



## **INFORME PIEZÓMETRO DE GALBARROS: 09.124.03**



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

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

**ANEJO Nº 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO Nº 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO Nº 4: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO Nº 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO Nº 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**

## **1. 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 rotopercusión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

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

El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

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

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

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

## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras 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 en la zona de recarga del flanco sureste de la estructura sinclinal de Santa Casilda, o también llamada Franja Diapírica de Montorio- Santa Casilda, con orientación NE-SO. El drenaje tiene una dirección general hacia el norte, hacia la cabecera de los ríos Oca y su afluente Santa Casilda. Está emplazado en las calizas y calcarenitas del acuífero 24.03 Cretácico superior.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 3,5 km, en línea recta, al NW de la localidad de Galbarros.

Para acceder a este emplazamiento se avanzan 2 km por la carretera que cruza el pueblo y se dirige hacia el norte. A esta distancia se coge un camino a la izquierda, por el que hay que avanzar unos 4,4 km.

Las coordenadas exactas del punto son:

X= 465.843

Y= 4.708.311

Z= 1008 m.s.n.m.



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Galbarros de SIGPAC.

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en un afloramiento elongado en dirección NNE-SSW constituido por materiales del Cretácico Superior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como unidad 450, de edad Turoniense-Santoniense. Esta estructura se puede caracterizar como una alineación anticlinal en el sentido de elongación, pero bastante laxa. Se corresponden con la unidad  $C_{24}^{2-3}$  de la Hoja MAGNA nº 168 (Briviesca) de edad Santoniense, integrada por calizas y dolomías.

La estructura general de la zona es la de un anticlinal de dirección general NNE-SSW constituido por materiales de Cretácico Superior, sobre los que se disponen de manera discordante, mediante *onlap*, los materiales del Terciario postectónico. Esta alineación anticlinal presenta según la cartografía MAGNA algunas complicaciones en forma de pliegues menores que distorsionan algo la macroestructura general de la zona.

Los buzamientos que aparecen en la cartografía MAGNA, son variados, bajos en la zona de charnela, y más elevados hacia los flancos, donde se sitúa el sondeo. En estos puntos aparecen valores de hasta 30 grados hacia el NW.

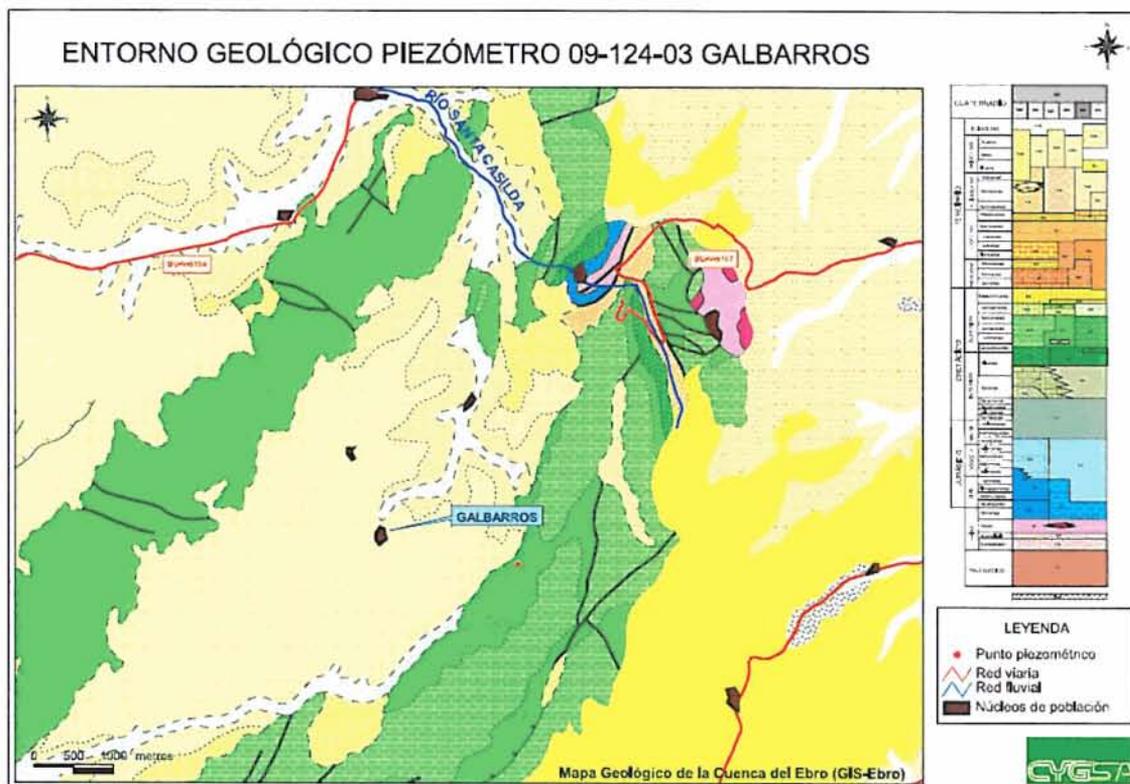


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Galbarros

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 1 "Dominio pirenaico Vasco – Cantábrico". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico, al este por el río Arga y en el resto por el límite de los afloramientos permeables más próximos al límite de la cuenca. Se caracteriza por la abundancia de formaciones carbonatadas karstificadas, del Cretácico superior y del Eoceno, en estructuras sinclinales (Villarçayo), parameras (La Lora, Urbasa, Andía, Lóquiz, Aralar) que facilitan el desarrollo de acuíferos libres muy extensos, y conglomerados terciarios. Para el ITGE (1.970 – 1.982) se trataba de los Sistemas Acuíferos 64 (Cretácico de La Lora y Sinclinal de Villarçayo), 65 (Paleoceno del Condado de Treviño y Mesozoico de la sierra de Cantabria), 66 (Paleoceno de la Sierra de Urbasa) y 07 (Calizas Mesozoicas de la Sierra de Aralar).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 124 "Bureba", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.024 también denominada "Bureba", y el acuífero a controlar son las calizas del Cretácico Superior.

La masa de agua 090.024 está formada por varios materiales acuíferos de entre los que destacan los del Cretácico superior, formados por tres unidades calcáreas que pueden llegar a tener 450 m de potencia. Además hay dolomías y calizas del Rethiense - Sinemuriense, arenas de Utrillas con 125-150 m de potencia, conglomerados del Terciario continental, y aluviales y coluviales del Cuaternario. La descarga natural se produce a través del manantial de Santa Casilda, aunque las direcciones de flujo subterráneo se desconocen.

El piezómetro se encuentra situado sobre una compleja estructura confinada entre fracturas y cabalgamientos en profundidad. Los materiales aflorantes son calizas de edad Cretácico Superior, que son algunos de los materiales que forman el acuífero en esta masa de agua subterránea.

(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 rotoperusión ST30/1400 sobre camión, un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 13 de octubre de 2004 a las 14:00 horas y se terminó el 20 de octubre de 2004 a las 21:00 horas.

Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 315 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Los 269 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El nivel de agua se cortó a los 127 m de profundidad. La velocidad de media de avance durante la perforación fue de unos 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 atravesada:

0-10 m	Calizas recristalizadas marrón-crema, esparita, calizas dolomíticas y niveles aislados de micrita marrón.
10-20 m	Caliza margosa marrón con niveles esparíticos-dolomíticos marrones claros.
20-35 m	Caliza margo-arcillosa marrón y bioesparita con restos de foraminíferos (miliólidos). Aparecen algunos cristales de caliza dolomítica.
35-158 m	Bioesparita marrón clara; presenta restos de foraminíferos. Aparecen niveles de micrita marrón.
158-175 m	Micrita – biomicrita marrón con restos de bivalvos.
175-185 m	Caliza recristalizada gris oscura con restos de bivalvos.
185-195 m	Caliza arenosa beige-amarillenta con restos de crinoideos y de equínidos.
195-235 m	Bioesparita gris (restos de bivalvos).
235-240 m	Marga gris oscura muy plástica.
240-265 m	Alternancia de margocalizas y calizas margosas gris oscuras.
265-275 m	Alternancia de calizas y calizas margosas gris oscuras.

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 60 m.- Fm Hontoria del Pinar. Santoniense.

De 60 m a 156 m.- Fm Hortezuelos. Coniaciense - Santoniense.

De 156 m a 230 m.- Fm Calizas de Muñeca. Turoniense superior – Coniaciense.

De 230 m a 275 m.- Fm. Picofrentes. Turoniense inferior – superior.

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realiza el día 21 de octubre 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 aporte de agua: tramo de 166 m a 169 m; tramo de 171,5 m a 174,5 m; tramo de 181 m a 186,5 m; tramo de 195,5 m a 199 m; tramo de 201 m a 205 m; tramo de 218 m a 220 m; tramo de 221 m a 223 m; tramo de 244 m a 245 m; tramo de 248,5 m a 250 m.

La distancia máxima de desviación con la vertical a los 274 m de profundidad fue de 15,83 metros. El acimut mantiene una media aproximada de 42°. El sondeo comenzó a desviarse desde el principio llegando a alcanzar una inclinación máxima de 5,55°.

El nivel piezométrico se situó a 114,55 m de profundidad.

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
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-166	180	4	Acero al carbono	Ciega
166-172	180	4	Acero al carbono	Puente
172-178	180	4	Acero al carbono	Ciega
178-190	180	4	Acero al carbono	Puente
190-196	180	4	Acero al carbono	Ciega
196-203	180	4	Acero al carbono	Puente
203-215	180	4	Acero al carbono	Ciega
215-221	180	4	Acero al carbono	Puente
221-245	180	4	Acero al carbono	Ciega
245-251	180	4	Acero al carbono	Puente
251-275	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.

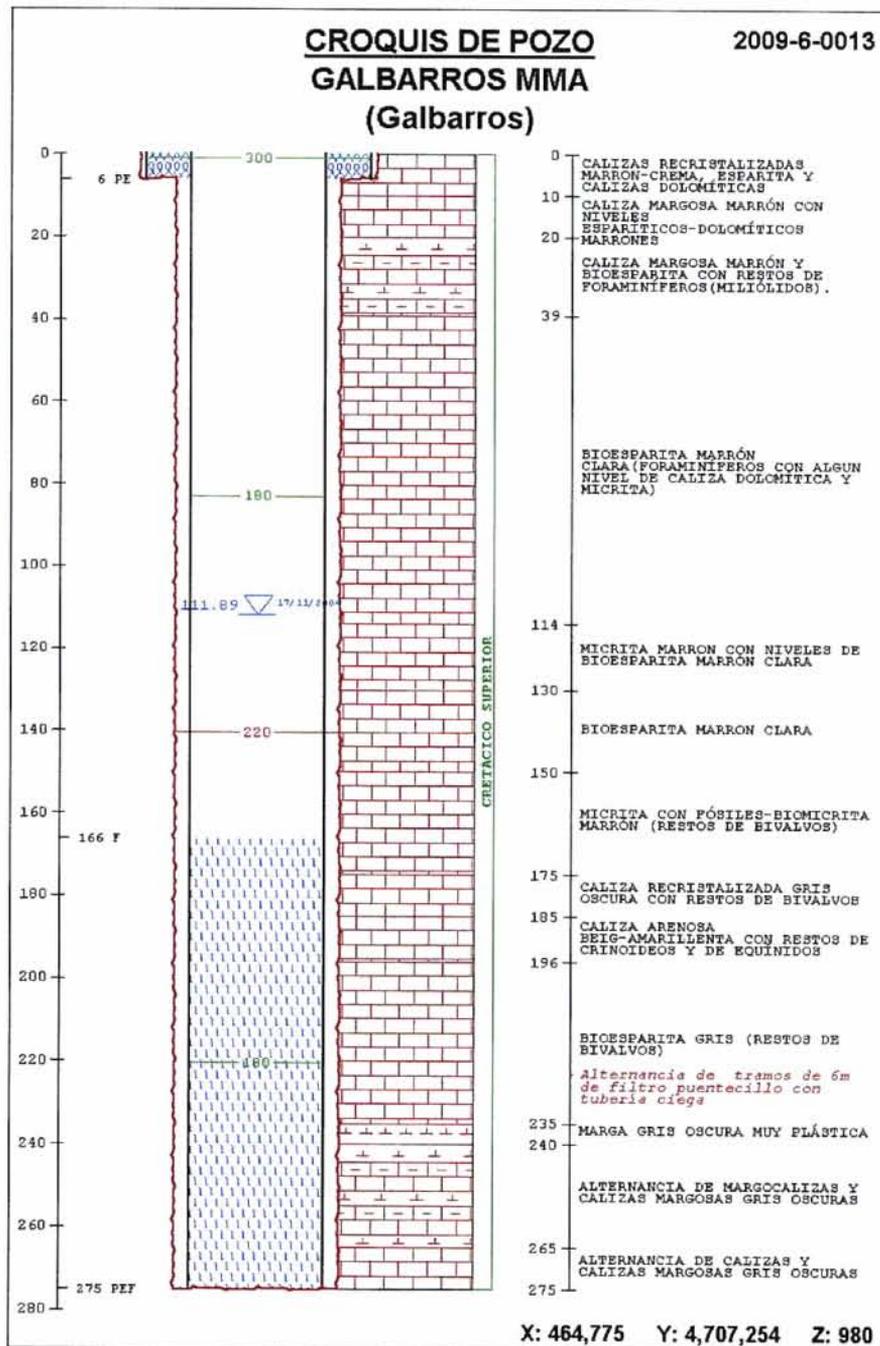


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son de edad Cretácico Superior.

