



## **INFORME PIEZÓMETRO DE TORRALBA DE LOS SISONES: 09.704.01**



## **ÍNDICE**

### **1. PROYECTO**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA  
TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

### **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **11. HIDROQUÍMICA**

### **12. CONCLUSIONES**

### **ANEJOS**

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

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

**ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO N° 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO**

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

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

## **1. PROYECTO**

### **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 lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

- Trabajos anteriores a la perforación
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos
  
- 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.
  
- 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 ha ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Sondeo ubicado al SSE de la localidad de Torralba de los Sisones justo en la divisoria hidrográfica entre las cuencas de Gallocanta y Jiloca. La masa de agua subterránea se localiza en el sector septentrional de la Fosa del Jiloca, generada por fallas en relevo de dirección NNO-SSE. Estas fallas están cortadas por otras en dirección ibérica que compartimentan la fosa en varios sectores. El sector que alberga esta masa de agua subterránea está hundido con respecto al meridional.

El pozo ya está emplazado sobre las dolomías del Cretácico superior que forman parte del acuífero 88.05 Cretácico superior que es el nivel controlado. Se encuentra en la zona de recarga y tránsito del acuífero cretácico hacia la descarga que se dirige hacia el río Jiloca en los Ojos de Caminreal.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro se sitúa dentro del término municipal de Torralba de los Sisones, al sur del núcleo urbano.

Este emplazamiento está situado en el camino de Torralba de los Sisones a Blancas, a 2,3 km del municipio, a la derecha. Las coordenadas del punto son:

X= 630.575

Y= 4.525.503

Z: 1.1190 msnm



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Torralba de los Sisones sobre la GIS - OLEÍCOLA

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales del Cretácico superior reflejados en la Cartografía geológica MAGNA como unidad 27, que se presentan formando un sinclinal de dirección ONO-ESE, con buzamientos en ambos flancos de entre 25 a 10°. El sondeo se encuentra ubicado en el flanco sur del sinclinal presentando los materiales atravesados un buzamiento hacia el noreste.

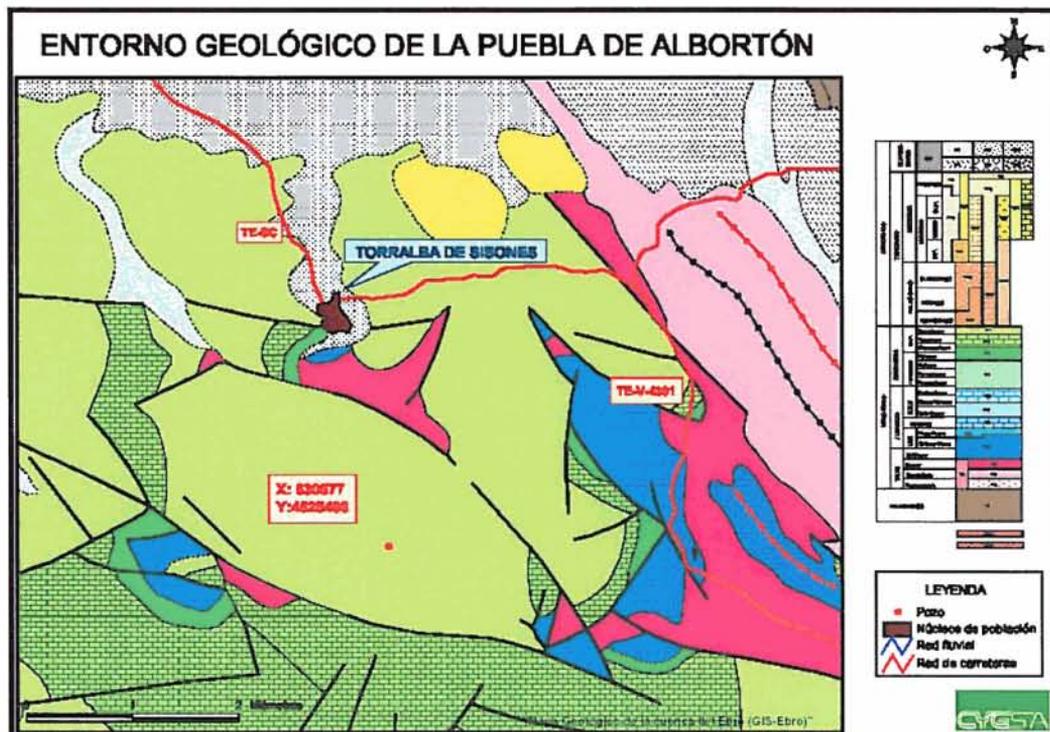


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Torralba de los Sisones

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 7 "Dominio ibérico del Alto Jalón – Alto Jiloca". El límite septentrional des este dominio lo señala el umbral paleozoico impermeable de Ateca y la prolongación de la estructura Ateca – Castellón; el límite meridional viene dado por la extensión de los afloramientos permeables hasta encontrar el límite más cercano a la divisoria de cuenca. Los acuíferos principales se encuentran asociados a laxos sinclinales, a parameras carbonatadas jurásicas y cretácicas y al relleno detrítico de fosas intramontanas (Alto Jiloca). Es coincidente con el Sistema Acuífero 57 (Mesozoico de Monreal – Gallocanta).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 704 "Alto Jiloca", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.088 también denominada "Monreal - Calamocho", y el acuífero a controlar son las calizas de edad Cretácico Superior. Se trata de un acuífero mixto.

El acuífero de la masa de agua 090.088 es un acuífero predominantemente libre de 745,2 km<sup>2</sup> de superficie. Los materiales que forman esta masa están constituidos por facies Muschelkalk (100-120 m), carbonatos jurásicos (560 m), arenas de Utrillas (50 m), carbonatos del Cretácico superior (300 m), Terciario detrítico y carbonatado, y Cuaternario formado por aluviales, coluviales, tobas y glacia. La recarga se produce mediante infiltración de la precipitación, alimentación subterránea desde los materiales mesozoicos circundantes y retornos de riego. La descarga se realiza principalmente hacia los Ojos de Monreal, en el cauce del Jiloca al N de la masa, que corresponden al antiguo nacimiento de este río. Ocasionalmente se produce drenaje hacia el cauce artificial del Jiloca.

El piezómetro se encuentra situado en el flanco sur de un sinclinal de dirección ONO – ESE y está constituido por materiales de edad Cretácico Superior. Los materiales atravesados presentan buzamiento, de entre 10° a 25°, hacia el noroeste.

(Entorno geológico puede consultarse en figura 2.)

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSIÓN ST30/1400 sobre camión, grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND, toda esta maquinaria se encuentra sobre camiones.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 20 de julio de 2004 a las 10:30 horas y se terminó el 21 de julio de 2004 a las 14:00 horas.

Se realizó un emboquille de 8 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Desde los 8 metros de profundidad hasta los 225 metros se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. A los 95 metros de profundidad se tocó un nivel colgado, pero hasta los 159 metros no apareció un aporte importante de agua. Se registró una cueva en torno a los 155 metros de profundidad, y un tramo más fracturado entre los 155 metros y los 160 metros. La velocidad media de avance durante la perforación fue de unos 20-30 m/h.

(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. Descripción de campo de la columna litológica atravesada:

0-118 m	Calizas margosas blanquecinas y grises con miliólidos y lacazinas.
118-195 m	Dolomías grises.
195-205 m	Calizas crema.
205-224 m	Calizas margosas.

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 30 m – Podría corresponder a la Formación Burgo de Osma. (Santoniense).

De 30 m a 110 m – Formación Hontoria del Pinar (Santoniense).

De 110 m a 140 m – Formación Pantano de la Tranquera (Coniaciense – Santoniense).

De 140 m a 195 m – Formación Ciudad Encantada (Fm. Jaraba) (Turoniense – Coniaciense).

De 195 m a 224 m – Formación Picofrentes (fm. Monterde) (Turoniense?).

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realiza el día 21 de julio de 2004. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. Se observó que existen varios tramos con pequeños aportes de agua: tramo de 161 m a 163 m; tramo de 165,5 m a 171 m; tramo de 188 m a 192 m; tramo de 203 m a 209,5 m; tramo de 213 m a 216 m.

El nivel estático se sitúa sobre los 150 metros de profundidad.

La distancia máxima de desviación con la vertical a los 222 m de profundidad fue de 7 metros. El acimut mantiene una media aproximada de 240°. El sondeo comienza a desviarse a partir de los 40 metros de profundidad, hasta los 222 metros, alcanzando una inclinación de 4,6° al final del sondeo.

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
0-8	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-165	180	4	Acero al carbono	Ciega
165-171	180	4	Acero al carbono	Puente
171-177	180	4	Acero al carbono	Ciega
177-183	180	4	Acero al carbono	Puente
183-189	180	4	Acero al carbono	Ciega
189-195	180	4	Acero al carbono	Puente
195-201	180	4	Acero al carbono	Ciega
201-207	180	4	Acero al carbono	Puente
207-213	180	4	Acero al carbono	Ciega
213-219	180	4	Acero al carbono	Puente
219-225	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

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

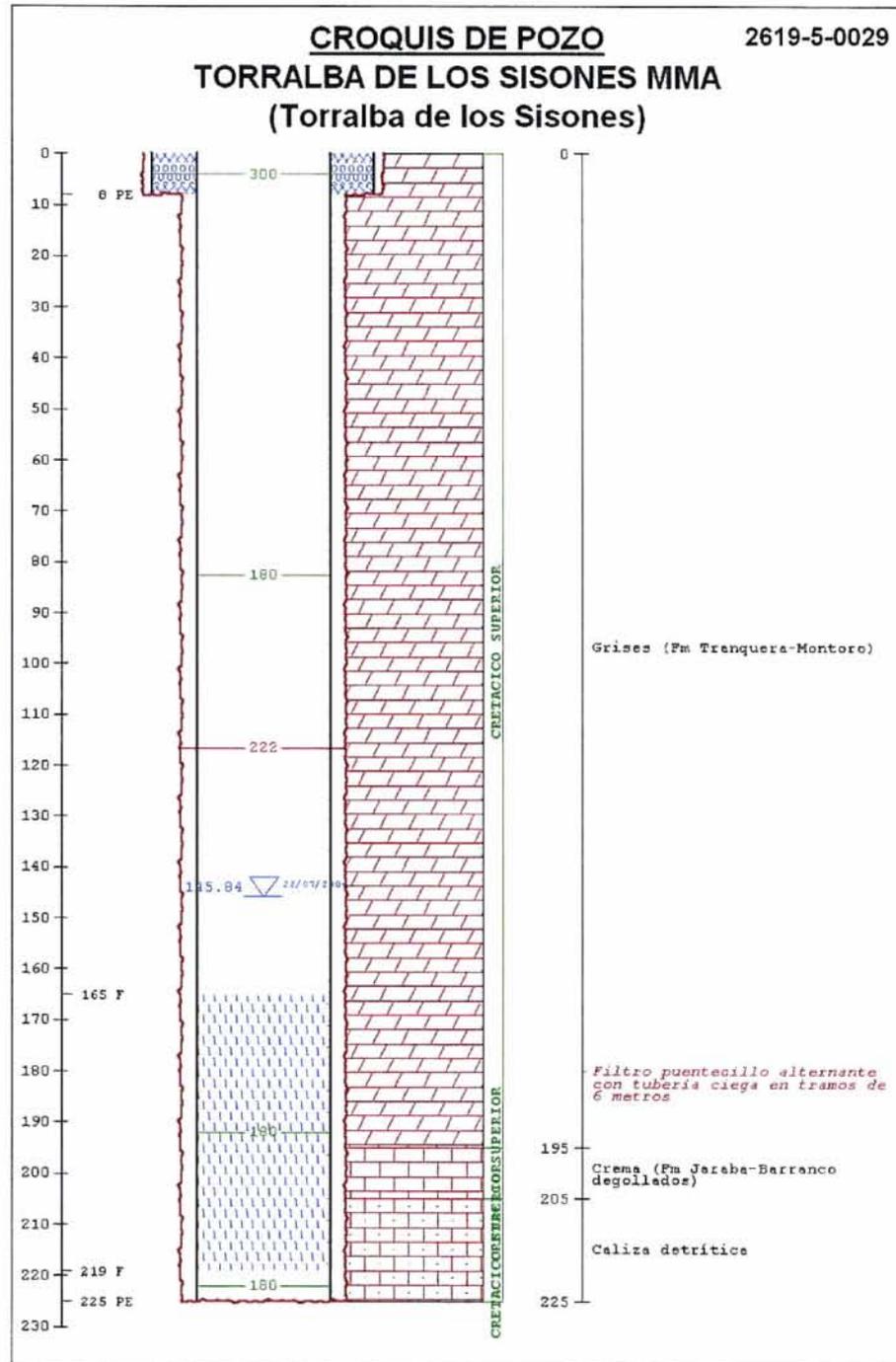


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está formado por calizas, de edad Cretácico Superior.

A los 95 metros de profundidad se corta un nivel colgado de, en principio, poca entidad. A partir de los 159 metros se observó un importante aporte de agua.

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

Fecha	Nivel (metros)
22/07/04	145,84
5/08/04	146,08
16/09/04	146,73
8/10/04	146,91
15/01/05	147,41
19/02/05	147,28
7/03/05	145,03

### ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 7 y 8 de marzo de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. La aspiración se colocó a 180,51 m de profundidad y el nivel estático inicial se situó a 145,03 m. El primer escalón duró 60 minutos. Se extrajo un caudal de 4,16 l/s y el nivel no descendió nada. El segundo escalón duró otros 60 minutos, el caudal extraído fue de 7,66 l/s y el descenso del nivel fue de 0,03 m. El tercer y último escalón duró las 22 horas restantes. El caudal extraído en éste fue de 12,25 l/s y el descenso total del nivel fue de 0,16 m.

A los 5 minutos de bombeo el agua ya salía clara. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo varió entre 699 y 751  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH medio fue de 7 y la

temperatura fue de 14º C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. A los 2 minutos el nivel ya estaba totalmente recuperado.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	145,03	0,00	0,00
1	145,16	0,13	4,16
2	145,06	0,03	4,16
5	145,06	0,03	4,16
10	145,03	0,00	4,16
30	145,02	-0,01	4,16
60	145,01	-0,02	4,16
61	145,06	0,03	7,66
65	145,06	0,03	7,66
70	145,06	0,03	7,66
90	145,07	0,04	7,66
120	145,06	0,03	7,66
121	145,12	0,09	12,25
125	145,16	0,13	12,25
130	145,15	0,12	12,25
150	145,14	0,11	12,25
180	145,14	0,11	12,25
300	145,15	0,12	12,25
500	145,15	0,12	12,25
720	145,16	0,13	12,25
960	145,17	0,14	12,25

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
1200	145,18	0,15	12,25
1440	145,19	0,16	12,25
1441	145,04	0,01	0,00
1442	145,02	-0,01	0,00
1450	145,03	-0,02	0,00
1460	145,02	-0,01	0,00
1480	145,02	-0,01	0,00
1500	145,00	-0,03	0,00

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

La interpretación del ensayo de bombeo se ha realizado mediante tres métodos diferentes: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis, Método de Lee para ensayos escalonados, y simulación mediante el programa MABE (Método directo) del bombeo y la recuperación.

Tabla 5. Resultados obtenidos en la interpretación del ensayo de bombeo:

Método de interpretación	Transmisividad	r <sup>2</sup> .S	r/B
Método de Recuperación de Theis	5183 m <sup>2</sup> /día	--	--
Método de Lee (ensayos escalonados)	8200 m <sup>2</sup> /día	--	--
Simulación mediante Método de Hantush	9.500 m <sup>2</sup> /día	1,338E-03 m <sup>2</sup>	3,1E-05

Los valores considerados más representativos son los correspondientes a la simulación mediante el método de Hantush.

(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:

- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 707  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,20.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 728  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,26.)

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 MEDIA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – CÁLCICA (para las demás) (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003, aunque los nitratos superan los valores habituales de las aguas subterráneas dulces (según Custodio y Llamas, ed. 1996).

De los iones mayoritarios, sólo los bicarbonatos exceden en algo a los valores habituales y de referencia en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996).

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 3 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	20,11 mg/l	20,11 mg/l
Sulfatos	62,71 mg/l	57,15 mg/l
Bicarbonatos	376,13 mg/l	374,88 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	48,67 mg/l	48,86 mg/l
Sodio	8,08 mg/l	6,25 mg/l
Magnesio	16,10 mg/l	24,60 mg/l
Calcio	139,08 mg/l	139,24 mg/l
Potasio	1,16 mg/l	1,15 mg/l
Nitritos	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Amonio	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,01 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato	<0,10 mg/l	
Anhídrido Fosfórico		0,17 mg/l
Anhídrido Silícico	6,62 mg/l	6,51 mg/l
Hierro	0,01 mg/l	0,00 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,00 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Torralba de los Sisonos, 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 225 m. El acuífero atravesado está constituido por calizas y dolomías, de edad Cretácico Superior.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 12,25 l/s. El valor de transmisividad que se considera más adecuado a este acuífero es el calculado mediante el método de Hantush, de 9.500 m<sup>2</sup>/día. A su vez se han obtenido los valores de  $r^2.S$ , de 1,33E-03 m<sup>2</sup>, y del factor  $r/B$ , de 3,1E-05.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua dulce de mineralización media, muy dura, y se clasifica como bicarbonatada – cálcica (según clasificación de Piper).

## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

## Notas de replanteo

La columna debería alcanzar la formación de Jaraba (Bco. de los Degollados), que previsiblemente alberga el acuífero regional más importante de Cretácico superior en la zona.

