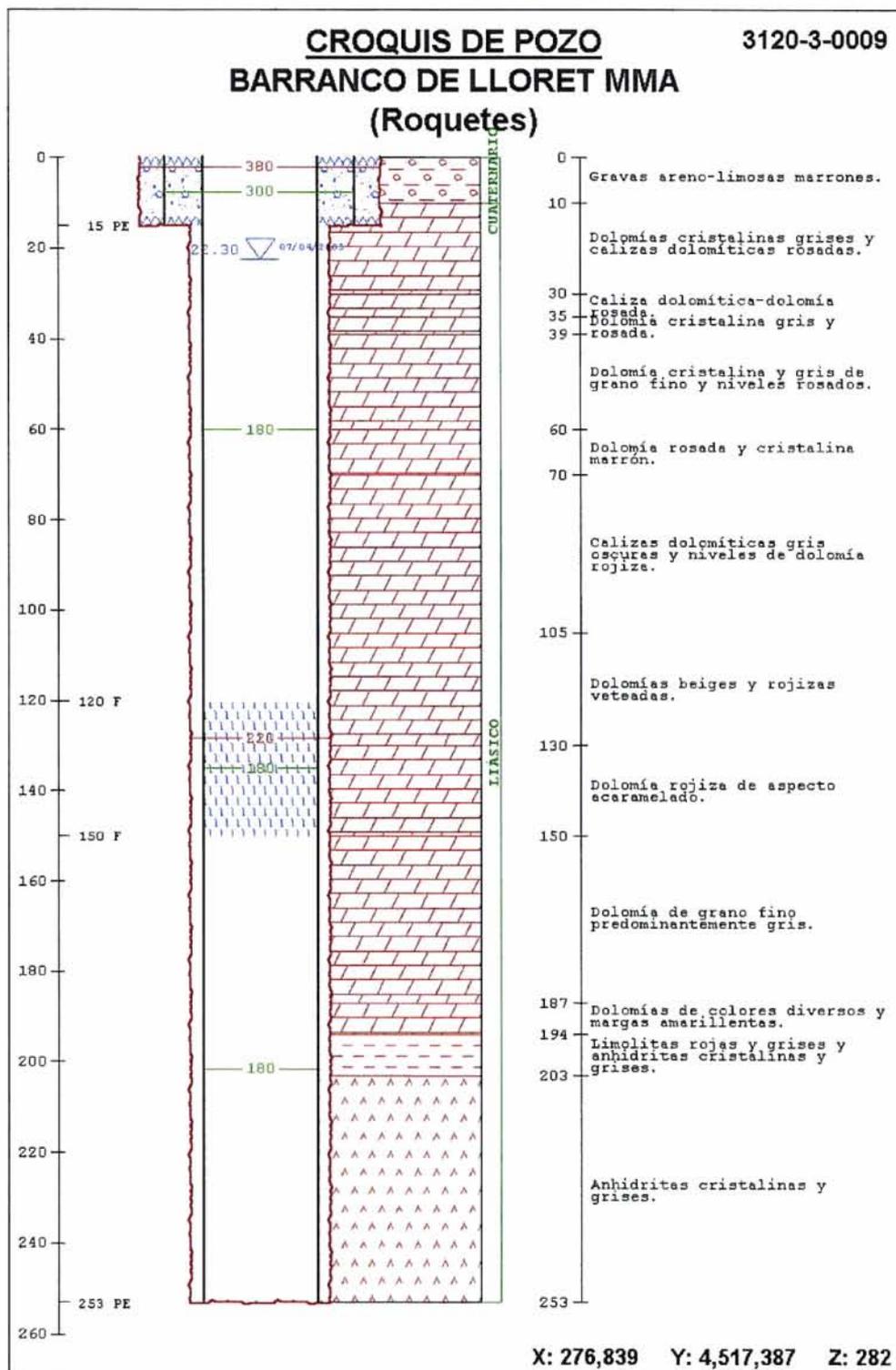


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

El acuífero perforado es de edad Lías, formación Cortes de Tajuña.

Sobre los 34 metros de profundidad aparece humedad. Su caudal no aumenta conforme avanza la perforación. Hasta el metro 125 no se toca agua. El caudal aproximado es de 10-15 l/s, caudal que se mantiene similar hasta el final de la perforación.

El agua apareció en una zona con una aparente intensa fracturación. A lo largo de todo el sondeo, al introducir una nueva varilla y dar paso al aire comprimido el agua salía turbia con un color rojizo como procedente del lavado de cavidades kársticas.

A unos 200 m de donde se está perforando el sondeo se localizan lo que en la zona se denominan "bufadors". Se trata de manantiales temporales cuyo funcionamiento se relaciona con el viento de levante. Otros bufadors muy conocidos se encuentran en el embalse de Ulldecona, ya fuera de la cuenca del Ebro. Es probable que este efecto se vea reflejado también en la piezometría del sondeo.

El 1 de abril de 2005, a las 10:35 horas, el nivel estático se situó en 19,56 m.

La limpieza del sondeo se llevó a cabo la tarde-noche del 1 de abril de 2005 y la mañana del 2 de abril de 2005. Se tomó una muestra de agua para analizar. La conductividad y la temperatura del agua medida en el campo fue de  $C = 820 \mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^a = 16,3^\circ \text{C}$ .

Tabla 3, Datos mensuales de nivel medidos hasta el ensayo de bombeo:

<b>Fecha</b>	<b>Nivel (metros)</b>
01/04/2005	19,56
07/04/2005	22,3
04/05/2005	13,935
06/06/2005	16,86
22/06/2005	18,39

## ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 22 y 23 de junio de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial estaba en 18,39 m y la profundidad de la aspiración en 190,20 m. Se comienza el ensayo con un caudal de 5,87 l/s, caudal que se mantiene durante una hora. El descenso del nivel es de 23,6 m. A continuación se realiza otro escalón de una hora de duración con un caudal de 9,09 l/s. El descenso total del nivel es de 55,87 metros. Por último se aumenta el caudal a 14,01 l/s, pero como el agua sale muy sucia, con mucho arrastre, se regula el caudal para evitar posibles atascos de la bomba. A las 7 horas de bombeo se nota un gran descenso del nivel acompañado de fuertes corrientes de aire, llegando hasta la rejilla, así que se reduce el caudal a 9 l/s. Este caudal se mantiene durante 2 horas. Como el nivel sufre variaciones y el caudal no se puede controlar bien se disminuye el caudal a 7,87 l/s, caudal que se mantiene hasta el final del ensayo. Con esto se consigue mantener el nivel más o menos estable en 120 metros de profundidad. El descenso total del nivel ha sido de 104,43 m.

El agua salió muy sucia durante casi todo el bombeo. Hasta que el nivel no empieza a estabilizar el agua no empieza a aclarar. Al final de las 24 horas el agua todavía salía turbia (color naranja). La conductividad media del agua

durante el ensayo fue de 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 7,1 y la temperatura fue disminuyendo de 21,5° C a 18,2° C. Se tomó una muestra de agua para analizar, a las 12 horas de bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 122,82 al metro 76,51. 70 minutos más tarde el nivel se situó en 59,86 m. El nivel residual fue de 41,47 m.

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

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
0	18,39	0,00	0,00
1	28,41	10,02	5,87
2	28,22	9,83	5,87
5	27,55	9,16	5,87
10	28,85	10,46	5,87
30	37,10	18,71	5,87
60	41,99	23,60	5,87
61	46,46	28,07	9,09
65	52,30	33,91	9,09
70	56,06	37,67	9,09
90	65,11	46,72	9,09
120	74,26	55,87	9,09
121	78,43	60,04	12,5
125	86,03	67,64	12,5
130	90,75	72,36	12,5
150	100,05	81,66	12,5
240	118,27	99,88	12,5
330	125,31	106,92	12,5
430	151,00	132,61	12,5
435	144,67	126,28	9,09
460	143,30	124,91	9,09
500	145,65	127,36	9,09
540	144,03	125,64	9,09

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
545	125,31	106,92	7,87
550	127,42	109,03	7,87
620	120,79	102,40	7,87
780	120,27	101,88	7,87
960	120,59	102,20	7,87
1080	121,22	102,83	7,87
1200	121,81	103,42	7,87
1440	122,82	104,43	7,87
1441	116,35	97,96	0
1445	110,94	92,55	0
1450	104,78	86,39	0
1460	95,58	77,19	0
1480	84,82	66,43	0
1500	76,51	58,12	0
1570	59,86	41,47	0

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

Las anomalías ocurridas durante el ensayo de bombeo hace muy difícil la interpretación, la cual sólo ha sido posible mediante tres métodos: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación del bombeo y la recuperación mediante el programa MABE (Método directo).

Tabla 6. Parámetros hidrogeológicos del acuífero obtenidos a partir de la interpretación del ensayo de bombeo:

<b>Método</b>	<b>Transmisividad</b>	<b>r<sup>2</sup>.S</b>	<b>R. Equiv.</b>
Método Recuperación de Theis	2,45 m <sup>2</sup> /día	1,24 m <sup>2</sup>	---
Simulación bombeo Método de Theis	8,70 m <sup>2</sup> /día	2 E-2 m <sup>2</sup>	0,32
Simulación Recuperación Método de Theis	8,70 m <sup>2</sup> /día	1 E-2 m <sup>2</sup>	0,36

Se considera que los parámetros más fiables son los correspondientes a la calibración de los niveles dinámicos durante el bombeo mediante la Solución de Theis

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada 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 2 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 501  $\mu$ S/cm, pH: 7,77.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. Conductividad: 2450  $\mu$ S/cm, pH: 7,39.)

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 DULCE de MINERALIZACIÓN ALTA – MUY ALTA, por su dureza se considera un agua MUY DURA – EXTREMADAMENTE DURA, superando incluso los Valores Habituales en Aguas Subterráneas según Custodio y Llamas (ed. 1996), y por su composición se clasifica como AGUA SULFATADA - CÁLCICA.

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.

Respecto a los iones mayoritarios en aguas subterráneas, se sobrepasa el contenido en sulfatos (mucho mayor a los 250 mg/l marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003).

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Agua de limpieza</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	17,24 mg/l	80,29 mg/l
Sulfatos	43,10 mg/l	1.630,80 mg/l
Bicarbonatos	313,44 mg/l	228,19 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	0,52 mg/l	0,00 mg/l
Sodio	9,14 mg/l	94,38 mg/l
Magnesio	42,96 mg/l	156,90 mg/l
Calcio	46,83 mg/l	433,74 mg/l
Potasio	1,30 mg/l	20,65 mg/l
Nitritos	0,04 mg/l	0,00 mg/l
Amonio	0,28 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,00 mg/l	0,46 mg/l
Fosfato	0,12 mg/l	0,54 mg/l
Anhídrido Silícico	3,56 mg/l	7,93 mg/l
Hierro	0,01 mg/l	0,05 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,00 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Roquetes 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. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 252 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas, de edad Jurásico Inferior. El nivel piezométrico varía entre 14 y 22 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 7,87 l/s. El valor de transmisividad del acuífero es de 8,70 m<sup>2</sup>/día.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua dulce de mineralización alta – muy alta, muy dura – extremadamente dura, y se clasifica como sulfatada – cálcica.

## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PIEZOMETRO:

BARRANCO DE LLORET.

LOCALIDAD: MAS DE BARBERANS/ROQUETES

PROVINCIA: TARRAGONA

**ACCESOS:** Se accede desde Tortosa. Dentro de la ciudad se llega hasta la rotonda donde está el monumento a la jota; allí se toma dirección Roquetes/Mas del Barberans (TV 3421). Se pasa Roquetes y en el pk 20 hay un desvío a la derecha por el que se toma una pista, ya dentro del Parc Natural Els Ports". Se atraviesa una ganadería de toros bravos y después de discurrir unos 6 km se accede al punto de emplazamiento.

**OBJETIVO HIDROGEOLÓGICO:** Se trata de realizar un pozo que llegue al Lias. En esta zona existe un cabalgamiento del Muschelkalk sobre el Lias por lo que sería interesante perforar en un punto alejado del frente de cabalgamiento para evitar llegar al Keuper demasiado pronto y sin haber cortado nivel.

Es muy posible que el sondeo sea surgente. Se puede realizar a rotopercusión.

**EMPLAZAMIENTO:** El primer punto previsto se sitúa en el borde de un camino, pero demasiado cerca de los estratos verticales del frente de cabalgamiento.

Coordenadas: X: 277084 Y: 4517217 Z: 282 m.



Al segundo emplazamiento propuesto, se accede por una senda avanzando, aproximadamente, 150 metros desde el punto 1.

Este punto 2 tiene la ventaja de que se sitúa en una zona más alejada del frente de cabalgamiento y los estratos están, prácticamente, verticales. Posee también la ventaja de que el emplazamiento posee mayor amplitud y mejor posibilidad de posicionamiento para los vehículos de la obra.

Coordenadas: X: 027873 Y: 451763 Z: 290 m.



Es necesaria la adecuación de la senda de acceso mediante la ampliación de los márgenes, retirando algo de monte bajo en los bordes y, sobre todo, recreciendo una margen del camino mediante la colocación de escollera en la base y rellenando por encima. Estos trabajos son obligatorios debido a la existencia de un gran bloque calcareo en la margen izquierda que crea un estrechamiento.



Detalle de la senda estrecha y del bloque calcáreo donde se debe realizar un recrecido.



PERMISOS: La finca de ambos emplazamientos es particular (pertenece a D. Pedro Fumadó, también vicepresidente del parque); el día de la visita nos firma allí mismo la autorización de ocupación.

Dado que la situación del piezómetro, se ubica en el Espacio Protegido (P.E.I.N.) “Parc Natural Els Ports”, se le informa y se le entrega una solicitud al director del parque D. Rafael Balada (977 50 40 12). Se nos comenta que no habrá problema y que lo comunicará al Consejo del Parque la primera semana de Febrero.

En el campo, se habla también con el guarda del Parque sobre las labores de acondicionamiento del camino de acceso, mostrándose de acuerdo con ellas.

Queda pues, el informe favorable del parque y la confirmación de que es técnicamente factible el acondicionamiento de la senda de acceso.



Generalitat de Catalunya

Departament de Medi Ambient i Habitatge

Serveis Territorials a les Terres de l'Ebre

Nº. de pàgines 1 + 2

Data 22/03/05 16:08

Mòdul Gestió, 2  
43870 Amposta  
Telèfon (977) 701807  
Fax (977) 701274  
Dip. Medi Ambient (0001)

**Fax**

Destinació / Destinataria  
Número de fax

Confederación Hidrográfica del Ebro Oficina de Planificación Hidrológica

A la atenció de Teresa Cancellier Layel

Província / Province

Secció de Boscos i Gestió de la Biodiversitat - Javier Pérez T.  
alpercho@gencat.net

Assaje / Assaig

Le adjunto autorización de tránsito por terrenos forestales propiedad de la Generalitat de Catalunya, parcela 984 del polígono 3 (Barranco de Lora) del término municipal de Roquetes para la construcción y observación de un piezómetro (coordenadas UTM X:277080, Y:4517222), de acuerdo a su solicitud de fecha 16.03.2005.

Quedo a su disposición para cualquier otro asunto

Reciba un cordial saludo de,

Javier Pérez T.



Si hi ha algun problema en la recepció, telefonu al número 977 701807  
Si tiene algún problema en la recepción, llame al número 977 701807



Generalitat de Catalunya

Departament de Medi Ambient i Habitatge

Serveis Territorials a les Terres de l'Ebre

Secció de Boscos i Gestió de la Biodiversitat

Ministerio de Medio Ambiente

Confederación Hidrográfica del Ebro

Oficina de Planificación Hidrológica

Al Teresa Cancellier Layel

Pº Sagasta, 24-28

50071 - ZARAGOZA

Assunto: sol·licitud autorització trànsit terrenes forestals

Vista la sol·licitud de data 14.03.2005 de autorització de trànsit per terrenes forestals propietat de la Generalitat de Catalunya, parcel·la 984 del polígon 3 del terme municipal de Roquetes per a la construcció i observació d'un piezòmetre (coordenades UTM X:277080, Y:4517222).

Visto que la actuación propuesta consiste en la ampliación temporal de una sonda para el tránsito de los vehículos que tienen que instalar el piezómetro.

Visto que la actuación ha sido comunicada al órgano técnico del Parque Natural del Ports, Espacio Natural de Protección Especial, sin que haya puesto ningún impedimento.

Se resuelve:

autoritzar el trànsit temporal de vehicles per terrenes forestals propietat de la Generalitat de Catalunya, parcel·la 984 del polígon 3 del terme municipal de Roquetes, para la construcció i observació d'un piezòmetre con las siguientes condiciones:

1. La corta de vegetación se limitará exclusivamente a los pies imprescindibles para el tránsito de los vehículos.
2. Los restos vegetales generados se tendrán que apartar 20 metros de los caminos.
3. El plazo para ejecutar la corta será de un año desde la firma de la Resolución. No obstante lo anterior, se tendrá en cuenta la legislación vigente de prevención de incendios forestales de forma que no se podrá cortar ni generar restos vegetales durante el periodo del 15 de junio al 15 de septiembre ambos incluidos.
4. Esta autorización no prejuzga ningún derecho de propiedad sobre otros terrenos. Toda la responsabilidad que se pueda derivar de la incorrecta ejecución de las

Mòdul Gestió, 2  
43870 Amposta  
Telèfon (977) 701807  
Fax (977) 701274



  
Generalitat de Catalunya  
Departament de Medi Ambient i Habitatge  
Serveis Territorials a les Terres de l'Ebre  
Secció de Boscos i Gestió de la Biodiversitat

actuacions recaerá en el beneficiario de la autorización, a quien se concede sin perjuicio de terceros.

5. Esta autorización no exime de obtener el resto de permisos que, de acuerdo con la legislación vigente, sean necesarios.

Atentamente,

Javier Pérez Tous



  
Generalitat de Catalunya  
Departament de Medi Ambient i Habitatge  
Serveis Territorials a les Terres de l'Ebre

Técnico forestal de la comarca del Baix Ebre

Ampostà, 21 de marzo de 2005  
J.P?

Miquel Garrut, 22  
43870 Ampostà  
Tel. (927) 70 18 07  
Fax (927) 70 12 74



# **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> 17/03/05	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09. <b>POBLACIÓN:</b> Mas de Barberans (Tarragona)	<b>PROF.:</b> 250 m	
<b>BARRANCO DE LLORET</b>		
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>		
<b>INICIO:</b>	<b>SISTEMA:</b>	
<b>DIAMETRO:</b>		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

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

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

A las 8:00 se inician las tareas de adecuación de la senda que da acceso a la plataforma prevista para la ubicación del piezómetro. Se deben adecuar unos 150-200 metros de senda mediante desbroce de ambas márgenes así como ampliar y retirar unos bloques calcareos que impiden el acceso; finalmente se realizará una ampliación de la explanada para poder realizar la perforación desde la plataforma pero dentro del cauce.

Están presentes al inicio de los trabajos, además del personal de las obras, el guarda de comisaría de aguas, D. José Savater así como algunos vecinos así como el propietario del camino a desbrozar. Los trabajos los realiza una pala mixta.

Por la tarde, a las 18:00, la máquina casi ha terminado el acondicionamiento del camino, incluido el ensanchamiento en la “zona de la piedra y el algarrobo”, faltando únicamente la ampliación de la plataforma en la zona de emplazamiento. Coincidimos con un agente forestal de Medio Ambiente de la Generalitat. Me muestra su conformidad ante los trabajos realizados y me indica que va a proponer a su guarda mayor que se coloque una cadena con candado y no los bloques que, como ya le he comentado, nos indicó D. Javier Pérez (su jefe).

El equipo de perforación llega con los equipos a la entrada del barranco a las 11.30- 12:00 de la mañana, estando esperando la terminación del acondicionamiento para poder acceder al emplazamiento.



Detalle de los trabajos de acondicionamiento; véase la escasa afección realizada a la vegetación de los márgenes, se ha respetado incluso uno de los dos algarrobos.



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:** 29 - 30/03/05

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.

**POBLACIÓN:** Mas del Barberans (Tarragona)

**PROF.:** 250 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 18/03/05

**SISTEMA:** ROTOPERCUSIÓN

**DIAMETRO:** 380 y 220 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 20-25 m/hora (con 220 mm )

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

Se reanudan las labores de perforación, el día 29 a las 16:00. Tras la perforación del emboquille y del hormigonado del anular y del fondo la semana pasada, se continua la perforación con 220 mm atravesando en primer lugar el tapón de hormigón (de unos 2 metros ), que ejecutó el 18/03/05.

Se perfora en calizas recristalizadas, calizas dolomíticas y dolomías del Lias. Al final de la tarde se han perforado 40 metros. A los 34 metros se detectó una pequeña humedad.

El día 30 al reanudar la perforación, no se detecta nivel.

La columna resumen de la perforación, es la siguiente:

0-10 metros. Gravas areno-limosas marrones (corresponderían al relleno de la explanación y al aluvial).

10-30 metros. Calizas recristalizadas grises (esparitas) y calizas dolomíticas rosadas – crema.

30-35 metros. Caliza dolomítica –dolomía rosada y niveles aislados crema.

35-39 metros. Caliza recristalizada gris y caliza dolomítica rosada.

39-60 metros. Caliza recristalizada y micrita gris con niveles dolomíticos rosados.

60-70 metros. Caliza dolomítica rosada y recristalizada marrón-crema.

70-120 metros. Caliza recristalizada gris oscura y niveles dolomíticos rojizos.