A los 127 m de profundidad se cortó el nivel con agua, dentro de unas litologías claramente calcáreas. La cota de este punto es de 878 msnm. La previsible zona de descarga se sitúa en la fuente de Santa Casilda, situada a una cota de 861 msnm.

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

<b>Fecha</b>	<b>Nivel (metros)</b>
21/10/04	114,55
17/11/04	111,89
19/01/05	108,13
17/03/05	106,71
19/04/05	107,22
9/05/05	107,7
16/05/05	107,37

### ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 16 y 17 de mayo de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. La aspiración se colocó a 205,50 m de profundidad y el nivel estático inicial se situó en 107,37 m. El primer escalón duró 27 minutos. El caudal extraído en éste fue de 3 l/s y el descenso del nivel fue de 66,23 m. El segundo escalón duró 1113 minutos. El caudal extraído fue de 1,75 m y el descenso del nivel fue de 1,84 m respecto al escalón anterior. El tercer y último escalón duró los 300 minutos restantes. El caudal medio extraído fue de 2 l/s. El descenso total del nivel fue de 65,93 m.

El agua salió muy sucia hasta las 14 horas de bombeo y a partir de aquí, hasta el final, fue turbia y de color anaranjado. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 395  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 7,5 y la temperatura de 14<sup>o</sup> 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. En ese tiempo el nivel pasó del metro 173,30 al metro 112,48, quedando todavía 5,11 m por recuperar.

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

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
0	107,37	0,00	0,00
1	128,20	20,83	3
2	130,11	22,74	3
5	138,36	30,99	3
10	148,95	41,58	3
27	173,60	66,23	3
30	176,80	69,43	1,75
45	179,95	72,58	1,75
60	179,00	71,63	1,75
120	178,24	70,87	1,75
180	178,47	71,10	1,75
300	178,13	70,76	1,75
500	177,85	70,48	1,75
720	177,21	69,84	1,75
960	175,90	68,53	1,75
1080	175,44	68,07	1,75
1140	175,26	67,89	2
1200	175,18	67,81	2
1440	173,30	65,93	2
1441	152,18	44,81	0

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
1442	144,53	37,16	0
1445	139,02	31,65	0
1450	130,98	23,61	0
1460	121,66	14,29	0
1480	114,32	6,95	0
1500	112,48	5,11	0

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 el Método de Theis y el Método Directo (Solución de Theis y Solución de Hantush).

Tabla 5. Parámetros hidrogeológicos del acuífero obtenidos a partir de la interpretación del ensayo de bombeo:

<b>Método</b>	<b>Transmisividad m<sup>2</sup>/día</b>	<b>r<sup>2</sup>.S m<sup>2</sup></b>	<b>r/B</b>	<b>R. Equiv. m</b>	<b>Δh m</b>
Aprox. Logarítmica (Recuperación de Theis)	2,85	---	---	---	11,1
Simulación bombeo (Solución de Theis)	4,90	1,45 E-8	---	---	---
Simulación recuperación (Solución de Theis)	6,45	2,65 E-8	---	---	---
Simulación bombeo (Solución de Hantush)	4,10	8,91 E-7	7,41 E-4	---	---
Simulación recuperación (Solución de Hantush)	3,63	2,65 E-8	3,39 E-3	---	---

Se considera que los parámetros obtenidos mediante la simulación de la recuperación con la solución de Hantush es la más fiable.

(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 4 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Durante la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 376  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,67) (recogida por Cygsa.)
- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 388  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,67) (recogida por Microtec.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 379  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,69.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 374  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,66.)

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 (según clasificación de Pippert, en función de iones dominantes).

Algunos de los indicadores de contaminación en ese punto superan los valores habituales de las aguas subterráneas dulces (según Custodio y Llamas,

ed. 1996): los nitratos en las dos muestras recogidas durante el ensayo de bombeo, con valores de 34,78 mg/l, en la muestra de las 12 horas, y de 10,14 mg/l, en la muestra recogida a las 24 horas. Y otros que incluso sobrepasan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003: el amonio, con un valor de 0,55 mg/l, en la muestra recogida por Microtec durante la limpieza; los fosfatos en las muestras recogidas a las 12 y a las 24 horas de bombeo, con valores de 3,16 y 1,15 mg/l P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente; y los nitritos, en la muestra de limpieza recogida por Microtec, con un valor de 2,08 mg/l.

Los iones mayoritarios no superan los valores habituales y de referencia de en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), ni los marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003.

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza (Microtec)	Agua de limpieza (CYGSA)	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	7,86 mg/l	5,00 mg/l	5,02 mg/l	5,73 mg/l
Sulfatos	12,44 mg/l	11,09 mg/l	6,42 mg/l	4,63 mg/l
Bicarbonatos	228,19 mg/l	219,41 mg/l	246,99 mg/l	255,77 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	7,42 mg/l	9,36 mg/l	34,78 mg/l	10,14 mg/l
Sodio	14,67 mg/l	12,79 mg/l	3,20 mg/l	2,25 mg/l
Magnesio	7,11 mg/l	7,51 mg/l	22,33 mg/l	19,42 mg/l
Calcio	74,78 mg/l	71,55 mg/l	66,44 mg/l	69,65 mg/l
Potasio	4,51 mg/l	3,80 mg/l	1,13 mg/l	0,92 mg/l
Nitritos	2,08 mg/l	0,08 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Amonio	0,55 mg/l	0,12 mg/l	0,14 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato			3,16 mg/l	1,15 mg/l
Anhídrido Fosfórico	0,49 mg/l	0,05 mg/l		
Anhídrido Silícico	3,33 mg/l	3,08 mg/l	5,08 mg/l	5,13 mg/l
Hierro	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,06 mg/l
Manganeso	0,06 mg/l	0,05 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Galbarros 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 275 m. El acuífero atravesado está constituido por calizas, de edad Cretácico Superior.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 2 l/s. Tras realizar la interpretación del ensayo de bombeo, se considera que los parámetros hidrogeológicos son:  $T = 3,6 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2 \cdot S = 8,9 \cdot 10^{-7}$  y  $r/B = 7,4 \cdot 10^{-4}$

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 Pípper).

## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PUNTO N° : 15  
PIEZÓMETRO N°: P-09.124.03  
IPA: 2009-6-0013  
TOPONIMIA: Galbarros  
MUNICIPIO: Galbarros  
POLÍGONO:  
PARCELA:

**OBSERVACIONES:**

- El sondeo inicial está fuera de la cuenca del Ebro, en la cuenca del arroyo del Diablo que pertenece a la cuenca del Duero.
- La zona se visitó de nuevo el 19/05/04 en compañía del alcalde D. Julián Cuesta Lucas para reubicarlo dentro de la cuenca del Ebro y captar el acuífero de las calcarenitas del Santoniense medio superior.

Se plantean dos posibilidades:

1. Situarlo a unos 800 m al norte de San Pedro de la Hoz (pedanía de Galbarros) en terrenos de titularidad municipal concretamente en las coordenadas U.T.M

X=465.440

Y= 4.710.915

Z= 830 m s.n.m.

Este punto se sitúa junto a la ctra que se dirige hacia el santuario de Santa Casilda y próximo al arroyo de Valdeladehesa.



Foto n° 1. Detalle de la ubicación del sondeo

Es un afloramiento de calcarenitas que buza 35 ° hacia el Oeste.

2. En el paraje de **La Serrilla**, de titularidad municipal.  
Coordenadas U.T.M.

X=466150

Y= 4.708.400

Z= 1.020 m s.n.m.

En esta 2ª ubicación el sondeo tendrá 275 m. El nivel piezométrico se sitúa entorno a 800 m s.n.m.

Para conseguir la disponibilidad de los terrenos hay que enviar la documentación a:

***Junta administrativa de Galbarros.***

***A/A Sr. D. Julián Cuesta Lucas***

***09247 Galbarros. Burgos.***

JUNTA ADMINISTRATIVA  
de  
GALBARROS (Burgos)

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 28 de SEPT. de 2004, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

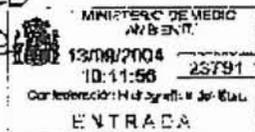
1. La ocupación de modo transitorio mientras dura la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup> necesarios para construir el sondeo 09.124.03 en terreno público de este municipio, en el paraje "La Sarrilla" o similar.
2. La ocupación durante un periodo de treinta días, imrogable al término del mismo, de un espacio de tres (3) m<sup>2</sup> en que están situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por firme 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.



Galbarros, a 28 de SEPT. de 2004

EL ALCALDE PEDRANO

Fdo: D. Julián Cuesta Lucas



Tomo 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.**

<b>FECHA:</b> 13/10/04	<b>Nº pag.:</b> 1
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.124 03	<b>POBLACIÓN:</b> Cella (Teruel)
<b>PROF.:</b> 275 m.	
<b>PERFORACIÓN</b>	
<b>INICIO:</b> 13/10/04/04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 324 y 220 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 30 m/hora ( con 220 mm )	

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

Se realiza el emplazamiento en el punto previsto a las 13:00.

Se inicia la perforación a las 17:00.

Se perforan 6 metros de emboquille con 324 mm y se termina a las 21:00 con 60 metros perforados dentro de las calizas del Santoniense.

Se toma la cota del sondeo con el GPS de bolsillo: 1005 m.

Dado que la previsible zona de descarga se sitúa en la fuente de Santa Casilda, también se coge la cota de este punto: 861 metros.

La actividad en el sondeo no se retomará hasta el 19 /10/04.

**VISTA DEL EMPLAZAMIENTO**





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



Fdo: Antonio Sánchez Lallana



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



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

<b>FECHA:</b> 20/10/04	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.124.03	<b>POBLACIÓN:</b> Galbarros (Burgos)	<b>PROF.:</b> 275 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 13/10/04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 324 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 25 m/hora (con 220 m)		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

La perforación se reinició en este sondeo ayer por la tarde.

Se localizó el nivel con agua a los 127 metros dentro de unas litologías claramente calcáreas. La cota de este punto es la 878 m . La zona de descarga (Sta Casilda), se sitúa a la cota 861.

La perforación avanza sin problemas; a las 14:30, se ha alcanzado la profundidad de 189 metros.

La columna litológica perforada hasta ese momento, es la siguiente:

0-10 m. Caliza recristalizada marrón-crema, esparita, calizas dolomíticas y niveles aislados de micrita marrón.

10-20 m. Caliza margosa marrón con niveles esparítico-dolomíticos marrones claros.

20-35 m. Caliza margo-arcillosa marrón y bioesparita con restos de foraminíferos (miliólidos). Aparecen algunos cristales de caliza dolomítica.

35-158 m. Bioesparita marrón clara; presenta restos de foraminíferos. Aparecen niveles de micrita marrón.

158 – 175 m. Micrita – biomicrita marrón con restos de bivalvos.

175 – 185 m. Caliza recristalizada gris oscura con restos de bivalvos.

185 – 189 m. Caliza arenosa beige amarillenta con restos de crinoides y de equínidos.

Por la tarde, estando en el sondeo de Barriga, el sondista nos comunica que a los 220 metros, la litología ha pasado a margas oscuras, aparentemente impermeables.

Consultando la columna prevista según el Magna, se deduce que estos niveles “solo” poseen una potencia de unos 30-40 m. Dado que el sondeo tiene una profundidad prevista

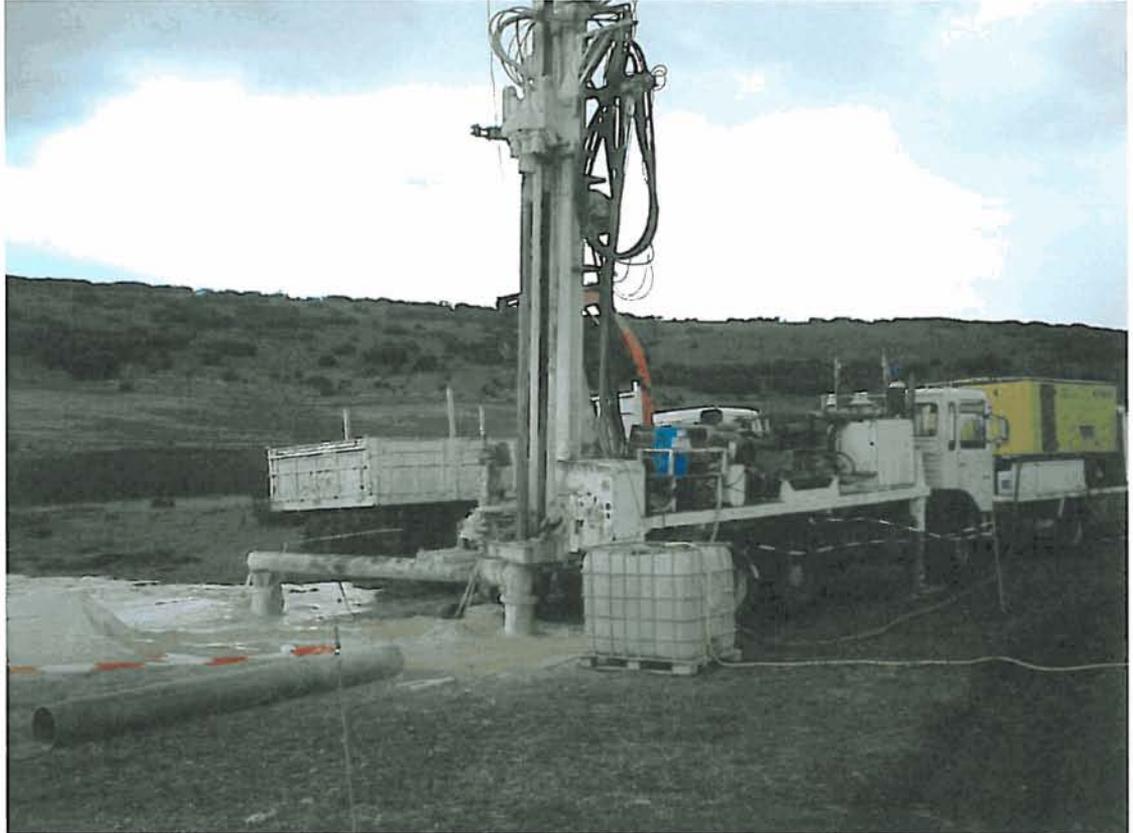


**CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.**  
C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro  
50005 – ZARAGOZA  
Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81  
www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net



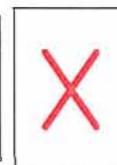
de 275 metros, se decide continuar con la perforación para intentar llegar a las calizas infrayacentes.