Habría que identificar la formación aflorante en el punto de inicio del sondeo. El 1:200.000 de Daroca (columna 5, pág. 116-117) da la siguiente columna de techo a muro:

Fm. Hontoria del Pinar – La Cañadilla.....	100 m.
Fm. Calizas dolomíticas Tranquera – Órganos Montoro.....	50 m.
<b>Jaraba – Bco. Degollados</b> .....	50 m.
Monterde-Nuevalos-Sta. María Hoyas .....	50 m.
Utrillas	

Deberíamos terminar en los niveles margosos de Sta. María de las Hoyas. Por lo que cabe prever una perforación de unos 250 m. máximo.

La cota de la superficie piezométrica está en torno a los 1000 m. (bajando desde los 1008 en diez años), ahora se puede ver afectado por el bombeo de abastecimiento a Torralba de los Sisones. El piezómetro anterior (TE-48: 2619/5/14) está bajando claramente.

1

**AYUNTAMIENTO**  
de  
**TORRALBA DE LOS SISONES (Teruel)**



De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que por Acuerdo de Pleno, de fecha 4 de JULIO de 2004, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup>; necesarios para construir el sondeo 09.704.01 en terreno público, despejado y sin roturar, de este municipio, en las proximidades del Camino a Blancas (polígono 15, parcela 56) o similar.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de unos 3 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Torralba de los Sisones, a 5. de JULIO de 2004



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

# **ANEJO 1**

## **INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

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

**FECHA:** 21/07/04

**Nº pag.:** 3

**Nº SONDEO:** P-09.704.01

**POBLACIÓN:** Torralba de los Sisones (Teruel)

**PROF.:** 175 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 20/07/04 12:05 PM

**SISTEMA:** ROTOPERCUSIÓN

**DIAMETRO:** 220 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:** 25 m / hora

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**Características de la máquina de perforación:** la misma del sondeo de Blancas.

**Profundidad alcanzada:**

A las 11:30 191 metros

Aproximadamente a las 14:00 finalizan el sondeo a 225 m.

**Estado de la perforación:** perforando con diámetro de 220 m.

Velocidad media de avance: 5 m en 12 minutos (25 m/hora). Al comienzo de la perforación con diámetro de 220 mm me dicen que la velocidad era de 30 m/hora.

La única tubería durante la perforación son los 8 m iniciales.

Han registrado una cueva en torno a los 155 m, y un tramo más fracturado entre 155 y 160 m. Tras atravesar la cueva deben añadir más espumante para extraer el detritus.

Se probó en varias muestras tomadas con ácido obteniéndose lo siguiente: 118 m caliza, 124 m caliza, 180 m dolomía, 195 m caliza, 200 m caliza.

En el metro 205 se observa, especialmente por el picado de la máquina, un cambio a calizas margosas. En las muestras apenas se nota porque los finos son lavados por el método de obtener las muestras.

**Características hidrogeológicas**

Registraron un primer nivel de agua a los 95 m pero parece no tener demasiada entidad.

El agua empezó a salir con abundancia en el metro 159.

Tras la perforación y con el sondeo desnudo se intenta medir el nivel de agua en la perforación pero la caída de agua de un nivel superior y el espumante existente en el sondeo lo impide. Se oye caer bastante agua.

### **Testificación geofísica**

A las 17:00 tras la perforación se realiza la testificación geofísica con las mismas sondas del sondeo de Blancas. De un primer análisis se deduce lo siguiente:

- Nivel de agua aproximado sobre los 150 m.
- Hay entrada de agua a los 95 m.
- El sondeo está algo más inclinado que el anterior (hasta 5° al final)

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

Tras el análisis de las muestras obtenidas y el apoyo de la geofísica la interpretación de la columna atravesada es la siguiente:

De 0 a 118 m Calizas margosas blanquecinas y grises con abundante fauna. Formación Hontoria del Pinar.

De 118 m a 195 m dolomías del Embalse de la Tranquera.

De 195 m a 205 calias del Barranco de los degollados.

De 205 a 225 Calizas margosas de Santa María de las Hoyas.

### **Entubación**

Con toda la información disponible en torno a las 18:00 tras contacto telefónico con Antonio Sánchez se propone realizar la siguiente entubación definitiva:

- De 0 m a 8 m tubería de 300 mm de diámetro y espesor de 5 mm.
- De 0 m a 165 m tubería ciega de 220 mm de diámetro y 4 mm de diámetro.
- De 165 m a 219 m filtro de puentecillo en 5 tramos de 6 m alternantes con tramos de 6 m de tubería ciega, todo ello de 220 mm de diámetro y espesor 4 mm.
- De 219 m a 225 m tubería ciega.

No se considera relevante el nivel colgado a 95 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



**Otras observaciones:**

Se observa el cumplimiento de las normas de seguridad y salud (los operarios llevan EPIs, cumplen las normas en cuanto a calzado adecuado, estabilidad del emplazamiento, aseguramiento de las maniobras, etc.).

La visita de este día finaliza a las 19:00 cuando todavía no han comenzado las tareas de entubación.

Fdo.: Jesús Serrano Morata

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**



CÓDIGO IPA: 2619-5-0029  
CÓDIGO MMA: 08 704.008

MUNICIPIO: TORRALBA DE LOS SISONES  
PROVINCIA: TERUEL

HOJA Nº 2620

COORDENADAS UTM HUSO 30  
620.575  
4.525.5038  
1.120

PARAJE: HOYOS DEL MONTE  
PRECISIÓN (X,Y): GIS-Oleicota  
PRECISIÓN Z: GPS

FECHA INICIO: 21/07/2004  
FECHA FINAL: 22/07/2004  
AUTOR FICHA: Javier Ramajo

ALCANTARILLA (m)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	COMPLEMENTOS	POROSIDAD		DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	LITOLOGÍA	U. GRUPO
				lim	arg	cal	mic	g-r			Clase (ITC)	En (L3) (m)					
35	324 mm 300 mm	0-10										0-15 m Calizas bioclásticas y margosas de color gris marrón. Los niveles bioclásticos presentan texturas de tipo <i>wackestone</i> con miliólidos y posibles bivalvos, las calizas margosas y las margocalizas tienen texturas <i>mudstone</i> .		1		Fm. Burgo de Osma?	
	220 mm 180 mm	10-30										15-30 m Calizas bioclásticas de color gris beige a gris oscuro. Presentan facies de <i>wackestone</i> a <i>packstone</i> con bioclastos de los que se identifican Miliólidos (Lacazinas), bivalvos, crinoides y fragmentos de algas. Se observan algo de recristalización y patinas rojiza.		2		Fm. Burgo de Osma?	
		30-35										30-35 m Calizas margosas y micríticas de color gris oscuro en facies de <i>mudstone</i> .		3		Fm. Burgo de Osma?	
32		35-75										35-75 m Calizas bioclásticas de color gris-blanco a crema, con intercalaciones de calizas margosas, de manera puntual se observan niveles de tonos rojizos de calizas arenosas. Las calizas tienen texturas de <i>packstone</i> a <i>wackestone</i> con niveles de <i>mudstone</i> , se observan abundantes restos de Miliólidos (Lacazinas) así como bivalvos, fragmentos de algas y pelecípodos. Dentro de este tramo aparecen niveles enrojados por la presencia de arcillas y patinas de óxidos (Karstificación).		4		Fm. Hontoria del Pinar	Santoniense
		75-90										75-90 m Calizas micríticas y calizas bioclásticas de color gris oscuro. Los niveles bioclásticos tienen texturas de <i>packstone</i> a <i>wackestone</i> con abundantes Miliólidos, mientras que las calizas micríticas son margosas y presentan textura <i>mudstone</i> .		5		Fm. Hontoria del Pinar	Santoniense
30		90-110										90-110 m Calizas margosas y micríticas con pasadas de tramos bioclásticos de color gris oscuro. Los niveles bioclásticos tienen textura de <i>wackestone</i> . Mientras que las calizas micríticas son algo margosas y presentan textura <i>mudstone</i> observándose restos de margocalizas y posibles margas. Aparece un pequeño nivel colgado en torno al metro 95.		6		Fm. Hontoria del Pinar	Santoniense
		110-140										110-140 m Calizas dolomíticas, calizas recristalizadas y dolomías de tonos grises oscuros a ocre. Se observa como el tramo está formado por calizas recristalizadas y dolomitizadas con texturas <i>mudstone</i> a veces <i>wackestone</i> con escasos fósiles. Entre las mismas se constata la existencia de niveles de dolomías de grano fino a medio ( <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> ). Presenta restos de patinas de oxidación y frecuentes arcillas de descalcificación. lo que indican una karstificación del mismo.		7		Fm. Pantano de la Tranquera	Contiense-Santoniense
		140-165										140-165 m Dolomías beige a pardas claras. Se trata de dolomías de textura casi sacaroidea formadas por un mosaico inequigranular de cristales de tamaño medio a grueso, aumentando de tamaño en la parte inferior del tramo.		8		Fm. Jaraba	
		165-180										165-180 m Calizas dolomíticas, calizas recristalizadas y dolomías de tonos grises. Se observa calizas bioclásticas recristalizadas con texturas <i>wackestone</i> a <i>packstone</i> con bivalvos y miliólidos. Entre las mismas se encuentran dolomías de grano fino a medio.		9		Fm. Ciudad Encantada (Fm. Jaraba)	
		180-195										180-195 m Dolomías beige. Se trata de dolomías de textura casi sacaroidea formadas por un mosaico inequigranular de cristales de tamaño medio a grueso, en la parte inferior del tramo se observa la existencia de niveles brechoides.		10		Fm. Pantano de la Tranquera	Contiense-Santoniense
17		195-207										195-207 m Calizas micríticas beige a marrón clara. Se trata de calizas con textura <i>mudstone</i> , algo recristalizadas a dolomitizadas.		11		Fm. Monterrey	
21		207-225										207-225 m Calizas micríticas margosas gris negras y margocalizas grises oscuras. Las calizas son algo limosas con textura <i>mudstone</i> , algo recristalizadas con abundantes grietas rellenas de calcita.		12		Fm. Picofrentes (Fm. Monterrey)	Iruense?
29																Fm. Picofrentes (Fm. Monterrey)	Iruense?



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

## INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO Nº 2619-50029**

**TORRALBA DE LOS SISONES (TERUEL)**

CORREO

zaragoza@igme.es

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



## ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y de la Columna estratigráfica detallada del Sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las proximidades de Torralba de los Sisonos (Teruel) dentro del marco de la campañas de sondeos realizadas para la ampliación de la Red de control Piezométrico durante los años 2004 y 2005. Este informe se realiza a petición de Instituto Geológico y Minero de España y de la Confederación Hidrográfica del Ebro en el marco de una Asistencia Técnica del IGME para la “Caracterización litoestratigráfica de las columnas litológicas de los Sondeos de la futura Red de control piezométrico de la Cuenca del Ebro”.

Este sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de sondeos y toma de muestras cada 5 metros. El diámetro del sondeo es de 324 mm en los primeros 8 metros y 222 mm desde este punto hasta el metro 225. Se ha entubado con tubería ciega de 300 mm de diámetro en sus primeros 8 metros. A partir de este punto se ha entubado con tubería de 180 mm con la siguiente disposición: De 0- 165 m: Ciega. De 165 a 171 m: Filtro puentecillo. De 171 a 177m: Ciega. De 177 a 183 m: Filtro puentecillo. De 183 a 189 m: Ciega. De 189 a 195: Filtro puentecillo. De 196 a 201m: Ciega. De 201 a 207 m: Filtro puentecillo. De 207 a 213 m: Ciega. De 213 a 219: Filtro puentecillo. De 219 a 225m: 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, habiéndose lavado 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 resultantes del estudio geofísico, fundamentalmente de las obtenidas 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 de las cartografías geológicas existentes, para intentar 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 son 2619-5-0029 y 09.704.08, se localiza en el término municipal de Torralba de los Sisonos a más de 2 Kilómetros al Sur de esta localidad. Se accede al mismo por un camino rural que parte desde el pueblo con dirección sur hasta el paraje denominado “Hoyos del Monte”.

El sondeo se ubica en las cercanías del vértice del Alto de los Calzones”, en el punto de coordenadas:

X: 630.577

Y: 4.525.498

Z: 1.122 msnm.

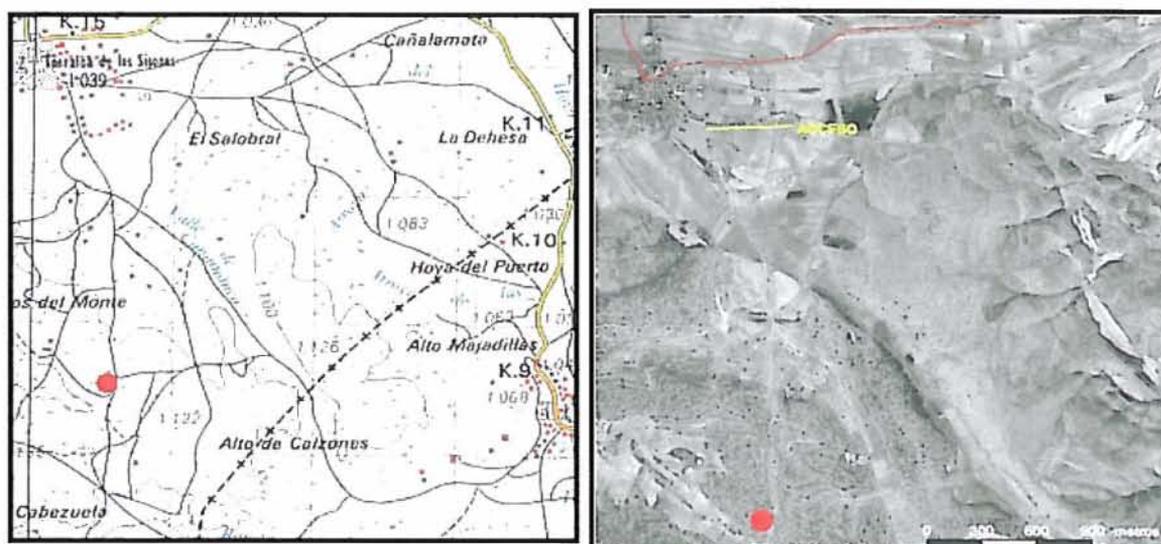


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:50.000, nº 491 (Calamocha) y ortofoto

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre materiales del Cretácico superior reflejados en la Cartografía geológica MAGNA como unidad 27, que se presentan formando un sinclinal de dirección ONO-ESE, con buzamientos en ambos flancos de entre 25 a 10°. El sondeo se encuentra ubicado en el flanco sur del sinclinal presentando los materiales atravesados un buzamiento hacia el noreste.

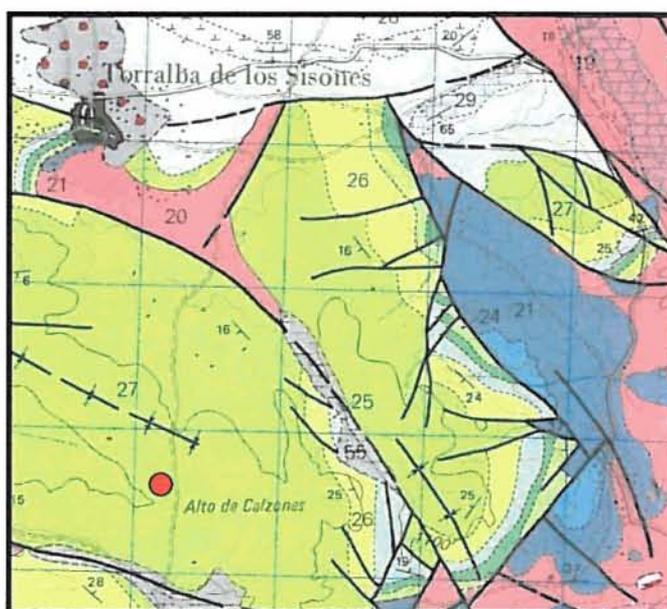


Fig.2. Situación del sondeo en el Mapa Geológico (MAGNA) 1: 50.000 nº 491 (Calamocha)



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo está emboquillado en calizas representadas como unidad 27 de la Cartografía MAGNA, donde se les adjudica una edad de Santoniense por las facies y litologías observadas (calizas bioclásticas con abundantes lacazinas y niveles de calizas arenosas).

La parte superior presenta una mayor presencia de margas y textura *mudstone*, y podría corresponder parcialmente a la Fm. Burgo de Osma, mientras que los tramos inferiores con un mayor contenido bioclástico, se corresponde mejor con la unidad litoestratigráfica denominada Fm. Hontoria del Pinar (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004), tal y como se pone de manifiesto en la definición de las unidades estratigráficas de este área de la Cordillera Ibérica (Memoria explicativa de la Cartografía Geológica a escala 1:200.000 Hoja nº 40-Daroca).

Estas dos unidades se han atravesado desde el inicio del sondeo hasta aproximadamente el metro 110. Por debajo de la misma se ha cortado, desde el metro 110 al 140, un conjunto de calizas dolomíticas y calizas recristalizadas algo bioclásticas, así como dolomías de grano fino a medio que se pueden interpretar (al igual que el cercano sondeo de Bello) pertenecientes a la Fm. Calizas Dolomíticas del Embalse de la Tranquera, de edad Coniaciense a Santoniense Inferior (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004).