A última hora de la tarde, se corta el nivel a 130 metros coincidiendo con un cambio litológico a unas dolomías rojizas. El caudal aumenta progresivamente; se termina la jornada con 165 metros perforados. Según Carlos Loaso, presente en la obra por la tarde, el caudal es de unos 8 litros/segundo. También comenta que cree que las carniolas de Cortes de Tajuña se han cortado a partir de los 120 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: 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> 1-4-05	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> Bco de Lloret	<b>POBLACIÓN:</b> MAS DE BARBERANS	<b>PROF.:</b> 253 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 17/03/05	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 380 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**Estado de la perforación:**

La perforación se encuentra finalizada. La profundidad total alcanzada es de 253 m.

**Observaciones hidrogeológicas**

El nivel del agua en el pozo está a 19,56 m del brocal (1-4-05 10:35).

**Testificación geofísica**

A las 10:35 comienza la testificación geofísica del pozo con el equipo habitual de CGS OGDEN dirigido por Jose Luengo. Del análisis de la diágrfia se observa lo siguiente:

De 0 a 20 m se reconoce el tramo de relleno con resistividades diversas.

De 20 a 180 m se detecta un tramo calcáreo muy homogéneo.

De 180 a 200 se registra un tramo calcáreo más margoso.

De 200 a 240 m (profundidad hasta la que llegó el registro) aumenta la resistividad coincidiendo con el tramo yesífero detectado durante la perforación. Entre 203 y 225 m se registra un mayor contenido en arcilla y entre 225 y 240 los yesos o anhidritas parecen más puros.

El nivel estático se encuentra a 19 m.

Se detectan dos tramos fracturados claros (125-130 m y 143-148m).

**Propuesta de entubación**

Tras lo observado durante la perforación y en el registro geofísico en coordinación con el jefe de obra (Sergio) y tras las sugerencias de Carlos Loaso tras finalizar la perforación se propone realizar el siguiente esquema de entubación:

De 0 a 120 m: Tubería ciega.

De 120 a 150 m: Filtro de puentecillo.

De 150 m a 252 m: Tubería ciega. Por indicación de Carlos Loaso las “orejas” de las tuberías en este tramo se dejan sin soldar por completo para favorecer la circulación del agua en este tramo. Además la tubería se deja colgada 1m desde el fondo del sondeo para evitar estanquidades en el el último tramo ciego.

El acabado del sondeo se va a realizar mediante brida atornillada a la tubería del sondeo y equipada con llave de paso y manómetro por la posibilidad de surgencia ocasional del sondeo.

Las maniobras de entubación comienzan a las 12:50.

Fdo: Jesús Serrano Morata



Testificación geofísica Bco. Lloret (1-4-05 12:30)



Testificación geofísica Bco. Lloret (1-4-05 12:30)



Entubación Bco. Lloret (1-4-05 13:00)

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**



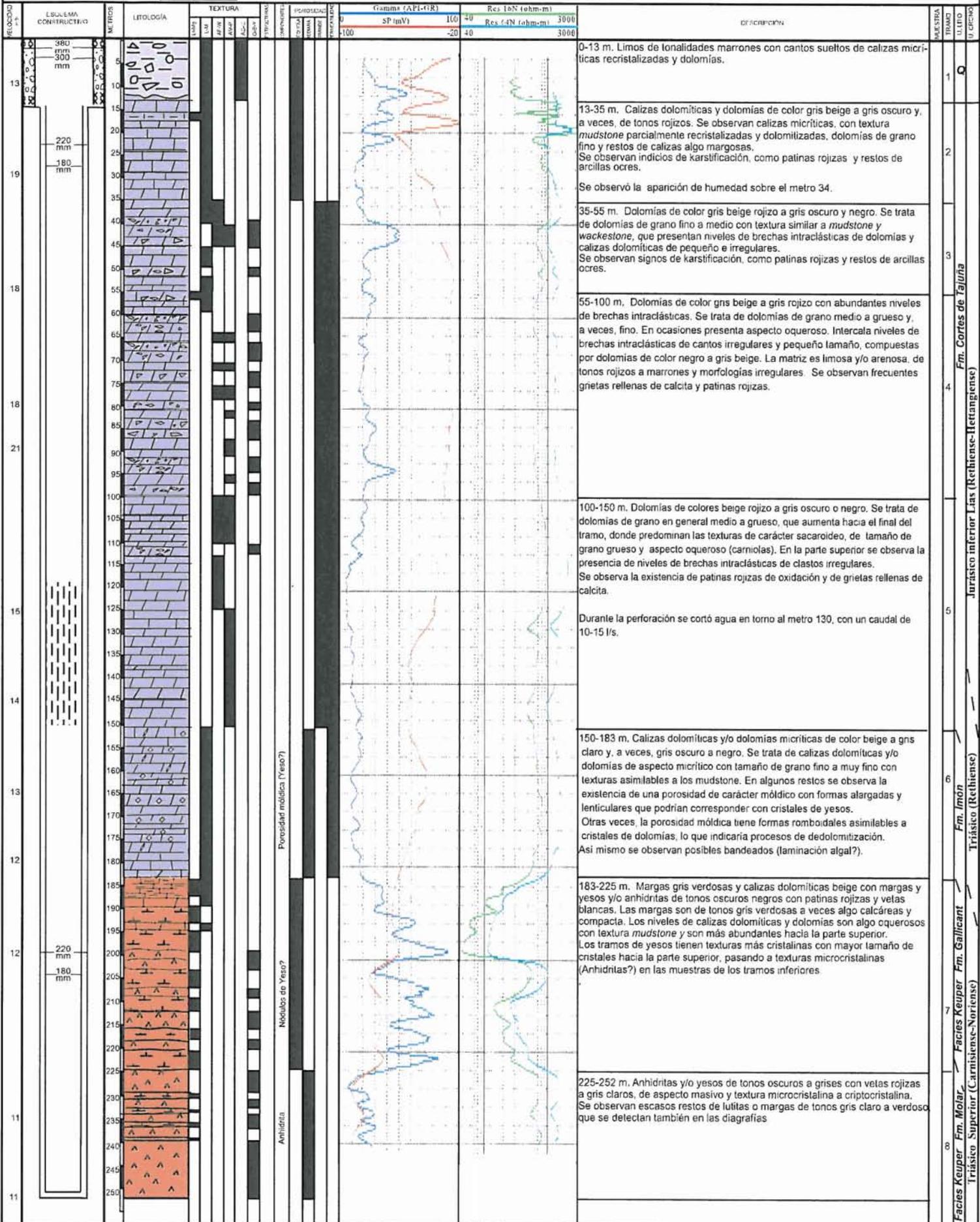
CÓDIGO IPA: 3120-3-0009  
 CÓDIGO MMA: 09-821.011

MUNICIPIO: ROQUETES  
 PROVINCIA: TARRAGONA  
 PARAJE: BUFADORS.  
 BARRANCO DE LORET  
 PRECISIÓN (X,Y): GIS-Oleícola  
 PRECISIÓN Z: GPS

HOJA N° 3120

FECHA INICIO: 18/03/05  
 FECHA FINAL: 31/03/05  
 AUTOR FICHA: Javier Ramajo

COORDENADAS UTM HUSO 31  
 276.839  
 4.517.387  
 282



Fm. Corfes de Tajuña  
 Jurásico inferior Lias (Rethienne-Hettangense)  
 Fm. Imón  
 Triásico (Rethienne)  
 Facies Keuper Fm. Galllicant  
 Facies Keuper Fm. Molar  
 Triásico Superior (Carmsiense-Nortense)



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 3120-3-0009  
(09.821.011)**

**ROQUETES (TARRAGONA)  
(BARRANCO DE LLORET)**

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4° 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 Roquetes (Tarragona) dentro de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. El 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 tiene 252 metros de profundidad y está perforado a rotoperusión con recuperación de "ripios" y toma de muestras cada 5 metros. El diámetro del sondeo es de 380 mm en los primeros 15 metros y de 220 mm desde ahí hasta el final.

La entubación se ha efectuado con tubería de 300 mm desde la boca hasta el metro 15 y a partir de este punto hasta el final del sondeo con tubería de 180 mm. Presenta la siguiente disposición: De 0 a 120m: Tubería ciega. De 120 a 150 m: Filtro Puente. De 150 a 252 m: Tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos "ripios" recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a la hora de identificar las facies y características de la litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo 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 cuáles son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 3120-3-0009 y 09.821.11 se localiza en el término municipal de Roquetes a unos 6 Km. al oeste de la localidad de Más de Barberans. Se accede al mismo tomando la carretera TV 3421, de Roquetes a Mas de Barberans. Al llegar al kilómetro 20 de dicha carretera hay un desvío a la derecha por el que se toma una pista, ya dentro del "Parc Natural Els Ports". Se atraviesa una finca dedicada a ganadería de toros bravos y después de discurrir unos 6 Km. se accede al punto de emplazamiento situado en el Barranco de Lloret. El piezómetro se encuentra situado en las cercanías de las denominadas Casas de Manet, en paraje de "Els Bufadors" (Fig.1).

Las coordenadas del emplazamiento son:

X: 279.839

Y: 4.517.387

Z: 282 msnm.,

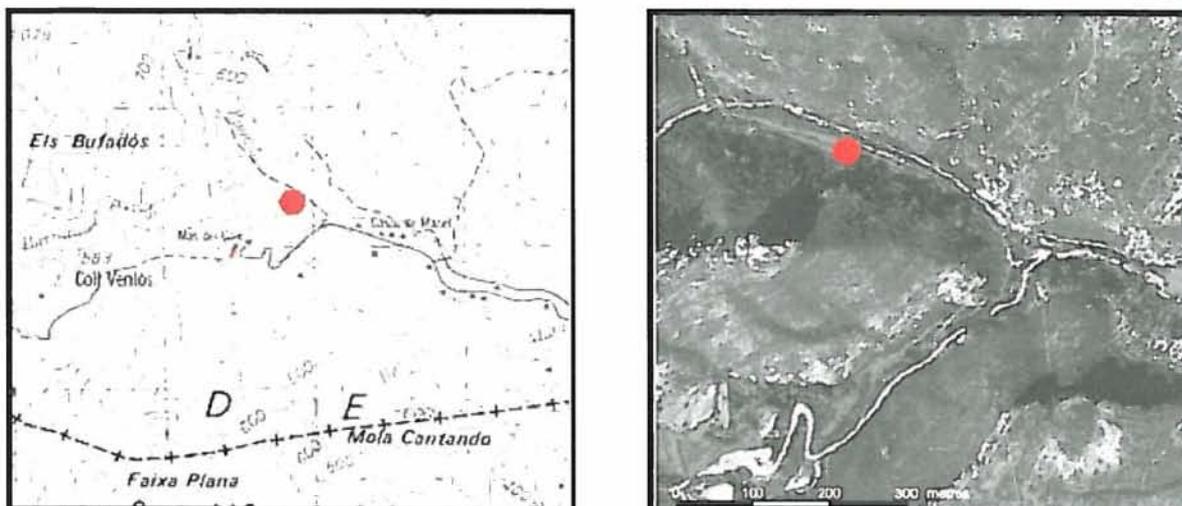


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:50.000 y ortofoto (tomadas de la Ficha IPA de la CHE).

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

El sondeo se encuentra emboquillado según la Cartografía de la Hoja MAGNA nº 519 en materiales del Jurásico Medio a Superior (unidad 12), de edad Calloviense-Oxfordiense a Kimmeridgiense. Sin embargo, durante los trabajos previos se ha observado que esta información es errónea, y el afloramiento corresponde con los materiales dolomíticos del Lías inferior, atribuidos a la Fm. Cortes de Tajuña. El error es probablemente debido al carácter dolomítico de las unidades jurásicas aflorantes esta área. El afloramiento tiene una orientación SE-NO, con buzamientos de más de 45° hacia el Nordeste, y se encuentran cabalgando sobre materiales del Munschelkalk, que presentan una orientación también SE-NO aunque con buzamientos hacia el sureste (Fig. 2).

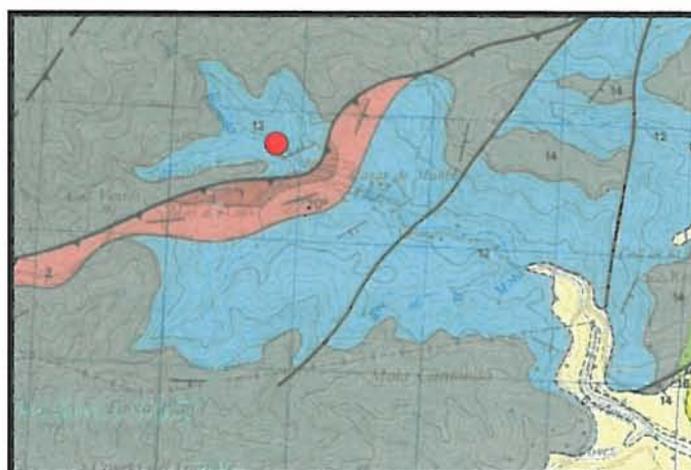


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica 1:50.000 MAGNA, Hoja nº 521 (Beceite).



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Los primeros 13 metros atravesados en este sondeo se corresponde con materiales del cuaternario formados por limos de tonalidades marrones con cantos sueltos de calizas micríticas recristalizadas y dolomías.

Debajo se atraviesan materiales calcáreos del Jurásico inferior (Lías). Desde el metro 13 hasta el metro 150 se corta una serie de calizas dolomitizadas, dolomías oquerosas y niveles de brechas que se interpretan pertenecientes a la Fm. Cortes de Tajuña (Gómez y Goy, 1979), identificada como unidad 5 en la cartografía de la Hoja MAGNA. Dentro de la misma se distinguen tres tramos: En la parte superior, desde el metro 13 al 55, una serie de Calizas dolomíticas y dolomías de color gris beige, con texturas *mudstone* a *wackestone*, y dolomías de grano fino que intercalan niveles de brechas intraclásticas de pequeño tamaño e irregulares. Presenta abundantes signos de karstificación, tal como patinas rojizas y restos de arcillas ocreas. Entre el metro 55 y 100 predominan dolomías de grano medio a grueso, algo oquerosas, con abundantes niveles de brechas intraclásticas con cantos irregulares; y en la base, desde el metro 100 al 150, se diferencia un tramo donde se cortan dolomías de grano medio a grueso, con texturas sacaroideas y un aspecto oqueroso (carniolas).

Los dos tramos superiores se pueden interpretar como pertenecientes a la parte superior de la Fm. Cortes de Tajuña (Gómez y Goy, 1979) quizás ya en transición a la unidad superior, la Fm. Cuevas Labradas. Este tramo se ha denominado en esta área como de “Brechas dolomíticas y dolomías” en el trabajo de Cadillac *et al.* (1981), mientras que el tramo inferior de carnioles, corresponde también con el diferenciado en la parte basal de Jurásico inferior (Cadillac *et al.*, 1981), aunque en la Memoria de la Hoja 521 se indica que estas facies carnioles también pueden encontrarse en la parte superior de la unidad. En la Cordillera Costero Catalana se atribuye esta unidad al Rethiense-Sinemuriense (Gómez *et al.*, 2003, 2004).

Desde el metro 150 hasta el 183 se corta una serie compuesta por calizas dolomíticas o dolomías micríticas en facies de *mudstone* con posibles porosidades móldicas, así como bandeados (laminación algal?). Esta unidad parece corresponder a las dolomías del Rethiense diferenciadas en cartografía geológica del MAGNA (521) como unidad 4, y se incluirían en la Fm. Imón (Gómez y Goy, 1979), de edad Rethiense (Gómez *et al.*, 2003, 2004).

La atribución, en esta interpretación, de este tramo a la Fm. Imón implicaría que los tramos infrayacentes atravesados -yesos y/o anhidritas- no se corresponden con los niveles de anhidritas de la Fm. Lecera (Gómez *et al.*, 2003), equivalente lateral de las dolomías, carnioles y brechas de la Fm. Cortes de Tajuña, ya que la unidad de anhidritas, siempre que aparece, se encuentra situada por encima de las dolomías de la Fm. Imón. Por tanto, las anhidritas de esta unidad se encuentra limitadas (Gómez *et al.*, 2003, 2004) a los afloramientos del norte de la Rama Aragonesa, así como a la denominada Plataforma Castellana en la Cordillera Ibérica,



pudiendo aparecer alguno en sondeos de la Cuenca del Ebro (como el de Ballobar) y en algún afloramiento del Pirineo, sin que su presencia haya sido citada en esta área de enlace con la Cordillera Ibérica, sea el trabajo de Cadillac *et al.*, (1981) o las Hojas Magna de esta zona.

De acuerdo con esta interpretación los materiales cortados en el sondeo a partir del metro 183 se consideran atribuibles a las Facies Keuper de este área.

De este modo, y en función de las características observadas en este sondeo y de la testificación geofísica se identifican dos tramos pertenecientes al Keuper: El primero abarcaría desde el metro 183 hasta el 225, aproximadamente, y está formado por una serie de margas gris verdosas y calizas dolomíticas algo oquerosas con yesos y/o anhidritas de tonos oscuros negros con patinas rojizas y vetas blancas, que podrían ser interpretados como pertenecientes a la parte superior del Keuper (K5). Esta unidad ha sido definida como Fm. Arcillas y Carbonatos del Gallicant, por Salvany y Orti (1978) en el ámbito de los catalanides, atribuyéndosele una edad de Noriense-Rethiense. Desde el metro 225 hasta el final del sondeo se ha atravesado una serie de anhidritas masivas de tonos oscuros (a veces blancos a rojo), que se han atribuido a la Fm. Arcillas y Yesos del Molar (Salvany y Orti, 1978), equivalente a las facies de la parte media y superior del Keuper del Levante (unidades K4 y K3), de edad Carisiense a Noriense.

#### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

##### **TRAMO 1**

0-13 m. Limos marrones con cantos sueltos de calizas micríticas recristalizadas y dolomías.

##### **TRAMO 2**

13-35 m. Calizas dolomíticas y dolomías de color gris beige a gris oscuro y, a veces, de tonos rojizos. Se observan calizas micríticas con textura *mudstone*, parcialmente recristalizadas y dolomitizadas, con dolomías de grano fino y restos de calizas algo margosas. Se observan indicios de karstificación, como patinas rojizas y restos de arcillas ocreas. Durante la perforación se observa la aparición de humedad sobre el metro 34.

##### **TRAMO 3**

35-55 m. Dolomías de color gris beige rojizo a gris oscuro y negro. Se trata de dolomías de grano fino a medio con textura similar a *mudstone* y *wackestone*, que presentan niveles de brechas intraclásticas de dolomías y calizas dolomíticas de pequeño tamaño e irregulares. Se observan signos de karstificación, como patinas rojizas y restos de arcillas ocreas.

##### **TRAMO 4**

55-100 m. Dolomías de color gris beige a gris rojizo con abundantes niveles de brechas intraclásticas. Se trata de dolomías de grano medio a grueso y, a veces, fino. En ocasiones presenta aspecto oqueroso. Intercala niveles de brechas intraclásticas de cantos irregulares y pequeño tamaño, compuestas por dolomías de color negro a gris beige. La matriz es limosa y/o



arenosa, de tonos rojizos a marrones y morfologías irregulares. Se observan frecuentes grietas rellenas de calcita y patinas rojizas.

#### **TRAMO 5**

100-150 m. Dolomías de colores beige rojizo a gris oscuro o negro. Se trata de dolomías de grano en general medio a grueso, que aumenta hacia el final del tramo, donde predominan las texturas de carácter sacaroideo, de tamaño de grano grueso y aspecto oqueroso (carniolas). En la parte superior se observa la presencia de niveles de brechas intraclásticas de clastos irregulares. Se observa la existencia de patinas rojizas de oxidación y de grietas rellenas de calcita.

Durante la perforación se cortó agua en torno al metro 130, con un caudal de 10-15 l/s.

#### **TRAMO 6**

150-183 m. Calizas dolomíticas y/o dolomías micríticas de color beige a gris claro y, a veces, gris oscuro a negro. Se trata de calizas dolomíticas y/o dolomías de aspecto micrítico con tamaño de grano fino a muy fino con texturas asimilables a los *mudstone*. En algunos restos se observa la existencia de una porosidad de carácter móldico con formas alargadas y lenticulares que podrían corresponder con cristales de yesos. Otras veces, la porosidad móldica tiene formas romboidales asimilables a cristales de dolomías, lo que indicaría procesos de dedolomitización. Así mismo se observan posibles bandeados (laminación algal?).

#### **TRAMO 7**

183-225 m. Margas gris verdosas y calizas dolomíticas beige con margas y yesos y/o anhidritas de tonos oscuros negros con patinas rojizas y vetas blancas. Las margas son de tonos gris verdosas, a veces algo calcáreas y compactas. Los niveles de calizas dolomíticas y dolomías son algo oquerosos, con textura *mudstone* y son más abundantes hacia la parte superior.

Los tramos de yesos tienen texturas más cristalinas con mayor tamaño de cristales hacia la parte superior, pasando a texturas microcristalinas (Anhidritas?) en las muestras de los tramos inferiores.

#### **TRAMO 8**

225-252 m. Anhidritas y/o yesos de tonos oscuros a grises con vetas rojizas a gris claros, de aspecto masivo y textura microcristalina a criptocristalina. Se observan escasos restos de lutitas o margas de tonos gris claro a verdoso, que se detectan también en las diagráfias.

#### **REFERENCIAS**

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 521-Beceite (1985).

GÓMEZ, J. J. Y GOY, A. (1979) - Las Unidades Litoestratigráficas del Jurásico medio y superior, en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 35, pp. 596-598.