Fdo: Antonio Sánchez





**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



### ENTUBACIÓN

Después de examinar la testificación, se propuso la siguiente tramificación:

0-166 m Tubería ciega.  
166-172m Puenteillo.  
172-178 m ciega.  
178-190 m puenteillo.  
190-196 m. Ciega.  
196-203 m puenteillo  
203-215 m ciega.  
215-221 m puenteillo.  
221-245 m ciega.  
245-251 m puenteillo.  
251-275 m. Ciega.

TOTAL: 36 METROS DE PUENTEILLO.  
239 METROS DE TUBERÍA CIEGA.

Después de la entubación, se realizará la limpieza del sondeo; no se realizará la cementación del fondo.

A las 13:30 horas, se mide el nivel alcanzado con la sonda hidronivel del contratista:  
114, 55 m. Altura del brocal: 0,30 m.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 21/10/04	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.124.03	<b>POBLACIÓN:</b> GALBARROS (BURGOS) <b>PROF.:</b> 275 m.
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 13/10/04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 380 y 220 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 30 m/hora (con 220 mm )	

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

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

El día 20/10/04 por la noche, se alcanza la profundidad prevista: 275 m.

El 21/10/04 se realiza la testificación geofísica entre las 10:30 y las 13:15; los resultados obtenidos, de forma resumida, son los siguientes:

#### **LITOLOGÍA:**

Se corrobora la litología testificada durante la perforación:

Hasta los 180 metros se aprecian unas calizas muy homogéneas que corresponden con las bioesparitas y micritas descritas.

Entre 180 y 225 metros, se aprecia la alternancia descrita de bioesparitas y calizas arenosas.

Entre los 230 y 240, se detectan las margas oscuras que causaron pequeños problemas en el avance de la perforación.

Desde 240 hasta el final, 275, alternancia de calizas margosas y calizas.

#### **NIVEL PIEZOMETRICO y NIVELES APORTANTES.**

Se corta a los 114 metros.

Se detectan puntos aportantes a las siguientes profundidades: 168, 172, 195, 202, 220, 222, 244, Y 250 metros.

#### **DESVIACIÓN DE LA PERFORACIÓN**

Se ha desviado, de forma progresiva, algo mas de 5 grados; la mayor desviación se produce entre 0 y 40 metros, desviándose 2 grados, hasta los 200 metros, se desvía casi tres grados y se mantiene prácticamente vertical entre 200 y 275 metros.

La desviación se ha producido hacia el NE y en total, han sido 15,9 metros en el fondo del sondeo respecto al emboquille.

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**





MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 2009/6/013  
(P-09.106.03)**

**GALBARROS (BURGOS)**

CORREO

zaragoza@igme.es

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



## ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Galbarros (Burgos) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 315 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los metros restantes hasta el 275 se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 166 m tubería ciega. De 166 m a 172 m filtro de puentecillo. De 172 m a 178 m tubería ciega. De 178 m a 190 m filtro de puentecillo. De 190 m a 196 m tubería ciega. De 196 m a 203 m filtro de puentecillo. De 203 m a 215 m tubería ciega. De 215 m a 221 m filtro de puentecillo. De 221 m a 245 m tubería ciega. De 245 m a 251 m filtro de puentecillo. De 251 m a 275 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagrfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 2009-6-013 (P-09.124.03) se localiza en el término municipal de Galbarros. El acceso al piezómetro se realiza desde el camino de concentración que parte a la salida del pueblo en la carretera que va a Temiño, a unos 1,5 km.

Las coordenadas exactas del punto son: X= 464775, Y= 4707254, Z= 980 m.s.n.m. (Fig.1).

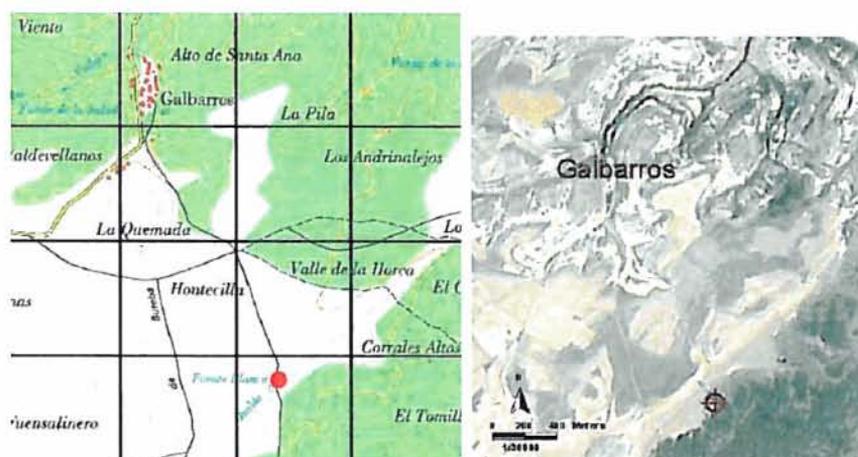


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Espaciado del mapa topográfico, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en un afloramiento elongado en dirección NNE-SSW constituido por materiales del Cretácico Superior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como unidad 450, de edad Turoniense-Santoniense. Esta estructura se puede caracterizar como una alineación anticlinal en el sentido de elongación, pero bastante laxa. Se corresponden con la unidad  $C^{2-3}_{24}$  de la Hoja MAGNA nº 168 (Briviesca) de edad Santoniense, integrada por calizas y dolomías.

La estructura general de la zona es la de un anticlinal de dirección general NNE-SSW constituido por materiales de Cretácico Superior, sobre los que se disponen de manera discordante, mediante *onlap*, los materiales del Terciario postectónico. Esta alineación anticlinal presenta según la cartografía MAGNA algunas complicaciones en forma de pliegues menores que distorsionan algo la macroestructura general de la zona.

Los buzamientos que aparecen en la cartografía MAGNA, son variados, bajos en la zona de charnela, y más elevados hacia los flancos, donde se sitúa el sondeo. En estos puntos aparecen valores de hasta 30 grados hacia el NW.

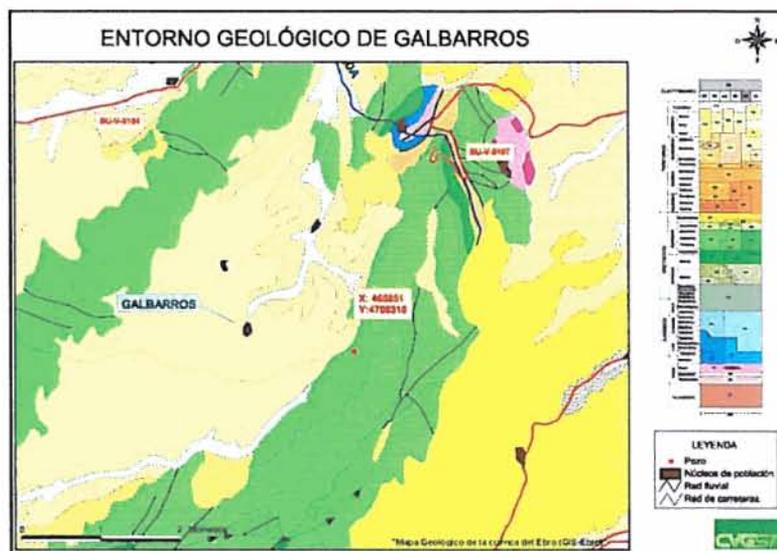


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Cuenca del Ebro. GIS-Ebro.

### FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Todos los materiales atravesados, desde el emboquille hasta el final del sondeo, forman parte de la Megasecuencia del Cretácico Superior. El emboquille del sondeo se sitúa sobre el sustrato carbonatado del Santoniense medio a superior, siempre según la Hoja Magna (168-Briviesca). Viendo el estilo de cartografía de la hoja MAGNA parece más conveniente seguir la caracterización de unidades de Floquet (1991), al ser algo más detallada.

Se puede decir que los materiales cortados hasta el metro 60, consisten en calizas peloidales y oolíticas con abundantes restos de Miliólidos (Lacazinas) y otros fósiles, que se ajustan correctamente a la descripción de los materiales del Santoniense Inferior y Medio de la Fm. Hontoria del Pinar, (Floquet, 1991, García *et al.*, 2004 y Gil *et al.*, 2004). No obstante, los primeros 30 metros presentan abundantes calizas micríticas, más propios de zonas distales de esta unidad. La parte 30-60 metros sería la más representativa.

Por debajo y hasta aproximadamente el metro 156 se corta una serie de calizas bioclásticas, con texturas muy variables, a veces recristalizadas e intensamente dolomitizadas, con un contenido margoso variable, como se deduce de la diagráfia. Estas calizas se han interpretado por su facies y aspecto como las descritas por Floquet (1991) y Gil *et al.* (2004) como pertenecientes a la Fm. Calizas nodulosas de Hortezuelos o Fm. Hortezuelos (Gil *et al.*, 2004), de edad Santoniense inferior a Coniaciense.

A partir del metro 156 y hasta el metro 230 se observa una serie formada por calizas bioclásticas que pueden atribuirse, a la unidad denominada Fm. Calizas de Muñecas (Floquet 1991 y Gil *et al.*, 2004) de edad Turoniense superior-Coniaciense.



En el metro 230 se corta un significativo nivel de margas muy plásticas. Este tramo se ha empleado como criterio para indicar con claridad el paso a la unidad de margas y calizas margosas bioclásticas de la Fm. Picofrentes (García *et al.*, 2004 y Gil *et al.*, 2004) que se corta hasta el final del sondeo y que se ha cartografiado en la Hoja Magna como unidad C<sup>1</sup><sub>22</sub>, con una edad de Turoniense inferior.

#### COLUMNA LITOLÓGICA.

##### TRAMO 1

0-27 m. Calizas blancas y amarillentas con muy escasas dolomías anaranjadas.

Las calizas son bastante micríticas y por tanto de texturas no granosostenidas. Dominan los términos *mudstone*, aunque se intercalan entre ellos términos de *wackestone* bioclástico, con escasos bivalvos. Las dolomías son de grano medio, con cristales bien formados y con una porosidad intergranular bastante grande.

##### TRAMO 2

27-60 m. Calizas blancas. Estas presentan texturas granosotenidas en la mayor parte de los casos. Sólo de manera puntual se reconocen *wackestone* peloidales y bioclásticos.

Lo habitual es la presencia de calizas packstone a grainstone peloidales bien clasificados y bien redondeado. Es frecuente encontrar calizas oolíticas que usan como núcleos a estos peloides. Estos ooides pueden ser tanto superficiales, como presentar una corteza bien desarrollada. De manera ocasional, en las facies peloidales se intercalan intraclastos micríticos, contribuyendo a la peor clasificación de la facies. Los bioclastos no son muy abundantes, y se ha podido caracterizar la presencia de bivalvos, miliólidos, Lacazinas.

##### TRAMO 3

60-85 m. Dolomías amarillentas con intercalaciones de calizas blanquecinas.

Las dolomías son de grano medio con una porosidad importante de tipo intergranular. Por su parte, las calizas son clásicamente *wackestone* de bioclastos, con escasos fragmentos de bivalvos y equinodermos de forma puntual.



#### TRAMO 4

85-116 m. Calizas grises y dolomías.

Las calizas son de textura no granosostenida. Dominan los *mudstone* sobre los *wackestone*. En el caso de estos últimos, los componentes mayoritarios son los bioclastos (bivalvos), con escasos peloides.

Las dolomías son de grano medio y de forma puntual de grano fino. Las de grano medio presentan una porosidad intergranular media.

#### TRAMO 5

116-145 m. Calizas amarillentas de texturas granosostenidas.

Casi en su totalidad están integradas por *packstone/grainstone* peloidal e intraclástico. En muchas ocasiones la textura casi podría denominarse *rudstone*. La clasificación en general es bastante mala. Solo las facies exclusivamente peloidales presentan una clasificación aceptable. Los bioclastos son relativamente abundantes, aunque nunca dominantes. Se han reconocido bivalvos, así como otros grupos como equinodermos, miliólidos y de manera mucho más puntual algas calcáreas.