Desde el metro 140 hasta el 195 se atraviesa dolomías y calizas dolomíticas con pasadas de dolomías de grano medio a grueso y textura sacaroidea. Estas facies son características de la unidad litoestratigráfica Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004), equivalente lateral de las calizas bioclásticas de Fm. Jaraba diferenciadas hacia el Noroeste, en la zona del valle del Río Jalón (Mapa Geológico de España 1:200.000, Hoja 40: Daroca). Su edad es Turoniense-Coniaciense.

A partir del metro 195, y hasta el final del sondeo, aparece un tramo de calizas micríticas y calizas margosas algo recristalizadas con intercalaciones de margocalizas que se interpreta como correspondiente a la Fm. Calizas Nodulosas de Monterde (Memoria explicativa de la Cartografía Geológica a escala 1:200.000 Hoja nº 40-Daroca) equivalente lateral de las margas y calizas de la Fm. Picofrentes, del Cenomaniense superior-Turoniense (Gil *et al.*, 2004; y García *et al.*, 2004).

### COLUMNA LITOLÓGICA.

#### TRAMO 1

0-15 m. Calizas bioclásticas y margosas de color gris marrón. Los niveles bioclásticos presentan texturas de tipo *wackestone* con miliólidos y posibles bivalvos, las calizas margosas y las margocalizas tienen texturas *mudstone*.

#### TRAMO 2

15-30 m. Calizas bioclásticas de color gris beige a gris oscuro. Presentan facies de *wackestone* a *packstone* con bioclastos de los que se identifican miliólidos (Lacazinas), bivalvos, crinoides y fragmentos de algas. Se observan algo de recristalización y patinas rojiza.

#### TRAMO 3



30-35 m. Calizas margosas y micríticas de color gris oscuro con textura *mudstone*.

#### **TRAMO 4**

35-75 m. Calizas bioclásticas de color gris-blanco a crema, con intercalaciones de calizas margosas, de manera puntual se observan niveles de tonos rojizos de calizas arenosas. Las calizas tienen texturas de *packstone* a *wackestone* con niveles de *mudstone*, se observan abundantes restos de miliólidos (Lacazinas) así como bivalvos, fragmentos de algas y peloides. Dentro de este tramo aparecen niveles enrojecidos por la presencia de arcillas y patinas de óxidos (karstificación).

#### **TRAMO 5**

75-90 m. Calizas micríticas y calizas bioclásticas de color gris oscuro. Los niveles bioclásticos tienen texturas de *packstone* a *wackestone* con abundantes miliólidos, mientras que las calizas micríticas son margosas y presentan textura *mudstone*.

#### **TRAMO 6**

90-110 m. Calizas margosas y micríticas con pasadas de tramos bioclásticas de color gris oscuro. Los niveles bioclásticos tienen textura de *wackestone*. Mientras que las calizas micríticas son algo margosas y presentan textura *mudstone* observándose restos de margocalizas y posibles margas.

Aparece un pequeño nivel colgado en torno al metro 93.

#### **TRAMO 7**

110-140 m. Calizas dolomíticas, calizas recristalizadas y dolomías de tonos grises oscuros a ocre. Se observa como el tramo está formado por calizas recristalizadas y dolomitizadas con texturas *mudstone* a veces *wackestone* con escasos fósiles. Entre las mismas se constata la existencia de niveles de dolomías de grano fino a medio (*mudstone* a *wackestone*). Presenta restos de patinas de oxidación y frecuentes arcillas de descalcificación, lo que indican una karstificación del mismo.

#### **TRAMO 8**

140-165 m. Dolomías beige a pardas claras. Se trata de dolomías de textura casi sacaroidea formadas por un mosaico inequigranular de cristales de tamaño medio a grueso, aumentando de tamaño en la parte inferior del tramo.

#### **TRAMO 9**

165-180 m. Calizas dolomíticas, calizas recristalizadas y dolomías de tonos grises. Se observa calizas bioclásticas recristalizadas con texturas *wackestone* a *packstone* con bivalvos y miliólidos. Entre las mismas se encuentran dolomías de grano fino a medio.

#### **TRAMO 10**

180 -195 m. Dolomías beige. Se trata de dolomías de textura casi sacaroidea formadas por un mosaico inequigranular de cristales de tamaño medio a grueso, en la parte inferior del tramo se observa la existencia de niveles brechoides.

#### **TRAMO 11**

195-207 m. Calizas micríticas beige a marrón clara. Se trata de calizas con textura *mudstone*, algo recristalizadas a dolomitizadas.



## TRAMO 12

207-225 m. Calizas micríticas margosas gris negras y margocalizas grises oscuras. Las calizas son algo limosas con textura *mudstone*, algo recristalizadas con abundantes grietas rellenas de calcita

## REFERENCIAS

GARCÍA, A., MAS, R., SEGURA, B., CARENAS, J.F., GARCÍA-HIDALGO, J., GIL, J., ALONSO, A., AURELL, M., BÁDENAS, B., BENITO, M.B., MELÉNDEZ, A Y SALAS, R., (2004). Segunda Fase de Post-Rift: Cretácico Superior. *Geología de España* (J. A. Vera Ed.). 513-522p.

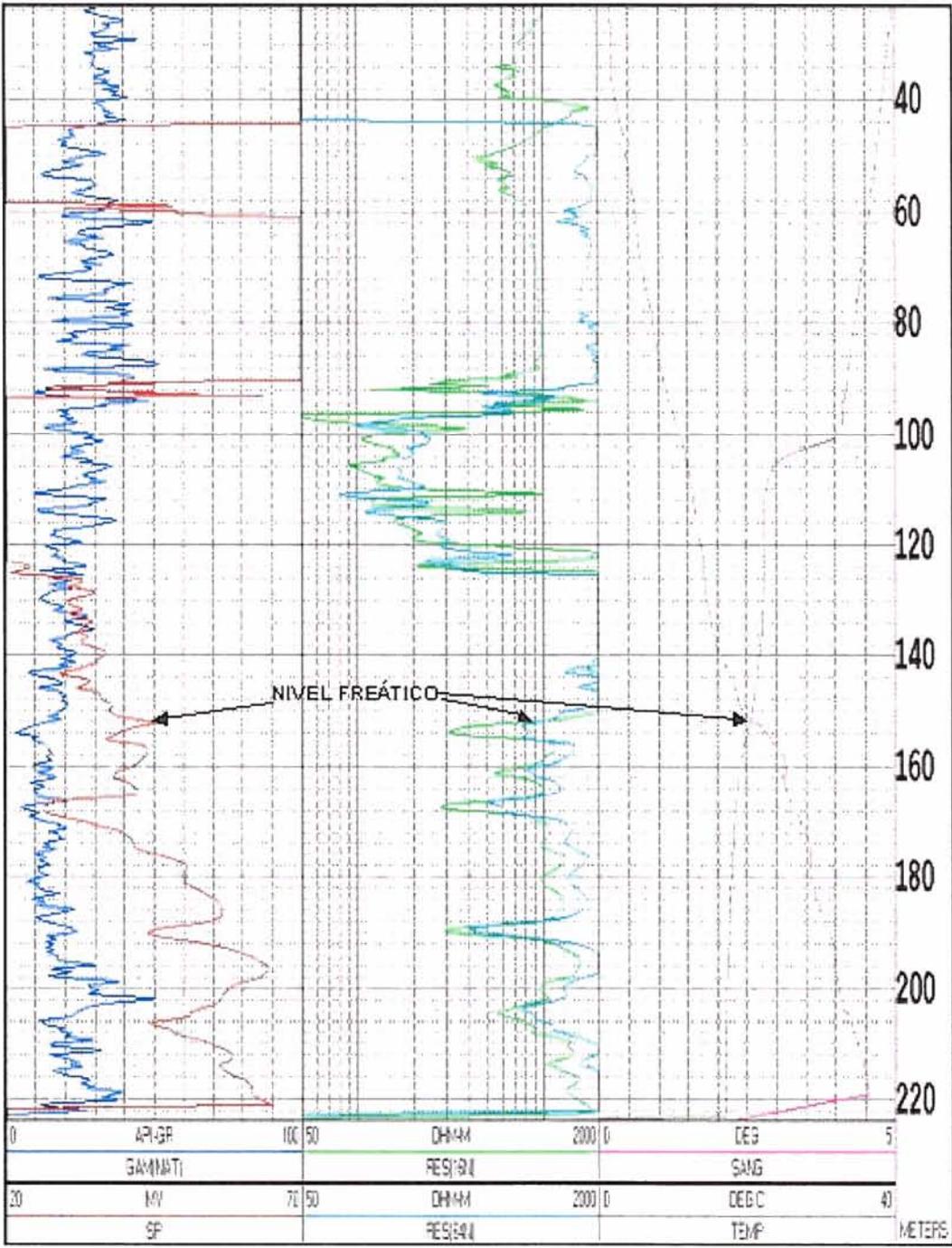
GIL, J. B., CARENAS, M., SEGURA F.J., GARCÍA-HIDALGO, J. Y A. GARCÍA (2004).- Revisión y Correlación de las unidades litoestratigráficas del Cretácico Superior en la Region Central y Oriental de España. *Revista de la Sociedad Geológica de España*. 17 (3-4): 249-266.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 nº:516- Santa Eulalia del Campo. (1983)

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA 1:200.000. HOJA Nº 40-DAROCA. (1991)

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**

# TORRALBA



**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  
“09-704-01 TORRALBA” EN TORRALBA  
(TERUEL)**

Julio de 2004





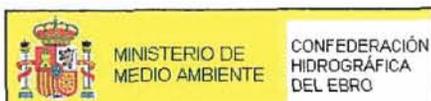
CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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



## TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "09-704-01 TORRALBA" EN TORRALBA (TERUEL)



TERUEL, JULIO DE 2004

**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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

---



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. -1

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 21 de julio 2004 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "TORRALBA", ubicado en el término municipal Torralba, en la provincia de Teruel, 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 8ªA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

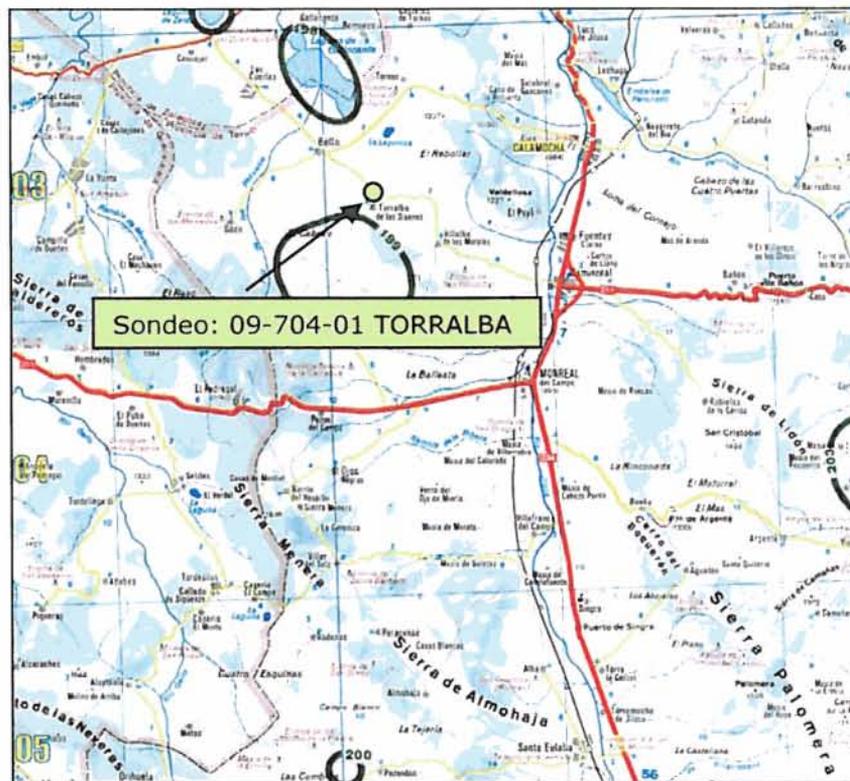


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



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 diagrañas.

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 diagrañas 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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

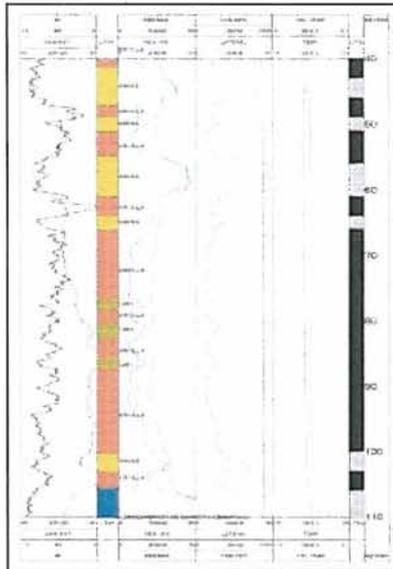
Pág.-7

- *Sistema de control de la profundidad:* Mide la longitud del cable introducido en le 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 Custon-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



### 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



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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

### 3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "TORRALBA" se testificó desde la superficie hasta los 223 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

#### DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	225 mts.
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	223 mts.
ENTUBADO:	De 0 a 10 mts.
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	151 mts.
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	690µs/cm
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	9040 y 9055

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

#### Sonda 9055 (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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-10

- 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.

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



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

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.

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.



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 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 resistivímetro/conductivímetro 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.

**Temperatura:** Mide la temperatura del fluido que rellena 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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -13

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 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



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.-14

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.

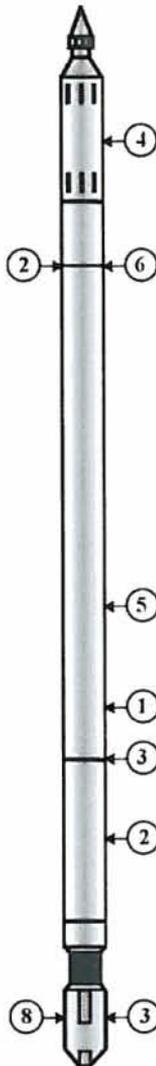
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

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.

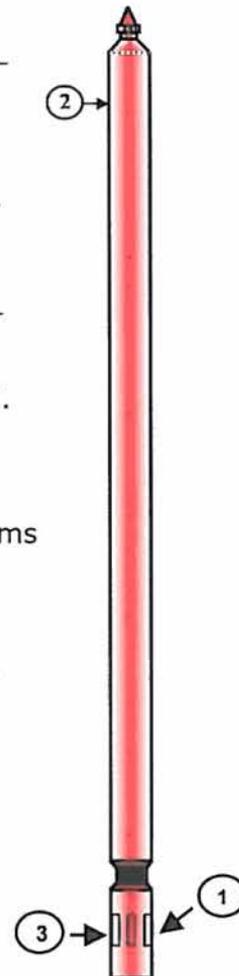


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



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

### 3.2. PROCESADO DE DATOS

Los datos obtenidos en la testificación geofísica con las sondas 9040 y 9055 han sido procesados mediante el programa ACL 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 ACL de la figura.-5.

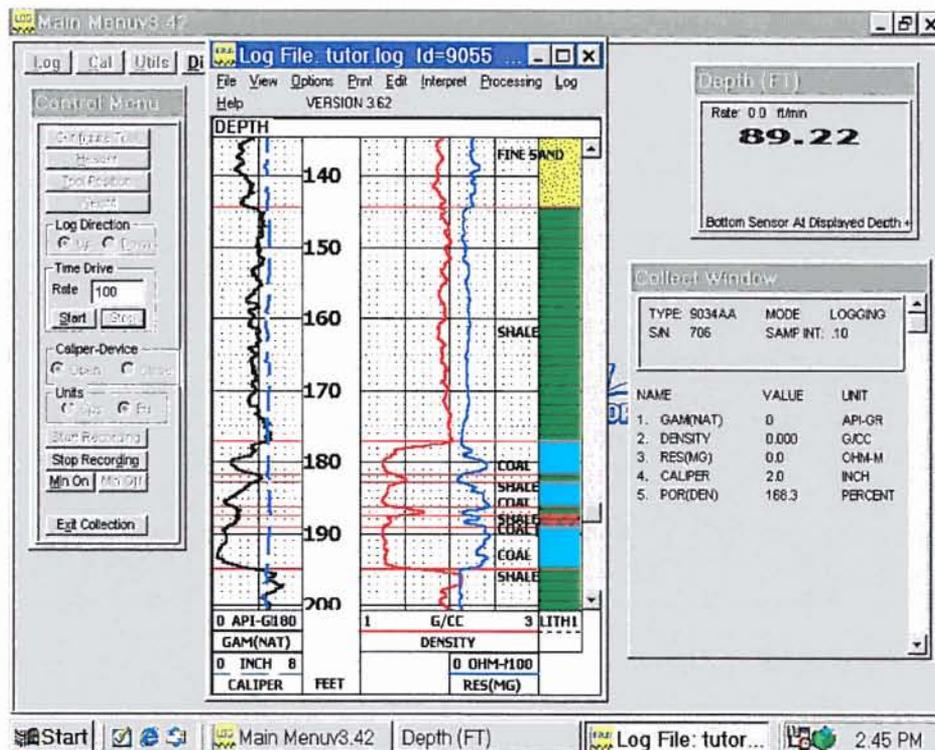


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa ACL



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(CON-25° C) = Registro de Conductividad Normalizada a 25° C.

LG(CON) = Registro de Conductividad efectuado en el sondeo.