GÓMEZ, J. J., COMAS-RENGIFO, M. J. Y GOY, A. (2003) - Las Unidades Litoestratigráficas Del Jurásico Inferior De Las Cordilleras Ibérica Y Costeras Catalanas. *Rev. Soc. Geol. España*: 16(3-4):227-237].

GÓMEZ, J. J., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S., GOY, A., (2004) - Primera Fase de post-rifting: Jurásico Inferior y Medio. *Geología de España* (J. A. Vera Ed.). 495-503p.

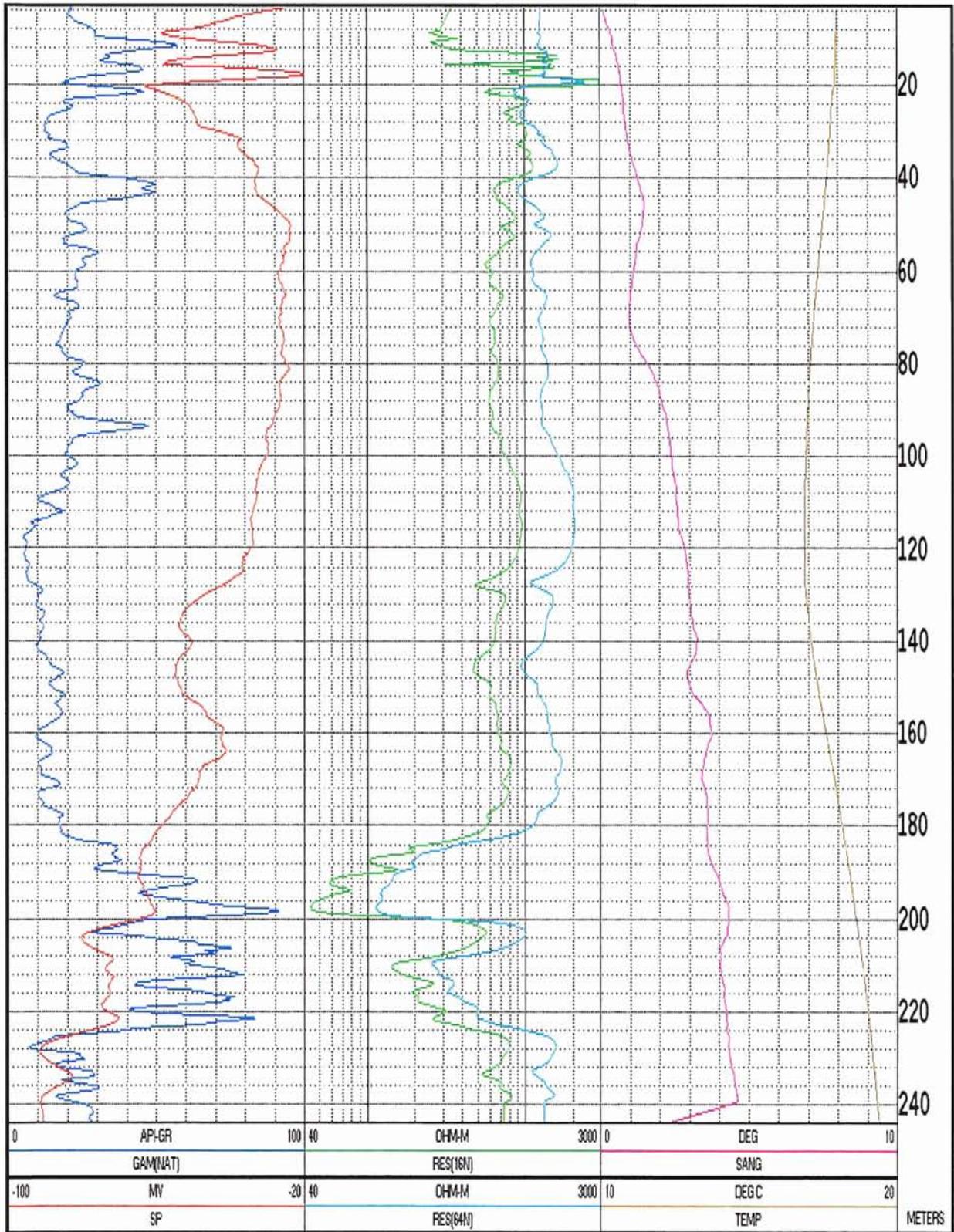


CADILLAC, H.; CANEROT, J.; FAURE, P.(1981).- Le Jurassique Inferieur Aux Confins Des Iberides Et Des Catalanides, Espagn., *Estudios Geologicos*, 37, 3-4, 187-198 (12 P.)

SALVANY, J. M. Y ORTÍ, F (1978).- El Keuper de los Catalanides. *Cuadernos de Geología Ibérica*. 11. 215-236.

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**

# BARRANCO DE LLORET



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE**  
**SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITRIO Y LA BIODIVERSIDAD**

**CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**



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

**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO  
“BARRANCO LLORET” EN MAS DE  
BARBERANS (TARRAGONA)**

Abril de 2005





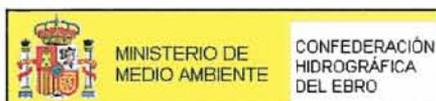
CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com



**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO  
"BARRANCO LLORET" EN MAS DE BARBERANS  
(TARRAGONA)**



TARRAGONA, ABRIL DE 2005

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



CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

## ÍNDICE

	Páginas.
<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA .....	3
2.2. TIPOS DE PARÁMETROS .....	4
2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES .....	5
2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS .....	6
<b>3. TRABAJO REALIZADO .....</b>	<b>9</b>
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS .....	10
3.2. PROCESADO DE DATOS .....	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS .....	18
<b>4. RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>23</b>

## ANEXOS

- ANEXO-I:**           DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA.
- ANEXO-II:**         LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -1

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 1 de abril de 2005 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "BARRANCO LLORET", ubicado en el término municipal Mas de Barberans, en la provincia de Tarragona, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

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

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

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



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-2

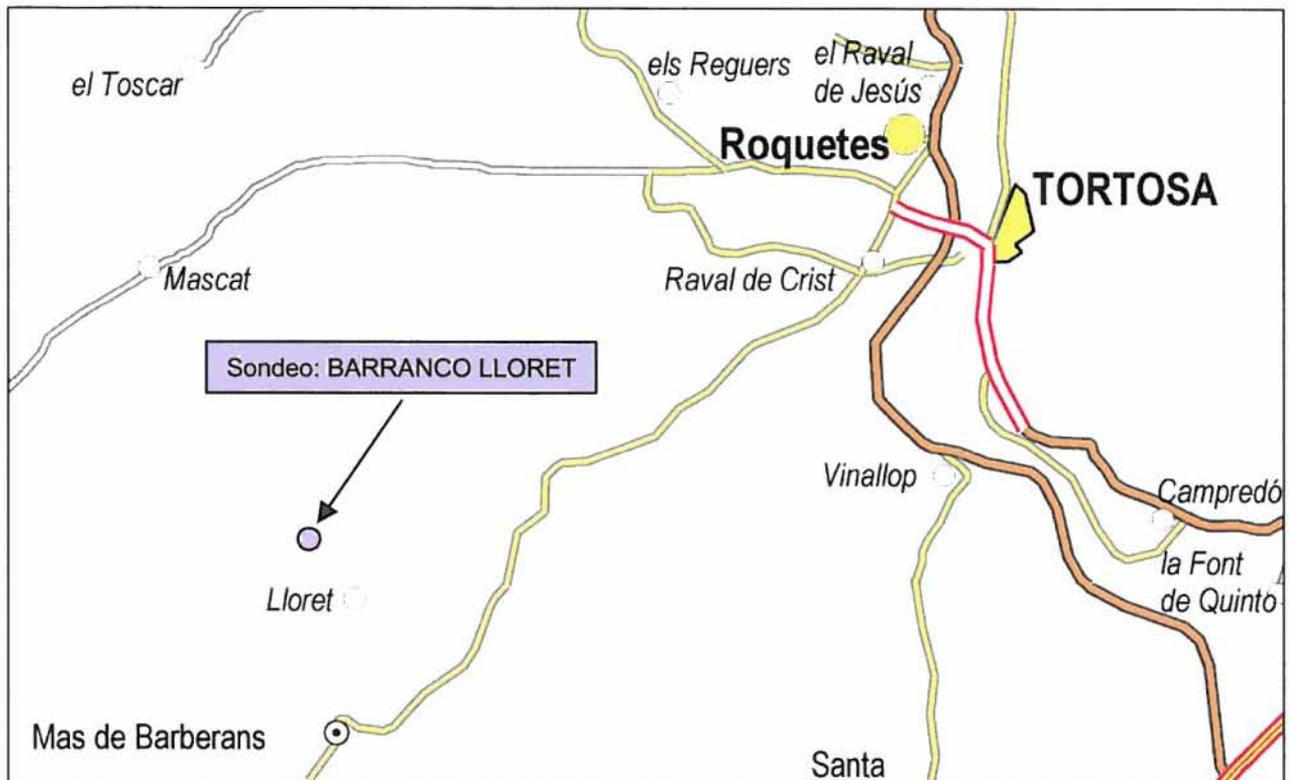


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-3

## 2. METODOLOGÍA

La obtención y estudio de los fragmentos del terreno extraídos de un sondeo durante la perforación se llama testificación mecánica.

La testificación geofísica estudia el material que se encuentra en torno al sondeo a través de técnicas geofísicas. Es decir, mide y registra ciertas propiedades físicas del terreno perforado, con equipos cuya filosofía es similar a los empleados en geofísica de superficie.

### 2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La geofísica de sondeos o testificación geofísica, presenta varias ventajas respecto a la geofísica de superficie.

- Su operación es más sencilla. Todos los componentes del sistema de medida y registro se localizan en la superficie, próximos al sondeo, y en el interior del mismo, por lo que el espacio necesario para trabajar es fijo y reducido.
- El equipo empleado para la toma de datos en el interior del sondeo va sujeto a un cable que se maniobra fácilmente desde la superficie mediante un motor.
- La señal registrada proviene de una zona localizada frente al equipo en el interior del sondeo.
- El registro obtenido es continuo a lo largo de la zona barrida por el equipo dentro del sondeo.

Respecto a la testificación mecánica, la testificación geofísica tiene las siguientes ventajas:



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-4

- Se requiere menos tiempo en alcanzar la información puesto que se puede perforar sin necesidad de obtener testigo, y, por otra parte, el análisis de los datos es más rápido.
- Se obtiene información a todo lo largo del sondeo. En determinados terrenos, por ejemplo, en los terrenos blandos, es muy difícil obtener testigo mecánico, mientras que las medidas geofísicas siempre pueden obtenerse al hacerse en las paredes del sondeo, que son más fáciles de conservar.
- La testificación geofísica proporciona datos del terreno in situ, tal como se encuentra durante la toma de medidas. El testigo puede alterar sus características durante el periodo de tiempo que transcurre desde que se obtiene hasta que se analiza.
- La realización de la testificación geofísica es más económica que la testificación mecánica. Además, el almacenaje, el acceso y el manejo de datos son más sencillos y económicos.
- La testificación geofísica es un documento objetivo, que revaloriza en cualquier momento la costosa obra de perforación.

## 2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

Las propiedades físicas de las rocas que pueden medirse en un sondeo son las mismas que las utilizadas en la geofísica de superficie: potencial espontáneo, resistividad eléctrica, radiactividad natural, velocidad de las ondas sísmicas mecánicas, densidad susceptibilidad magnética, etc.

La forma de hacer las medidas se brinda, sin embargo, a una mayor gama de posibilidades, al estar los sensores mucho más próximos a las formaciones geológicas y al desplazarse de forma continua a lo largo del sondeo.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -5

Una misma propiedad física de las rocas, puede medirse con distintos tipos de dispositivo, dando lugar a lo que se denominan parámetros de testificación. Cada parámetro informa de un aspecto distinto de las propiedades de las rocas atravesadas.

Una característica esencial de la testificación geofísica, es que sistemáticamente se miden varios parámetros en un mismo sondeo, lo que posibilita aún más la obtención de información fiable.

Los tipos de parámetros que se obtienen se clasifican en los siguientes grupos:

- *Eléctricos.* Potencial Espontáneo, Resistencia, Resistividad Normal, Resistividad Lateral, Resistividad Focalizada, Inducción, Resistividad del Fluido y Buzometría.
- *Radiactivos.* Gamma Natural, Gamma gamma, Neutrón y Espectrometría.
- *Sísmicos.* Sónicos y Tren de ondas.
- *Mecánicos.* Flujometría y Calibre.
- *Especiales.* Inclinación y Desviación del sondeo, Temperatura, gravedad, Magnetismo, Radar, Microescaner, Televiewer y Vídeo.

### 2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

El equipo en el interior del sondeo se desplaza a una velocidad determinada, midiendo habitualmente de forma continua, si bien algunos parámetros se miden de forma discreta. Esta medida se transmite para ser registrada en la superficie y se representa en un gráfico denominado DIAGRAFÍA o LOG. Con el mismo equipo y a la misma vez se obtienen varias diagrafías.

En el eje horizontal se presenta en escala lineal o logarítmica el valor de la medida realizada, y en el eje vertical y en sentido descendente se expresa la profundidad. En la presentación de las diagrafías es habitual dibujar unas líneas de referencia a intervalos regulares para facilitar las lecturas.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-6

Los datos se representan gráficamente a medida que se van obteniendo y, además, se procede a su digitalización y almacenamiento en soporte magnético para su posterior procesado.

De cada sondeo testificado se conserva una serie de datos donde se incluye información general del sondeo, de la perforación y la testificación.

#### 2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

Un equipo de testificación geofísica se compone de los siguientes elementos:

- *Sonda*: Es la parte que se introduce en el sondeo y convierte el parámetro registrado en señal eléctrica. Según el tipo de sonda se obtiene un tipo de diagráfia.

En general, se puede decir que en el interior de cada sonda existe:

- Un sistema generador de un campo físico, (eléctrico, radiactivo, electromagnético, onda mecánica, etc...).
- Un sistema detector de la respuesta que el terreno produce a la acción del campo original, y de la que se deducirá el tipo de terreno del que se trata.
- Un convertidor de la señal, (nuestro equipo digitaliza la señal directamente de la sonda).
- La fuente de alimentación necesaria para el funcionamiento de los componentes electrónicos de la sonda.
- *Cable*: Tiene varias funciones: Soportar la sonda, llevar energía a la misma y enviar la señal de la sonda a la superficie.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

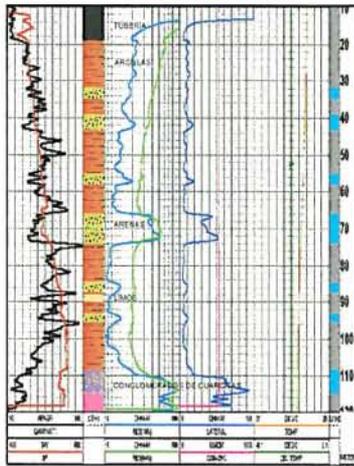
Pág.-7

- *Sistema de control de la profundidad:* Mide la longitud del cable introducido en el sondeo, para conocer la profundidad a la que se encuentra la sonda y se realiza la medida.
- *Cabrestante y motor:* En el cabrestante se encuentra arrollado el cable y se mueve a una velocidad controlada por el operador. Desde el final del cable, en el cabrestante, se toman las señales transmitidas desde la sonda.
- *Equipo de superficie:* Incluye, entre otros, todos los elementos de comunicación con la sonda, controlando su desplazamiento y operación, registro y grabación de la señal.

El conjunto de todo el equipo forma parte de una unidad que, en nuestro caso, va incorporada en un vehículo de la marca Ford, modelo Custom-250.

El equipo de testificación geofísica utilizado, en el presente trabajo, ha sido el equipo CENTURY COMPU-LOG-III, del cual adjuntamos, en la figura.-2, una ficha técnica del mismo.

## EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



DIAGRAFÍA PROCESADA

### UTILIDADES

El equipo **CENTURY COMPU-LOG-III** es un equipo digital de última generación de **testificación geofísica** que dispone de las sondas necesarias para registrar los siguientes parámetros :

- Potencial espontáneo
- Resistencia monoelectrónica
- Resistividad normal (16" y 64")
- Resistividad lateral
- Conductividad
- Gamma natural
- Densidad
- Porosidad
- Sónico
- Flujometría
- Calibre
- Inclinación
- Desviación
- Temperatura

### ALGUNAS APLICACIONES

- Definición de litologías
- Identificación de acuíferos
- Fracturación
- Calidad del agua
- Porosidad de las rocas
- Grado de compactación
- Desviación e inclinación

### COMPONENTES

- Ordenador Pentium II
- Impresora
- cabrestante de 1500 m.
- Hidráulico
- Alternador
- sondas
- Fuente de alimentación
- Programa de adquisición de datos PCL
- Programa de procesado de datos ACL

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom



EQUIPO COMPLETO CON SONDAS



SONDAS

Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-9

### 3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "BARRANCO LLORET" se testificó desde la superficie hasta los 240 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

#### DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	250 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	240 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 14 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	19 m.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25° C:	2500 µs/cm	
TESTIFICADO CON LA SONDA:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0276700
	Y	4517203
	Z	269

Se han utilizado las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación) que registran los siguientes parámetros:

#### *Sonda 9040 (hidrogeológica)*

- GAMMA NATURAL
- POTENCIAL ESPONTÁNEO
- RESISTIVIDAD NORMAL CORTA
- RESISTIVIDAD NORMAL LARGA
- RESISTIVIDAD LATERAL
- RESISTIVIDAD DEL FLUIDO
- TEMPERATURA
- DELTA DE TEMPERATURA



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-10

## Sonda 9055 (desviación)

- PROFUNDIDAD
- DISTANCIA
- DESVIACIÓN NORTE
- DESVIACIÓN ESTE
- INCLINACIÓN
- ACIMUT

### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

**Gamma Natural:** Mide la radiactividad natural de las formaciones geológicas.

Los Rayos Gamma son ondas de energía electromagnética, emitida espontáneamente por los elementos radiactivos, como parte del proceso de conversión de masa en energía, o desintegración nuclear.

Cada isótopo radiactivo tiene unos niveles de emisión característicos. La energía emitida por una formación geológica es proporcional a la concentración en peso de material radiactivo que contiene. Es absorbida por la propia formación, en mayor grado cuanto mayor sea su densidad, por lo que la emisión recibida en la sonda es la que proviene de una distancia media no superior a los 0.3 metros.

En las rocas sedimentarias, los isótopos radiactivos se localizan fundamentalmente en las arcillas, mientras que las arenas limpias no tendrán emisiones de Rayos Gamma.

Los niveles de calizas y dolomías tampoco son radiactivos, mientras que las rocas ígneas, sobre todo el granito y las riolitas, tienen importantes concentraciones de isótopos de <sup>40</sup> k.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-11

La sonda contiene un detector de centelleo que detecta las radiaciones que llegan a la sonda en la unidad de tiempo.

Las unidades empleadas son cuentas o eventos radiactivos detectados en la unidad de tiempo (c.p.s.). Puesto que no todos los detectores son iguales, se ha definido la unidad normalizada llamada "API", como una fracción de la lectura, expresada en unidades c.p.s., realizada por la sonda en una formación tipo, dispuesta en un sondeo patrón artificial en USA.

**Potencial Espontáneo:** Mide la diferencia de potencial entre un electrodo fijo en la superficie (A) y otro que se mueve a lo largo del sondeo (B).

Las diferencias de potencial medidas se deben a desequilibrios iónicos que tienen lugar normalmente entre las superficies de separación de líquido-sólido o sólido de diferente permeabilidad, dando lugar a corrientes eléctricas de origen natural. Los desequilibrios iónicos pueden tener varios orígenes: de difusión, absorción, potenciales redox, y electrofiltración principalmente.

Para efectuar la medición la sonda consta de un electrodo que se introduce en el sondeo en contacto con las paredes. Otro de referencia permanece en la superficie en un medio húmedo. Los dos electrodos son idénticos y químicamente inertes y estables. Un microvoltímetro de alta impedancia mide y registra la diferencia de potencial entre ambos.

El valor medio de Potencial Espontáneo es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el lodo. A lo largo de la misma capa, la intensidad permanece constante, por lo que los valores de Potencial Espontáneo son iguales y el registro es una línea recta. En la zona de contacto entre formaciones permeables e impermeables, la variación de la intensidad de la corriente es máxima y esto da lugar a una curvatura en el registro o una desviación de la señal.

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.

**Resistividad:** Mide la resistividad eléctrica de las formaciones.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-12

La resistividad de una formación expresa el grado de oposición al paso de la corriente eléctrica por un volumen definido de formación. Se simboliza por  $R$  y se expresa en ohm x m.

La sonda mide la resistividad eléctrica a través de la determinación de diferencias de potencial entre electrodos situados en la sonda. El volumen que afecta a la medida se puede controlar al variar el número y la disposición de electrodos en la sonda. En consecuencia, aunque el parámetro medido sea la resistividad, esta puede ser la del lodo, la de la formación en una zona no afectada por la perforación, o la de la formación en las proximidades del sondeo donde hay invasiones del lodo de perforación en el terreno.

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

- Un microdispositivo para medir la resistividad del fluido.
- Un dispositivo de 64" para medir la resistividad de la formación que no ha sido invadida por el lodo.
- Un dispositivo de 16" para medir la resistividad de la formación que ha sido invadida por el lodo.