El grado de cementación es bastante variable, de modo que la porosidad intergranular es también bastante variable en intervalos de pocos metros.

Se corta el agua en el metro 127, con un caudal que se puede estimar en unos 2 litros por segundo.

#### TRAMO 6

145-156 m. Calizas grises con escasas dolomías.

Las calizas presentan texturas muy variables. No obstante dominan los *packstone* y *grainstone* sobre los *mudstone/wackestone*. La composición de las mismas es igualmente variable. Pueden dominar los términos bioclásticos, como los intraclásticos a peloidales y todas las combinaciones intermedias entre ellos. De manera ocasional aparecen facies oolíticas. Como bioclastos, destacar la presencia de bivalvos, miliólidos, equinodermos.



### TRAMO 7

156-180 m. Calizas grises. Presentan una textura *wackestone*, aunque hacia la parte inferior del tramo se observa como se produce un aumento en la proporción de granos, pasando a texturas *packstone* e incluso *grainstone*.

Los *wackestone* son bioclásticos, casi exclusivamente integrados por fragmentos de bivalvos, que presentan un estado de conservación muy variable, de enteros a rotos. Los peloides son poco abundantes. Hacia la base del tramo, las facies granosostenidas también son bioclásticas, con bivalvos, serpulidos y foraminíferos.

### TRAMO 8

180-193 m. Calizas amarillas y dolomías.

Las calizas presentan texturas no granosostenidas, dominando los términos *wackestone* sobre los *mudstone*. Los componentes que integran estas calizas son los bioclastos, especialmente fragmentos de bivalvos, si bien ocasionalmente se reconocen fragmentos de gasterópodos. Presentan abundantes venas de calcita.

Las dolomías son de grano medio y presentan números fantasmas de bivalvos y otros bioclastos.

### TRAMO 9

193-230 m. Calizas grises oscuras y dolomías también grises.

Las calizas son no granosostenidas, con textura dominante *wackestone*. No obstante, de manera puntual se observan zonas de textura incluso *mudstone*. Los componentes principales son los bioclastos, y dentro de este grupo, destacar la presencia de bivalvos. Hacia la parte superior del tramo aparecen niveles de *packstone* bioclástico aislados, con peloides, rudistas y briozoos.

Las dolomías son de grano medio, siendo muy escasas las de grano fino. De manera ocasional en estas dolomías se reconocen abundantes fantasmas de bioclastos. En general la estructura de estas dolomías es bastante porosa.

### TRAMO 10

230-242 m. Margas grises muy plásticas con intercalaciones de calizas margosas.



En las calizas margosas aparecen muy escasos fragmentos de bivalvos así como partículas de tamaño limo, posiblemente limo de cuarzo.

## TRAMO 11

242-275 m. Dolomías grises, con calizas y calizas margosas grises. Eventuales intercalaciones margosas.

Las dolomías son de grano medio, con romboedros bien desarrollados, constituyendo un conjunto final bastante poroso. No obstante destacar la presencia de dolomías de grano fino, aunque mucho menos abundantes.

Las calizas son muy variadas texturalmente. No obstante dominan los términos fangosos (*mudstone* y *wackestone*) bioclásticos, con bivalvos, algas calcáreas y foraminíferos seriados. La fracción peloidal es muy poco abundante. De manera ocasional aparecen niveles de calizas *packstone*, posiblemente relacionadas con tempestitas bioclásticas.

En las calizas margosas solo se observan partículas de tamaño limo no caracterizables. La presencia de margas se deduce además de por pequeños restos en el ripio, por los datos de la diagráfia.

## 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* (I, 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 Región Central y Oriental de España. *Revista de la Sociedad Geológica de España*. 17 (3-4): 249-266.

FLOQUET, M. (1991). – *La Plate-forme Nord-Castillane au Cretace Superieur (Espagne)*. Tesis Doctoral. Memorias Geológicas de la Universidad de Dijon 14, 925 pp.

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

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

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 Nº 168-BRIVIESCA (1978).

MARTÍN-CHIVELET, J., BERÁSTEGUI, X., ROSALES, I., VILAS, L., VERA, J.A., CAUS, E., GRÄFE, K.-U., SEGURA, M., PUIG, C., MAS, R., ROBLES, S., FLOQUET, M., QUESADA, S., RUIZ-ORTIZ, P.A., FREGENAL-MARTÍNEZ, M.A., SALAS, R., GARCÍA, A., MARTÍN- ALGARRA, A., ARIAS, C., MELÉNDEZ, N., CHACÓN, B., MOLINA, J.M., SANZ, J.L., CASTRO, J.M., GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., CARENAS, B., GARCÍA-HIDALGO, J., GIL, J. Y ORTEGA, F. (2002): Cretaceous. En: *Geology of Spain* (W. Gibbons, W. y M.T. Moreno, Eds.). Geological Society of London, 255-292.

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**



**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  
“09-124-03 GALBARROS” EN GALBARROS  
(BURGOS)**

Octubre 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



## TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "09-124-03 GALBARROS" EN GALBARROS (BURGOS)



BURGOS, OCTUBRE 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

## ÍNDICE

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

## ANEXOS

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

---



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-1

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 21 de octubre 2004 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-124-03 GALBARROS", ubicado en el término municipal Galbarros, en la provincia de Burgos, 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

Pág.-2

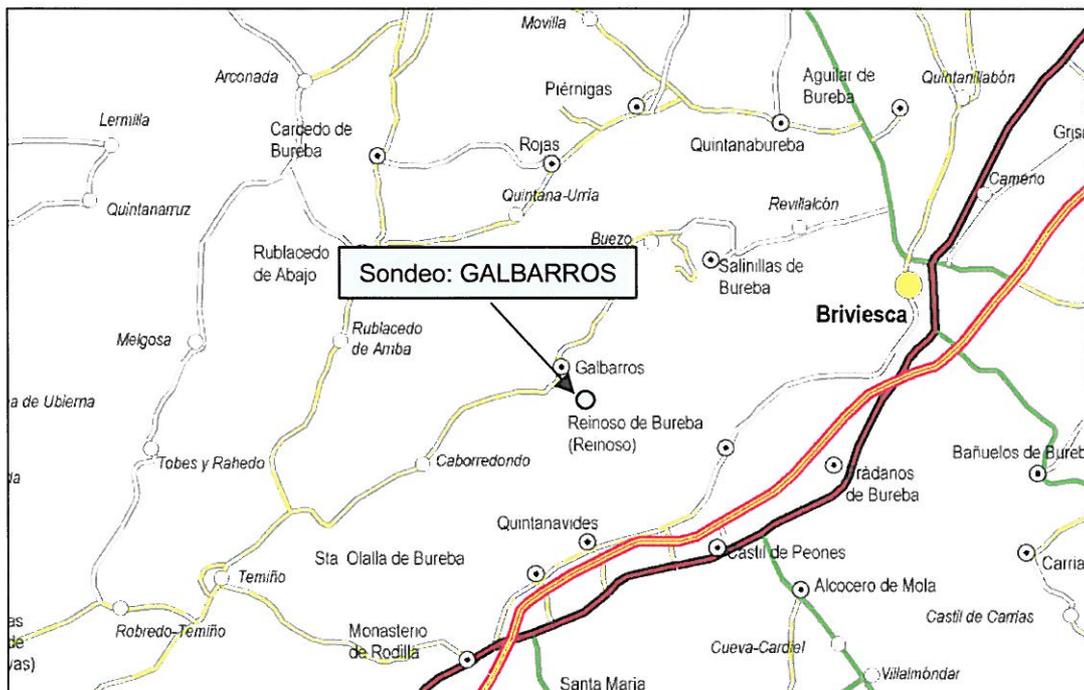


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-3

## 2. METODOLOGÍA

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

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

### 2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-4

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

## 2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-5

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

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

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

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

### 2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -6

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

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

#### 2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-7

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-8

## 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

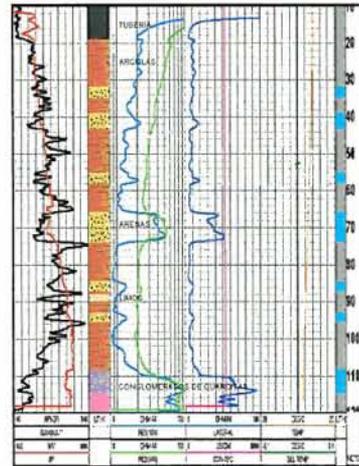


Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



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

Pág.-9

### 3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "GALBARROS" se testificó desde la superficie hasta los 275 metros de profundidad tomando como cota cero el ras de suelo.

#### DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	275 mts.
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	275 mts.
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	114 mts.
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	800µs/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 8ª. 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 8ªA. 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.



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

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

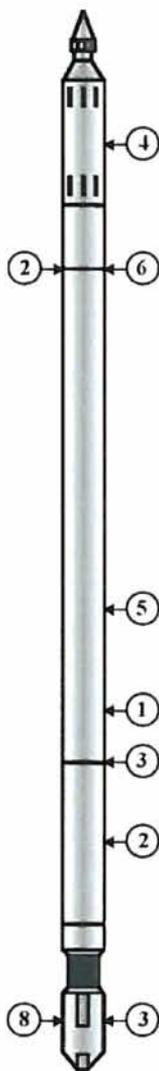
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

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

## Sonda 9040 (hidrogeológica)

### Información general

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



### Ubicación de los sensores

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

### Rango de respuesta de los sensores

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

### Especificaciones

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

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)



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.-16

## 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.

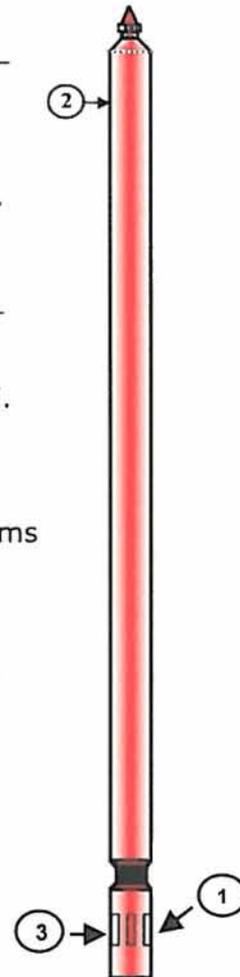


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



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

Pág.-17

### 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 diagragfías registradas, así como la presentación y distribución de litologías, según se muestra en la ventana del programa ACL de la figura.-5.

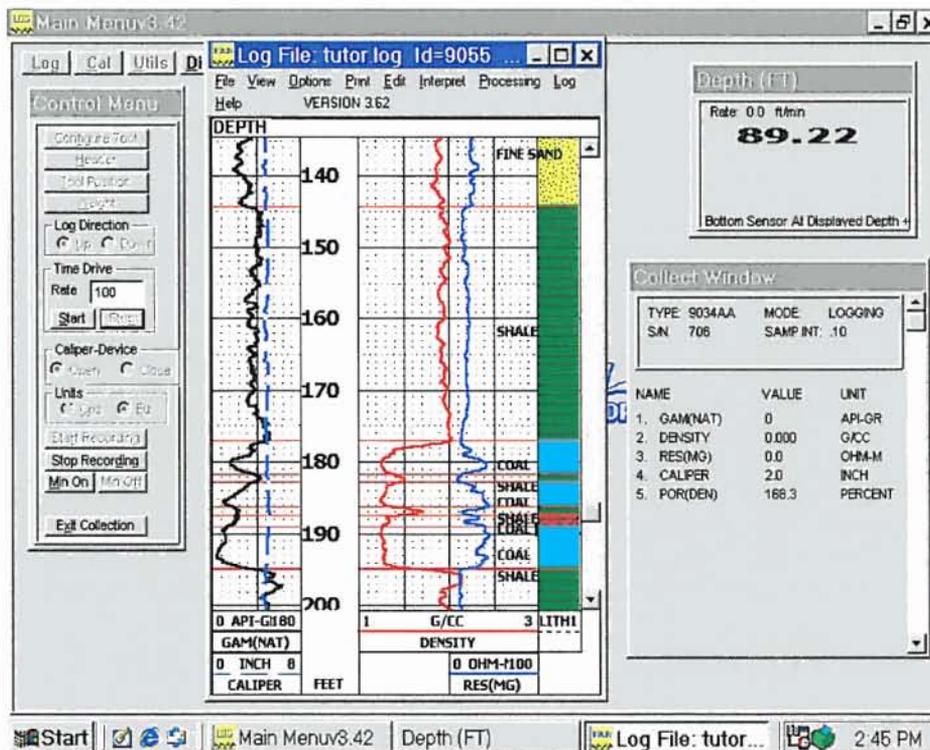


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa ACL



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 8ªA. 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 50 a 100 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 10 a 3500 Ohm x m. En la cuarta, la Resistividad Lateral y la Conductividad Normalizada a 25° C, con escalas, de 0 a 3000 Ohm x m para la Resistividad Lateral, y de 500 a 1500 µs/cm, para la Conductividad Normalizada. Por último, en la pista número cinco, están los



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-19

parámetros de Temperatura (escala de 10 a 20° C) y Delta de Temperatura (escala de -0.1 a 0.1° C).