LG(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 y Potencial Espontáneo, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API, para el Gamma Natural, y de 25 a 65 Milivoltios, para el Potencial Espontáneo. En la pista número dos, están representados, en color azul, los tramos más porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación. En la número tres, los registros de Resistividad Normal Corta y Resistividad Normal Larga, cuyas escalas logarítmicas van de 200 a 3000 Ohm x m. En la cuarta, la Resistividad Lateral y la Conductividad Normalizada a 25° C, con escalas, de 0 a 2000 Ohm x m para la Resistividad Lateral, y de 0 a 1000 µs/cm, para la Conductividad Normalizada. Por último, en la pista número cinco, están los parámetros de Temperatura (escala de 15 a 25° C) y Delta de Temperatura (escala de -0.1 a 0.1° C).



CENTRAL:  
Núñez 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

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 Distancia, con escala de 0 y 10 mts. En la pista número dos, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escalas de -1 a 9 metros, para la Desviación Norte, y de -5 a 5 metros, para la Desviación Este. Por último, en la pista número tres, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 5 grados para la Inclinación y de 0 a 360 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.



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: 09-704-01 TORRALBA**

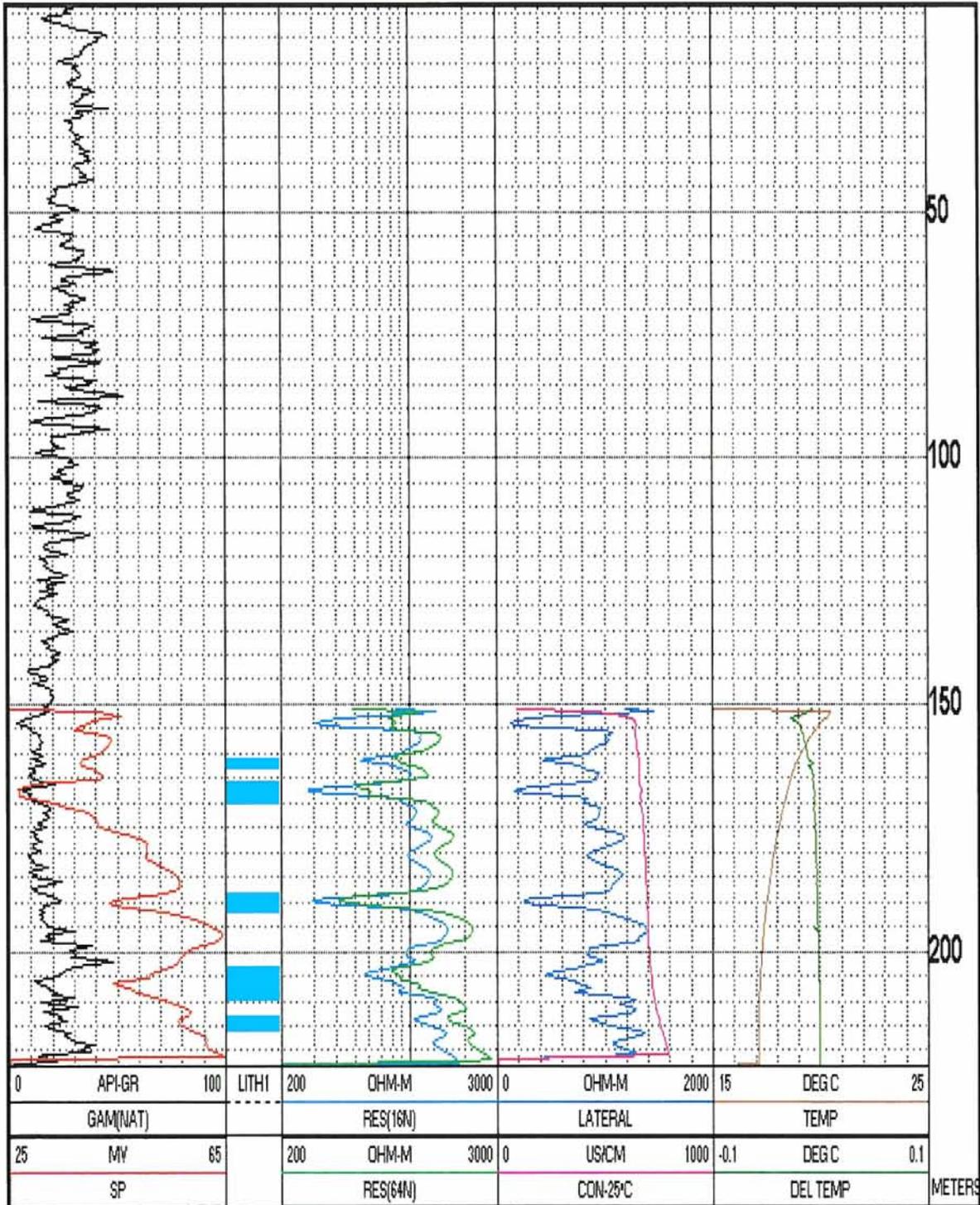


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica



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: 09-704-01TORRALBA**

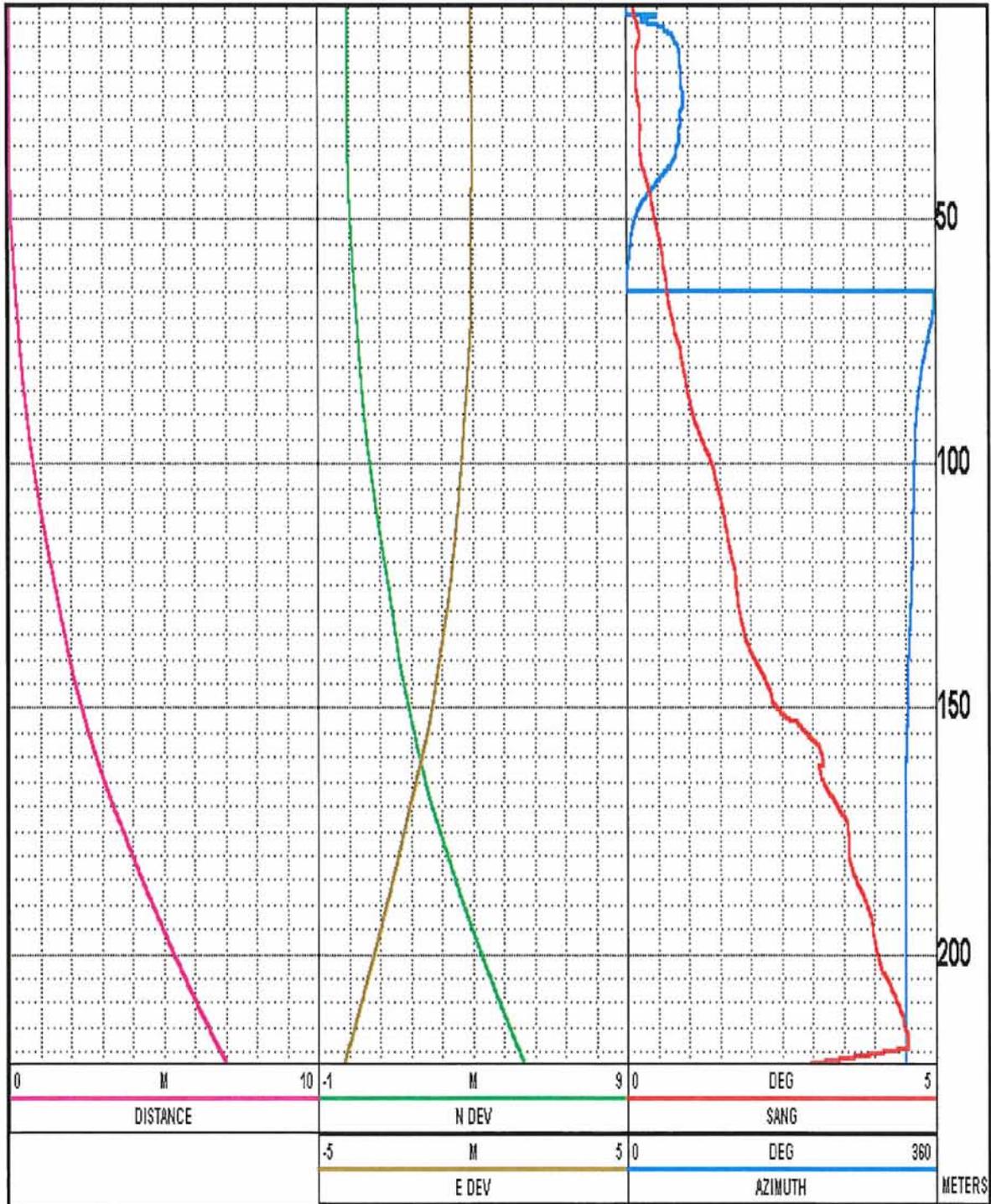


Figura.-7 Diagrama de desviación



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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

**SONDEO: 09-704-01 TORRALBA**

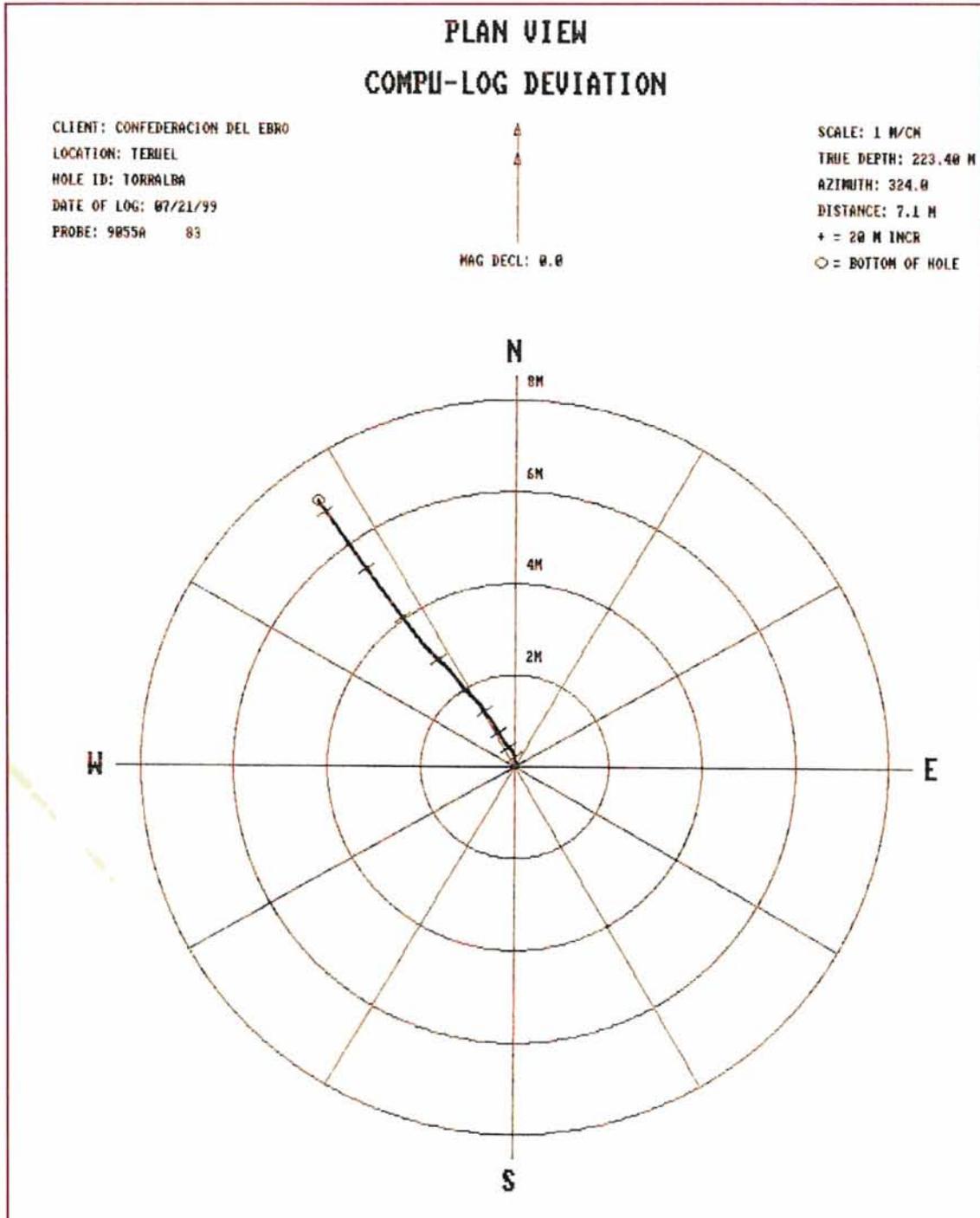


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-23

#### 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 APOORTE DE AGUA	ESPEJOR
Tramo de 161 m. a 163 m.	2 m.
Tramo de 165.5 m. a 171 m.	5.5 m.
Tramo de 188 m. a 192 m.	4 m.
Tramo de 203 m. a 209.5 m.	6.5 m.
Tramo de 213 m. a 216 m.	3 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 222 metros de profundidad ha sido de 7 metros.
- El Acimut al final del sondeo es de 240°.
- El sondeo en los primeros 40 metros no sufre ningún tipo de desviación. A partir de aquí comienza a desviarse hasta alcanzar una inclinación de 4,6° 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 8ºA. 50009 ZARAGOZA  
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -24

Fdo: José Luengo  
Geofísico  
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste  
Jefe de Obra  
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera  
Jefe  
Hidrogeología