**Resistividad del fluido:** Mide la resistividad del fluido que rellena el sondeo.

La medida se realiza con una sonda que dispone de un resistímetro/conductímetro adaptado para medir en el lodo. La unidad de medida es ohm x m. En general este tipo de registro se obtiene durante el recorrido de descenso de la sonda, para no perturbar las condiciones estabilizadas del lodo.

Permite determinar el contenido de sales disueltas en el fluido que rellena el sondeo por lo que tiene aplicación (si las circunstancias en las que se efectúa la medida son adecuadas), para conocer la calidad del agua de los acuíferos atravesados por el sondeo en un momento dado, así como su evolución en el tiempo.

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-13

**Temperatura:** Mide la temperatura del fluido que rellena el sondeo.

Se sabe que la temperatura de las formaciones aumenta con la profundidad, llamándose *gradiente térmico* al aumento de temperatura por unidad de profundidad.

El gradiente geotérmico es variable según la situación geográfica y según la conductividad térmica de las formaciones: los gradientes son débiles en las formaciones que tienen una alta conductividad térmica, y elevados en caso contrario.

La variación de temperatura puede ser también debida al aporte de acuíferos.

El registro se debe hacer durante el descenso, a fin de no romper el equilibrio térmico por una mezcla del lodo ocasionada por el paso de la sonda y del cable.

**Profundidad:** Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

**Distancia:** Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto de la vertical.

**Desviación norte:** Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el norte.

**Desviación este:** Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el este.

**Inclinación y Acimut:** La sonda de verticalidad proporciona un registro continuo de la verticalidad y desviación del sondeo y del acimut de la desviación. Tras un posterior procesado de estos datos se obtiene la profundidad real y posición de cada punto del sondeo con respecto a un punto de referencia, normalmente la boca del sondeo o el pie de la tubería.

La medida de desviación del sondeo se obtiene mediante la utilización de cinco transductores, alineados según los tres ejes de la sonda de testificación: a) Dos inclinómetros definen los dos ejes menores de la sonda, "x" e "y", midiendo la desviación del sondeo con respecto a la



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -14

vertical y la dirección de la desviación con respecto al punto de referencia.  
b) Tres magnetómetros tipo fluxgate, instalados según los tres ejes de la sonda "x", "y" y "z", permiten conocer la orientación rotacional de la sonda, y junto con las medidas de desviación proporcionan el valor del acimut del punto de referencia con respecto al Norte Magnético.

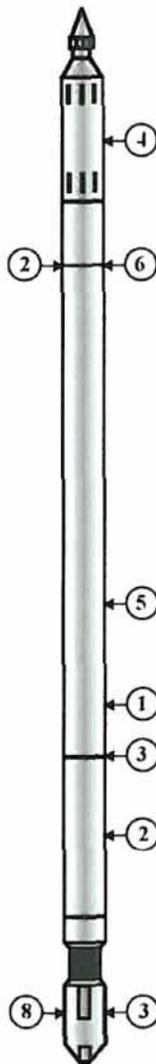
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

A continuación, en las figuras 3 y 4, presentamos dos fichas técnica con las características (peso, dimensiones, rango de lectura, dispositivo, presión, temperatura, velocidad del registro etc..) de las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación)

## Sonda 9040 (hidrogeológica)

### Información general

La sonda 9040 es una sonda multiparmétrica que es capaz de medir 8 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistividad Normal Corta (16"), Resistividad Normal Larga (64"), Resistividad Lateral, Resistividad del Fluido, Temperatura y Delta de Temperatura.



### Ubicación de los sensores

1. Gamma Natural.
2. Resistividad (64").
3. Resistividad (16").
4. Resistividad fluido.
5. Resistividad Lateral.
6. Potencial Espont.
8. Temperatura y Delta de Tempera.

### Rango de respuesta de los sensores

- Gamma Natural*: de 0 a 10.000 unidades API.
- Resistividades (64", 16" y Lateral.)*: de 0 a 3000 ohmios por metro.
- Potencial Espontáneo*: de -100 a +400 mv.
- Temperatura*: de 0° C a 56° C.
- Resistividad del fluido*: de 0 a 100 ohmios por metro.

### Especificaciones

- Longitud*: 2.13 mts.
- Diámetro*: 64mm.
- Presión*: 232 Kg/cm<sup>2</sup>
- Temperatura*: 50° C.
- Peso*: 15 Kg.
- Voltaje requerido*: 50 V (DC).
- Velocidad de registro*: 9 m/minuto.

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)

## Sonda 9055 (desviación)

### Información general

La sonda 9055 es una sonda multiparamétrica que mide 6 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistencia Monoeléctrica, Neutrón, Inclinación y Desviación.

Para la medida de Neutrón (con la que se calcula la porosidad), es necesario incorporar a la sonda una fuente radiactiva de  $Am^{241}Be$ , que tiene una intensidad de 1Cu.

### Ubicación de los sensores

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Inclinación          | 2. Gamma Natural    |
| 3. Neutrón              | 4. Desviación       |
| 5. Potencial Espontáneo | 6. Resistencia Mon. |
| 7. Fuente Radiactiva    |                     |

### Rango de respuesta de los sensores

- Inclinación: de 0 a 45 grados.
- Gamma Natural: de 0 a 10.000 unidades API.
- Neutrón: de 0 a 10.000 unidades API.
- Desviación: de 0 a 360 grados.
- Potencial Espontáneo: de -400 a 400 mv.
- Resistencia Monoeléctrica: de 0 a 3000 ohms
- Porosidad: de -10 a 100%.

### Especificaciones

- Longitud: 2.90 mts.
- Diámetro: 46 mm.
- Presión: 232 Kg/cm<sup>2</sup>
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 32 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

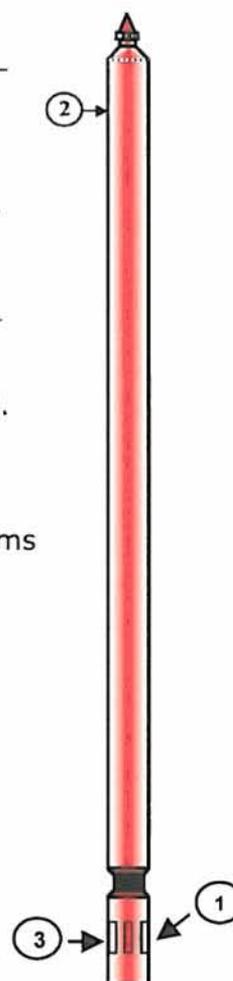


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)

### 3.2. PROCESADO DE DATOS

Los datos obtenidos en la testificación geofísica con las sondas 9040 y 9055 han sido procesados mediante el programa DISPLAY de la casa CENTURY GEOPHYSICAL CORPORATION.

Este programa permite efectuar cualquier cálculo con las diagrfías registradas, así como la presentación y distribución de litologías, según se muestra en la ventana del programa DISPLAY de la figura.-5.

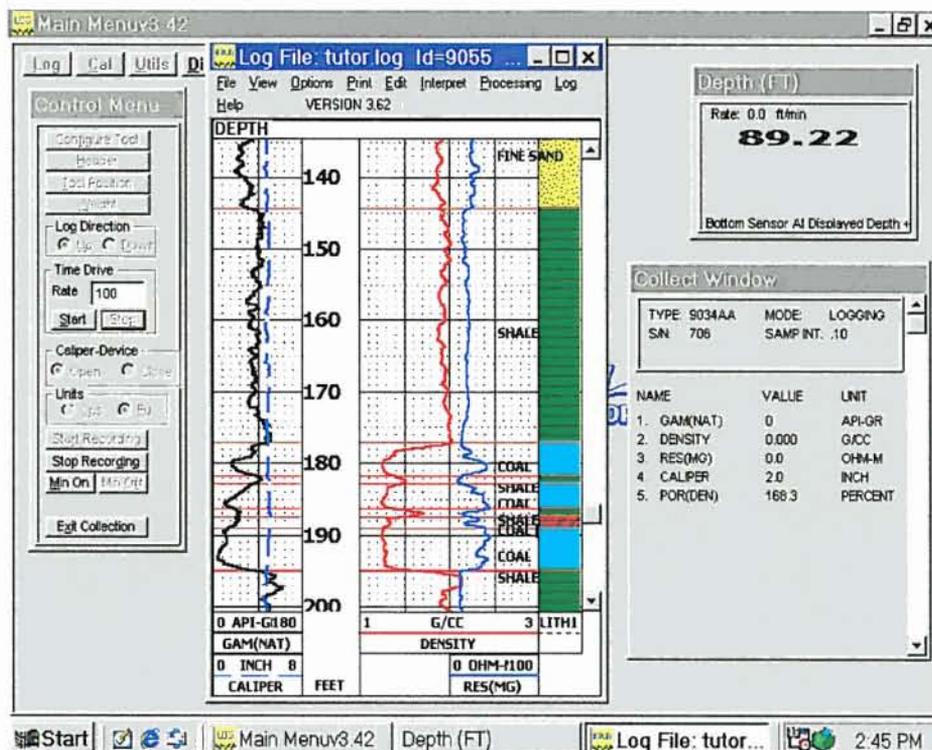


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa DISPLAY de CENTURY



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-18

De la Resistividad del fluido hemos calculado la conductividad del agua del sondeo, pero a la temperatura que tiene el sondeo en el momento de efectuar el registro. Para normalizarla a 25° C utilizamos la expresión:

$$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C}) = LG(\text{CON}) \times (46.5 / (LG(\text{TEM}) + 21.5))$$

Donde:

$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C})$  = Registro de Conductividad Normalizada a 25° C.

$LG(\text{CON})$  = Registro de Conductividad efectuado en el sondeo.

$LG(\text{TEM})$  = Registro de Temperatura efectuado en el sondeo.

### 3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

En la figura.-6, se ha representado la totalidad del Log registrado con la sonda 9040 (hidrogeológica), con el fin de tener una visión global del mismo.

En la pista número uno se encuentran los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistividad del fluido, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API para el Gamma Natural, de -100 a -20 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 20 Ohm x m para la Resistividad del fluido. En la pista número dos figura la profundidad. En la número tres, están representados en color azul los tramos porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación, en negro, los tramos con menor grado de porosidad y permeabilidad y, en naranja, la parte del sondeo que no contiene agua. En la pista número cuatro, los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, cuyas escalas logarítmicas van de 20 a 3000 Ohm x m. Por último, en la quinta, están los parámetros de Temperatura (escala de 0° a 30° C), Delta de Temperatura (escala de -



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -19

0.1° a 0.1° C) y Conductividad Normalizada a 25° C (escala de 0 a 3000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).

En el ANEXO-I, se presenta en diferentes páginas, a una escala ampliada, la totalidad del Log para poder observar cada parámetro registrado con más detalle.

En la FIG.-7, hemos representado únicamente los parámetros de desviación medidos con la sonda 9055 (desviación)

En esta diagráfia, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 250 mts para la Profundidad y de 0 a 20 metros para la Distancia. En la pista número dos figura la profundidad. En la número tres, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -10 a 10 metros, para ambas. Por último, en la pista número cuatro, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

En el ANEXO II, se presenta un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad, Distancia, Acimut, Desviación Norte, Desviación Este e Inclinación.

En la FIG.-8, está representada la gráfica de desviación del sondeo vista en planta, en la que se muestra los valores del acimut y la distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.



CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -20

**SONDEO: BARRANCO LLORET**

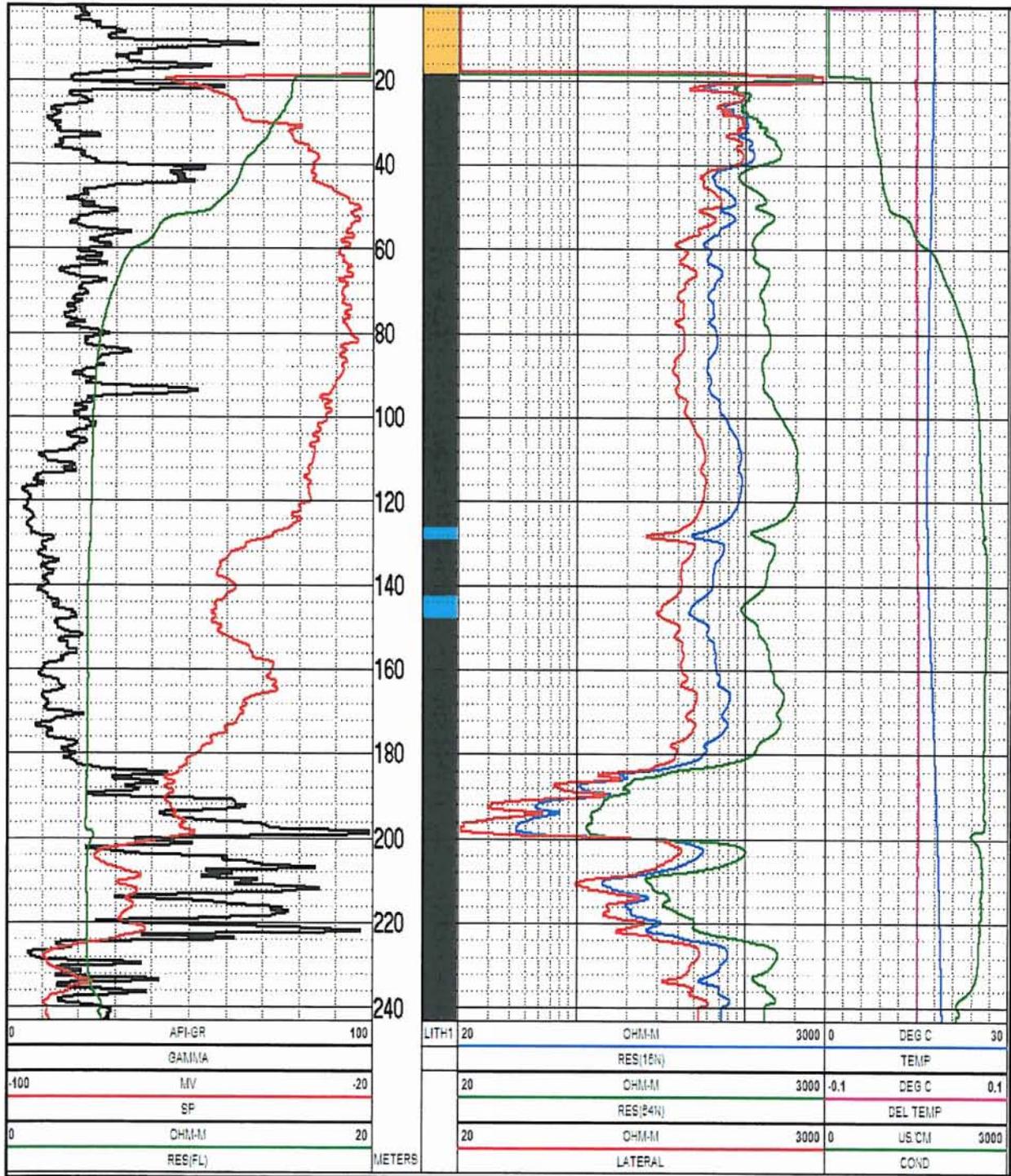


Figura.-6 Diagrama hidrogeológica

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



CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

**SONDEO: BARRANCO LLORET**

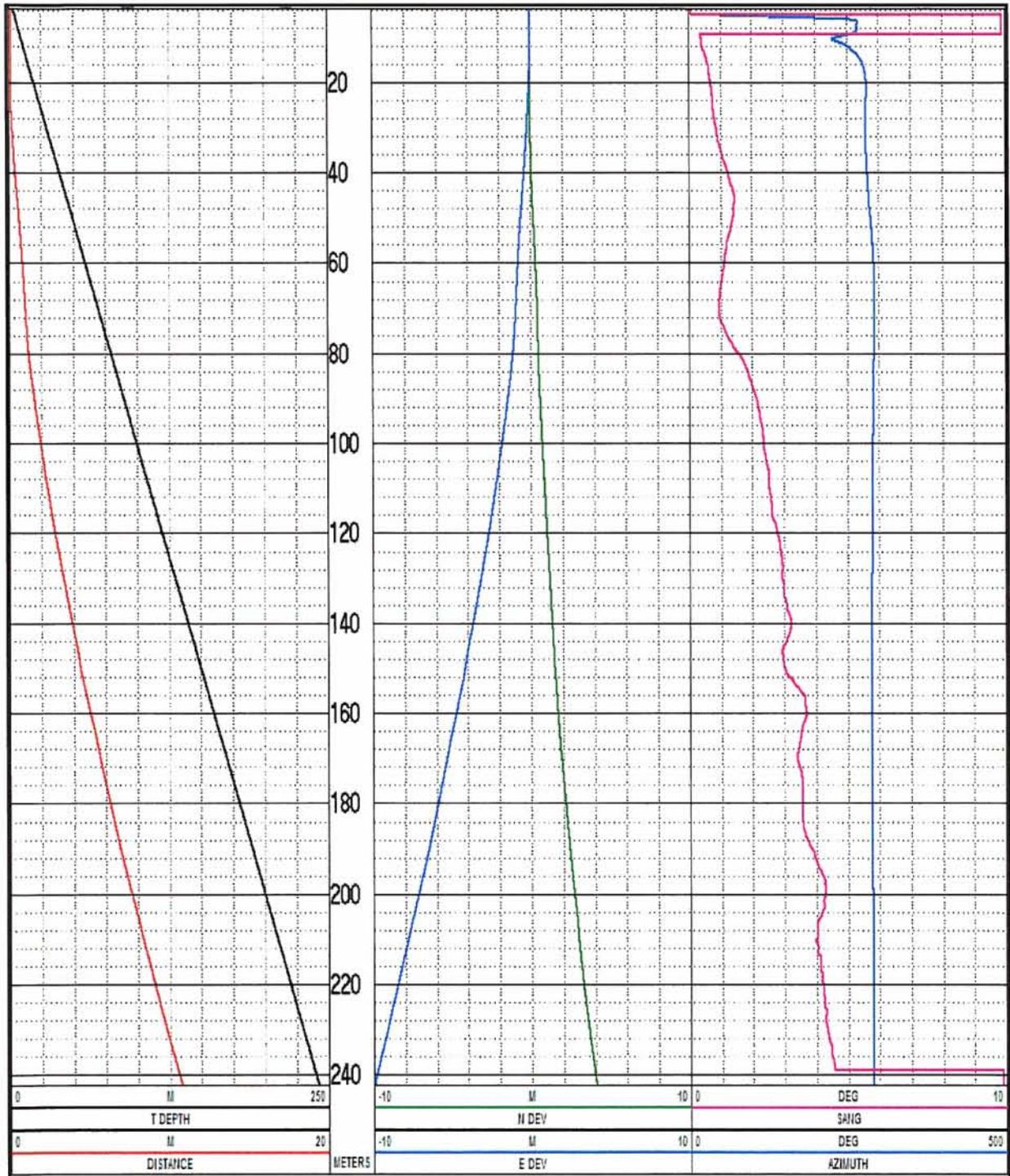


Figura.-7 Diagrama de desviación

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



CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -22

**SONDEO: BARRANCO LLORET**

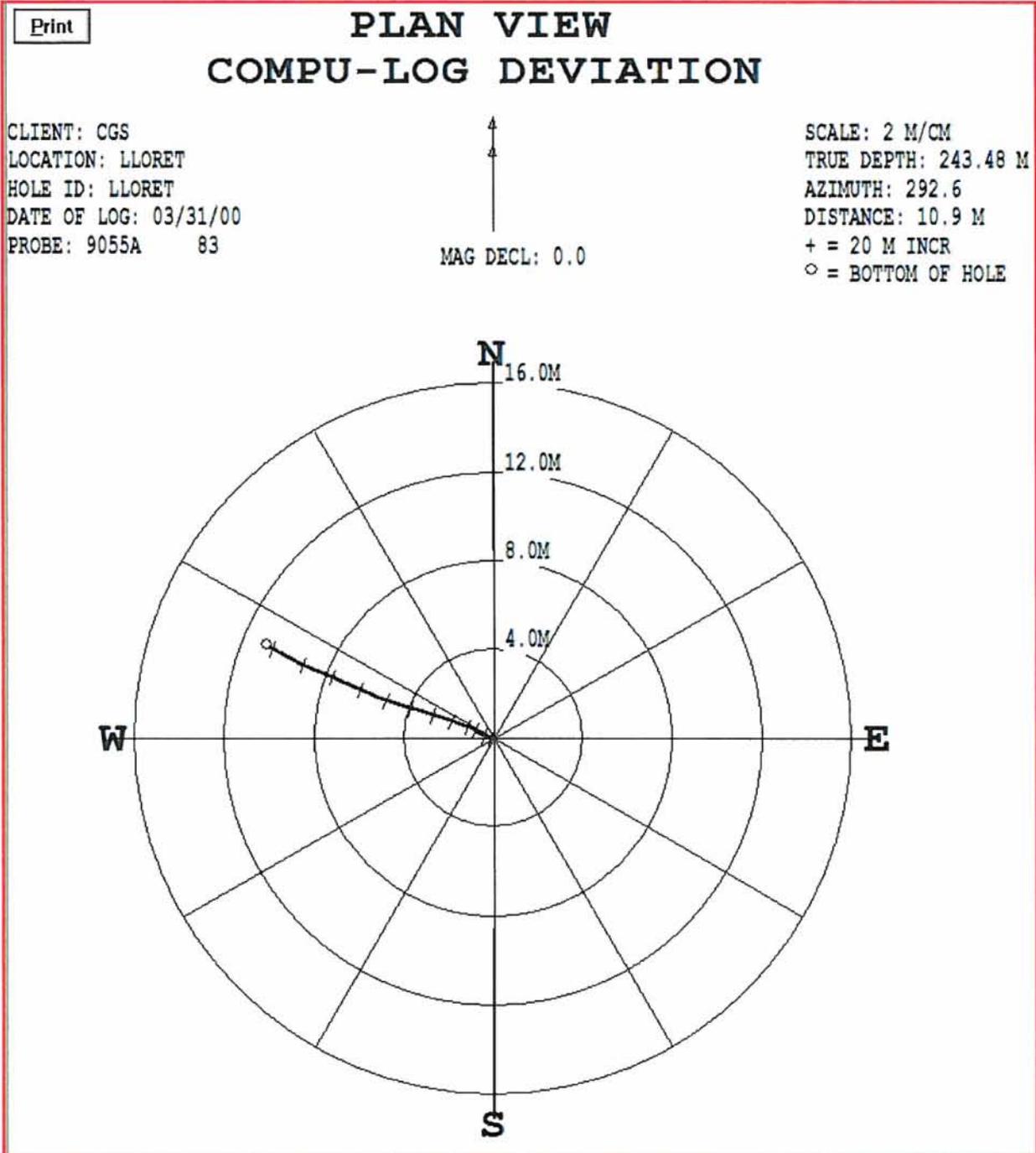


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-23



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-24

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

De la respuesta obtenida con la sonda 9040 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, y confeccionado la siguiente tabla:

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 126.5 m. a 129.5 m.	3 m.
Tramo de 143 m. a 148.5 m.	5.5 m.