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

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

En esta diagráfia, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 300 metros para la Profundidad y de 0 a 20 metros para la Distancia. En la pista número dos, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -1 a 19 metros, para ambas. Por último, en la pista número tres, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-20

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**

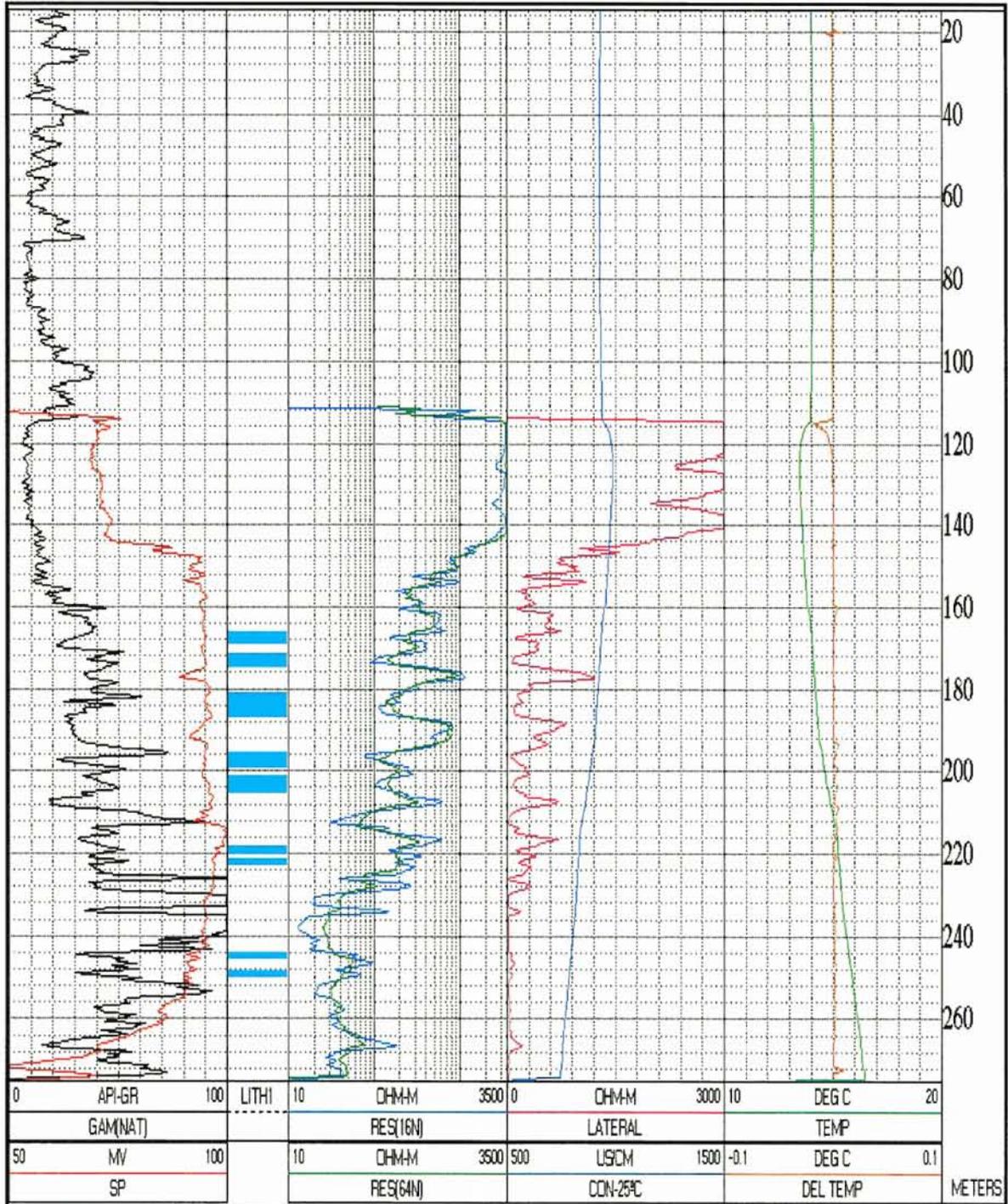


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica



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

Pág.-21

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**

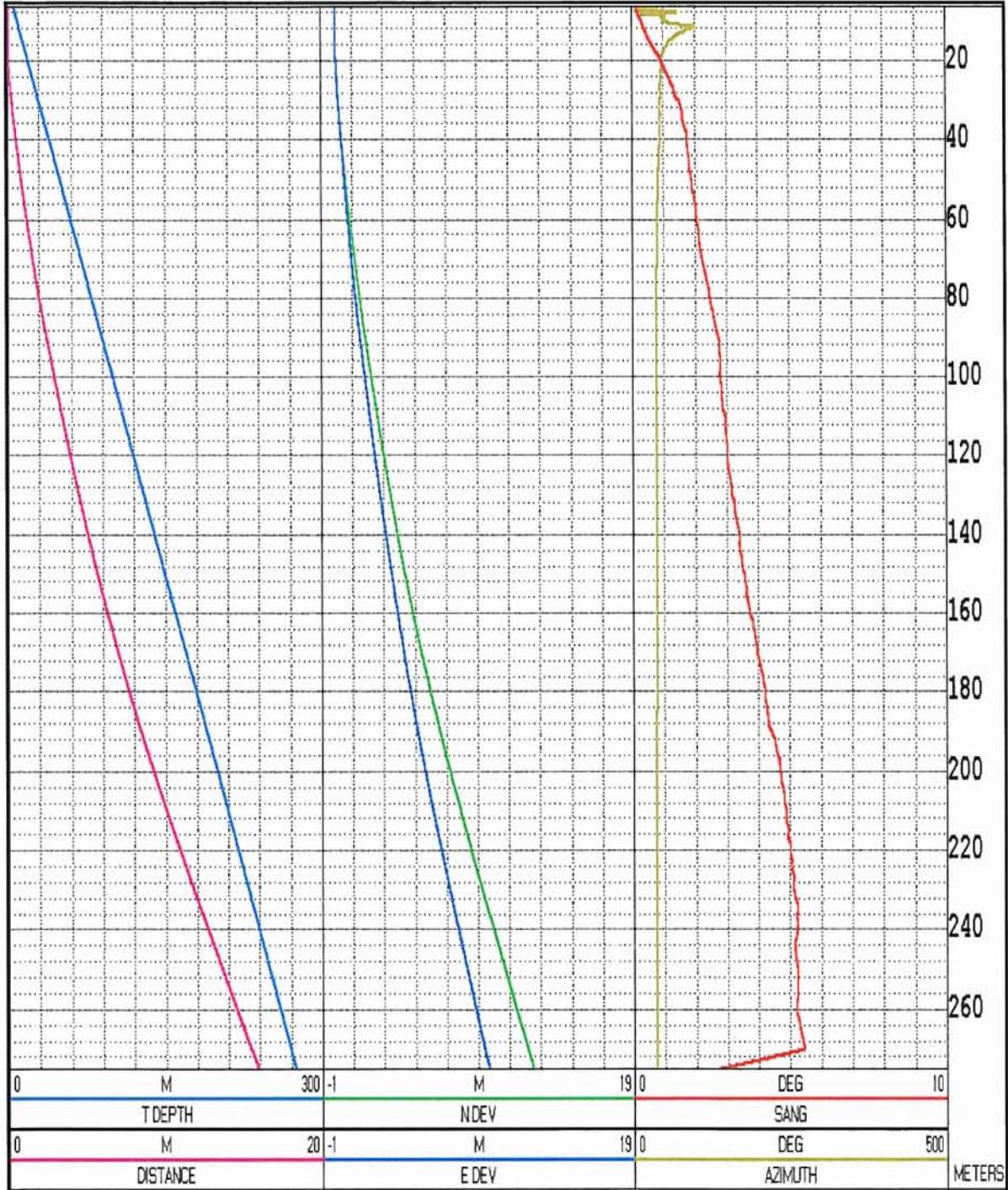


Figura.-7 Diagrama de desviación



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

Pág.-22

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**

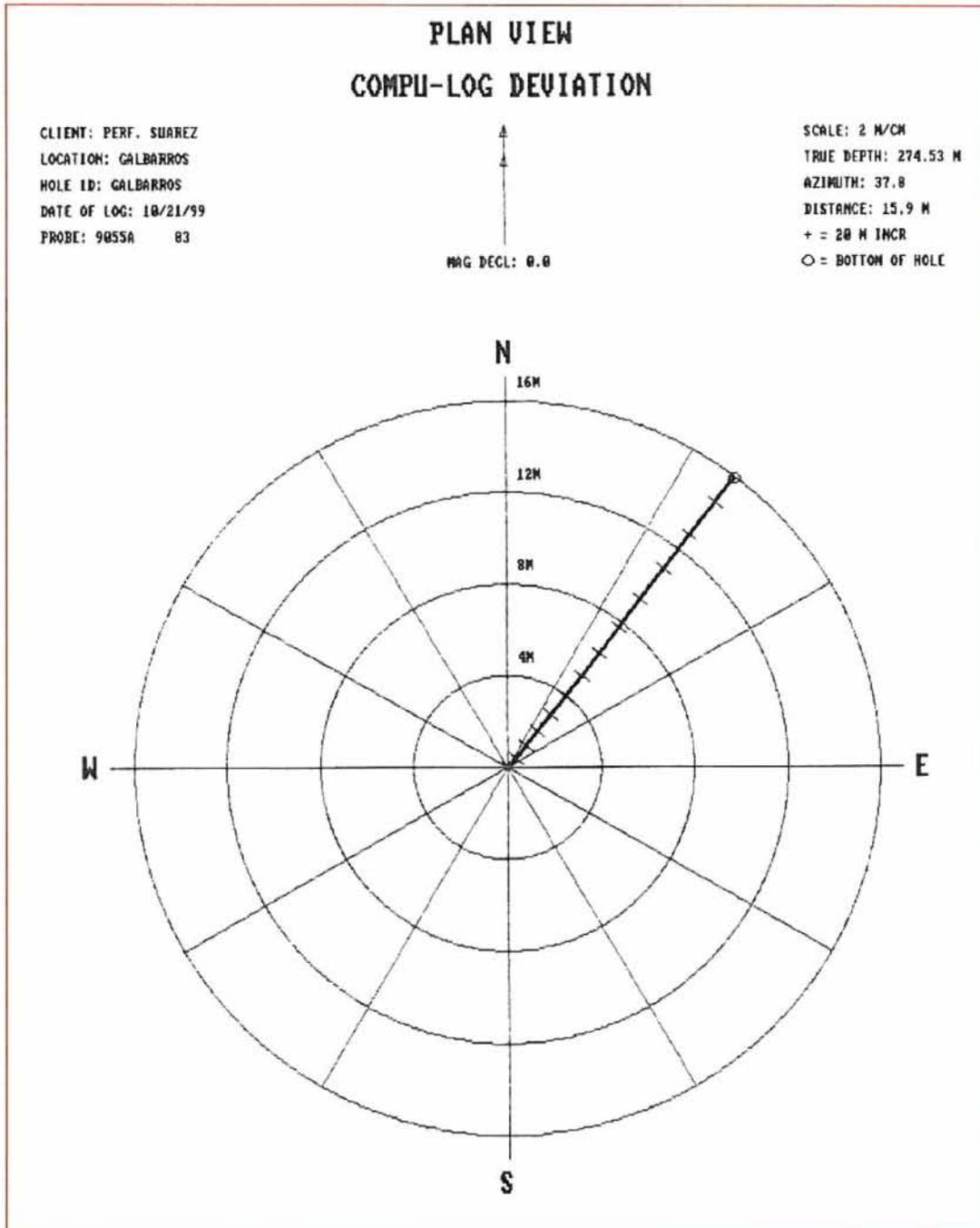


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-23

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

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

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 166 m. a 169 m.	3 m.
Tramo de 171.5 m. a 174.5 m.	3 m.
Tramo de 181 m. a 186.5 m.	5.5 m.
Tramo de 195.5 m. a 199 m.	3.5 m.
Tramo de 201 m. a 205 m.	4 m.
Tramo de 218 m. a 220 m.	2 m.
Tramo de 221 m. a 223 m.	2 m.
Tramo de 244 m. a 245 m.	1 m.
Tramo de 248.5 m. a 250 m.	1.5 m.

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

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 274 metros de profundidad ha sido de 15,83 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 42°.



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

- El sondeo comienza a desviarse desde el principio llegando a alcanzar una inclinación máxima de 5.55°.