Teruel, julio de 2004



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

---

## **ANEXO -I**

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA

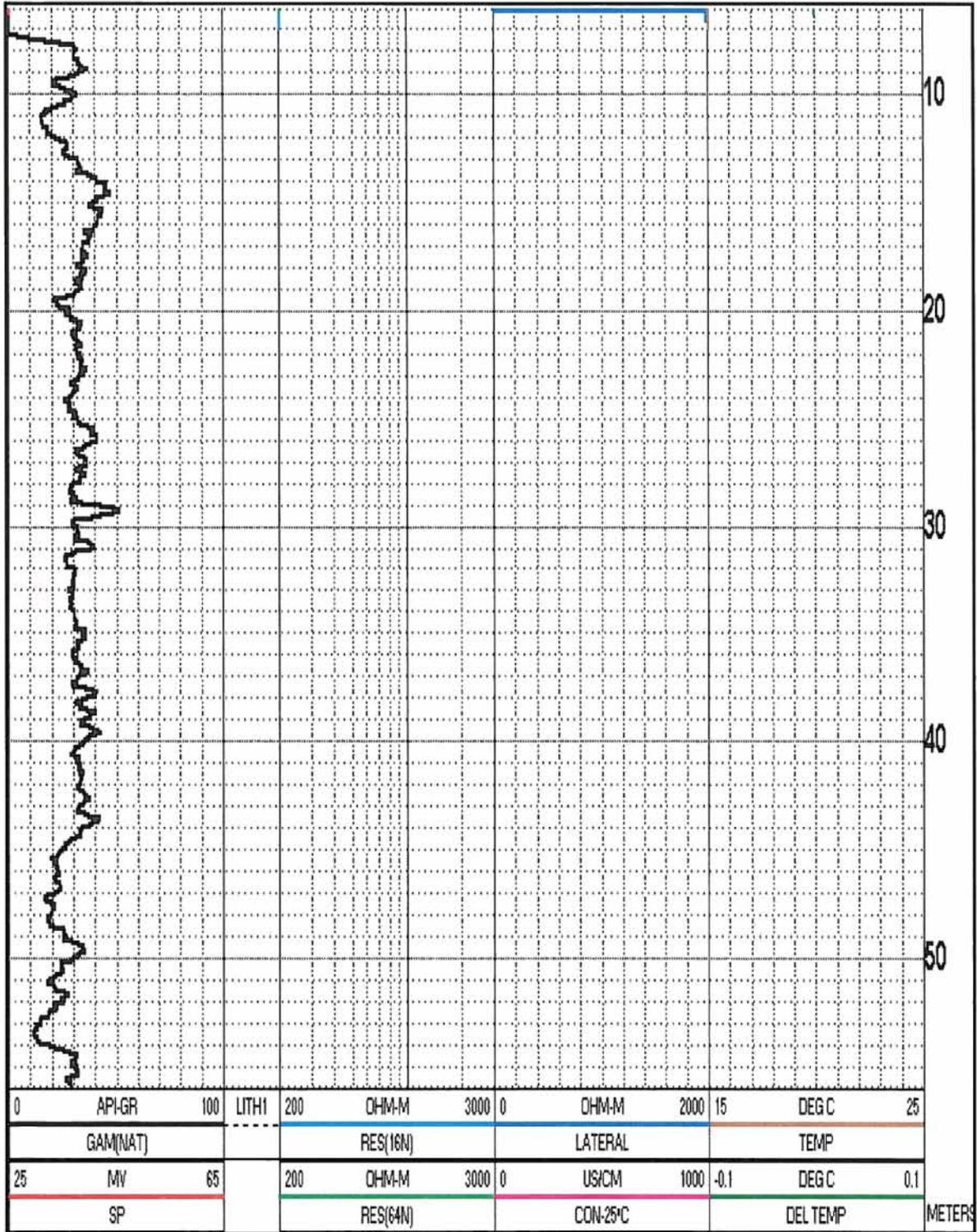


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-704-01 TORRALBA**



**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.**

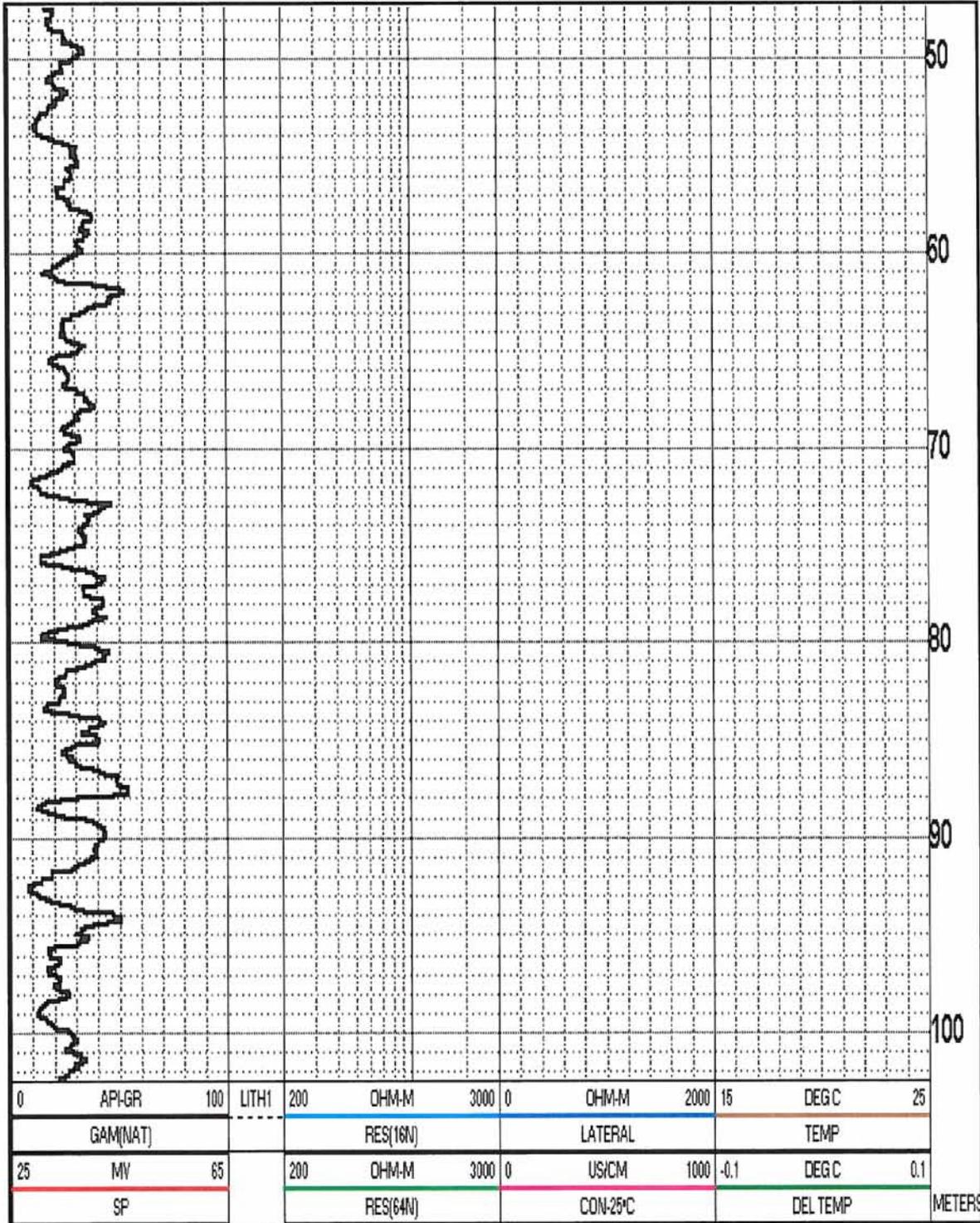


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-704-01 TORRALBA**



**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.**

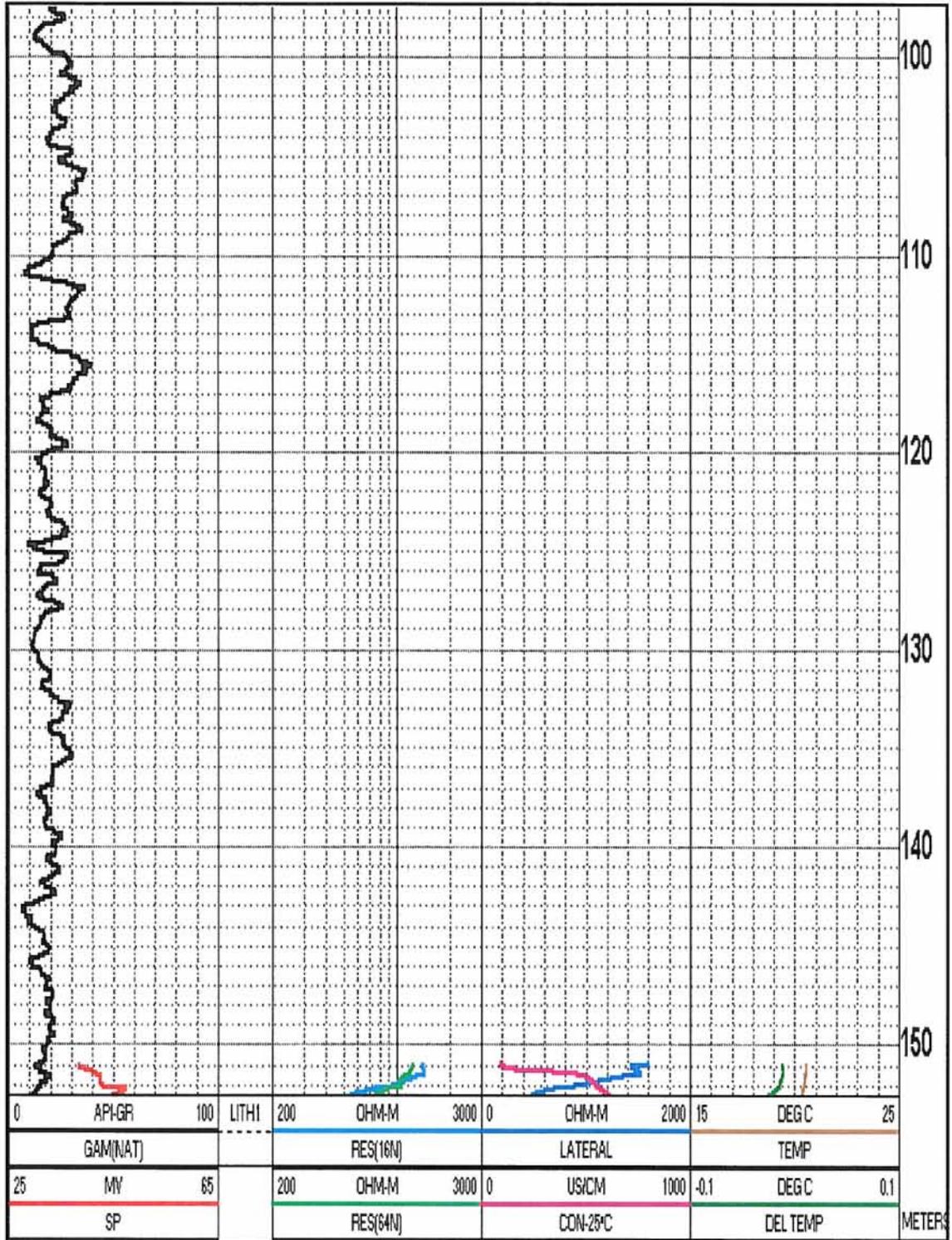


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-704-01 TORRALBA**



**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.**

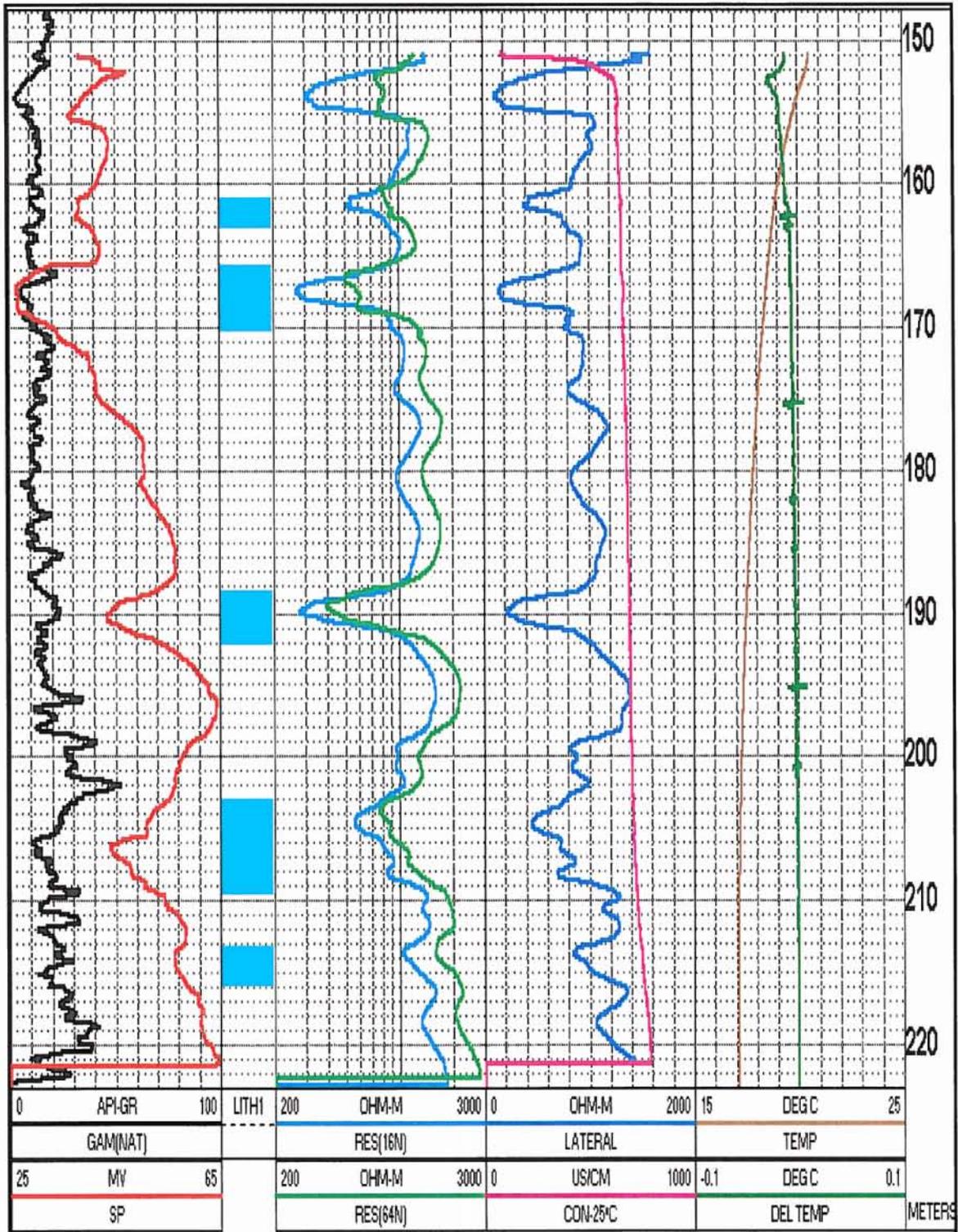


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-704-01 TORRALBA**



**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

---

## **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 8ª. 50009 ZARAGOZA  
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
8	0.00	0.00	0.00	0.00	20
10	0.00	0.02	0.00	0.00	29
12	0.01	0.02	0.01	0.01	50
14	0.01	0.02	0.01	0.02	59
16	0.02	0.18	0.01	0.02	62
18	0.02	0.16	0.01	0.03	64
20	0.03	0.15	0.01	0.03	64
22	0.03	0.17	0.02	0.04	65
24	0.04	0.20	0.02	0.04	66
26	0.05	0.15	0.02	0.05	67
28	0.05	0.25	0.02	0.05	65
30	0.06	0.28	0.03	0.06	64
32	0.06	0.26	0.03	0.06	62
34	0.07	0.21	0.03	0.06	62
36	0.07	0.18	0.04	0.06	59
38	0.07	0.23	0.04	0.06	55
40	0.07	0.32	0.05	0.06	48
42	0.07	0.35	0.06	0.05	39
44	0.07	0.42	0.07	0.04	30
46	0.08	0.39	0.08	0.03	22
48	0.09	0.44	0.09	0.03	15
50	0.11	0.48	0.11	0.02	11
52	0.12	0.49	0.12	0.02	8
54	0.14	0.56	0.14	0.02	7
56	0.16	0.55	0.16	0.02	6
58	0.18	0.63	0.18	0.01	5
60	0.20	0.61	0.20	0.01	2
62	0.22	0.61	0.22	0.00	1
64	0.24	0.61	0.25	0.00	85
66	0.26	0.69	0.27	-0.01	358
68	0.29	0.70	0.29	-0.01	357
70	0.31	0.69	0.31	-0.02	356
72	0.33	0.67	0.33	-0.04	354
74	0.36	0.78	0.36	-0.05	351
76	0.38	0.85	0.38	-0.07	348
78	0.41	0.87	0.40	-0.10	346
80	0.44	0.89	0.42	-0.12	344
82	0.46	0.94	0.45	-0.14	342
84	0.50	0.92	0.47	-0.16	341
86	0.53	1.00	0.50	-0.18	339
88	0.56	1.02	0.52	-0.21	338
90	0.60	1.03	0.55	-0.23	337
92	0.63	1.07	0.59	-0.25	336

**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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	0.67	1.13	0.62	-0.27	336
96	0.72	1.16	0.66	-0.30	335
98	0.76	1.28	0.70	-0.32	335
100	0.81	1.34	0.74	-0.34	335
102	0.86	1.38	0.78	-0.37	334
104	0.91	1.43	0.82	-0.39	334
106	0.96	1.46	0.87	-0.42	334
108	1.01	1.50	0.91	-0.45	333
110	1.07	1.53	0.96	-0.48	333
112	1.12	1.62	1.01	-0.51	333
114	1.18	1.59	1.05	-0.53	333
116	1.23	1.63	1.10	-0.57	332
118	1.29	1.61	1.15	-0.60	332
120	1.35	1.68	1.20	-0.63	332
122	1.41	1.75	1.25	-0.66	332
124	1.47	1.75	1.30	-0.70	331
126	1.53	1.80	1.35	-0.74	331
128	1.59	1.79	1.40	-0.78	330
130	1.65	1.81	1.44	-0.82	330
132	1.72	1.86	1.49	-0.87	329
134	1.78	1.93	1.53	-0.91	329
136	1.84	1.92	1.58	-0.96	328
138	1.91	1.93	1.63	-1.01	328
140	1.98	2.03	1.67	-1.06	327
142	2.05	2.16	1.73	-1.11	327
144	2.13	2.33	1.79	-1.16	327
146	2.21	2.27	1.85	-1.20	327
148	2.29	2.34	1.92	-1.25	326
150	2.37	2.43	1.98	-1.30	326
152	2.45	2.41	2.05	-1.36	326
154	2.54	2.84	2.12	-1.42	326
156	2.64	3.23	2.19	-1.48	325
158	2.73	3.44	2.25	-1.55	325
160	2.83	3.11	2.35	-1.63	324
162	2.94	3.10	2.40	-1.70	324
164	3.05	3.09	2.48	-1.78	324
166	3.16	3.23	2.56	-1.86	323
168	3.27	3.19	2.63	-1.94	323
170	3.38	3.51	2.72	-2.01	323
172	3.51	3.57	2.82	-2.09	323
174	3.63	3.55	2.92	-2.16	323
176	3.76	3.62	3.02	-2.23	323
178	3.88	3.58	3.12	-2.31	323

**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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
180	4.00	3.60	3.23	-2.38	323
182	4.13	3.55	3.32	-2.46	323
184	4.25	3.69	3.42	-2.53	323
186	4.38	3.74	3.53	-2.61	323
188	4.52	3.85	3.63	-2.69	323
190	4.65	3.89	3.74	-2.77	323
192	4.79	3.91	3.85	-2.85	323
194	4.92	4.00	3.96	-2.93	323
196	5.06	4.01	4.08	-3.01	323
198	5.20	4.05	4.19	-3.09	323
200	5.34	3.93	4.31	-3.17	323
202	5.48	4.04	4.42	-3.25	323
204	5.63	4.17	4.53	-3.34	323
206	5.77	4.23	4.65	-3.42	323
208	5.92	4.30	4.77	-3.50	323
210	6.07	4.37	4.90	-3.59	323
212	6.10	4.44	5.02	-3.68	323
214	6.16	4.47	5.15	-3.76	323
216	6.26	4.55	5.28	-3.85	323
218	6.36	4.51	5.41	-3.95	323
220	7.00	4.60	5.54	-4.04	323
222	7.01	4.55	5.67	-4.13	323