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

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 240 metros de profundidad ha sido de 9,84 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 290º
- El sondeo comienza a desviarse desde los primeros metros y va aumentando paulatinamente hasta el final del sondeo llegando a alcanzar los 4,67º a los 240 metros de profundidad.



CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -25

Fdo: José Luengo  
Geofísico  
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste  
Jefe de Obra  
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera  
Jefe departamento  
Hidrogeología

Tarragona, abril de 2005



**C/ Núñez de Balboa, 81**  
**28006 MADRID**  
tf: 915455579 / fax: 914352259

---

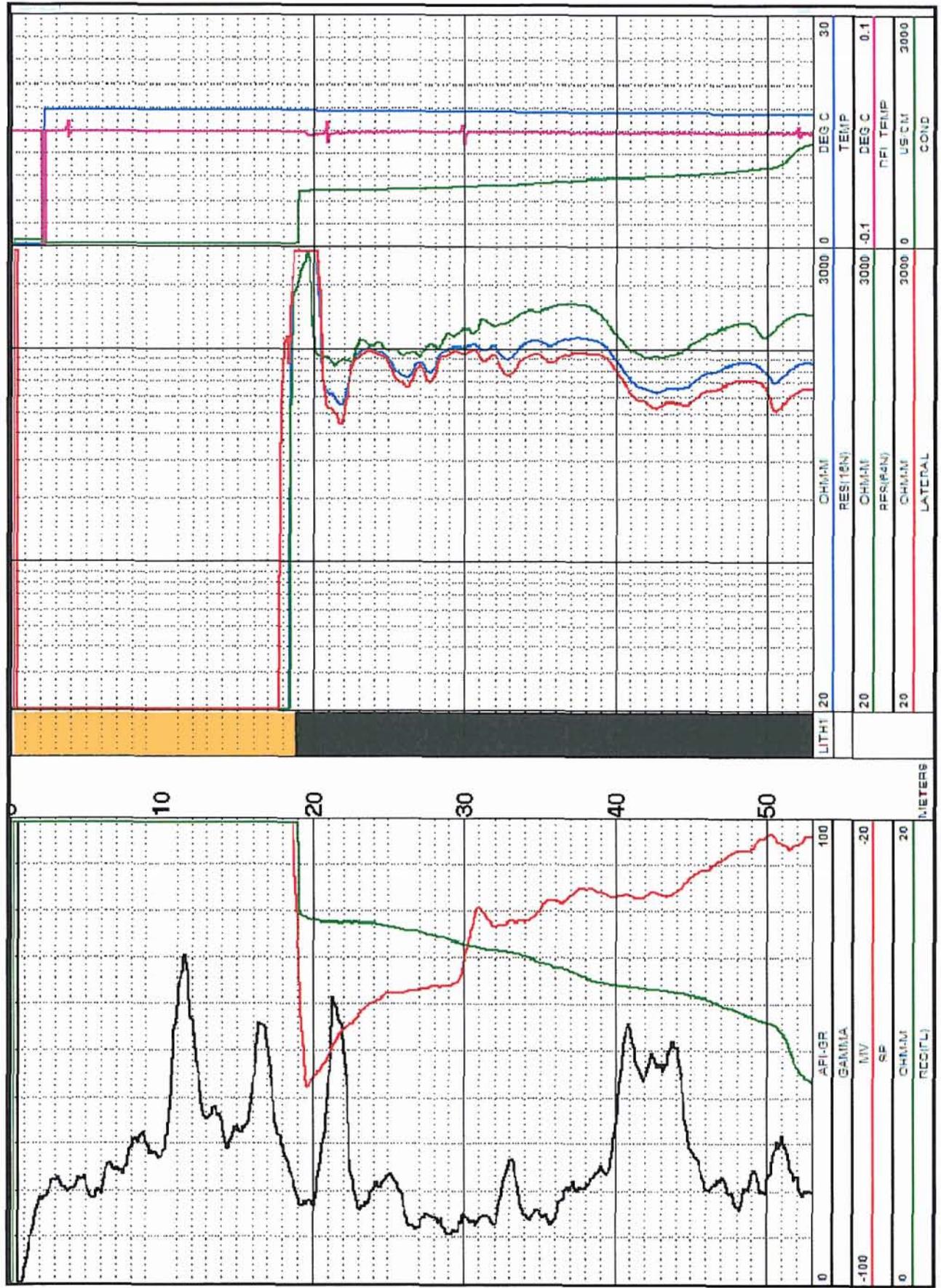
## **ANEXO -I**

**DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA**

---

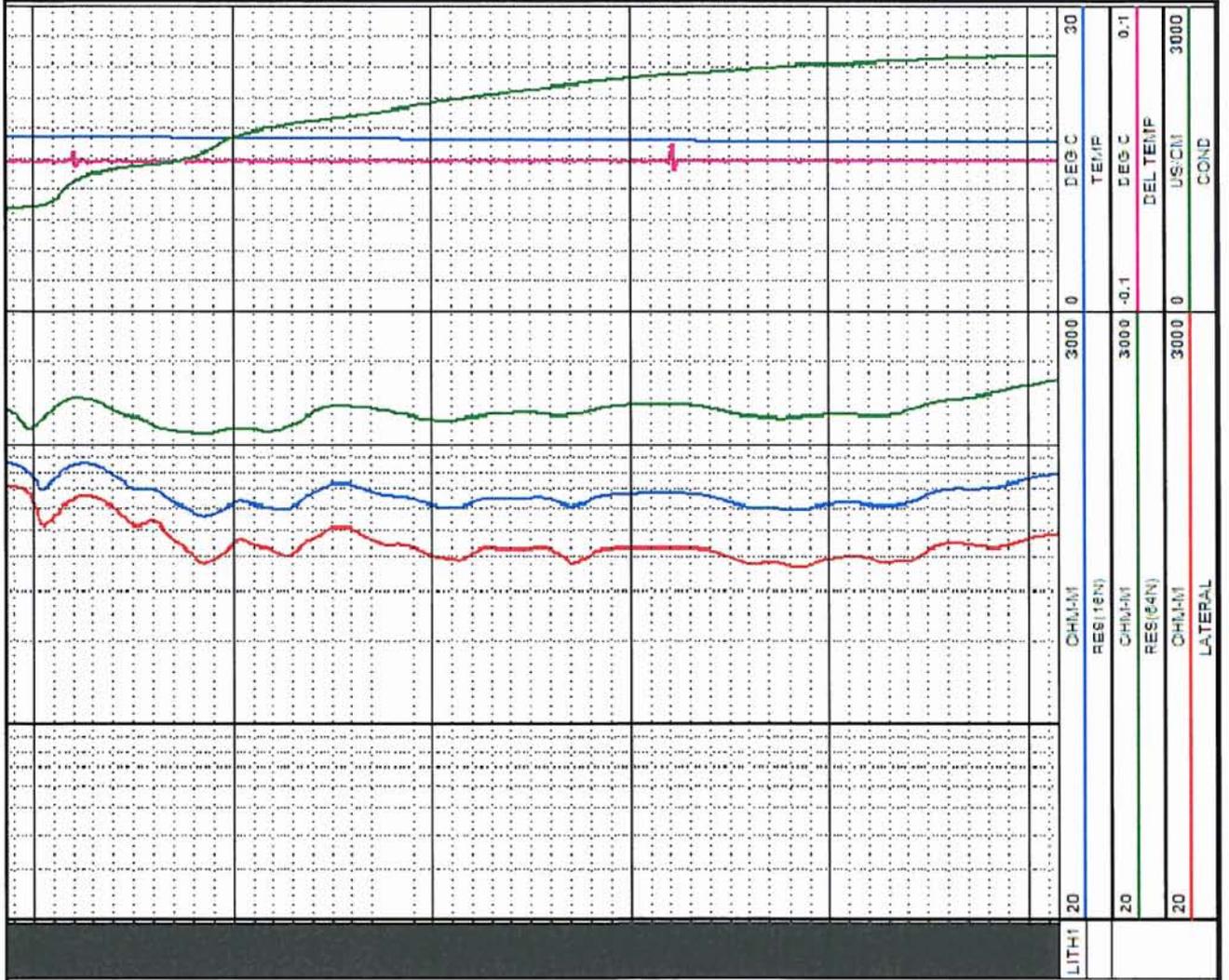
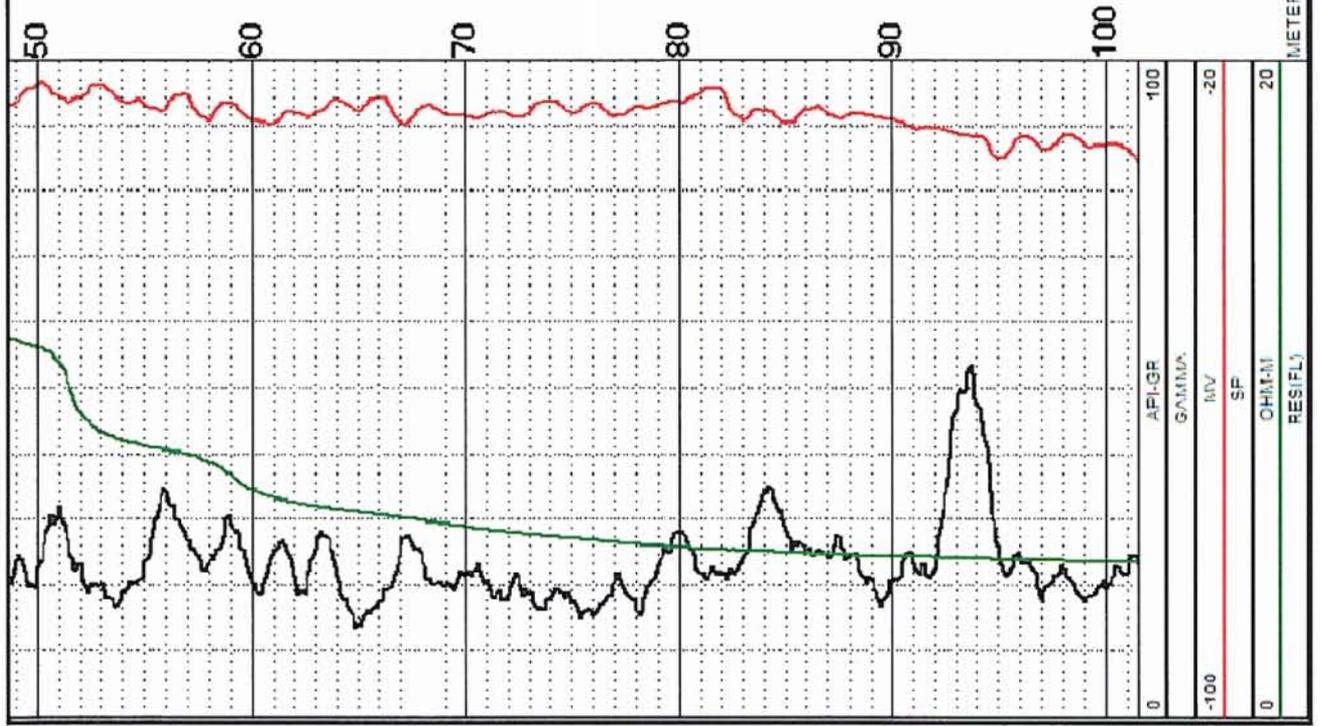
**EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.**

SONDEO: BARRANCO LLORET



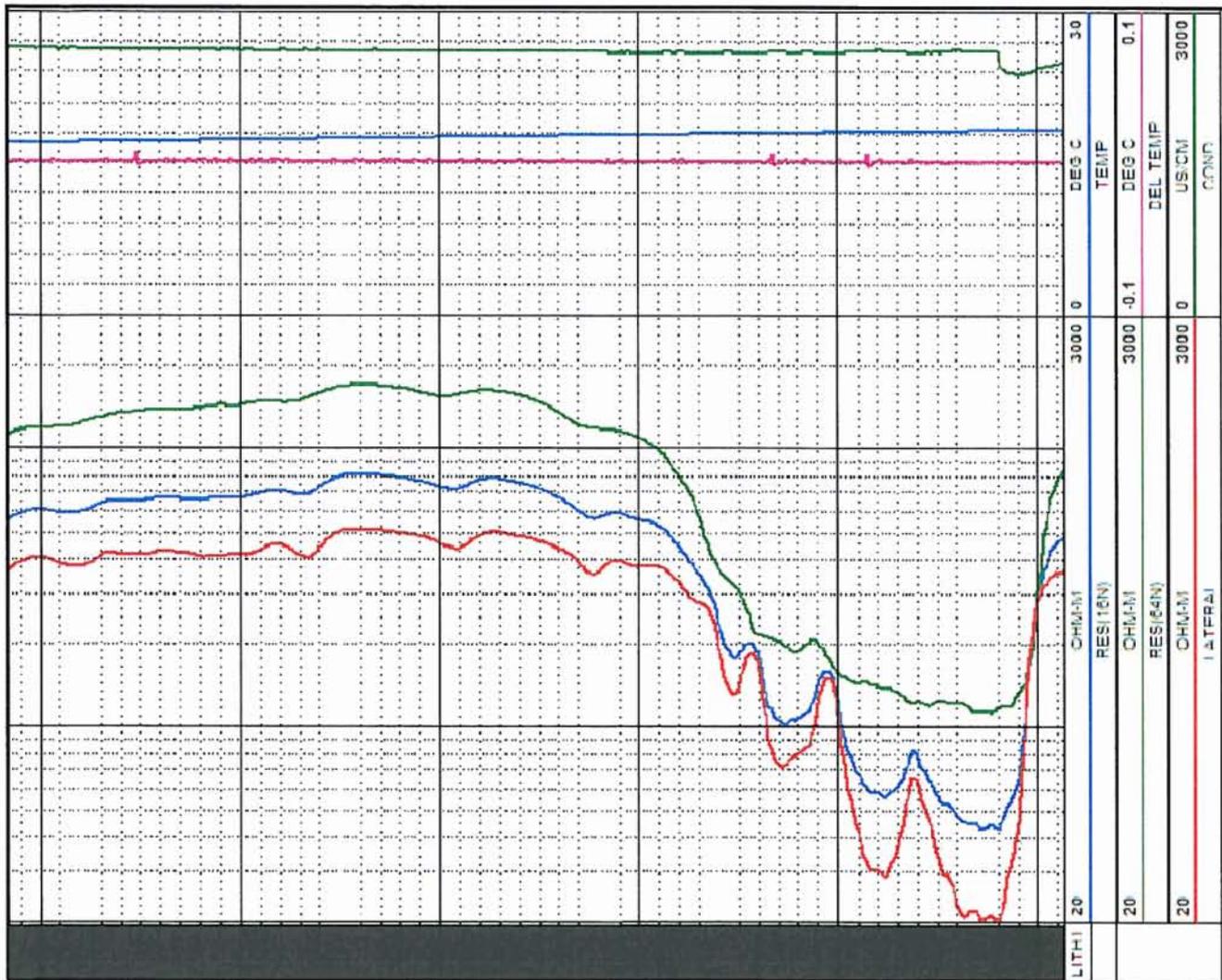
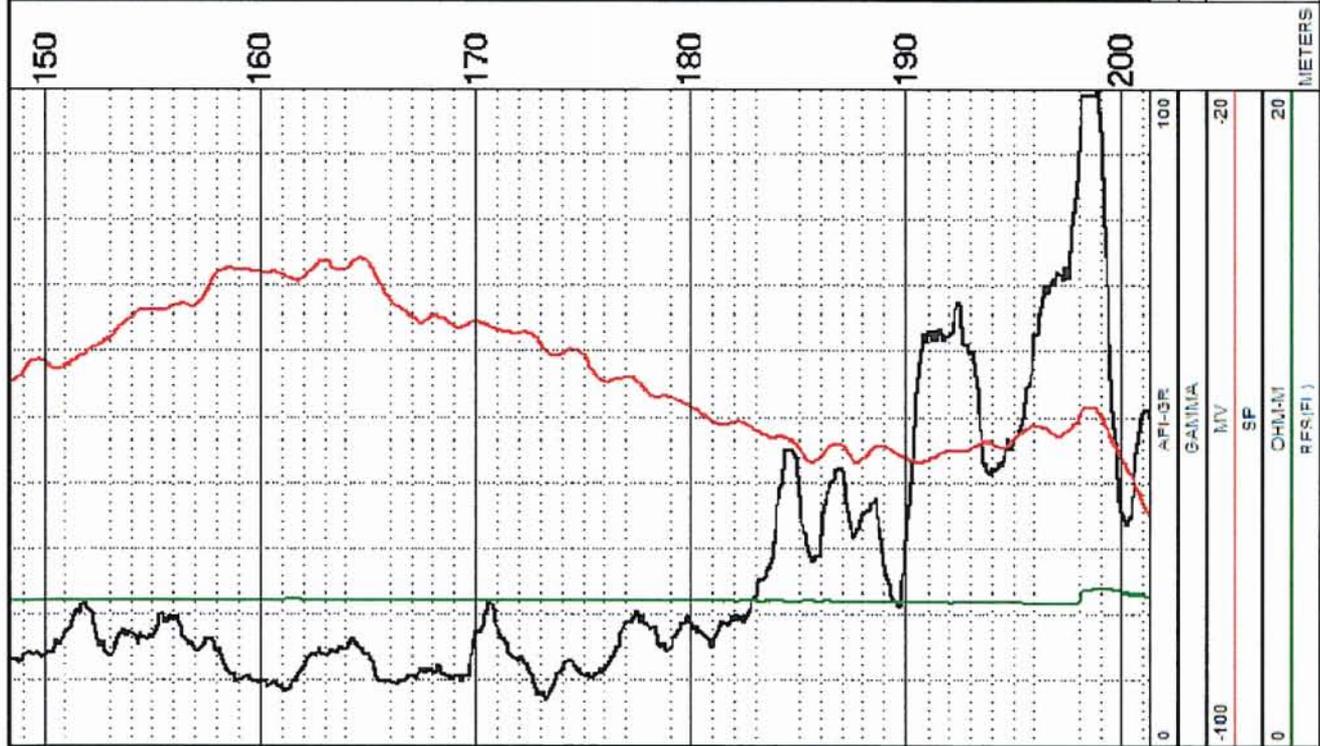
0	AF/GR	100	LITHI	20	CHMM	3000	0	DEG C	30
-100	GAMMA	-20		20	RES(18N)	3000	-0.1	TEMP	0.1
0	MV	-20		20	RES(F4N)	3000	0	RFI TEMP	3000
0	SF	20		20	CHMM	3000	0	US CM	3000
	CHMM	20			LATERAL			COND	
	RES(FL)	20							