Fdo: José Luengo  
Geofísico  
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste  
Jefe de Obra  
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera  
Jefe  
Hidrogeología

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

---

## **ANEXO -I**

### **DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA**

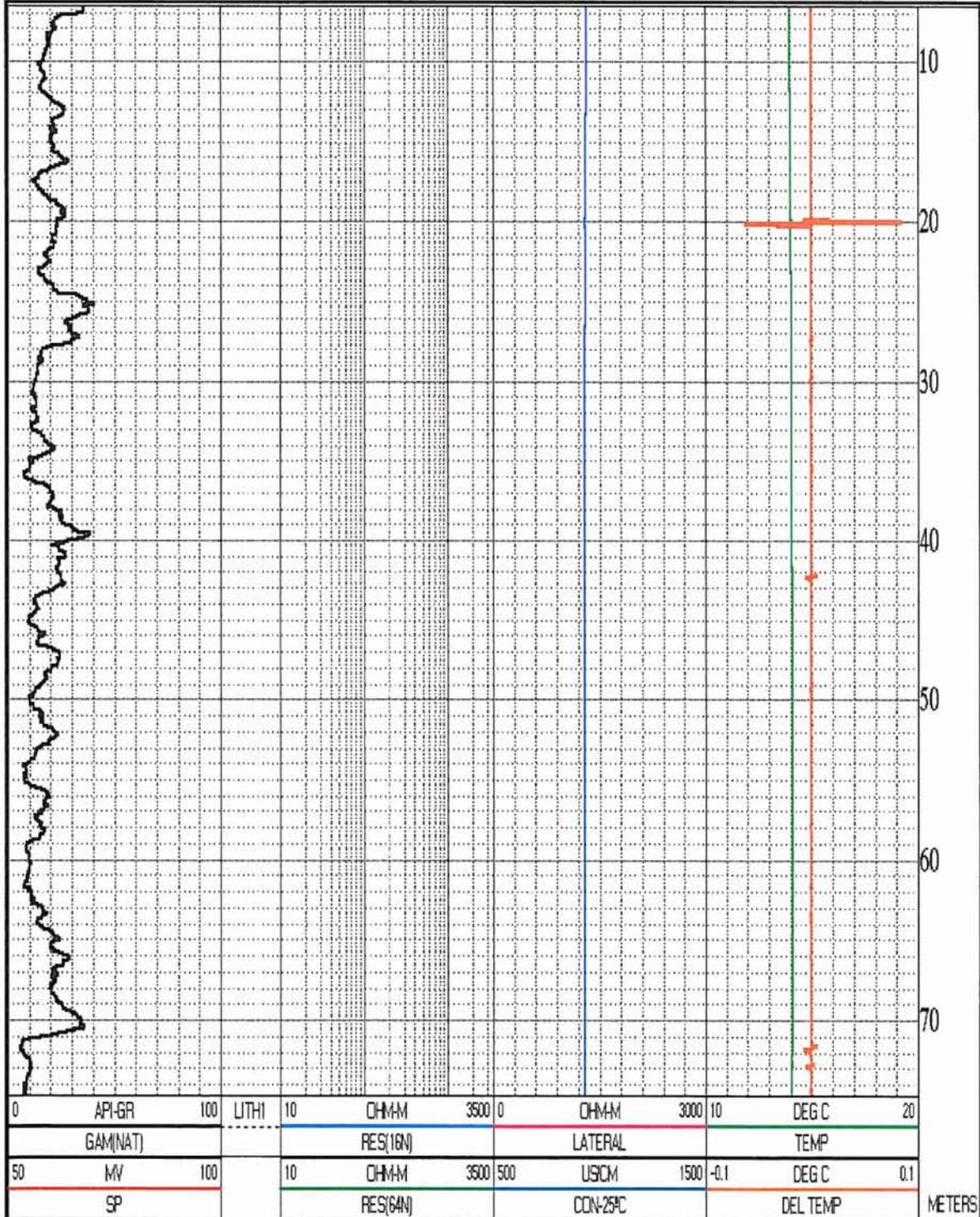


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**



**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.**

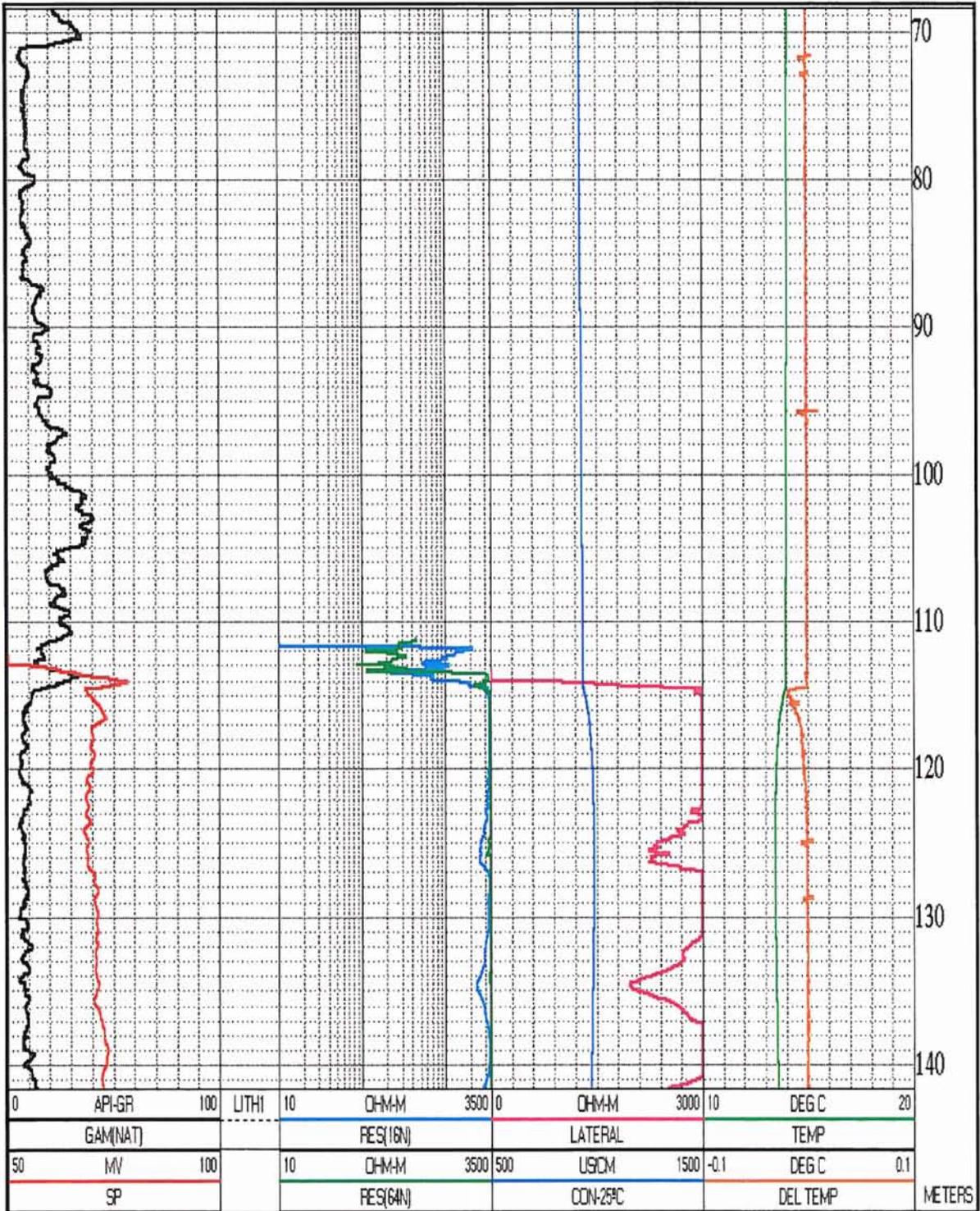


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**



**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.**

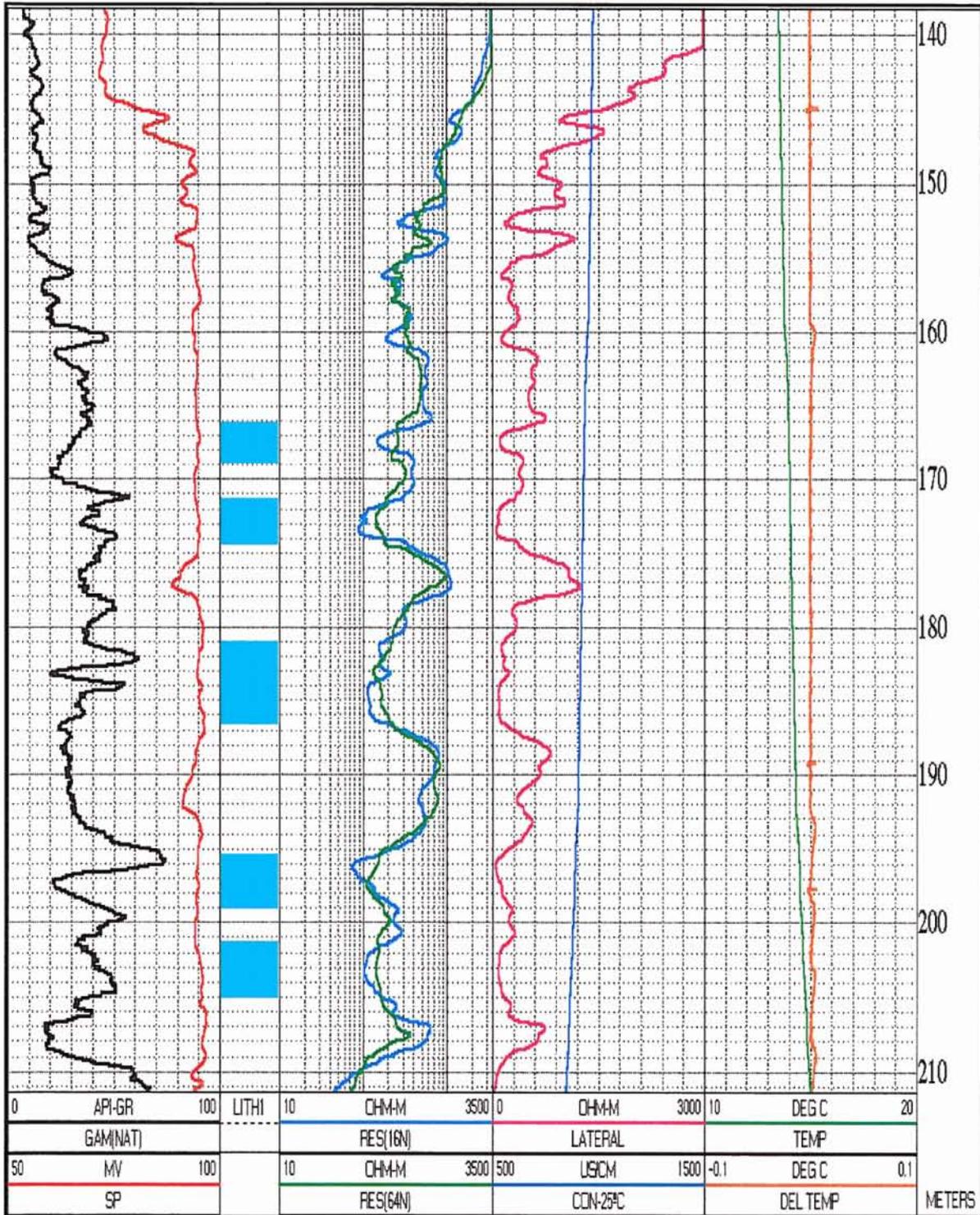


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**



**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.**

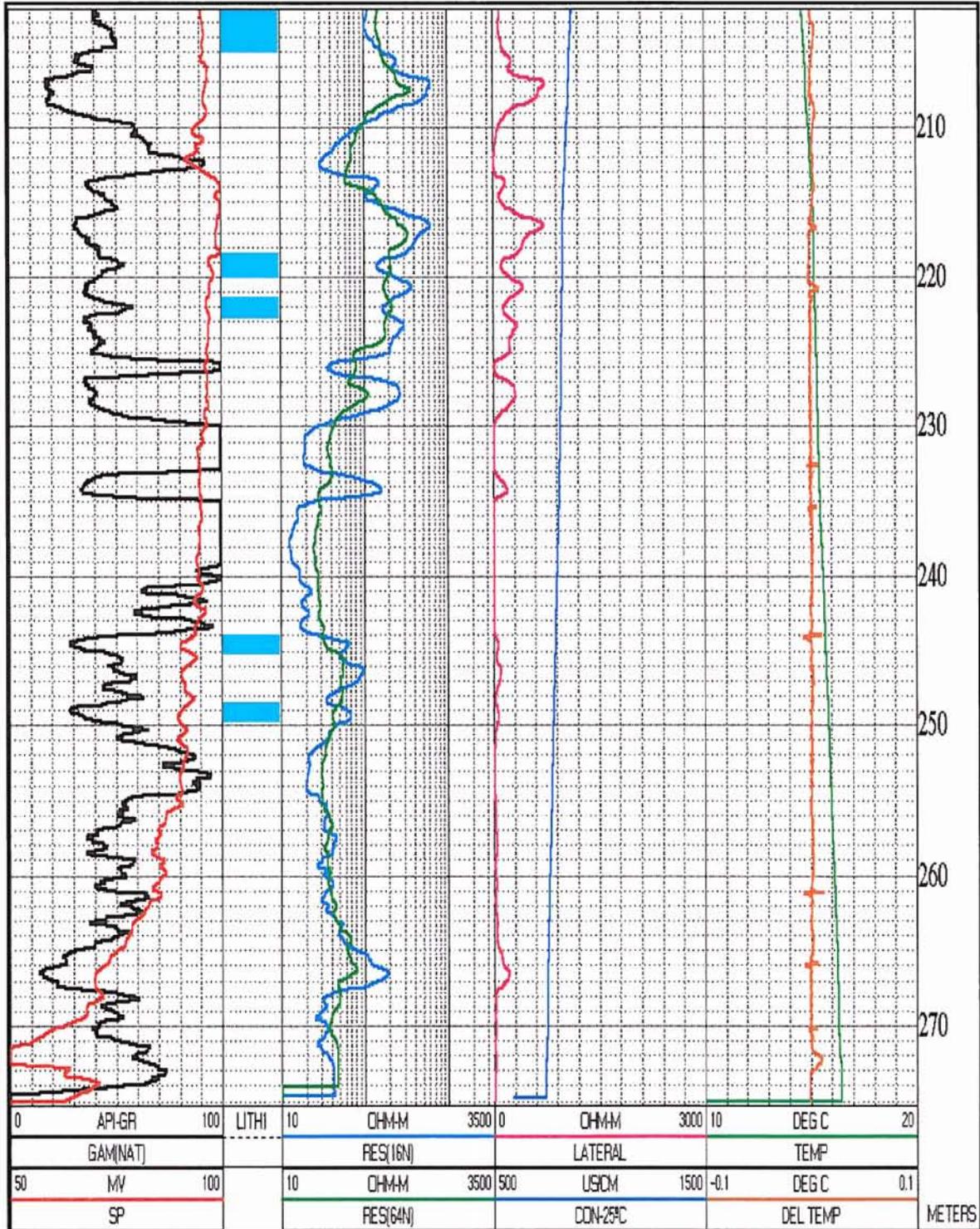


CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

**SONDEO: 09-124-03 GALBARROS**



**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

---

## ANEXO -II

### LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
4	0.00	0.00	0.00	0.00	10
6	0.00	0.06	0.00	0.00	18
8	0.00	0.31	0.01	0.01	34
10	0.00	0.25	0.00	0.01	56
12	0.00	0.32	0.00	0.01	90
14	0.01	0.53	0.01	0.01	71
16	0.03	0.58	0.02	0.03	58
18	0.05	0.89	0.04	0.04	51
20	0.08	0.95	0.06	0.07	48
22	0.12	1.03	0.08	0.09	48
24	0.16	1.20	0.11	0.12	47
26	0.20	1.22	0.14	0.15	46
28	0.24	1.43	0.17	0.18	46
30	0.29	1.58	0.21	0.22	46
32	0.35	1.47	0.25	0.29	45
34	0.40	1.80	0.28	0.33	45
36	0.46	1.68	0.32	0.37	45
38	0.52	1.63	0.36	0.41	45
40	0.57	1.77	0.41	0.43	45
42	0.64	1.86	0.46	0.45	44
44	0.70	1.83	0.51	0.49	43
46	0.76	1.85	0.56	0.53	43
48	0.82	1.76	0.61	0.56	43
50	0.89	1.95	0.66	0.60	42
52	0.95	1.96	0.71	0.64	42
54	1.02	2.06	0.77	0.69	41
56	1.09	1.97	0.82	0.73	41
58	1.16	2.07	0.88	0.77	41
60	1.24	2.08	0.94	0.81	40
62	1.31	2.14	1.00	0.86	40
64	1.38	2.12	1.06	0.90	40
66	1.46	2.17	1.12	0.95	40
68	1.53	2.18	1.18	0.99	40
70	1.61	2.22	1.24	1.04	39
72	1.69	2.27	1.30	1.08	39
74	1.77	2.38	1.37	1.13	39
76	1.85	2.45	1.43	1.18	39
78	1.94	2.48	1.50	1.24	39
80	2.03	2.50	1.56	1.29	39
82	2.11	2.49	1.63	1.35	39
84	2.20	2.52	1.70	1.40	39
86	2.29	2.59	1.77	1.45	39
88	2.38	2.89	1.84	1.52	39

**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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
90	2.48	2.70	1.92	1.58	39
92	2.58	2.81	1.99	1.64	39
94	2.67	2.75	2.07	1.70	39
96	2.77	2.81	2.14	1.76	39
98	2.87	2.86	2.22	1.82	39
100	2.97	2.84	2.30	1.89	39
102	3.06	2.77	2.37	1.95	39
104	3.16	2.76	2.45	2.01	39
106	3.26	2.99	2.52	2.07	39
108	3.36	2.95	2.60	2.14	39
110	3.46	2.98	2.68	2.21	39
112	3.56	2.80	2.75	2.27	39
114	3.66	3.13	2.83	2.32	39
116	3.77	3.10	2.92	2.39	39
118	3.87	3.06	3.00	2.45	39
120	3.98	3.00	3.09	2.54	39
122	4.08	3.01	3.17	2.58	39
124	4.19	3.10	3.25	2.65	39
126	4.30	3.10	3.34	2.71	39
128	4.41	3.25	3.42	2.78	39
130	4.52	3.22	3.51	2.85	39
132	4.63	3.19	3.60	2.92	39
134	4.74	3.20	3.68	2.99	39
136	4.85	3.45	3.77	3.06	39
138	4.97	3.31	3.86	3.14	39
140	5.09	3.44	3.95	3.21	39
142	5.21	3.50	4.05	3.29	39
144	5.33	3.41	4.15	3.36	39
146	5.45	3.38	4.24	3.43	39
148	5.57	3.36	4.33	3.50	39
150	5.69	3.75	4.43	3.58	39
152	5.82	3.61	4.53	3.65	38
154	5.94	3.72	4.63	3.73	38
156	6.07	3.50	4.73	3.81	38
158	6.20	3.62	4.83	3.88	38
160	6.32	3.69	4.94	3.95	38
162	6.45	3.96	5.04	4.04	38
164	6.59	3.95	5.14	4.13	38
166	6.73	3.91	5.25	4.21	38
168	6.86	3.85	5.36	4.28	38
170	7.00	3.91	5.48	4.36	38
172	7.13	4.12	5.59	4.44	38
174	7.28	4.04	5.71	4.52	38

**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
176	7.42	4.20	5.82	4.61	38
178	7.57	4.20	5.94	4.70	38
180	7.71	4.15	6.05	4.78	38
182	7.86	4.32	6.17	4.87	38
184	8.01	4.20	6.29	4.96	38
186	8.15	4.25	6.41	5.04	38
188	8.30	4.47	6.53	5.14	38
190	8.46	4.38	6.66	5.22	38
192	8.60	4.42	6.78	5.31	38
194	8.76	4.64	6.89	5.41	38
196	8.92	4.74	7.02	5.51	38
198	9.09	4.65	7.15	5.61	38
200	9.25	4.66	7.28	5.70	38
202	9.41	4.71	7.42	5.80	38
204	9.57	4.71	7.55	5.90	37
206	9.74	4.93	7.68	6.00	37
208	9.91	4.83	7.82	6.10	37
210	10.08	4.89	7.95	6.20	37
212	10.25	8.74	8.09	6.30	37
214	10.42	5.05	8.22	6.41	37
216	10.59	4.85	8.36	6.51	37
218	10.74	5.12	8.49	6.62	37
220	10.93	4.93	8.62	6.73	37
222	11.10	5.04	8.76	6.83	37
224	11.28	5.14	8.90	6.94	37
226	11.46	5.02	9.04	7.05	37