**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.**

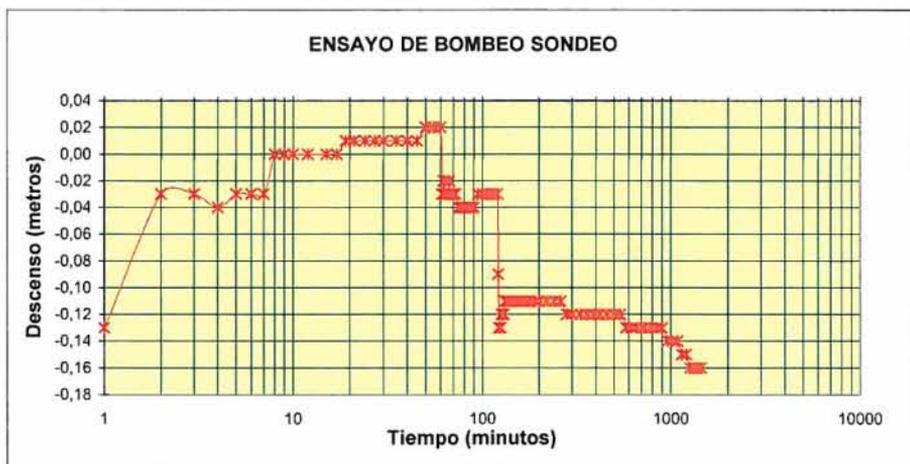
## **ANEJO 4**

# **ENSAYO DE BOMBEO**

ENSAYO DE BOMBEO	ENSAYO ESCALONADO
Fecha:	07/03/2005
Hora comienzo	13:30
Punto de observación:	TORRALBA DE LOS SISONES
Tiempo de Bombeo (min):	1440 min
Nivel estático (m):	145,03
Caudales de bombeo(l/s)	4,16l/s // 7,66 l/s //12,25 l/s
Potencia bomba	CAPRARI 6" 50 CV TIPO E6S 54/20
Ubicación bomba	180,51 m
Profundidad de la obra:	225 m
GRUPO DEUSCH 10KVA 150 CV. ALTERNADOR MECARTE	

Minuto bombeo	Nivel	Descenso	Caudal (l/s)	Observaciones
0	145,03	0,00	6,6 l/s	Agua turbia
1	145,16	-0,13		
2	145,06	-0,03		
3	145,06	-0,03		
4	145,07	-0,04		
5	145,06	-0,03		Agua clara
6	145,06	-0,03		
7	145,06	-0,03	4,16 l/s	Se reduce un poco el caudal
8	145,03	0,00		
9	145,03	0,00		
10	145,03	0,00		
12	145,03	0,00		
15	145,03	0,00		
17	145,03	0,00		
19	145,02	0,01		
21	145,02	0,01		
24	145,02	0,01		
27	145,02	0,01		
30	145,02	0,01		
35	145,02	0,01		
40	145,02	0,01		
45	145,02	0,01	4,20 l/s	
50	145,01	0,02		
55	145,01	0,02		
60	145,01	0,02	7,66 l/s	
61	145,06	-0,03		
62	145,05	-0,02		
63	145,06	-0,03		
64	145,06	-0,03		
65	145,06	-0,03		
66	145,05	-0,02		
67	145,05	-0,02		
68	145,06	-0,03		
69	145,06	-0,03		
70	145,06	-0,03		
72	145,06	-0,03		
75	145,07	-0,04		
77	145,07	-0,04		
79	145,07	-0,04		
81	145,07	-0,04		
84	145,07	-0,04		
87	145,07	-0,04		
90	145,07	-0,04		
95	145,06	-0,03		
100	145,06	-0,03		
105	145,06	-0,03		
110	145,06	-0,03		
115	145,06	-0,03		
120	145,06	-0,03	máximo) 12,25 l/s	
121	145,12	-0,09		
122	145,16	-0,13		
123	145,16	-0,13		
124	145,16	-0,13		
125	145,16	-0,13		

Minuto bombeo	Nivel	Descenso	Caudal (l/sg)	Observaciones
126	145,15	-0,12		
127	145,15	-0,12		
128	145,15	-0,12		
129	145,15	-0,12		
130	145,15	-0,12		
132	145,14	-0,11		
135	145,14	-0,11		
137	145,14	-0,11		
139	145,14	-0,11		
141	145,14	-0,11		
144	145,14	-0,11		
147	145,14	-0,11		C= 747 microsiemens; pH= 7,09; Tª= 14,2°C
150	145,14	-0,11		
155	145,14	-0,11		
160	145,14	-0,11		
165	145,14	-0,11		
170	145,14	-0,11		
175	145,14	-0,11		
180	145,14	-0,11		
190	145,14	-0,11		
200	145,14	-0,11		
220	145,14	-0,11		
240	145,14	-0,11		
260	145,14	-0,11	12,25 l/s	C= 737 microsiemens; pH= 6,85; Tª= 14,1°C
280	145,15	-0,12		
300	145,15	-0,12		
330	145,15	-0,12		
360	145,15	-0,12	12,23 l/s	
390	145,15	-0,12		C= 699 microsiemens; pH= 7,21; Tª= 13,4°C
420	145,15	-0,12		
460	145,15	-0,12		
500	145,15	-0,12		
540	145,15	-0,12		
580	145,16	-0,13		
620	145,16	-0,13		
660	145,16	-0,13		
720	145,16	-0,13		M2 C= 751 microsiemens; pH= 7,14; Tª= 14,5°C
780	145,16	-0,13		
840	145,16	-0,13		
900	145,16	-0,13		
960	145,17	-0,14		
1020	145,17	-0,14		
1080	145,17	-0,14	11,93 l/s	
1140	145,18	-0,15		
1200	145,18	-0,15		
1260	145,19	-0,16		
1320	145,19	-0,16	100 l en 8,47 s	C= 728 microsiemens; pH= 7,07; Tª= 14,3°C
1380	145,19	-0,16		
1440	145,19	-0,16		M3 C= 720 microsiemens; pH= 7,09; Tª= 13,9°C

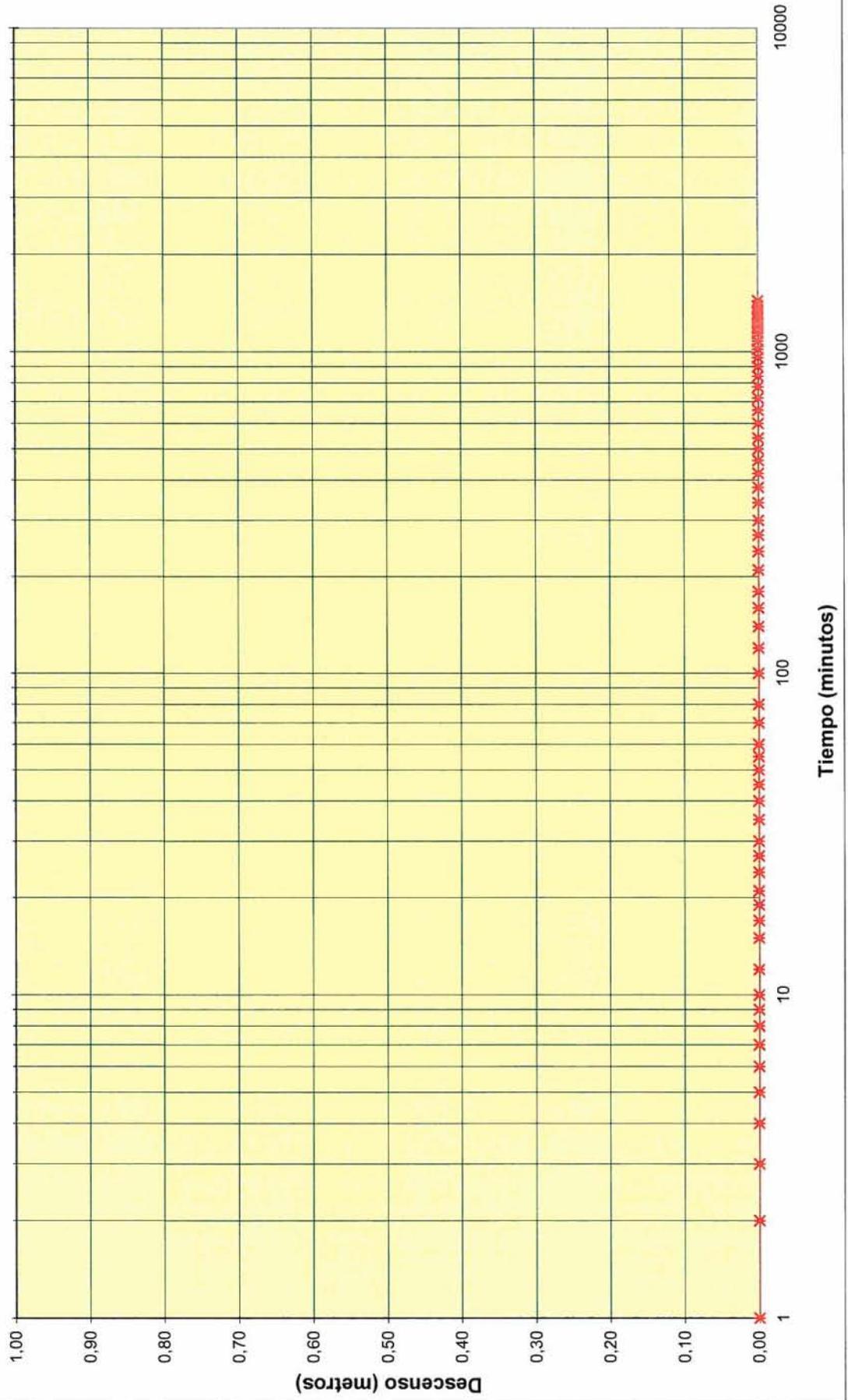


ENSAYO DE BOMBEO	ENSAYO CAUDAL CONTINUO
Fecha:	
Hora comienzo	
Punto de observación:	
Tiempo de Bombeo (min):	
Nivel estático (m):	
Caudales de bombeo(l/sg)	
Potencia bomba	CAPRARI 6" 50 CV TIPO E6S 54/20
Ubicación bomba	
Profundidad de la obra:	
GRUPO DEUSCH 10KVA 150 CV. ALTERNADOR MECARTE	

Minuto bombeo	Nivel	Descenso	Caudal (l/sg)	Observaciones
0		0,00		
1		0,00		
2		0,00		
3		0,00		
4		0,00		
5		0,00		
6		0,00		
7		0,00		
8		0,00		
9		0,00		
10		0,00		
12		0,00		
15		0,00		
17		0,00		
19		0,00		
21		0,00		
24		0,00		
27		0,00		
30		0,00		
35		0,00		
40		0,00		
45		0,00		
50		0,00		
55		0,00		
60		0,00		
70		0,00		
80		0,00		
100		0,00		
120		0,00		
140		0,00		
160		0,00		
180		0,00		
210		0,00		
240		0,00		
270		0,00		
300		0,00		
340		0,00		
380		0,00		
420		0,00		
460		0,00		
500		0,00		
540		0,00		
600		0,00		
660		0,00		
720		0,00		
780		0,00		

<b>Minuto bombeo</b>	<b>Nivel</b>	<b>Descenso</b>	<b>Caudal (l/sg)</b>	<b>Observaciones</b>
840		0,00		
900		0,00		
960		0,00		
1020		0,00		
1080		0,00		
1140		0,00		
1200		0,00		
1260		0,00		
1320		0,00		
1380		0,00		
1440		0,00		

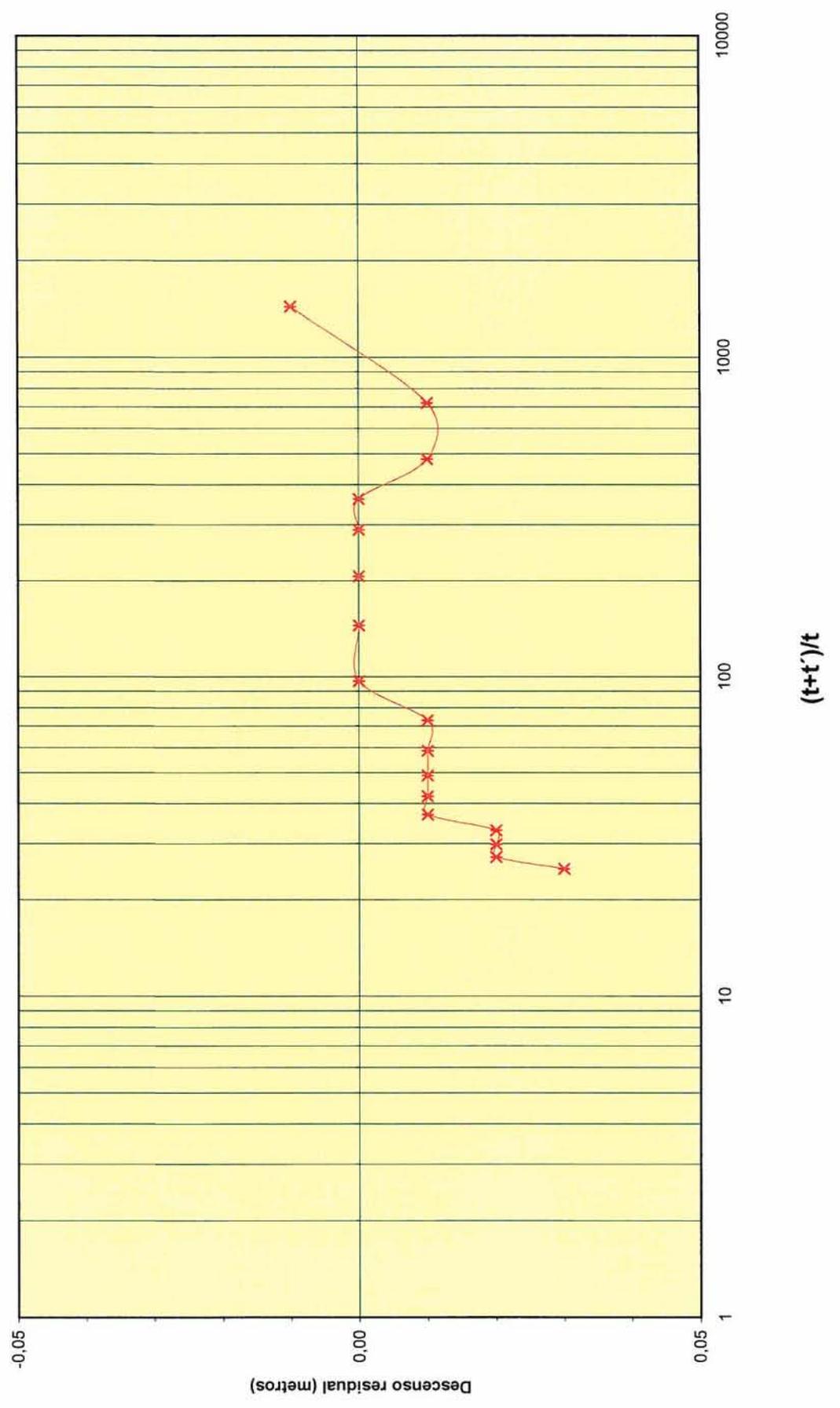
# ENSAYO DE BOMBEO SONDEO



ENSAYO DE BOMBEO	ENSAYO TIPO
Fecha:	08/03/2005
Hora comienzo	13:20
Punto de observación:	TORRALBA DE LOS SISONES
Tiempo de Bombeo (min):	1440 min
Tiempo de recuperación (min)	60 min
Nivel estático:	145,03 m
Nivel dinámico final (m)	145,19 m
Caudales de bombeo(l/sg)	4,16l/s // 7,66 l/s //12,25 l/s
Potencia bomba	CAPRARI 6" 50 CV TIPO E6S 54/20
Ubicación bomba	18,051
Profundidad de la obra:	225 m
GRUPO DEUSCH 10KVA 150 CV. ALTERNADOR MECARTE	

Tiempo recuperación	(t+t')/t	Nivel	Descenso residual	Observaciones
0		145,19	-0,16	
1	1441	145,04	-0,01	
2	721	145,02	0,01	
3	481	145,02	0,01	
4	361	145,03	0,00	
5	289	145,03	0,00	
6	241			
7	207	145,03	0,00	
8	181			
9	161			
10	145	145,03	0,00	
15	97	145,03	0,00	
20	73	145,02	0,01	
25	59	145,02	0,01	
30	49	145,02	0,01	
35	42	145,02	0,01	
40	37	145,02	0,01	
45	33	145,01	0,02	
50	30	145,01	0,02	
55	27	145,01	0,02	
60	25	145,00	0,03	
128	12			
180	9			
240	7			

# RECUPERACION SONDEO





**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> 7/3/05	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.704.01	<b>POBLACIÓN:</b> TORRALBA DE LOS SISONES (TERUEL)
<b>PROF.:</b> 225	
<b>PERFORACIÓN</b>	
<b>INICIO:</b>	<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)*

A las 12:40, antes de comenzar el ensayo de bombeo, se mide el piezómetro de Blancas. Marca 91.21 m medido con el equipo de bombeo aún montado.

**Ensayo de bombeo en el sondeo de TORRALBA DE LOS SISONES (09.704.01)**

Este aforo se realiza con contador y manguera para evacuar el agua lo más lejos posible, a la cuneta del camino y comienza el 7/3/05 a las 13:20. se realizan 3 escalones: el primero con un caudal de 6,6 l/s durante los 6 primeros minutos y se disminuye a 4.16 l/s entre el minuto 6 y el 7 para que los escalones estén algo más distanciados. El segundo escalón con caudal de 7.66 l/s. Estos dos escalones duran una hora cada uno. El tercer escalón con caudal de 12.25 l/s (máximo que puede sacar la bomba a esa altura manométrica).

	<b>Duración</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Primer escalón</b>	1 hora	4.16	-0.02
<b>Segundo escalón</b>	1 hora	7.66	0.03
<b>Tercer escalón</b>	22 horas	12.25 – 11.8	0.16

Con el primer escalón el nivel subió, en el segundo se estabilizó y en el tercero fue bajando lentamente.

El agua salió turbia los 5 primeros minutos y clara el resto del ensayo, con una conductividad en torno a los 720 µS y un pH de 7.1.

El descenso total fue de 16 cm y se recuperó en los 2 primeros minutos de recuperación. Al final de los 60 minutos que se estuvo recuperando el nivel quedó 3 cm por encima del nivel estático inicial.