SONDEO: BARRANCO LLORET

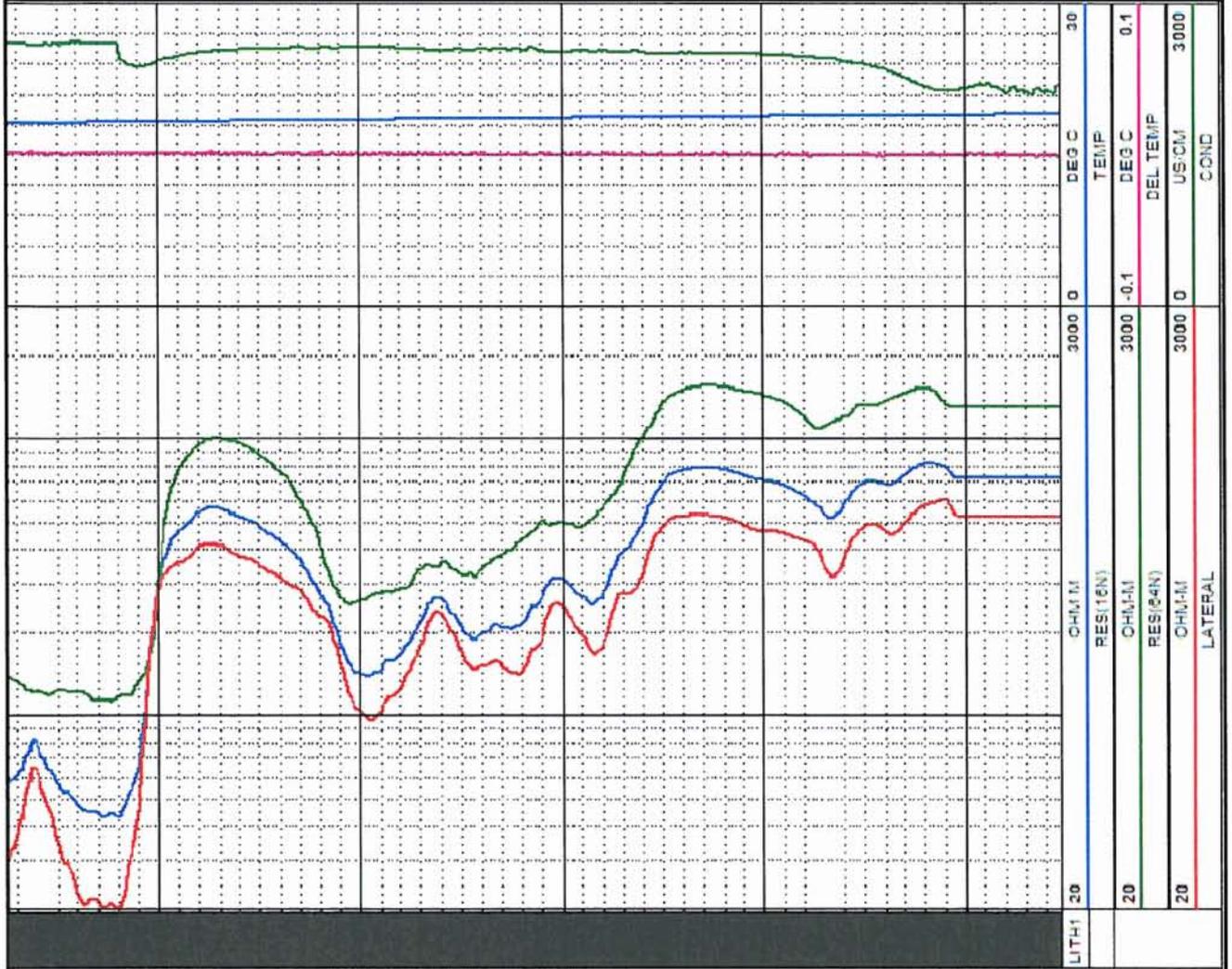
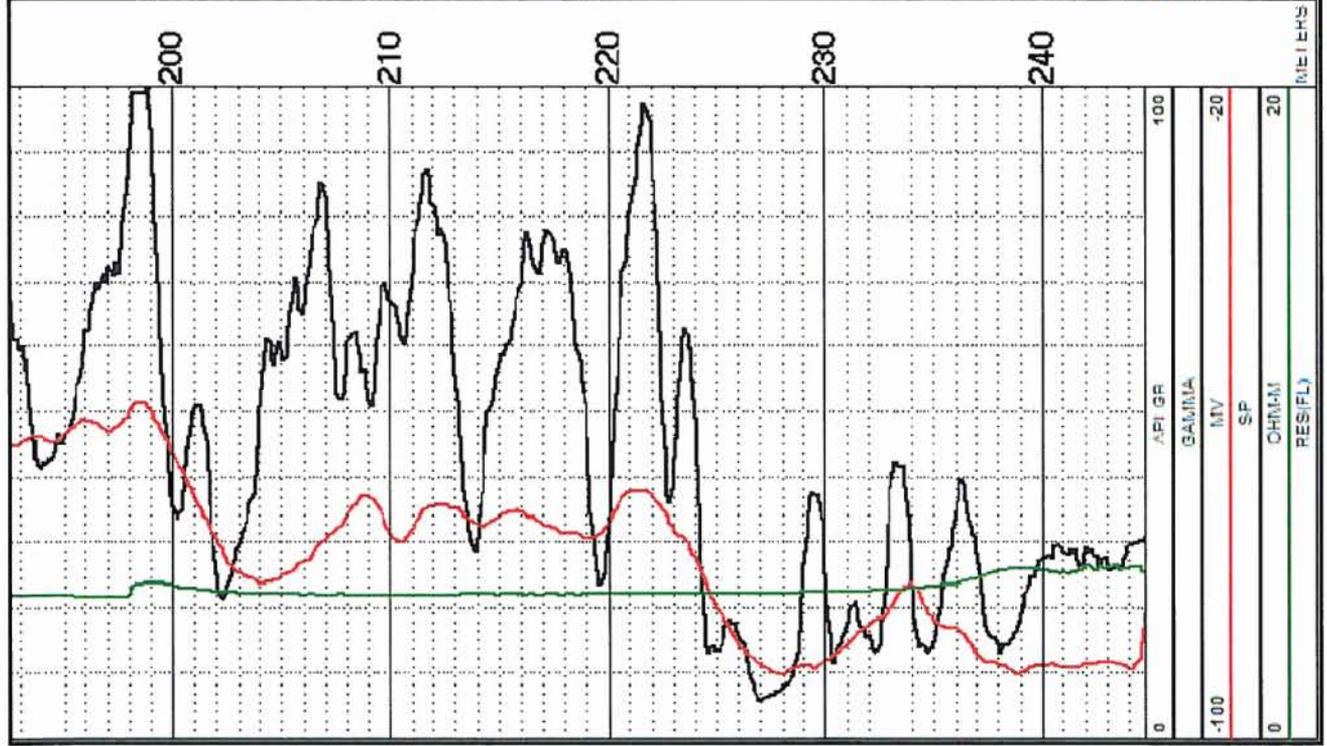




SONDEO: BARRANCO LLORET



SONDEO: BARRANCO LLORET





C/ Núñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
tf: 915455579 / fax: 914352259

---

## ANEXO -II

### LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



C/ Núñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
6	0.01	0.15	0.00	0.00	273
8	0.01	0.19	0.00	-0.01	268
10	0.01	0.39	0.00	-0.01	241
12	0.02	0.55	-0.01	-0.02	252
14	0.03	0.58	0.00	-0.03	269
16	0.05	0.64	0.01	-0.05	278
18	0.08	0.67	0.01	-0.07	281
20	0.10	0.81	0.02	-0.10	283
22	0.13	0.73	0.03	-0.12	284
24	0.15	0.81	0.03	-0.15	283
26	0.18	0.84	0.04	-0.18	282
28	0.21	0.82	0.04	-0.21	282
30	0.24	0.87	0.05	-0.24	282
32	0.27	0.92	0.06	-0.27	282
34	0.31	1.05	0.07	-0.30	283
36	0.34	1.06	0.08	-0.33	283
38	0.38	1.16	0.09	-0.37	284
40	0.42	1.29	0.11	-0.41	284
42	0.47	1.42	0.12	-0.45	285
44	0.52	1.44	0.14	-0.50	286
46	0.57	1.48	0.17	-0.55	287
48	0.62	1.63	0.19	-0.59	288
50	0.68	1.45	0.23	-0.64	290
52	0.72	1.31	0.25	-0.67	291
54	0.76	1.29	0.28	-0.71	292
56	0.80	1.20	0.31	-0.74	293
58	0.84	1.19	0.33	-0.77	293
60	0.88	1.19	0.36	-0.81	294
62	0.92	1.08	0.38	-0.84	294
64	0.96	1.06	0.40	-0.87	295
66	0.99	1.01	0.42	-0.90	295
68	1.03	0.93	0.44	-0.93	295
70	1.06	1.05	0.46	-0.96	296
72	1.10	0.97	0.47	-0.99	295
74	1.13	1.01	0.48	-1.02	295
76	1.17	1.14	0.50	-1.06	295
78	1.21	1.49	0.51	-1.10	295
80	1.27	1.63	0.52	-1.16	294
82	1.33	1.82	0.54	-1.21	294
84	1.39	1.96	0.56	-1.27	294
86	1.46	2.05	0.58	-1.34	293
88	1.53	2.09	0.61	-1.41	293
90	1.61	2.09	0.63	-1.48	293
92	1.68	2.26	0.65	-1.55	293

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



C/ Núñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	1.76	2.45	0.68	-1.62	293
96	1.84	2.29	0.71	-1.70	293
98	1.93	2.37	0.74	-1.78	292
100	2.01	2.38	0.76	-1.86	292
102	2.09	2.42	0.79	-1.93	292
104	2.18	2.52	0.82	-2.01	292
106	2.26	2.46	0.85	-2.09	292
108	2.35	2.66	0.88	-2.18	292
110	2.44	2.67	0.91	-2.26	292
112	2.53	2.49	0.94	-2.35	292
114	2.62	2.63	0.97	-2.43	292
116	2.71	2.63	1.00	-2.53	292
118	2.81	2.83	1.02	-2.61	291
120	2.90	2.74	1.05	-2.69	291
122	3.00	3.06	1.09	-2.80	291
124	3.11	2.99	1.12	-2.90	291
126	3.21	2.92	1.15	-3.00	291
128	3.31	2.96	1.18	-3.09	291
130	3.42	2.92	1.21	-3.19	291
132	3.52	3.12	1.24	-3.29	291
134	3.62	2.98	1.27	-3.39	291
136	3.73	3.19	1.30	-3.50	290
138	3.84	3.01	1.33	-3.60	290
140	3.95	3.42	1.36	-3.71	290
142	4.07	3.40	1.39	-3.82	290
144	4.19	3.23	1.43	-3.93	290
146	4.29	3.00	1.45	-4.04	290
148	4.38	2.56	1.48	-4.13	290
150	4.47	2.69	1.51	-4.21	290
152	4.58	3.60	1.56	-4.31	290
154	4.71	3.50	1.60	-4.43	290
156	4.83	3.72	1.63	-4.55	290
158	4.96	3.62	1.67	-4.67	290
160	5.09	3.86	1.71	-4.79	290
162	5.22	3.80	1.75	-4.92	290
164	5.35	3.80	1.7	-5.05	290
166	5.47	3.07	1.83	-5.15	290
168	5.58	3.34	1.88	-5.26	290
170	5.70	3.57	1.93	-5.37	290
172	5.83	3.56	1.99	-5.48	290
174	5.95	3.54	2.04	-5.59	290
176	6.07	3.62	2.08	-5.70	290
178	6.20	3.66	2.13	-5.82	290
180	6.33	3.70	2.19	-5.94	290

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



C/ Núñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 tf: 915455579 / fax: 914352259

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
182	6.45	3.50	2.24	-6.05	290
184	6.58	3.55	2.29	-6.17	290
186	6.70	3.63	2.34	-6.28	290
188	6.82	3.70	2.39	-6.39	290
190	6.96	3.90	2.45	-6.51	291
192	7.09	4.01	2.50	-6.64	291
194	7.23	4.28	2.55	-6.77	291
196	7.38	4.15	2.62	-6.90	291
198	7.52	4.24	2.67	-7.03	291
200	7.67	4.69	2.74	-7.16	291
202	7.83	4.28	2.80	-7.31	291
204	7.97	4.30	2.86	-7.44	291
206	8.12	4.00	2.91	-7.56	291
208	8.25	3.85	2.96	-7.70	291
210	8.39	4.04	3.00	-7.83	291
212	8.53	4.28	3.05	-7.97	291
214	8.68	4.01	3.11	-8.10	291
216	8.82	4.22	3.17	-8.23	291
218	8.96	4.33	3.23	-8.36	291
220	9.10	4.00	3.29	-8.49	291
222	9.25	4.48	3.36	-8.62	291
224	9.40	4.25	3.43	-8.75	291
226	9.55	4.28	3.50	-8.88	291
228	9.70	4.31	3.58	-9.01	292
230	9.85	4.37	3.65	-9.15	292
232	10.00	4.42	3.72	-9.28	292
234	10.15	4.50	3.79	-9.42	292
236	10.31	4.64	3.87	-9.56	292
238	10.47	4.65	3.95	-9.70	292
240	10.63	4.67	4.03	-9.84	292

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

## **ANEJO 4**

# **ENSAYO DE BOMBEO**

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad **BARRANCO DE LLORET**  
 N° Registro IPA 312030009  
 Profundidad Sondeo 253 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 276839  
 Y 4517387  
 Z 282

Fecha Ensayo 22 y 23 de junio de 2005  
 Nivel estático inicial 18,39  
 Profund. Aspiración 190,2  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C  
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV  
 Alternador MERCATE

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia 4525862 m  
 Dirección (norte) 184 °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	5,87	60	60	23,60	23,60
2	9,09	120	60	55,87	32,27
3	12,5	430	310	132,61	76,74
4	9,09	540	110	127,26	-5,35
5	7,87	1440	900	104,43	-22,83

**Síntesis litológica**

0-10 m Arenas, arcillas y gravas. Cuaternario indiferenciado.  
 10-30 m Dolomías cristalinas grises y calizas doormíticas rosadas y cremosas. Lias.  
 30-35 m Caliza dolomítica-dolomía rosada y niveles aislados de color cremoso. Lias  
 35-39 m Dolomía cristalina gris-rosada. Lias.  
 39-60 m Dolomía cristalina y gris de grano fino y niveles rosados. Lias.  
 60-70 m Dolomía rosada y cristalina marrón cremoso. Lias.  
 70-105 m Calizas dolomíticas gris oscuras y niveles de dolomía rojiza. Lias.  
 105-130 m Dolomías beige y rojizas veteadas. A muro niveles de dolomía gris oscura.  
 130-150 m Dolomía rojiza de aspecto acaramelado. Lias.  
 150-187 m Dolomía de grano fino predominante gris. Lias.  
 187-194 m Dolomías de colores diversos y margas amarillentas. Lias.  
 194-203 m Limolitas rojas y grises y anhidritas cristalinas y grises. Lias.  
 203-252 m Anhidritas cristalinas y grises. A muro aparecen alternancias de lutitas gris oscuras bastante compactas con algún cristalito aparentemente de pirita sin oxidar. Lias.

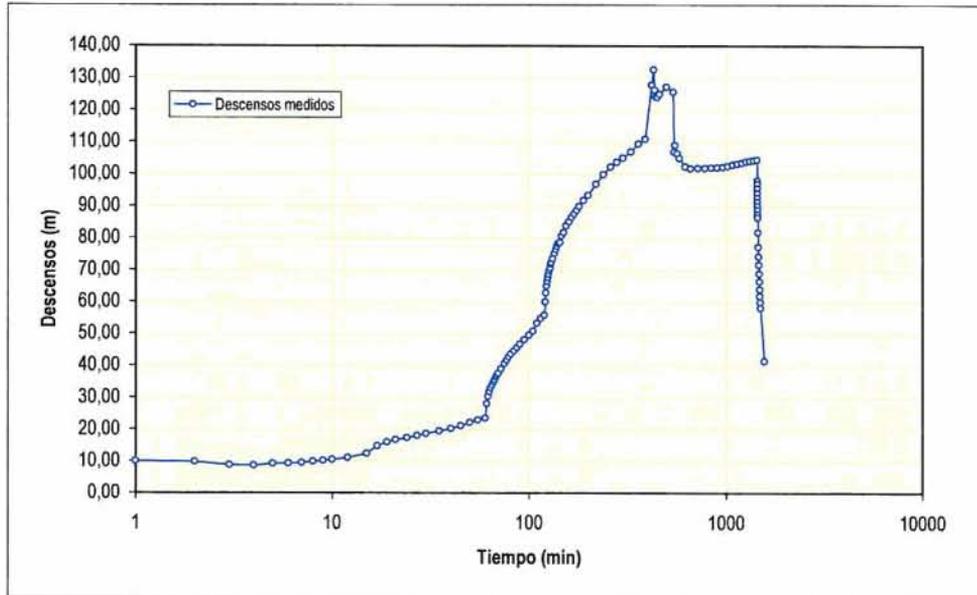
Perforación	Entubación	Rejilla
0-15 m f 380 mm	0-15 m f 300 mm	120-150 m 4 mm
15-253 m f 220 mm	0-253 m f 180 mm	

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
#####	0	18,39					
8:01	1	28,41	10,02			5,87	
8:02	2	28,22	9,83			5,87	
8:03	3	27,19	8,80			5,87	
8:04	4	26,94	8,55			5,87	
8:05	5	27,55	9,16			5,87	
8:06	6	27,67	9,28			5,87	
8:07	7	27,88	9,49			5,87	Agua turbia (marrón).
8:08	8	28,28	9,89			5,87	
8:09	9	28,57	10,18			5,87	
8:10	10	28,85	10,46			5,87	
8:12	12	29,43	11,04			5,87	Agua sucia (ocre)
8:15	15	30,73	12,34			5,87	
8:17	17	33,16	14,77			5,87	Agua muy sucia (marrón-ocre).
8:19	19	34,37	15,98			5,87	
8:21	21	35,17	16,78			5,87	
8:24	24	35,78	17,39			5,87	
8:27	27	36,46	18,07			5,87	
8:30	30	37,10	18,71			5,87	
8:35	35	37,90	19,51			5,87	
8:40	40	38,69	20,30			5,87	Agua turbia (marrón).
8:45	45	39,58	21,19			5,87	
8:50	50	40,52	22,13			5,87	
8:55	55	41,39	23,00			5,87	
9:00	60	41,99	23,60			5,87	
9:01	61	46,46	28,07			9,09	Agua sucia (ocre).
9:02	62	48,71	30,32			9,09	
9:03	63	50,28	31,89			9,09	
9:04	64	51,44	33,05			9,09	
9:05	65	52,30	33,91			9,09	
9:06	66	53,28	34,89			9,09	
9:07	67	53,98	35,59			9,09	
9:08	68	54,86	36,47			9,09	
9:09	69	55,47	37,08			9,09	
9:10	70	56,06	37,67			9,09	
9:12	72	57,33	38,94			9,09	Agua muy sucia (marrón).
9:15	75	59,03	40,64			9,09	
9:17	77	60,18	41,79			9,09	
9:19	79	61,13	42,74			9,09	
9:21	81	62,00	43,61			9,09	
9:24	84	62,98	44,59			9,09	
9:27	87	64,03	45,64			9,09	

9:30	90	65,11	46,72	9,09	
9:35	95	66,57	48,18	9,09	
9:40	100	67,93	49,54	9,09	
9:45	105	69,25	50,86	9,09	
9:50	110	71,69	53,30	9,09	
9:55	115	73,19	54,80	9,09	
10:00	120	74,26	55,87	9,09	Agua muy sucia (marrón).
10:01	121	78,43	60,04	12,5	
10:02	122	81,17	62,78	12,5	Agua muy sucia (marrón) con arrastre de arenas y li
10:03	123	83,38	64,99	12,5	
10:04	124	84,82	66,43	12,5	
10:05	125	86,03	67,64	12,5	
10:06	126	87,12	68,73	12,5	
10:07	127	88,22	69,83	12,5	
10:08	128	88,98	70,59	12,5	
10:09	129	90,27	71,88	12,5	
10:10	130	90,75	72,36	12,5	
10:12	132	91,85	73,46	12,5	
10:15	135	93,58	75,19	12,5	
10:17	137	94,83	76,44	12,5	
10:19	139	95,75	77,36	12,5	
10:21	141	96,68	78,29	12,5	
10:24	144	96,96	78,57	12,5	
10:27	147	99,04	80,65	12,5	
10:30	150	100,05	81,66	12,5	
10:35	155	102,16	83,77	12,5	Agua muy sucia (marrón-anaranjada)
10:40	160	103,47	85,08	12,5	
10:45	165	104,83	86,44	12,5	
10:50	170	105,98	87,59	12,5	Agua muy sucia (naranja, con mucho arrastre de luti
10:55	175	107,08	88,69	12,5	
11:00	180	108,22	89,83	12,5	
11:10	190	110,17	91,78	12,5	
11:20	200	111,78	93,39	12,5	Cond: 2815µS pH: 7.11 T° 21.5° C
11:40	220	115,22	96,83	12,5	
12:00	240	118,27	99,88	12,5	
12:20	260	120,62	102,23	12,5	
12:40	280	122,18	103,79	12,5	
13:00	300	123,42	105,03	12,5	
13:30	330	125,31	106,92	12,5	
14:00	360	127,82	109,43	12,5	MUESTRA 1. Cond: 2850µS pH: 7.08 T° 21° C
14:30	390	129,33	110,94	12,5	
15:00	420	146,20	127,81	12,5	Por el pitot solo sale aire.
15:10	430	151,00	132,61	12,5	
15:15	435	144,67	126,28	9,09	
15:20	440	142,51	124,12	9,09	
15:30	450	142,38	123,99	9,09	
15:40	460	143,30	124,91	9,09	
16:20	500	145,65	127,26	9,09	
17:00	540	144,03	125,64	7,87	Cond: 2800µS pH: 7.21 T° 19.1° C
17:05	545	125,31	106,92	7,87	
17:10	550	127,42	109,03	7,87	Ya no sale aire. Agua turbia (naranja).
17:25	565	124,87	106,48	7,87	
17:40	580	123,30	104,91	7,87	
18:20	620	120,79	102,40	7,87	
19:00	660	120,12	101,73	7,87	
20:00	720	120,23	101,84	7,87	MUESTRA 2. Cond: 2890µS pH: 7.09 T° 18.5° C
21:00	780	120,27	101,88	7,87	
22:00	840	120,36	101,97	7,87	
23:00	900	120,48	102,09	7,87	
0:00	960	120,59	102,20	7,87	
1:00	1020	120,89	102,50	7,87	
2:00	1080	121,22	102,83	7,87	
3:00	1140	121,50	103,11	7,87	Agua turbia (naranja).
4:00	1200	121,81	103,42	7,87	
5:00	1260	122,20	103,81	7,87	
6:00	1320	122,45	104,06	7,87	
7:00	1380	122,63	104,24	7,87	
8:00	1440	122,82	104,43	7,87	MUESTRA 3. Cond: 2760µS pH: 7.05 T° 18.2° C
8:01	1441	116,35	97,96	0	
8:02	1442	115,24	96,85	0	
8:03	1443	113,84	95,45	0	
8:04	1444	112,38	93,99	0	
8:05	1445	110,94	92,55	0	
8:06	1446	109,67	91,28	0	
8:07	1447	108,32	89,93	0	

8:08	1448	107,15	88,76	0
8:09	1449	105,79	87,40	0
8:10	1450	104,78	86,39	0
8:15	1455	100,17	81,78	0
8:20	1460	95,58	77,19	0
8:25	1465	92,56	74,17	0
8:30	1470	89,95	71,56	0
8:35	1475	87,18	68,79	0
8:40	1480	84,82	66,43	0
8:45	1485	82,33	63,94	0
8:50	1490	80,25	61,86	0
8:55	1495	78,31	59,92	0
9:00	1500	76,51	58,12	0
10:10	1570	59,86	41,47	0

Antes de montar el equipo de bombeo se mide el nivel con sonda habitual. El nivel está en 17,72 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.**

**FECHA: 23 de junio de 2005**

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:**

**POBLACIÓN: BARRANCO DE LLORET**

**PROF.: 250 m**

**Ensayo de bombeo del sondeo del Barranco de Lloret MMA (312030008)**

El 21 de junio de 2005, antes de montar el equipo de bombeo se mide el nivel con la sonda habitual. Está en 17,72 m.