228	11.63	5.13	9.18	7.15	37
230	11.81	5.19	9.32	7.26	37
232	11.99	5.08	9.47	7.37	37
234	12.17	5.17	9.61	7.47	37
236	12.35	5.28	9.76	7.58	37
238	12.54	5.44	9.91	7.69	37
240	12.72	5.13	10.05	7.81	37
242	12.90	5.12	10.19	7.92	37
244	13.08	5.10	10.33	8.02	37
246	13.26	5.18	10.47	8.14	37
248	13.44	5.22	10.62	8.24	37
250	13.62	5.22	10.76	8.35	37
252	13.80	5.30	10.91	8.47	37
254	13.99	5.29	11.05	8.58	37
256	14.17	5.20	11.19	8.70	37
258	14.35	5.16	11.33	8.80	37
260	14.53	5.24	11.48	8.91	37

**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
262	14.71	5.22	11.63	9.01	37
264	14.89	5.27	11.78	9.12	37
266	15.07	5.42	11.92	9.23	37
268	15.26	5.39	12.07	9.35	37
270	15.45	5.48	12.22	9.46	37
272	15.64	5.52	12.37	9.58	37
274	15.83	5.55	12.52	9.71	37

## **ANEJO 4**

### **ENSAYO DE BOMBEO**

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad GALBARROS  
 N° Registro IPA 200960013  
 Profundidad Sondeo 275 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 464775  
 Y 4707254  
 Z 980 m

Fecha Ensayo 16 y 17 de mayo de 2005  
 Nivel estático inicial 107,37  
 Profund. Aspiración 205,50 m  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C  
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV  
 Alternador MERCATE

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia 4730143 m  
 Dirección (norte) 186 °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	3	27	27	173,60	66,23
2	1,75	1140	1113	68,07	1,84
3	2	1440	327	65,93	-2,14

**Síntesis litológica**

0-10 m Calizas recristalizadas, esparita, calizas dolomíticas y niveles aislados de micrita marrón. Cretácico superior.  
 10-20 m Caliza margosa con niveles esparíticos-dolomíticos. Cretácico superior.  
 20-39 m Caliza margosa marrón y biosparita con restos de foraminíferos. Cret. sup.  
 39-114 m Biosparita marrón clara con foraminíferos. Cretácico superior.  
 114-130 m Micrita marrón con niveles de biosparita marrón clara. Cretácico sup.  
 130-150 m Biosparita marrón clara con foraminíferos. Cretácico superior.  
 150-175 m Micrita con fósiles-biomícrita marrón (restos bivalvos). Cretácico sup.  
 175-185 m Caliza recristalizada gris oscura con restos de bivalvos. Cretácico sup.  
 185-196 m Caliza arenosa beig-amarillenta con restos de crinoideos y de equinidos.  
 196-235 m Biosparita gris (restos de bivalvos). Cretácico superior.  
 235-240 m Marga gris oscura muy plástica. Cretácico superior.  
 240-265 m Alternancia de margocalizas y calizas margosas gris oscuras. Cretácico sup.  
 265-275 m Alternancia de calizas y calizas margosas gris oscuras. Cretácico sup.

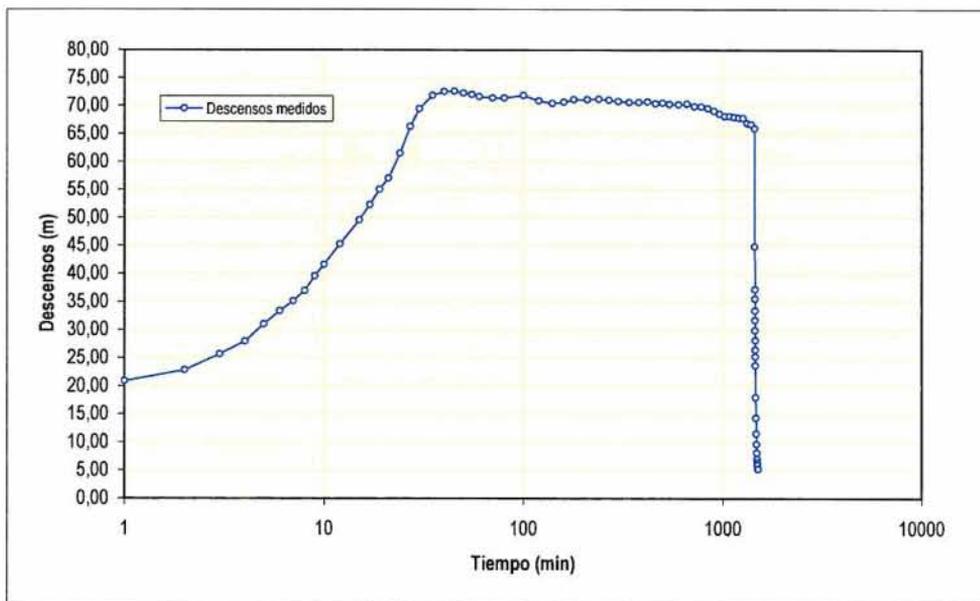
**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación	Entubación	Rejilla
0-6 m $\phi$ 315 mm	0-6 m $\phi$ 300 mm	166-172 m 4 mm
6-275 m $\phi$ 220 mm	0-275 m $\phi$ 180 mm	178-190 m 4 mm
		196-203 m 4 mm
		215-221 m 4 mm
		245-251 m 4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		

#####	0	107,37					
15:26	1	128,20	20,83			3	Agua turbia con espuma.
15:27	2	130,11	22,74			3	
15:28	3	133,00	25,63			3	Agua anaranjada (óxido de tubería)
15:29	4	135,30	27,93			3	Agua muy sucia (marrón muy oscura).
15:30	5	138,36	30,99			3	
15:31	6	140,69	33,32			3	
15:32	7	142,44	35,07			3	
15:33	8	144,30	36,93			3	Agua muy sucia (marrón muy oscura, como barro).
15:34	9	146,89	39,52			3	
15:35	10	148,95	41,58			3	
15:37	12	152,64	45,27			3	
15:40	15	156,88	49,51			3	
15:42	17	159,66	52,29			3	
15:44	19	162,35	54,98			3	
15:46	21	164,40	57,03			3	
15:49	24	168,80	61,43			3	
15:52	27	173,60	66,23			3	
15:55	30	176,80	69,43			1,75	
16:00	35	179,20	71,83			1,75	
16:05	40	179,88	72,51			1,75	
16:10	45	179,95	72,58			1,75	
16:15	50	179,60	72,23			1,75	
16:20	55	179,40	72,03			1,75	
16:25	60	179,00	71,63			1,75	
16:35	70	178,74	71,37			1,75	
16:45	80	178,78	71,41			1,75	
17:05	100	179,20	71,83			1,75	
17:25	120	178,24	70,87			1,75	
17:45	140	177,80	70,43			1,75	Agua muy sucia (marrón-anaranjada).
18:05	160	178,04	70,67			1,75	
18:25	180	178,47	71,10			1,75	Cond: 381µS pH: 7.46 T° 13.6° C
18:55	210	178,48	71,11			1,75	
19:25	240	178,51	71,14			1,75	
19:55	270	178,33	70,96			1,75	
20:25	300	178,13	70,76			1,75	
21:05	340	177,95	70,58			1,75	
21:45	380	177,97	70,60			1,75	
22:25	420	178,05	70,68			1,75	