Sobre las 4 de la tarde se nos acercamos a medir el punto 261950011. Tal como aparece en la ficha es imposible medirlo porque no hay agua.

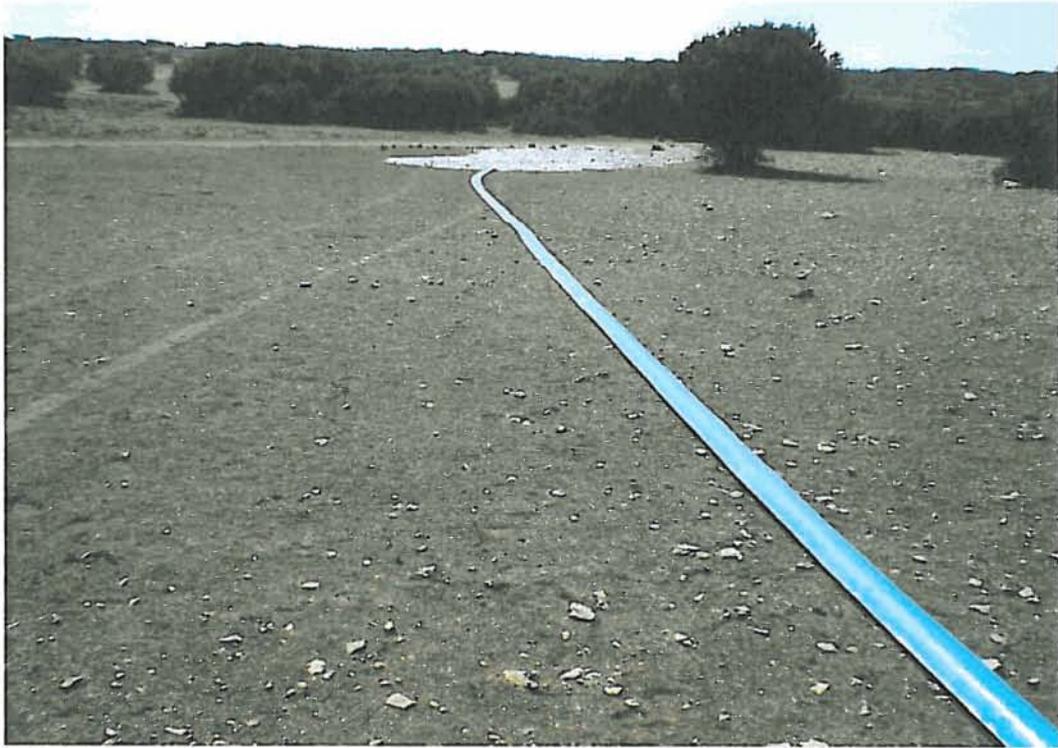
Otro punto cercano a controlar es el 261950014, el pozo de abastecimiento del pueblo. El alcalde de Torralba se acercó al piezómetro para ver cómo iba el aforo y comentó que la bomba del pozo se había roto y el pozo no funcionaba. Llamó al marido de la alguacila para que nos abriera el pozo pero no lo medimos porque estaba bombeando en ese momento.



Aforo Torralba de los Sisones 7/3/05



**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



Evacuación del agua Torralba de los Sisones 7/3/05



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 2619-50029  
(09-704-008)**

**Torralba de los Sisonés  
(TERUEL)**

CORREO

zaragoza@igme.es

Manuel Lasala, 44 – 9ºB  
50006-ZARAGOZA  
TEL.: 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 de Torralba de los Sisones (Teruel), construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) denominado “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual este organismo 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, Pricket y Walton) los descensos teóricos y las recuperaciones correspondientes a los parámetros físicos e hidrogeológicos introducidos, lo que permite calibrar la bondad de la interpretación realizada y, si procede, mejorarla mediante tanteos iterativos, así como simular los descensos inducidos por la explotación continuada del sondeo. La representación gráfica de la simulación de la recuperación se efectúa en función del tiempo adimensional,  $(tb+tr)/tr$ , lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

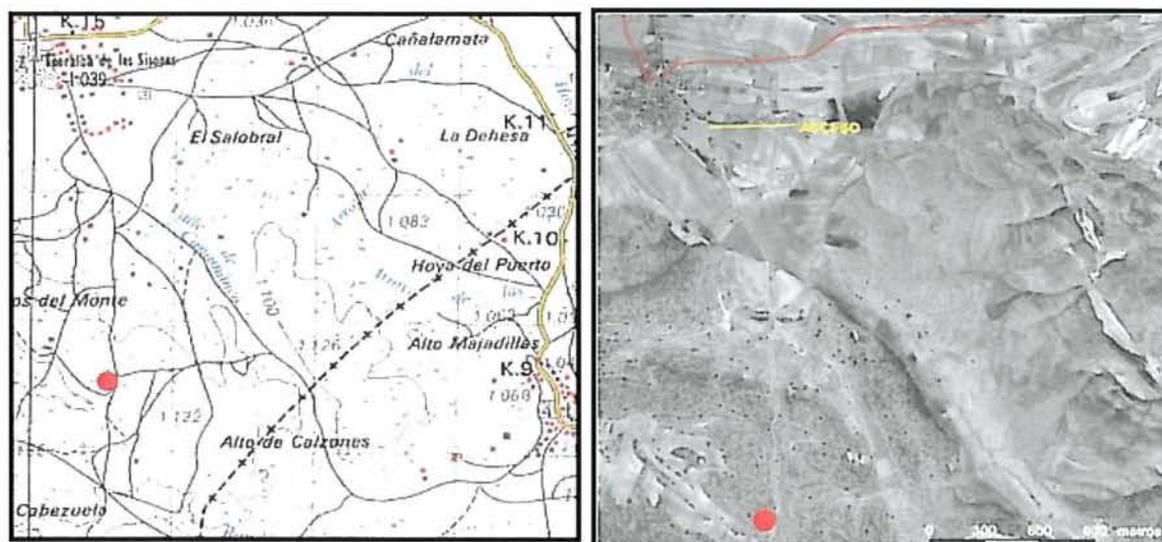
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 2619 (491) de Calamocho.
- Término municipal de Torralba de los Sisonos (Teruel). El sondeo se sitúa a más de 2 km al Sur de esta localidad. Se accede al mismo por un camino rural que parte desde el pueblo en dirección sur hasta el paraje denominado “Hoyos del Monte”
- Referencia catastral. Polígono 15, parcela 56.
- Coordenadas UTM:

**HUSO:** 30T

**X:** 630.575

**Y:** 45.25.503

**Z:** 1.119,808 msnm..



Figuras 1. Situación en mapa 1:50.000 y ortofoto.

## ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la Unidad Hidrogeológica nº 704 (Alto Jiloca), que corresponde con la masa de agua subterránea 09.088 denominada Monreal-Calamocho, asentada sobre las formaciones mesozoicas que delimitan la mitad septentrional de la fosa tectónica del Jiloca. En este caso concreto, el piezómetro se sitúa al oeste de dicha fosa, al sur de la cuenca endorreica de Gallocanta y pretende monitorizar el acuífero asentado en formaciones carbonatadas del cretácico superior.

La alimentación se produce en este sector por infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos calcáreos de la margen izquierda del Jiloca. El drenaje natural se produce al río Jiloca, fundamentalmente a través del manantial de Los Ojos de Caminreal, y difusamente al río Jiloca hasta Calamocho.

La explotación mediante bombeos es importantes a lo largo de todo el río Jiloca, pero no a nivel de la masa de agua. En este sector concreto la explotación es de escasa entidad.

## INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo tiene 225 metros de profundidad, y está emboquillado sobre materiales del Cretácico superior identificados como unidad 27 en la Cartografía geológica MAGNA, en el flanco sur de un sinclinal de dirección ONO-ESE y buzamientos variable entre 10 y 25° en ambos flancos.

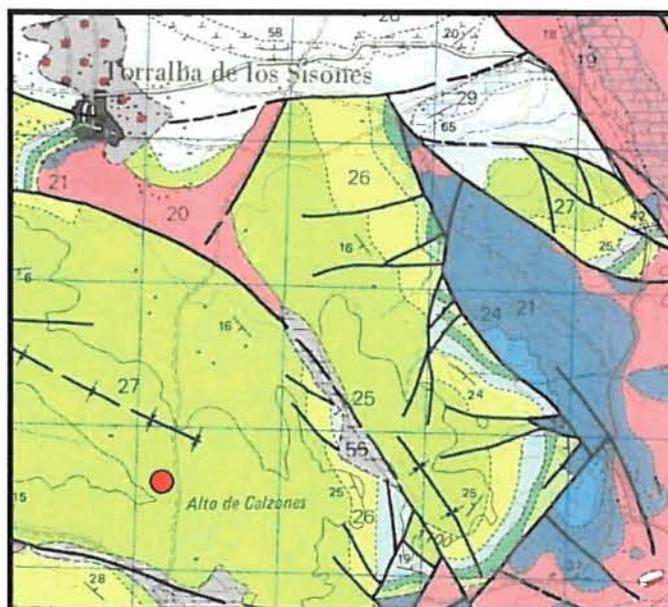


Figura 2. Plano de Situación Geológica en el Mapa Geológico 1:50.000 nº 491 (Calamocho)

Hasta el metro 35 se atraviesa una litología esencialmente margosa que se atribuye a la Fm. Burgo de Osma, que continua hasta el metro 110 con un mayor contenido bioclástico que



se corresponde mejor con la Fm. Hontoria del Pinar. Hacia el metro 95 se detectó un nivel colgado.

Desde el metro 110 al 140, se atraviesa un conjunto de calizas dolomíticas y calizas recristalizadas, así como dolomías de grano fino a medio, interpretadas como pertenecientes a la Fm. Calizas Dolomíticas del Embalse de la Tranquera. A partir de ahí hasta el metro 195 se atraviesa dolomías y calizas dolomíticas con pasadas de dolomías de grano medio a grueso y textura sacaróidea de la Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada, y hasta el final del sondeo un tramo de calizas micríticas y calizas margosas pertenecientes a la Fm. Calizas Nodulosas de Monterde.

En el metro 155 se atravesó una cavidad kárstica y entre el metro 155 y 160 el terreno estaba muy fracturado. El agua comenzó a ser abundante a partir del metro 159. El nivel piezométrico no pudo ser medido al finalizar la perforación por efecto de las aguas descolgadas desde el metro 95. Una vez entubado el sondeo y aislado dicho nivel se pudo comprobar que el nivel de agua se situaba sobre los 145 metros de profundidad.

De acuerdo con lo sugerido por la testificación geofísica, la zona rejilla quedó constituida por tramos de filtro puente alternando cada seis metros con tubería ciega entre los metros 165 y 219.

<b>ENTUBACIÓN</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-8	300	5	Hierro	Ciega
0-165	180	4	Hierro	Ciega
165-171	180	4	Hierro	Filtro puente
171-177	180	4	Hierro	Ciega
177-183	180	4	Hierro	Filtro puente
183-189	180	4	Hierro	Ciega
189-195	180	4	Hierro	Filtro puente
195-201	180	4	Hierro	Ciega
201-207	180	4	Hierro	Filtro puente
207-213	180	4	Hierro	Ciega
213-219	180	4	Hierro	Filtro puente
219-225	180	4	Hierro	Ciega

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

El ensayo de bombeo comenzó el 7 de marzo de 2005, a las 13:30 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo. También se intentó controlar el sondeo 2619-50011, lo que no fue posible por estar seco. Alternativamente, se intentó medir el pozo de abastecimiento al pueblo (2619-50014) situado a 2577 metros en dirección N339°E, lo que finalmente tampoco fue posible, ya que, en contra de lo recomendado, estaba funcionando.



La aspiración se situó a 180,5 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 nivel estático inicial se situó a 145,03 m.

Se realizaron cinco escalones. El primero de tan sólo seis minutos de duración y caudal de 6,66 L/seg. Se bajó a continuación el caudal hasta 4,20 L/seg, hasta completar la primera hora de bombeo, y se volvió a aumentar el caudal a 7,66 L/s entre el minuto 60 y 120. En las siguientes 15 horas el caudal fue de 12.25 L/seg y en las siete restantes 11,8 L/s.

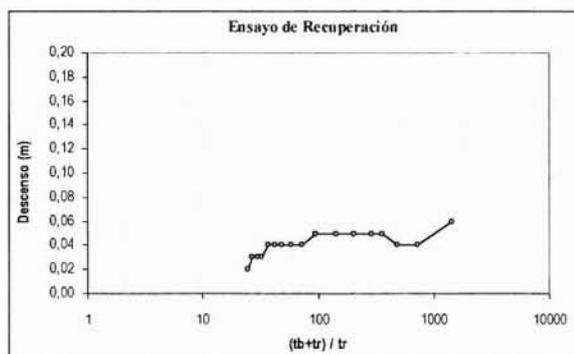
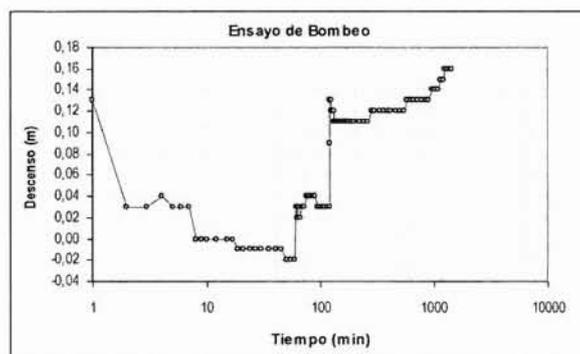
La recuperación se controló durante 1 hora. El nivel estático inicial se recuperó en los dos primeros minutos, quedando finalmente un superavit de recuperación de 3 cm.

El agua extraída, turbia al principio, aclaró en los primeros 5 minutos de bombeo.

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 (μS/cm)	pH
150	14,2	747	7,09
280	14,1	737	6,85
420	13,4	699	7,21
780	14,5	751	7,14
1380	14,3	728	7,07
1440	13,9	720	7,09

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



Figuras 3 y 4. Gráfico de descensos en bombeo y recuperación



Los datos de campo del ensayo de bombeo resultan anómalos durante la primera hora de bombeo y en el escalón final. En el primer caso, durante el segundo escalón, los niveles no cesaron de recuperarse del descenso producido por el escalón precedente, y en el escalón final, que representó una disminución del caudal con respecto al escalón precedente, se detecta un sorprendente incremento de los descensos de difícil justificación.

## INTERPRETACIÓN

El hecho que se registraran descensos negativos en la primera hora de descenso sugiere el desarrollo del sondeo por efecto del bombeo inicial o, más probablemente, la existencia de un movimiento de fondo del nivel piezométrico, que dado lo exiguo de los descensos inducidos por el bombeo, dificulta notablemente la simulación del ensayo, ya que no es posible simular descensos negativos o que disminuciones de caudal impliquen ascensos de niveles. Para evitar la existencia de niveles dinámicos más someros que el nivel estático inicial, se ha considerado que todas las medidas están desplazadas por un movimiento ascendente del nivel piezométrico de 5 cm.

La interpretación ha sido posible mediante tres métodos: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis, Método de Lee para ensayos escalonados, y simulación mediante el programa MABE (Método directo) del bombeo y la recuperación.

### **Recuperación Método de Theis**

El resultado obtenido es de  $5.183 \text{ m}^2/\text{día}$  (figura 5). La fiabilidad de este valor es dudosa por cuanto no se detecta ningún tramo manifiestamente recto en la gráfica experimental, y la recuperación simulada para esa transmisividad es más lenta que la real, lo que sugiere que el valor real de la transmisividad es superior al deducido por este método.

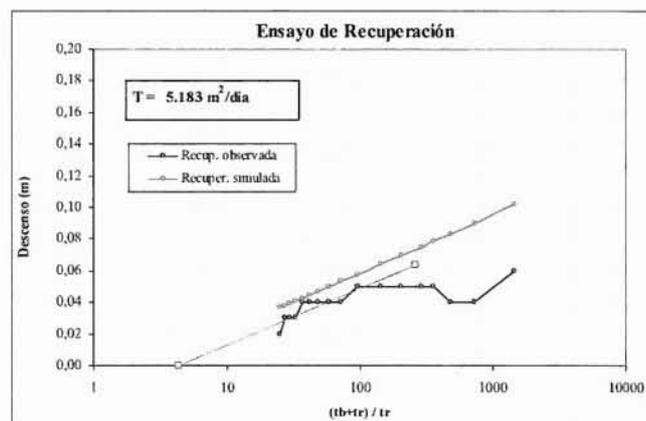


Figura 5

### Método de Lee (ensayos escalonados)

El método de Lee se ha aplicado a la gráfica resultante de eliminar los datos correspondientes a los primeros 60 minutos de bombeo ya que distorsionan manifiestamente los resultados (figura 6). El valor obtenido de la transmisividad es de 8.200 m<sup>2</sup>/día, y viene dado por la expresión:

$$T(\text{m}^2/\text{día}) = 0.183 / m$$

en donde m es la pendiente de la recta de ajustada.