El ensayo de bombeo comienza el 22 de junio de 2005 a las 8:00 horas. Se realiza con el equipo habitual (pitot). El agua se evacua sin problemas al barranco. El nivel estático inicial estaba en 18,39 m y la profundidad de la aspiración en 190,20 m.

Se comienza el aforo con un caudal de 5,87 l/s. Este caudal se mantiene durante una hora y el descenso del nivel es de 23,6 m. A continuación se realiza otro escalón de una hora de duración con un caudal de 9,09 l/s. El nivel desciende hasta el metro 74,26 (descenso total de 55,87 m). Por último, se aumenta el caudal a 14,01 l/s. El agua sale muy sucia, con arrastre de arenas y lutitas (color marrón-naranja) y por eso se deja caer el caudal, para evitar posibles atascos de la bomba. A las 7 horas de aforo se nota un gran descenso del nivel acompañado de corrientes de aire. De hecho, por el pitot no sale agua, únicamente sale aire, aunque por el diafragma sigue saliendo. 10 minutos más tarde el nivel está más debajo de 151 m y se decide cerrar la llave. El caudal se reduce a unos 9 l/s y el nivel comienza a recuperar y luego vuelve a bajar. Este caudal se mantiene unas 2 horas. El pitot no marca caudal fijo, sufre subidas y bajadas bruscas y continuas. Se decide disminuir de nuevo el caudal lo justo para que el pitot deje de hacer esas tonterías. Ese nuevo caudal es de 7,87 l/s. Con este caudal la altura del pitot ya no varía ni se saca aire, además se consigue mantener el nivel más o menos estable en unos 120 m hasta el final del aforo. Esa profundidad es, curiosamente, la profundidad a la que está colocado el primer tramo de tubería filtrante. El descenso total del nivel es de 104,43 m.

El agua sale muy sucia durante casi todo el aforo, hasta que el nivel no empieza a estabilizar el agua no aclara (a las 9 horas de aforo). Pasadas las 24 horas el agua aún sale turbia, color naranja. La conductividad media durante el ensayo de bombeo es de 2800µS/cm, el pH de 7,1 y la temperatura va disminuyendo de 21,5 °C a 18,2 °C.

Pasadas las 24 horas de bombeo se mide recuperación durante una hora. Al final de ésta aún quedan 58,12 m por recuperar. Se toma otra medida del nivel 70 minutos más tarde con la sonda habitual, cuando ya se ha desmontado el equipo de aforo. El nivel está en 59,86 m.

FDO. ELENA GÓMEZ.



Ensayo de bombeo del piezómetro del Barranco de Lloret



Por el pitot solo sale aire (a las 7 horas de aforo)



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 3120-3-0009  
(09.821.011)**

**Barranco de Lloret  
ROQUETES (TARRAGONA)**

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 acuífera captada por el sondeo del Bco. de Lloret, en Roquetes (Tarragona), 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, Prickett 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, Prickett 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

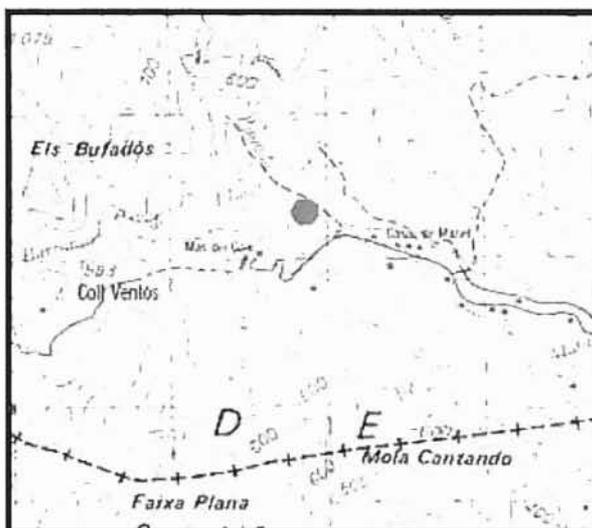
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 3120 (521) de Beceite..
- Término municipal de Roquetes (Tarragona). El sondeo se sitúa a unos 4,8 Km. al NNO de la localidad de Más de Barberans. Se accede tomando la carretera TV 3421, de Roquetes a Mas de Barberans. Al llegar al kilómetro 20 hay un desvío a la derecha por el que se toma una pista, ya dentro del "Parc Natural Els Ports". Se atraviesa una finca dedicada a ganadería de toros bravos y después de unos 6 Km. se accede al emplazamiento situado en el Barranco de Lloret, paraje de "Els Bufadors", en las cercanías de las denominadas Casas de Manet. (Figuras 1, 2 y 3 )
- Referencia catastral. Polígono 3, Parcela 751.
- Coordenadas UTM:

HUSO: 31T

X: 276839

Y: 4.517.387

Z: 282 msnm..



Figuras 1 y 2. Situación en ortofoto y Mapa 1:50.000.



Figura 3. Panorámica y acceso (Fuente: Google Earth).

### **ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en la masa de agua denominada "Puertos de Tortosa" ( 09.099), que se corresponde con los afloramientos mesozoicos, fundamentalmente jurásicos de la antigua unidad hidrogeológica 09.8.21, Bajo Ebro-Montsiá; concretamente con los situados en el flanco noreste de la Plana de La Galera.

El piezómetro se asienta dentro del "Parc Natural Els Ports", una zona de abrupta topografía y escasa presión antrópica, por lo que las extracciones en su entorno son prácticamente nulas y el acuífero se encuentra en régimen natural.

Toda la unidad constituye una vasta área de recarga en el interfluvio de los ríos Ebro y Cenia, que descarga por tres mecanismos diferentes: a) transferencia profunda en dirección sureste, hacia el mar mediterráneo, a través de los acuíferos profundos que subyacen La Plana de La Galera y El Montsiá; b) en dirección noreste, hacia la intersección de los materiales acuíferos con el río Ebro; c) en dirección suroeste, hacia el río Cenia y los manantiales que sobre él se sitúan (cola del embalse de Uldecona y San Pedro).

### **INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN**

Según la cartografía de la Hoja MAGNA nº 521 el sondeo se sitúa en materiales del Jurásico Medio a Superior (unidad 12), de edad Calloviense-Oxfordiense a Kimmeridgiense. Sin embargo, durante los trabajos previos se ha observado que esta información es errónea, y el afloramiento corresponde realmente con materiales dolomíticos del Lías inferior, atribuidos a la Fm. Cortes de Tajuña. El error es probablemente debido al carácter dolomítico de las unidades jurásicas aflorantes esta área. El afloramiento tiene una orientación SE-NO, con buzamientos de unos 45° hacia el noreste, y se encuentran cabalgando sobre materiales del Munschelkalk, que presentan una orientación SO-NE, aunque con buzamientos hacia el sureste (Fig. 4).

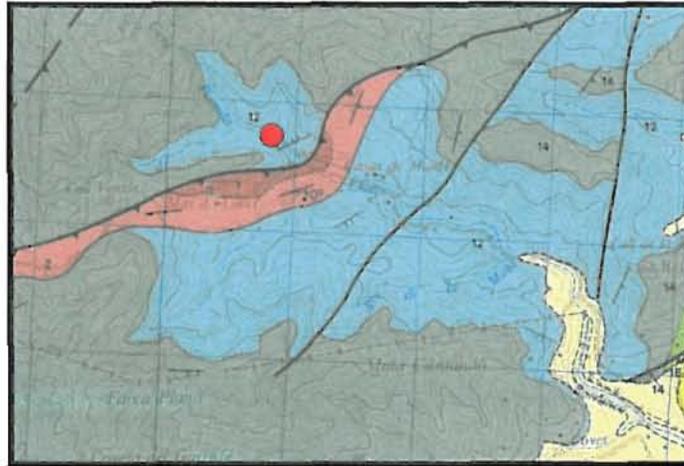


Figura 4. Situación Geológica en el Mapa Geológico 1:50.000 n.º 522 (Tortosa)

Tras 13 metros materiales del cuaternario se atravesó una serie de calizas dolomitizadas, dolomías oquerosas y niveles de brechas que se interpretan pertenecientes a la Fm. Cortes de Tajuña, identificada como unidad 5 en la cartografía de la Hoja MAGNA. Dentro de la misma se distinguen tres tramos: Entre el metro 13 al 55, una serie de calizas dolomíticas y dolomías de color gris beige y dolomías de grano fino que intercalan niveles de brechas intraclásticas de pequeño tamaño e irregulares. Presenta abundantes signos de karstificación, tal como patinas rojizas y restos de arcillas ocreas. Entre el metro 55 y 100 predominan dolomías de grano medio a grueso, algo oquerosas, con abundantes niveles de brechas intraclásticas con cantos irregulares; y en la base, desde el metro 100 al 150, se diferencia un tramo donde se cortan dolomías de grano medio a grueso, con texturas sacaroideas y un aspecto oqueroso (carniolas). Los dos tramos superiores se pueden interpretar como pertenecientes a la parte superior de la Fm. Cortes de Tajuña (Gómez y Goy, 1979) quizás ya en transición a la unidad superior, la Fm. Cuevas Labradas, mientras que el tramo inferior de carniolas, corresponde también con el diferenciado en la parte basal de Jurásico inferior (Cadillac *et al.*, 1981), aunque en la Memoria de la Hoja 521 se indica que estas facies carniolares también pueden encontrarse en la parte superior de la unidad. En la Cordillera Costero Catalana se atribuye esta unidad al Rethiense-Sinemuriense (Gómez *et al.*, 2003, 2004).

Desde el metro 150 hasta el 183 se corta una serie compuesta por calizas dolomíticas o dolomías micríticas en facies de mudstone con posibles porosidades móldicas, así como bandeados (laminación algal?). Este tramo parece corresponder a las dolomías del Rethiense de la Fm. Imón (Gómez y Goy, 1979), de edad Rethiense (Gómez *et al.*, 2003, 2004).

Desde el metro 183 hasta el final del sondeo se identifican dos tramos pertenecientes al Keuper: El primero, hasta el 225, está formado por una serie de margas gris verdosas y calizas dolomíticas algo oquerosas con yesos y/o anhidritas de tonos oscuros negros con patinas



rojizas y vetas blancas (Fm. Arcillas y Carbonatos del Gallicant), y a partir de ahí hasta el final del sondeo se ha atravesado una serie de anhidritas masivas de tonos oscuros (a veces blancos a rojo), que se han atribuido a la Fm. Arcillas y Yesos del Molar (Salvany y Orti, 1978), equivalente a las facies de la parte media y superior del Keuper del Levante (unidades K4 y K3), de edad Carisiense a Noriense.

El primer signo de humedad se detectó hacia el metro 34, si bien el primer aporte importante de agua se localizó hacia el metro 130, incrementándose el caudal evacuado por la sonda en el tramo comprendido entre 130 y 150 metros. En el resto de la perforación no se detectó nuevos aportes. El caudal final estimado en su momento fue de 10 a 15 L/seg.

La testificación geofísica puso de manifiesto sendas zonas fracturadas entre los metros 125 a 130 y 143 a 148, por lo que la entubación quedó como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-15	300	5	Hierro	Ciega
0-120	180	4	Hierro	Ciega
120-150	180	4	Hierro	Filtro puente
150-252	180	4	Hierro	Ciega

El nivel piezométrico una vez finalizado el sondeo quedó a 22,30 metros de profundidad

### **INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO**

El ensayo de bombeo comenzó el 22 de junio de 2005, a las 8:00 horas y tuvo una duración de 24 horas.

El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo. El nivel estático inicial fue de 18,39 m.

La aspiración se situó a 190,20 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot calibrado para diferentes diámetros de diafragma. El agua se arrojó al Bco. Lloret.

El caudal inicial fue de 5,78 L/seg y se mantuvo hasta el minuto 60, con descenso de nivel de 23,6 m. A continuación se realiza otro escalón de una hora de duración con un caudal de 9,09 l/s. El nivel desciende hasta el metro 74,26 (descenso total de 55,87 m). De nuevo se aumenta el caudal a 12,5 l/s. El agua sale muy sucia, con arrastre de arenas y lutitas (color marrón-naranja). A las 7 horas de aforo se nota un gran descenso del nivel dinámico acompañado de corrientes de aire. Diez minutos más tarde el nivel está por debajo de la rejilla y se decide reducir el caudal a 9,09 L/seg. y tras un leve ascenso del nivel de agua este vuelve a



bajar. Este caudal se intentó mantener durante unas 2 horas, pero el nivel en el tubo Pitot experimentó subidas y bajadas bruscas y continuas e, incluso, llegó a expulsar aire. Se redujo de nuevo el caudal a 7,87 L/seg, con lo que se consiguió que el nivel del tubo Pitot dejará de oscilar y arrojar aire y que el nivel dinámico quedara en torno a los 120 m de profundidad, muy próximo al inicio de la rejilla. Tras completar 24 horas de bombeo se midió la recuperación durante una hora. Tras desmontar el equipo de aforo se volvió a medir el nivel de agua con la sonda habitual, detectándose un déficit de recuperación de 41.47 metros.

El agua extraída estaba muy sucia al inicio de la prueba y no llegó a aclarar totalmente en el transcurso de la prueba. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió “in situ” la temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH
200	21,5	2815	7,11
360	21,0	2850	7,08
540	19,1	2800	7,21
720	18,5	2890	7,09
1440	18,2	2760	7,05

En el anexo nº 1 queda recogida la ficha resumen de los datos e incidencias del ensayo de bombeo.

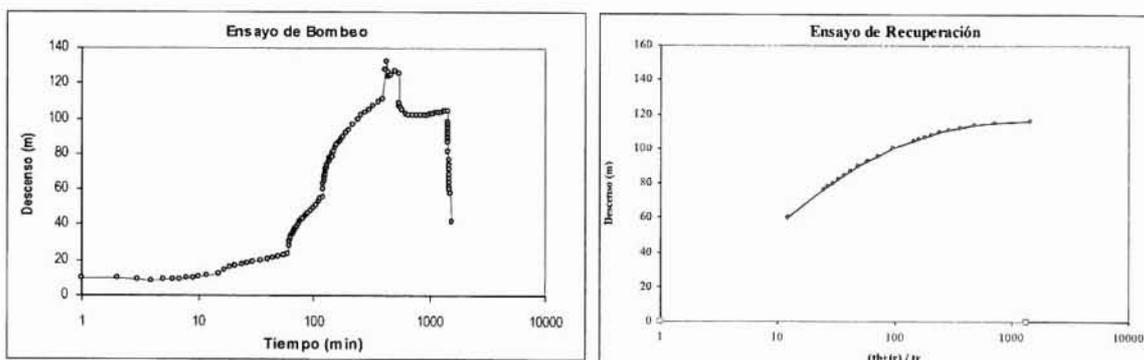


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

## INTERPRETACIÓN

Las anomalías ocurridas durante el ensayo de bombeo hace muy difícil la interpretación, la cual sólo ha sido posible mediante tres métodos: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación del bombeo y la recuperación mediante el programa MABE (Método directo).

### **Recuperación Método de Theis**

El resultado obtenido es de  $2,45 \text{ m}^2/\text{día}$ . En la figura 7 se representa la recuperación junto a la recta de ajuste, mientras que en la figura 8 se representa la recuperación medidas frente a la teórica correspondiente a esa transmisividad. El ajuste es aceptable; sin embargo, la comparación de los descensos medidos frente a los simulados durante la fase de bombeo muestra una calibración mucho mas deficiente (figura 9). En ambos casos, para poder proceder a la simulación ha sido necesario admitir un valor de S absurdo, por ser superior a 1.

En todo caso, la relativa similitud de la recuperación sugiere que el acuífero no difiere notablemente del modelo de Theis.

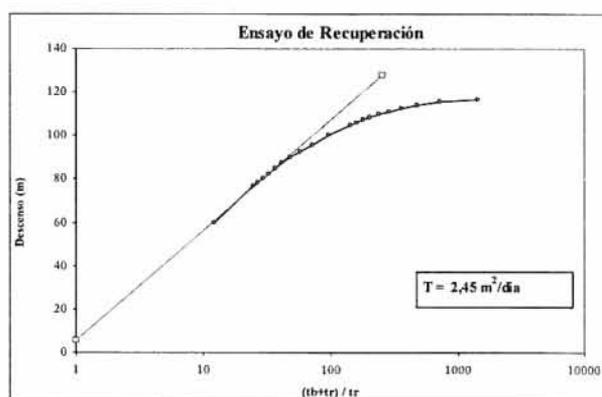


Figura 7

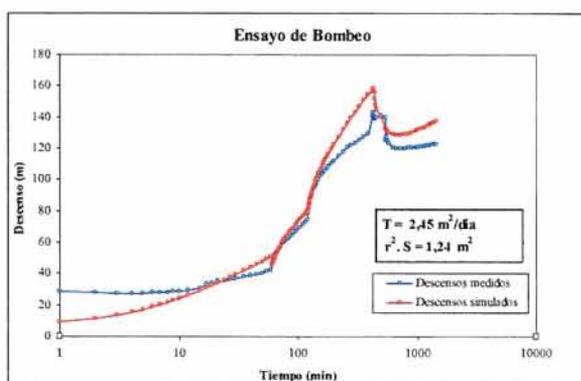


Figura 8

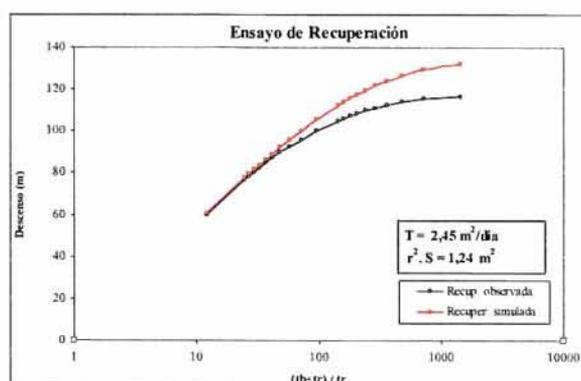


Figura 9

### Método directo (MABE)

Se ha intentado la calibración con la solución de Theis consiguiendo una aceptable concordancia de cada escalón, considerado aisladamente, con los descensos simulados, ya que estos son manualmente superponibles (Figura 10). Sin embargo, en conjunto se observa un apreciable decalaje de distinto signo en los diferentes escalones. Ello es indicativo de un buen ajuste de los parámetros hidráulicos, pero no de las pérdidas de carga, posiblemente debido a las anomalías que se produjeron entre el minuto 420 y 550.

La calibración de la recuperación permite reproducir aceptablemente los niveles durante la recuperación (Figura 11). No obstante, se estima que este ajuste es más deficiente que el anterior. En ambos casos ha habido que admitir la existencia de un modesto pero apreciable efecto de almacenamiento kárstico, traducido en un Radio Equivalente de 0,32 y 0, 26 metros, respectivamente.

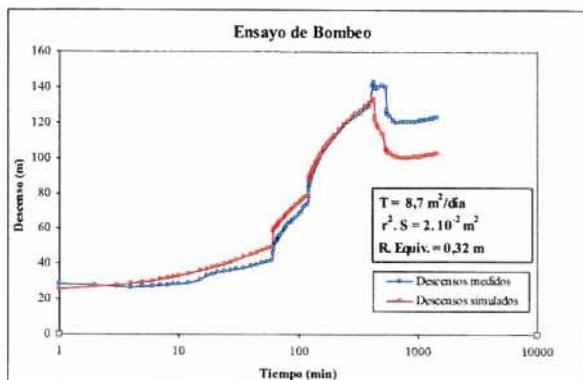


Figura 10

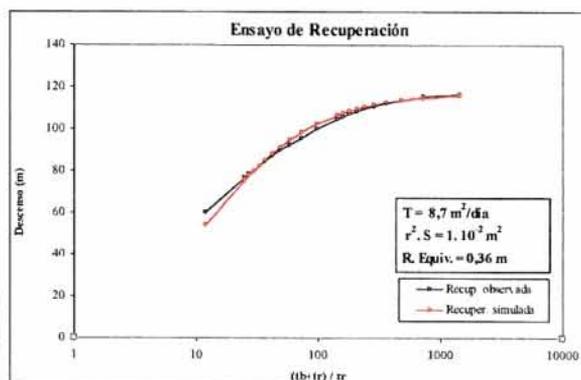


Figura 11

La calibración obtenida se consigue en ambos casos para idénticos valores de la transmisividad, no así del valor de  $r^2S$ , como se muestra en el cuadro adjunto.