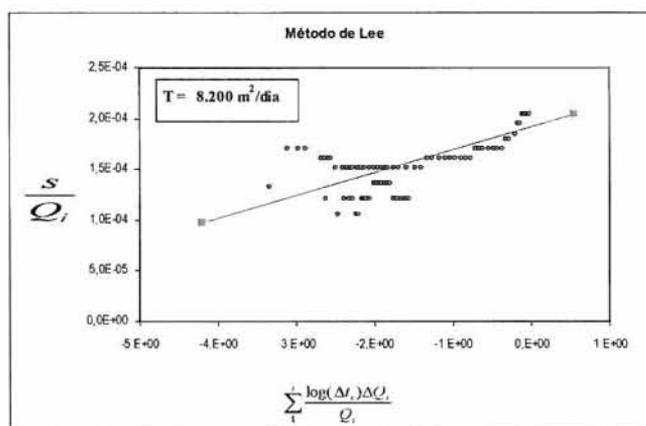


Figura 6

### Método directo (MABE)

Mediante tanteo prueba-error se ha conseguido simular aceptablemente el bombeo y la recuperación mediante el método de Hantush (figura 7 y 8).

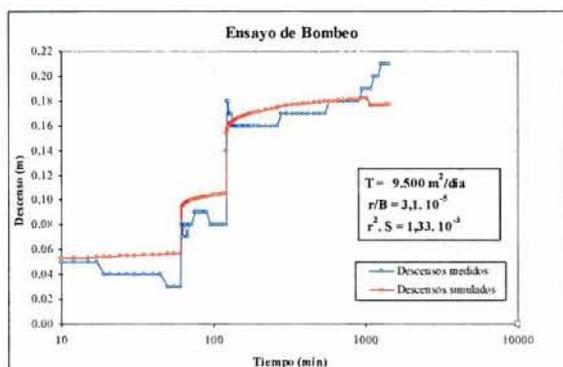


Figura 7

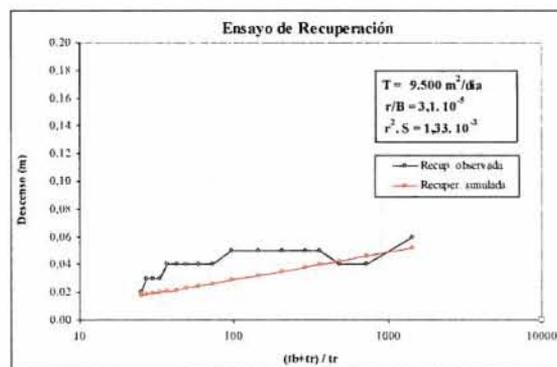


Figura 8



Los parámetros que permiten esta calibración son idénticos para el bombeo y la recuperación:

Transm. m <sup>2</sup> /día	r/ B	r <sup>2</sup> .S m <sup>2</sup>
9.500	3,1E-05	1,33E-03

A destacar que el incremento de pendiente que se registra a partir del minuto 900 no puede ser justificada, ni siquiera aduciendo la existencia de hipotéticas barreras hidráulicas. Cabe la posibilidad que sea debido a la afección ejercida por extracciones del entorno.

## DISCUSIÓN

El ensayo pone de manifiesto un acuífero muy transmisivo, instalado en una formación con un aparato cárstico importante que le hace asimilable a un acuífero de doble porosidad. La viabilidad de utilizar el modelo de Hantush, no debe considerarse que se está ante un caso de semiconfinamiento, ya que puede ser debido a un fenómeno de drenaje diferido o, más probable, a un efecto de doble porosidad, que en un ensayo de 24 horas puede presentar gran similitud.

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Método de interpretación	Transmisividad m <sup>2</sup> /día	r <sup>2</sup> .S %	r/ B
Método Recuperación Theis	5183	---	---
Método de Lee (bombeos escalonados)	8200	---	---
Simulación mediante Método de Hantush	9.500	1,33E-03	3,1E-05

El valor de la transmisividad es extraordinariamente alto, aunque no anormal, muy superior a los obtenidos en los sondeos próximos de Bello y Blancas.

Los valores considerados más representativos son los correspondientes a la simulación mediante el método de Hantush.



## ANEXO Nº 1 ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Torralba de los Sisones (TERUEL)**  
Hoja MTN **26-19 (491) Calamocho**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	<b>2619-50029</b>	Coordenadas sondeo:	<b>630575</b>	<b>4525503</b>	<b>1120</b>
Nº de Inventario Piezómetro:	<b>2619-50014</b>	Coordenadas Piezómetro:	<b>629622</b>	<b>4527899</b>	<b>1049</b>
Profundidad del sondeo:	<b>225 m</b>	Distancia del piezómetro:	<b>2579 metros a</b>	<b>-22</b>	<b>°E</b>
Nivel estático:	<b>145,03 m</b>	Toponimia./Ref.Catastral.	<b>Polígono 15, parcela 56</b>		
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	<b>165 m</b>	Fecha ensayo:	<b>7 de marzo de 2005</b>		
Profundidad muro Fm acuífera (m)	<b>225 m</b>	Bomba:	<b>CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV</b>		
Longitud del filtro (Screen lenght)	<b>54 m</b>	Grupo :	<b>DEUSCH 10KVA 150 CV</b>		
Φ perforación (annulus diameter)	<b>220 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>180,5 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.	
13:30	0,0	0	145,03	0,00			
13:31	6,60	1	145,16	0,13			Agua turbia
13:32	6,60	2	145,06	0,03			
13:33	6,60	3	145,06	0,03			
13:34	6,60	4	145,07	0,04			
13:35	6,60	5	145,06	0,03			Agua clara
13:36	6,60	6	145,06	0,03			
13:37	6,60	7	145,06	0,03			Se reduce un poco el caudal
13:38	4,20	8	145,03	0,00			
13:39	4,20	9	145,03	0,00			
13:40	4,20	10	145,03	0,00			
13:42	4,20	12	145,03	0,00			
13:45	4,20	15	145,03	0,00			
13:47	4,20	17	145,03	0,00			
13:49	4,20	19	145,02	-0,01			
13:51	4,20	21	145,02	-0,01			
13:54	4,20	24	145,02	-0,01			
13:57	4,20	27	145,02	-0,01			
14:00	4,20	30	145,02	-0,01			
14:05	4,20	35	145,02	-0,01			
14:10	4,20	40	145,02	-0,01			
14:15	4,20	45	145,02	-0,01			
14:20	4,20	50	145,01	-0,02			
14:25	4,20	55	145,01	-0,02			
14:30	4,20	60	145,01	-0,02			
14:31	7,66	61	145,06	0,03			
14:32	7,66	62	145,05	0,02			
14:33	7,66	63	145,06	0,03			
14:34	7,66	64	145,06	0,03			
14:35	7,66	65	145,06	0,03			
14:36	7,66	66	145,05	0,02			
14:37	7,66	67	145,05	0,02			
14:38	7,66	68	145,06	0,03			
14:39	7,66	69	145,06	0,03			
14:40	7,66	70	145,06	0,03			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
14:42	7,66	72	145,06	0,03			
14:45	7,66	75	145,07	0,04			
14:47	7,66	77	145,07	0,04			
14:49	7,66	79	145,07	0,04			
14:51	7,66	81	145,07	0,04			
14:54	7,66	84	145,07	0,04			
14:57	7,66	87	145,07	0,04			
15:00	7,66	90	145,07	0,04			
15:05	7,66	95	145,06	0,03			
15:10	7,66	100	145,06	0,03			
15:15	7,66	105	145,06	0,03			
15:20	7,66	110	145,06	0,03			
15:25	7,66	115	145,06	0,03			
15:30	7,66	120	145,06	0,03			
15:31	12,25	121	145,12	0,09			
15:32	12,25	122	145,16	0,13			
15:33	12,25	123	145,16	0,13			
15:34	12,25	124	145,16	0,13			
15:35	12,25	125	145,16	0,13			
15:36	12,25	126	145,15	0,12			
15:37	12,25	127	145,15	0,12			
15:38	12,25	128	145,15	0,12			
15:39	12,25	129	145,15	0,12			
15:40	12,25	130	145,15	0,12			
15:42	12,25	132	145,14	0,11			
15:45	12,25	135	145,14	0,11			
15:47	12,25	137	145,14	0,11			
15:49	12,25	139	145,14	0,11			
15:51	12,25	141	145,14	0,11			
15:54	12,25	144	145,14	0,11			
15:57	12,25	147	145,14	0,11			C= 747 msiemens; pH= 7,09; T*= 14,2°C
16:00	12,25	150	145,14	0,11			
16:05	12,25	155	145,14	0,11			
16:10	12,25	160	145,14	0,11			
16:15	12,25	165	145,14	0,11			
16:20	12,25	170	145,14	0,11			
16:25	12,25	175	145,14	0,11			
16:30	12,25	180	145,14	0,11			
16:40	12,25	190	145,14	0,11			
16:50	12,25	200	145,14	0,11			
17:10	12,25	220	145,14	0,11			
17:30	12,25	240	145,14	0,11			
17:50	12,25	260	145,14	0,11			C= 737 msiemens; pH= 6,85; T*= 14,1°C
18:10	12,25	280	145,15	0,12			
18:30	12,25	300	145,15	0,12			
19:00	12,25	330	145,15	0,12			
19:30	12,25	360	145,15	0,12			
20:00	12,25	390	145,15	0,12			C= 699 msiemens; pH= 7,21; T*= 13,4°C
20:30	12,25	420	145,15	0,12			
21:10	12,25	460	145,15	0,12			
21:50	12,25	500	145,15	0,12			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
22:30	12,25	540	145,15	0,12			
23:10	12,25	580	145,16	0,13			
23:50	12,25	620	145,16	0,13			
0:30	12,25	660	145,16	0,13			
1:30	12,25	720	145,16	0,13			M2 C= 751 msiemens; pH= 7,14; Tª= 14,5°C
2:30	12,25	780	145,16	0,13			
3:30	12,25	840	145,16	0,13			
4:30	12,25	900	145,16	0,13			
5:30	12,25	960	145,17	0,14			
6:30	12,25	1020	145,17	0,14			
7:30	11,90	1080	145,17	0,14			Q= 11,9 l/s
8:30	11,90	1140	145,18	0,15			
9:30	11,90	1200	145,18	0,15			
10:30	11,90	1260	145,19	0,16			
11:30	11,90	1320	145,19	0,16			C= 728 msiemens; pH= 7,07; Tª= 14,3°C. Q=11,81 l/s
12:30	11,90	1380	145,19	0,16			
13:30	11,90	1440	145,19	0,16			M3 C= 720 msiemens; pH= 7,09; Tª= 13,9°C
13:31	0,00	1441	145,04	0,01			
13:32	0,00	1442	145,02	-0,01			
13:33	0,00	1443	145,02	-0,01			
13:34	0,00	1444	145,03	0,00			
13:35	0,00	1445	145,03	0,00			
13:37	0,00	1447	145,03	0,00			
13:40	0,00	1450	145,03	0,00			
13:45	0,00	1455	145,03	0,00			
13:50	0,00	1460	145,02	-0,01			
13:55	0,00	1465	145,02	-0,01			
14:00	0,00	1470	145,02	-0,01			
14:05	0,00	1475	145,02	-0,01			
14:10	0,00	1480	145,02	-0,01			
14:15	0,00	1485	145,01	-0,02			
14:20	0,00	1490	145,01	-0,02			
14:25	0,00	1495	145,01	-0,02			
14:30	0,00	1500	145,00	-0,03			

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

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 LORQUI (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:

TORRALBA DE LOS SISONES.-  
MUESTRA-2.-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 - PET 130 ml.

Fecha muestreo 08/03/2005 Hora 13:20 Fecha recepción 16/03/2005 Inicio análisis 31/03/2005 Fin análisis 06/04/2005

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	707 µ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	7,20 ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	20,11 mg/l	Método argentométrico de Mohr (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	62,71 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	376,13 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	48,67 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	8,08 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	16,10 mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	139,08 mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,16 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
FOSFATO.....	< 0,10 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción molecular (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	6,62 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00 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).....

lunes, 11 de abril 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)  
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).

Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro  
Licda. 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- 504 -05

Página 1 de 1



## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	20,11	0,57	6,43
SULFATOS.....	62,71	1,31	14,80
BICARBONATOS.....	376,13	6,16	69,87
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	48,67	0,78	8,90
SODIO.....	8,08	0,35	4,06
MAGNESIO.....	16,10	1,32	15,32
CALCIO.....	139,08	6,94	80,27
POTASIO.....	1,16	0,03	0,34

### AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos.....	678,68 mg/l.
CO2 libre .....	37,76 mg/l
Dureza total.....	41,36 ° Francés
Dureza total .....	413,58 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente .....	105,27 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	308,49 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	308,49 mg/l de CO3Ca

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

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,30
rNa+rK/rCa+rMg .....	0,05
rNa/rK .....	11,85
rNa/rCa .....	0,05
rCa/rMg .....	5,24
rCl/rHCO3.....	0,09
rSO4/rCl .....	2,30
rMg/rCa .....	0,19
i.c.b.....	0,33
i.d.d.....	0,02

N° Registro: CAA/GE- 504 - 05

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 LORQUÍ (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: **POZO TORRALBA DE LOS SISONES.- M-3 (FIN BOMBEO).-**

UTM-X:  
UTM-Y:

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

Fecha de muestreo **08/03/2005** Hora: **11:20** Fecha de recepción: **30/03/2005** Fecha de análisis: **06/04/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>728</b> µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,26</b> ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>20,11</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>57,15</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>374,88</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>48,86</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>6,25</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>24,60</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>139,24</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>1,15</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>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO .....	<b>0,17</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>6,51</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,00</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). ....

viernes, 08 de abril 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). 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).

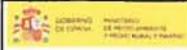
Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro  
Lda. en Ciencias Químicas  
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

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- **611** - 05

Página 1 de 1

**ANEJO 6**  
**FICHA IPA Y FICHA MMA**



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

Tipo: SONDEO Fuente de información: CHE (OPH)  
 Mapa 1:50.000 (2019) CALAMUCHA CTMX: 610575 UTM Y: 4525503 COJA: 1119 R  
 Provincia: TERUEL Municipio: TORRALBA DE LOS SISONES  
 Localidad: Paraje: TORRALBA MMA BAYOS DEL MONTE, CNO A BLANCAS  
 Dominio Hidrogeológico: Alto Jiloca - Alto Jiloca Unidad: Alto Jiloca  
 Acuífero: Cretácico superior Masa Subterránea A: MONREAL-CALAMUCHA Masa Subterránea B:  
 Acuífero: Cretácico superior Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT  
 Rto: GALLICANTA Cuenca: EBR0  
 Observaciones: PIEZOMETRO DE LA RED BÁSICA DEL MIMAM. Revisar cota y situación (28.7.04). Se cortó un nivel colgado a 00 m.  
 Coordenadas GPS precisión 630558.606; 4525499.663



Vista general (05/08/2004)

Nº	Realización/Ficha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMAT.FEA	CHE (OPH)	04/04/2003		
51		CHE (OPH)	28/07/2008	10/07/2008	

**PERFORACIÓN**

Contratista: PERFORACIONES SÁENZ S.L. (SACYR-MIB/OTEC) Año: 2004  
 Tipo perforación: ROTO PERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 225  
 Observaciones: INICIO FL. 20.7.2004 A LAS 10.30 h. Y FINALIZACIÓN FL. 21.7.2004 A LAS 14.00 h.

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	8	180
8	225	222

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	2	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	165	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
2	6	300	5	Metálica ciega	RELLENO
6	8	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
165	171	180	4	Metálica puertocillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
171	177	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
177	183	180	4	Metálica puertocillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
183	189	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
189	195	180	4	Metálica puertocillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
195	201	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
201	207	180	4	Metálica puertocillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
207	213	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
213	219	180	4	Metálica puertocillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
219	224	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACIÓN
224	225	180	4	Metálica ciega	CEMENTACIÓN

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
21/07/2004	Resistividad
21/07/2004	Temperatura
21/07/2004	Conductividad
21/07/2004	Pot. Espontáneo
21/07/2004	Gama natural
21/07/2004	Inclinación

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	195	DOLOMITAS		CRETÁCICO SUPERIOR
195	205	CALIZAS		CRETÁCICO SUPERIOR
205	225	CALIZAS MARGOSAS		CRETÁCICO SUPERIOR

Observaciones: Grises (Fm. Tranquera-Órganos de Montero)  
 Observaciones: Crema (Fm. Jaraba-Boo. Degollados)  
 Observaciones: Montede-Nuevalos. Su. AP de las Hoyas

**ENSAYOS DE BOMBEO**

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente información
08/03/2005	11.806/7544277.91	145.10	0	0.1			CHE (OPH)
08/03/2005	11.093	143.17	-0.02	0.2			CHE (OPH)
07/03/2005	12.23	145.15	-0.02	0.5			CHE (OPH)
07/03/2005	12.25	145.06	-0.09	0.1			CHE (OPH)
07/03/2005	7.66	145.01	-0.05	0			CHE (OPH)
07/03/2005	4.2	145.02	0.01	0			CHE (OPH)
07/03/2005	4.16	143.06	0.04	0			CHE (OPH)
07/03/2005	6.6	145.03	-0.03	0			CHE (OPH)

Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20  
 Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20  
 Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20  
 Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20  
 Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20  
 Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20  
 Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 180.51 m. Bomba CAFRARI 6" 50 CV TIPO E68.54/20

**EXPLOTACIÓN**

Fecha	Volumen (m <sup>3</sup> )	Caudal (l/s)	Contador	Uso	Fuente información
01/01/2004				NO SE USA	CHE (OPH)

Observaciones: piezométrico

**PIEZOHIDROMETRÍA**

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
42	149.655	145.34	3.315	146.3474	0.8748





OTRAS FOTOS



Referencia nivelación (31/12/2004)



Nivelación (31/12/2004)



Perforación[1] (22/07/2004)



Vista general (05/05/2004)



Acondonamiento (05/09/2004)