Metodo de interpretación	Transmisividad m <sup>2</sup> /día	r <sup>2</sup> .S m <sup>2</sup>	R. Equiv. m
Método Recuperación Theis	2,45	1,24	---
Simulación bombeo Método de Theis	8,70	2E-02	0,32
Simulación recuperación Método de Theis	8,70	1E-02	0,36

Se considera que los parámetros más fiables son los correspondientes a la calibración de los niveles dinámicos durante el bombeo mediante la Solución de Theis

Las pérdidas adicionales de carga obtenidas responden a la expresión:

$$PQ = 6,3 \cdot 10^{-1} Q^{0,59}$$

Esta expresión justifica aceptablemente los tres primeros escalones, pero no el último.

## DISCUSIÓN

El acuífero constituido por los materiales carbonatados en facies carníolares de la base de la Fm. Cuevas Labradas de edad Rethiense-Sinemuriense, se comporta en este caso concreto como un acuífero libre de baja transmisividad, con débil –aunque detectable– almacenamiento kárstico. Se comporta, por tanto, como un acuífero carbonatado de flujo difuso.



## ANEXO Nº 1

### ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Bco de Lloret-Roquetes (Tarragona)**  
 Hoja MTN **31-20 (521) Beceite**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	<b>3120-30009</b>	Coordenadas sondeo:	<u>Longitud</u> <b>276839</b> <u>Latitud</u> <b>4517387</b> <u>Cota</u> <b>282</b>
Nº de Inventario Piezómetro:	<b>3220-10101</b>	Coordenadas Piezómetro:	
Profundidad del sondeo:	<b>253 m</b>	Distancia del piezómetro:	
Nivel estático:	<b>18,39 m</b>	Toponimia./Ref.Catastral.	<b>Polígono 3, parcela 751</b>
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	<b>100 m</b>	Fecha ensayo:	<b>22 de junio de 2005</b>
Profundidad muro Fm acuífera (m)	<b>183 m</b>	Bomba:	<b>CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV</b>
Longitud del filtro (Screen lenght)	<b>30 m</b>	Grupo :	<b>DEUSCH 10KVA 150 CV</b>
Φ perforación (annulus diameter)	<b>220 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>190,20 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.	
8:00	0	0	18,39	0			
8:01	5,87	1	28,41	10,02			
8:02	5,87	2	28,22	9,83			
8:03	5,87	3	27,19	8,8			
8:04	5,87	4	26,94	8,55			
8:05	5,87	5	27,55	9,16			
8:06	5,87	6	27,67	9,28			
8:07	5,87	7	27,88	9,49			Agua turbia (marrón).
8:08	5,87	8	28,28	9,89			
8:09	5,87	9	28,57	10,18			
8:10	5,87	10	28,85	10,46			
8:12	5,87	12	29,43	11,04			Agua sucia (ocre)
8:15	5,87	15	30,73	12,34			
8:17	5,87	17	33,16	14,77			Agua my sucia (marrón-ocre).
8:19	5,87	19	34,37	15,98			
8:21	5,87	21	35,17	16,78			
8:24	5,87	24	35,78	17,39			
8:27	5,87	27	36,46	18,07			
8:30	5,87	30	37,1	18,71			
8:35	5,87	35	37,9	19,51			
8:40	5,87	40	38,69	20,3			Agua turbia (marrón).
8:45	5,87	45	39,58	21,19			
8:50	5,87	50	40,52	22,13			
8:55	5,87	55	41,39	23			
9:00	5,87	60	41,99	23,6			
9:01	9,09	61	46,46	28,07			Agua sucia (ocre).
9:02	9,09	62	48,71	30,32			
9:03	9,09	63	50,28	31,89			
9:04	9,09	64	51,44	33,05			
9:05	9,09	65	52,3	33,91			
9:06	9,09	66	53,28	34,89			
9:07	9,09	67	53,98	35,59			
9:08	9,09	68	54,86	36,47			
9:09	9,09	69	55,47	37,08			
9:10	9,09	70	56,06	37,67			
9:12	9,09	72	57,33	38,94			Agua muy sucia (marrón).
9:15	9,09	75	59,03	40,64			
9:17	9,09	77	60,18	41,79			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
9:19	9,09	79	61,13	-24,9			
9:21	9,09	81	62	-24,03			
9:24	9,09	84	62,98	-23,05			
9:27	9,09	87	64,03	-22			
9:30	9,09	90	65,11	-20,92			
9:35	9,09	95	66,57	-19,46			
9:40	9,09	100	67,93	-18,1			
9:45	9,09	105	69,25	-16,78			
9:50	9,09	110	71,69	-14,34			
9:55	9,09	115	73,19	-12,84			
10:00	9,09	120	74,26	-11,77			Agua muy sucia (marrón).
10:01	12,5	121	78,43	-7,6			
10:02	12,5	122	81,17	-4,86			Agua muy sucia (marrón) con arrastre de arenas y lutitas.
10:03	12,5	123	83,38	-2,65			
10:04	12,5	124	84,82	-1,21			
10:05	12,5	125	86,03	0			
10:06	12,5	126	87,12	1,09			
10:07	12,5	127	88,22	2,19			
10:08	12,5	128	88,98	2,95			
10:09	12,5	129	90,27	4,24			
10:10	12,5	130	90,75	4,72			
10:12	12,5	132	91,85	5,82			
10:15	12,5	135	93,58	7,56			
10:17	12,5	137	94,83	8,8			
10:19	12,5	139	95,75	9,72			
10:21	12,5	141	96,68	10,65			
10:24	12,5	144	96,96	10,93			
10:27	12,5	147	99,04	13,01			
10:30	12,5	150	100,05	14,02			
10:35	12,5	155	102,16	16,13			Agua muy sucia (marrón-anaranjada).
10:40	12,5	160	103,47	17,44			
10:45	12,5	165	104,83	18,8			
10:50	12,5	170	105,98	19,95			Agua muy sucia (naranja, con mucho arrastre de lutitas).
10:55	12,5	175	107,08	21,05			
11:00	12,5	180	108,22	22,19			
11:10	12,5	190	110,17	24,14			
11:20	12,5	200	111,78	25,75			Cond: 2815µS pH: 7.11 Tª 21.5° C
11:40	12,5	220	115,22	29,19			
12:00	12,5	240	118,27	32,24			
12:20	12,5	260	120,62	34,59			
12:40	12,5	280	122,18	36,15			
13:00	12,5	300	123,42	37,39			
13:30	12,5	330	125,31	39,28			
14:00	12,5	360	127,82	41,79			MUESTRA 1. Cond: 2850µS pH: 7.08 Tª 21° C
14:30	12,5	390	129,33	43,3			
15:00	12,5	420	146,2	60,17			Por el pitot solo sale aire.
15:10	12,5	430	151	64,97			
15:15	9,09	435	144,67	58,64			
15:20	9,09	440	142,51	56,48			
15:30	9,09	450	142,38	56,35			
15:40	9,09	460	143,3	57,27			
16:20	9,09	500	145,65	59,62			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
17:00	7,87	540	144,03	22,22			Cond: 2800µS pH: 7.21 Tª 19.1º C
17:05	7,87	545	125,31	3,5			
17:10	7,87	550	127,42	5,61			Ya no sale aire. Agua turbia (naranja).
17:25	7,87	565	124,87	3,06			
17:40	7,87	580	123,3	1,49			
18:20	7,87	620	120,79	-1,02			
19:00	7,87	660	120,12	-1,69			
20:00	7,87	720	120,23	-1,58			MUESTRA 2 Cond: 2890µS pH: 7.09 Tª 18.5º C
21:00	7,87	780	120,27	-1,54			
22:00	7,87	840	120,36	-1,45			
23:00	7,87	900	120,48	-1,33			
0:00	7,87	960	120,59	-1,22			
1:00	7,87	1020	120,89	-0,92			
2:00	7,87	1080	121,22	-0,59			
3:00	7,87	1140	121,5	-0,31			Agua turbia (naranja).
4:00	7,87	1200	121,81	0			
5:00	7,87	1260	122,2	0,39			
6:00	7,87	1320	122,45	0,64			
7:00	7,87	1380	122,63	0,82			
8:00	7,87	1440	122,82	1,01			MUESTRA 3. Cond: 2760µS pH: 7.05 Tª 18.2º C
8:01	0	1441	116,35	-5,46			
8:02	0	1442	115,24	-6,57			
8:03	0	1443	113,84	-7,97			
8:04	0	1444	112,38	-9,43			
8:05	0	1445	110,94	-10,87			
8:06	0	1446	109,67	-12,14			
8:07	0	1447	108,32	-13,49			
8:08	0	1448	107,15	-14,66			
8:09	0	1449	105,79	-16,02			
8:10	0	1450	104,78	-17,03			
8:15	0	1455	100,17	-21,64			
8:20	0	1460	95,58	-26,23			
8:25	0	1465	92,56	-29,25			
8:30	0	1470	89,95	-31,86			
8:35	0	1475	87,18	-34,63			
8:40	0	1480	84,82	-36,99			
8:45	0	1485	82,33	-39,48			
8:50	0	1490	80,25	-41,56			
8:55	0	1495	78,31	-43,5			
9:00	0	1500	76,51	-45,3			
10:10	0	1570	59,86	-61,95			Medida con la sonda habitual

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17 30005 MURCIA  
Tel. 968 213 926 Fax. 968 210 948

LABORATORIO: Avda Europa, s/n Polig Ind Base 2000  
30564 LORQUI (MURCIA)  
Tel. 968 693 711 Fax. 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**

**PLATERÍA, 6, 3º.  
30004 MURCIA**

Denominación de la muestra: **BARRANCO LLORET.-**

UTM-X:  
UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE** Envases: **1 PET 130 ml.**  
Fecha muestreo **02/04/2005** Hora Fecha recepción **29/04/2005** Inicio análisis **06/05/2005** Fin análisis **13/05/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>501</b>	µ S/cm Electrometría (P.I.E. CO-C)
pH.....	<b>7,77</b>	ud. de pH Electrometría. (P.I.E. PH-C)
CLORUROS.....	<b>17,24</b>	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>43,10</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>313,44</b>	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b>	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>0,52</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>9,14</b>	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>42,96</b>	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>46,83</b>	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>1,30</b>	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,04</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	<b>0,28</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AM-C)
BORO.....	<b>0,00</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	<b>0,12</b>	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FO-C)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>3,56</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,01</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,00</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.....  
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.....  
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).....

**miércoles, 18 de mayo de 2005**

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87). N° Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

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.

N° Registro: CAA/GE- **991** -05

Página 1 de 1

CENTRAL: C/ Santa Teresa 17 30005 MURCIA  
Tel: 968 213 926 Fax: 968 210 948

LABORATORIO: Avda Europa s/n. Polig. Ind. Base 2000  
30584 LORQUI (MURCIA)  
Tel: 968 693 711 Fax: 968 650 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**

**PLATERÍA, 6, 3°.  
30004 MURCIA**

Denominación de la muestra: **BARRANCO LLORET. ENSAYO BOMBEO.-  
MUESTRA 3 (24 HORAS).-**

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE** Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **23/06/2005** Hora Fecha recepción **06/07/2005** Inicio análisis **06/07/2005** Fin análisis **14/07/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>2.260</b> μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,24</b> ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>78,14</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>1.293,40</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>239,47</b> mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS .....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO .....	<b>100,04</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>154,00</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>409,82</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>19,83</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO .....	<b>&lt; 0,04</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,42</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	<b>0,26</b> mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>7,32</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,01</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.....  
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.....  
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).....

**jueves, 28 de julio de 2005**

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT. O.M. 16-7-87). N° Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

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.

N° Registro: CAA/GE- **1.726** - 05

Página 1 de 1

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17, 1º 30005 MURCIA  
Tel.: 968 213 926 Fax.: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n. Polig. Ind. Base 2000  
30564 LORQUÍ (MURCIA)  
Tel.: 968 693 711 Fax.: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)**  
**BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA**

Denominación de la muestra: **BARRANCO DE LLORET. ENSAYO DE BOMBEO. MUESTRA 2.-**

UTM-X:  
UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **22/06/2005** Hora **20:00** Fecha recepción **11/07/2005** Inicio análisis **11/07/2005** Fin análisis **28/07/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>2.450</b> µ S/cm	Electrometría (P I E. COND)
pH.....	<b>7,39</b> ud. de pH	Electrometría. (P I E. PH)
CLORUROS.....	<b>80,29</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr (P I E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>1.630,80</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P I E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>228,19</b> mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P I E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P I E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E. NITA)
SODIO.....	<b>94,38</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>156,90</b> mg/l	Complexometría (P I E. DURE)
CALCIO.....	<b>433,74</b> mg/l	Complexometría (P I E. CALC)
POTASIO.....	<b>20,65</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E. NITI)
AMONIO.....	<b>&lt; 0,04</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P I E. AMON)
BORO.....	<b>0,46</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E. BORO)
FOSFATO .....	<b>0,54</b> mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P I E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>7,93</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,05</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E. MnAA)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.  
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.  
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87) Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

jueves, 28 de julio de 2005

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

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.

Nº Registro: CAA/GE-1.776-05

Página 1 de 1

## **ANEJO 6**

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



**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL1									
Nº de medidas	Máximo		Mínimo		Rango de Oscilación		Medida		Desviación típica
32	26.88		1.94		22.94		23.9572		4.672
Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidró.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
10/07/2008					No Medible		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> No Medible									
04/04/2008					No Medible		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Sigue estando la roca en mitad del camino y los toros secos									
06/03/2008					No Medible		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Sigue estando la roca en mitad del camino y los toros secos									
07/02/2008					No Medible		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Faza exactamente lo mismo que el mes anterior									
11/01/2008					No Medible		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Lleva una gran piedra en medio del camino que me impedia el paso en vehículo hasta el pozo y puesto que los toros estaban secos por la zona decidí que lo mejor era no arriesgarme y no medir el pozo									
06/12/2007	26.88		2.312	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
08/11/2007	26.34		2.310	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
04/10/2007	25.88		2.312	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
06/09/2007	26.10		2.311	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
09/08/2007	25.91		2.310	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
05/07/2007	25.06		2.312	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
05/06/2007	22.02		2.313	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
10/05/2007	21.91		2.312	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
09/04/2007	22.14		2.310	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
07/03/2007	16.26		2.311	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
05/02/2007	26.4		2.310	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
08/01/2007	26.2		2.310	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
14/12/2006	25.80		2.311	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
23/11/2006	25.14		2.310	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidró.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
18/10/2006	25.54		2.316	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
17/08/2006	25.48		2.315	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
05/07/2006	24.71		2.315	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
05/06/2006	23.81		2.317	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
08/05/2006	22.48		2.317	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> En seco									
03/04/2006	19.28		2.0725	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Lleva agua el río, poco caudal									
06/03/2006	19.05		2.0095	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Lleva agua el río									
08/02/2006	18.86		2.0114	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Lleva agua el río									
09/01/2006	1.94		2.0606	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> El río baja muy crecido									
01/12/2005	18.97		2.0103	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Lleva agua el río									
05/10/2005	23.09		2.3191	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Lleva agua el río									
13/09/2005	22.44		2.3156	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
03/08/2005	21.45		2.3155	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
05/07/2005	20.71		2.3129	Nivel Estático	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b>									
23/06/2005	26.51	0	2.2349	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
25/06/2005	28.31	0	2.2169	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	30.25	0	2.1975	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	32.33	0	2.1767	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	34.82	0	2.1518	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	37.18	0	2.1282	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	39.93	0	2.1005	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	32.56	0	2.0744	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidró.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
23/06/2005	34.50	0	2.0442	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	100.17	0	199.81	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	104.78	0	195.22	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	105.79	0	184.21	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	107.15	0	192.85	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	108.32	0	191.68	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	109.67	0	190.33	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	110.94	0	189.06	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	112.38	0	187.62	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	113.84	0	186.16	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	115.24	0	184.76	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	116.35	0	183.65	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	122.82	0.87	177.18	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> MUESTRA 3, Cond: 2760, S, pH: 7.05 T: 18.2 °C Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	122.63	0.87	175.55	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	122.45	0.87	175.55	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	122.2	0.87	173.8	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	121.81	0.87	174.19	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	121.5	0.87	174.5	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Agua turbia (naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	121.22	0.87	174.78	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	120.89	0.87	175.11	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
23/06/2005	120.50	0.87	174.41	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	120.48	0.87	179.52	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidró.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
22/06/2005	120.36	0.87	179.64	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	120.27	0.87	179.73	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	120.26	0.87	179.77	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> MUESTRA 2, Cond: 2890, S, pH: 7.09 T: 18.5 °C Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	120.12	0.87	179.88	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	120.79	0.87	179.21	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	120.3	0.87	176.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	121.87	0.87	175.13	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	127.42	0.87	172.58	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Ya no sale agua. Agua turbia oscura. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	125.31	0.87	174.69	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	144.03	0.87	155.07	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Cond: 2890, S, pH: 7.21 T: 19.1 °C Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	145.63	0.90	154.53	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	143.3	0.90	156.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	142.98	0.90	157.62	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	142.51	0.90	157.49	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	144.67	0.90	155.33	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	131	12.5	149	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	146.2	12.5	133.8	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Por el poco caudal. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	126.33	12.5	170.67	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	127.82	12.5	172.18	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> MUESTRA 1, Cond: 2830, S, pH: 7.08 T: 21 °C Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	125.31	12.5	174.69	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE (OFF)	BROCAI	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
22/06/2005	123.42	12.5	176.58	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL		CHE		



OTRAS FOTOS



Dado Joret (03/04/2005)



Joret detalle (03/08/2005)



Joret N (03/08/2005)

## FICHA DE PIEZÓMETRO

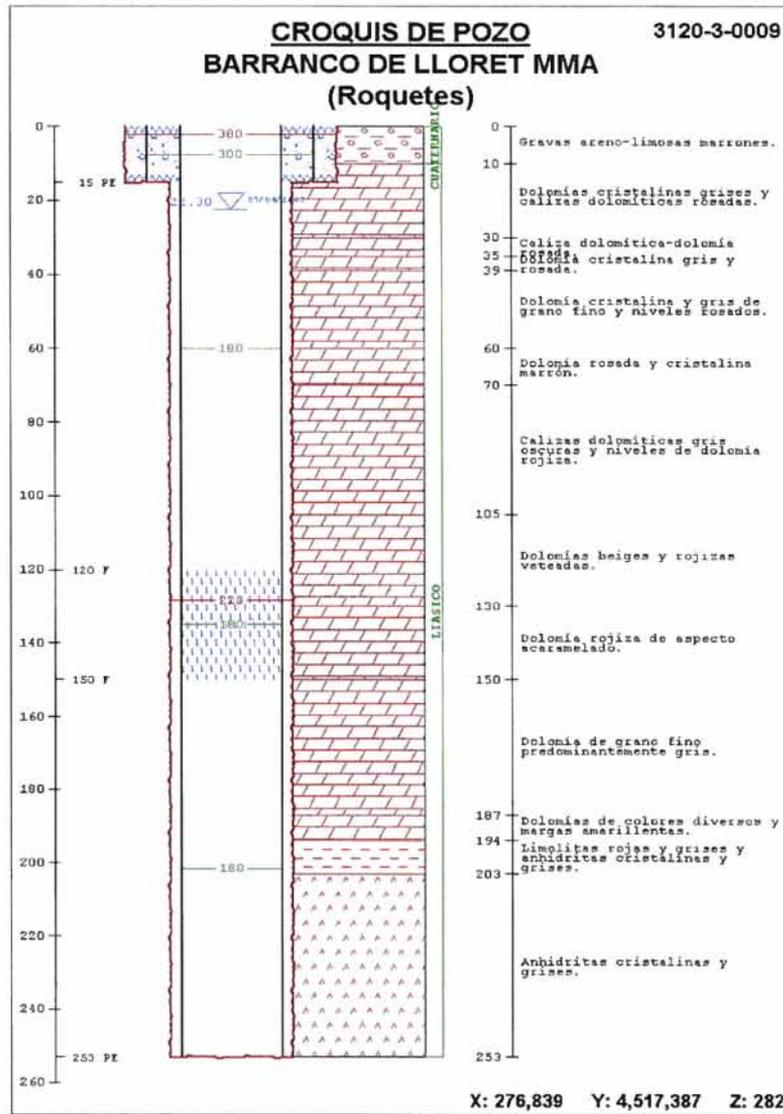
TOPONIMIA		BUFADORS. BARRANCO DE LLORET MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.821.11	
CÓDIGO IPA		312030009	Nº MTN 1:50.000 3120	MUNICIPIO ROQUETES		PROVINCIA TARRAGONA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		099   PUERTOS DE TORTOSA					
U. HIDROGEOLOGICA		821   Bajo Ebro - Montsiá (Dominio 8 Maestrazgo - Catalánides)					
ACUÍFERO(S)		099-03: Suprakeuper Lias					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	783208	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BORDE LLAVE	
	Y	4519443					
COTA DEL SUELO msnm	Z	305	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		3		PARCELA	769		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Pedro Fumadó					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						253		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	15	380	0	15	300	Metálica	120	150	Puentecillo	0	15		
15	253	220	0	120	180	Metálica							
			150	252	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	01/04/2005
ORGANISMO	CHE (OPH)		

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**