23:05	460	177,73	70,36	1,75	
23:45	500	177,85	70,48	1,75	
0:25	540	177,63	70,26	1,75	
1:25	600	177,57	70,20	1,75	
2:25	660	177,67	70,30	1,75	
3:25	720	177,21	69,84	1,75	MUESTRA 2.Cond: 392 $\mu$ S pH: 7.6 T <sup>a</sup> 14.3 <sup>o</sup> C
4:25	780	177,13	69,76	1,75	
5:25	840	176,85	69,48	1,75	Agua turbia (anaranjada).
6:25	900	176,42	69,05	1,75	
7:25	960	175,90	68,53	1,75	
8:25	1020	175,47	68,10	1,75	
9:25	1080	175,44	68,07	1,75	
10:25	1140	175,26	67,89	2	Cond: 396 $\mu$ S pH: 7.46 T <sup>a</sup> 13.7 <sup>o</sup> C
11:25	1200	175,18	67,81	2	Agua turbia (anaranjada).
12:25	1260	175,08	67,71	2	
13:25	1320	174,17	66,80	2	13:00 horas.Cond: 399 $\mu$ S pH: 7.5 T <sup>a</sup> 14.3 <sup>o</sup> C
14:25	1380	174,03	66,66	2	
15:25	1440	173,30	65,93	2	MUESTRA 3.Cond: 399 $\mu$ S pH: 7.49 T <sup>a</sup> 13.9 <sup>o</sup> C
15:26	1441	152,18	44,81	0	
15:27	1442	144,53	37,16	0	
15:28	1443	142,85	35,48	0	
15:29	1444	140,75	33,38	0	
15:30	1445	139,02	31,65	0	
15:31	1446	137,20	29,83	0	
15:32	1447	135,44	28,07	0	
15:33	1448	133,77	26,40	0	
15:34	1449	132,55	25,18	0	
15:35	1450	130,98	23,61	0	
15:40	1455	125,27	17,90	0	
15:45	1460	121,66	14,29	0	
15:50	1465	118,83	11,46	0	
15:55	1470	116,97	9,60	0	
16:00	1475	115,40	8,03	0	
16:05	1480	114,32	6,95	0	
16:10	1485	113,69	6,32	0	
16:15	1490	113,24	5,87	0	
16:20	1495	112,61	5,24	0	
16:25	1500	112,48	5,11	0	





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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 17 de mayo de 2005	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.124.03	<b>POBLACIÓN:</b> GALBARROS	<b>PROF.:</b> 275 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b>	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b>	mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

### OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

#### **Ensayo de bombeo del sondeo de Galbarros MMA (200960013)**

El ensayo de bombeo comienza el 16 de mayo de 2005 a las 15:25 horas y se utilizó el equipo habitual (pitot), evacuando el agua al barranco. La bomba se situó a 205.50 m de profundidad.

Se hizo un ensayo escalonado. Se comenzó con un caudal de 3 l/s pero como el nivel descendía muy rápido a los 27 minutos se dejó caer el caudal hasta los 1.75 l/s (caudal mínimo para ese diafragma). Al principio, con este último caudal, el nivel siguió bajando pero más lentamente y después comenzó a recuperar. En el minuto 1140 del ensayo de bombeo el caudal que se extraía era de 2 l/s. Con este caudal el nivel se iba recuperando.

	<b>Tiempo</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	27 min	3	66.23
<b>Escalón 2</b>	1113 min	1.75	1.84
<b>Escalón 3</b>	300 min	2	-2.14

El nivel no llegó a estabilizarse en ningún momento del aforo. Al principio el agua comenzó saliendo turbia y con espuma, pero en seguida se volvió naranja (del óxido de las tuberías) y después marrón muy oscura (parecía barro). No empezó a aclarar hasta el minuto 840, en que se volvió turbia y de color anaranjado. Se mantuvo turbia hasta el final. La conductividad media del agua fue de 395  $\mu$ S, el pH de 7.5 y la temperatura de 14°C.

Tras 24 horas de ensayo de bombeo se realizó una hora de recuperación. Al final de la hora, de los casi 70 m que había descendido el nivel en todo el aforo únicamente quedaron por recuperar 5 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



FDO. ELENA GÓMEZ



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 2009-6-0013  
(09.124.003)**

**GALBARROS (BURGOS)**

CORREO

a.azcon@igme.es

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



## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Galbarros (Burgos), de 275 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

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

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

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

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

También está implementada la aproximación semilogarítmica de Jacob; el método de Theis para ensayos de recuperación; el método de Lee para ensayos escalonados; el método de Boulton, 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,  $(t_b+tr)/tr$ , 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 20-09 (168). Briviesca.
- Término municipal de Galbarros (Burgos). El sondeo se ubica a 1800 metros al ESE de la población, en partida Los Ulagares (figuras 1, 2 y 3 ).
- Referencia catastral. Polígono 509, Parcela 20201.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 465.843

Y: 4.708.311

Z: 1008 msnm.



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



Figura 3. Panorámica dirección norte (Fuente: Google Earth).

### **ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Bureba (09.024) definida sobre los afloramientos carbonatados, fundamentalmente cretácicos, del arco de Rojas-Sta. Casilda en la cuenca del Ebro. Tal como se muestra en la figura 4, parte importante de estos afloramientos corresponden a la cuenca del Duero, por lo que el límite meridional de la unidad es convencional, y se hace coincidir con la divisoria superficial Ebro-Duero, que a grandes rasgos se supone coincide con la divisoria hidrogeológica.

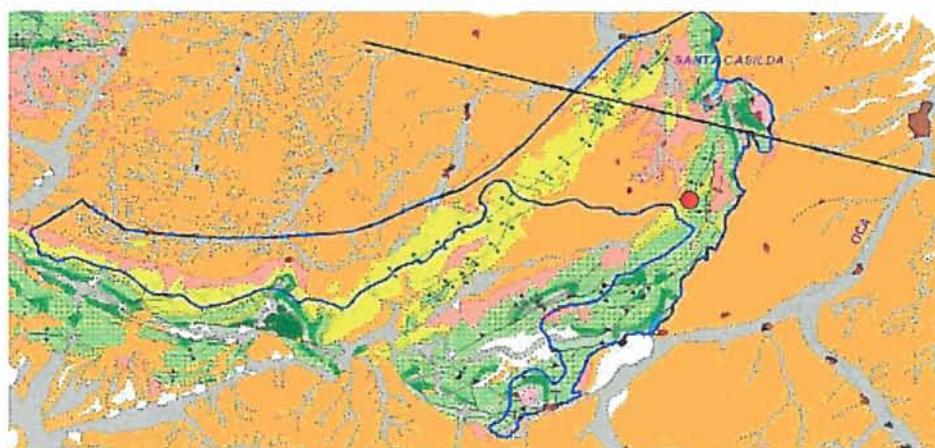


Figura 4. Masas de agua Subterránea de La Bureba

Las estructuras más características son la Franja Diapírica de Montorio-Santa Casilda, el anticlinal de Rojas, desarrollado sobre materiales del Cretácico superior, el anticlinal de Buezo, la cubeta terciaria de San Pedro, encerrada por ambos anticlinales, y el diapiro de Salinillas de Bureba. Completan esta estructura los pliegues NO-SE y los cabalgamientos del Cretácico superior de Alba sobre la cuenca del Duero.

Las formaciones acuíferas más importantes corresponden a los niveles carbonatados del Cretácico superior, formado por dos unidades calcáreas que pueden llegar a tener 450 m de

potencia: las calizas de la serie Turoniense – Santiense inferior, muy permeables por fisuración y carstificación y la serie calcárea del Santiense medio y superior, que constituye un nivel permeable por fisuración y carstificación de importancia regional. Ambos niveles están separados por una serie margosa del Santiense inferior y medio de unos 28 a 80 m de espesor. Las calizas y margas del Cenomaniense (250 m), de baja permeabilidad, definen el nivel de base del acuífero Turoniense-Santiense.

La recarga procede en su mayor parte de la infiltración de las lluvias caídas sobre la superficie permeable, por aportes diferidos a través de los conglomerados terciarios y, posiblemente también por transferencia lateral de otras unidades adyacentes, como la de Sedano -La Lora.

Las descargas significativas en la mitad meridional son las del manantial de San Indalecio sobre el río Oca, al sur de Villafranca-Montes de Oca, que drena conjuntamente 10 L/s de los dos acuíferos cretácicos a unos 970 m s.n.m. Más al norte, la estructura anticlinal de Buezo muestra varios puntos de drenaje: uno de ellos, Pozo Negro, se localiza a 861 m s.n.m. en las faldas del Santuario de Santa Casilda, donde el manantial de Pozo Blanco drena el acuífero Turoniense-Coniaciense, con unos 30 l/s.

En la estructura anticlinal de Rojas, representativa del acuífero del Santiense superior, destaca el manantial utilizado por la planta embotelladora de Aguas de Santolín, a unos 740 m s.n.m, con un caudal próximo a 10 l/s, regulado actualmente por un sondeo.

El piezómetro se encuentra situado en la estructura anticlinal de Buazo, en el sector oriental de la unidad y muy próximo a la divisoria Ebro-Duero.

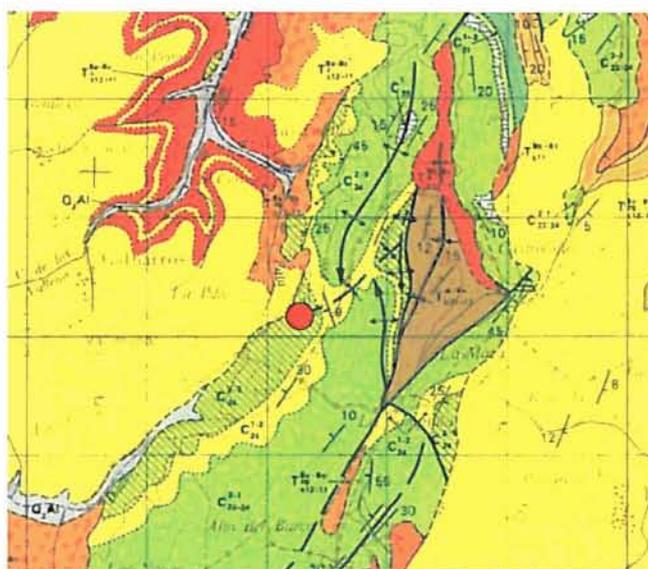


Figura 5. Situación del sondeo en la hoja nº 168 (Briviesca)

## INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

Según la cartografía MAGNA de la hoja nº 168 (Briviesca), el sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Santiense, constituidos por calizas y dolomías.



Hasta el metro 60, consisten en calizas peloidales y oolíticas con abundantes restos de Miliólidos (Lacazinas), que responden a la descripción de los materiales del Santoniense Inferior y Medio de la Fm. Hontoria del Pinar, (Floquet, 1991, García *et al.*, 2004 y Gil *et al.*, 2004). Los primeros 30 metros presentan abundantes calizas micríticas, más propias de zonas distales de esa formación. La serie atravesada entre 30 y 60 metros es más representativa.

Hasta el metro 156 se corta una serie de calizas bioclásticas, con texturas muy variables, a veces recristalizadas e intensamente dolomitizadas, con un contenido margoso variable, que se interpreta pertenecientes a la Fm. Calizas nodulosas de Hortezielos (Floquet, 1991) o Fm. Hortezielos (Gil *et al.*, 2004), de edad Coniaciense a Santoniense inferior. Entre 156 y 230 metros se atraviesa una serie formada por calizas bioclásticas que pueden atribuirse a la unidad denominada Fm. Calizas de Muñecas (Floquet 1991 y Gil *et al.*, 2004) de edad Turoniense superior-Coniaciense.

En el metro 230 se corta un significativo nivel de margas muy plásticas de la unidad de margas y calizas margosas bioclásticas de la Fm. Picofrentes (García *et al.*, 2004 y Gil *et al.*, 2004), del Turoniense inferior, en la cual pertenece la perforación hasta el final de la misma.

La columna atravesada ha sido la siguiente:

- 0-27 m: Calizas blancas y amarillentas con muy escasas dolomías anaranjadas
- 27-60 m: Calizas blancas..
- 60-85 m: Dolomías amarillentas con intercalaciones de calizas blanquecinas.
- 85-116 m: Calizas grises y dolomías.
- 116-145 m: Calizas amarillentas de texturas granosostenidas.
- 145-156 m: Calizas grises con escasas dolomías.
- 156-180 m: Calizas grises.
- 180-193 m: Calizas amarillentas y dolomías.
- 193-230 m: Calizas grises oscuras y dolomías grises.
- 230-242 m: Margas grises muy plásticas con intercalaciones de calizas margosas.
- 242-275 m: Dolomías, calizas y calizas margosas grises con eventuales niveles margosos.

El primer aporte de agua se detectó en el metro 127. La testificación geofísica del sondeo identificó los siguientes tramos con potencial productivo:

Tramos Productivos		Espesor m
Desde	Hasta	
166,0	169,0	3,0
171,5	174,5	3,0
181,0	186,5	5,5
195,5	199,0	3,5
201,0	205,0	4,0
218,0	220,0	2,0
221,0	223,0	2,0
244,0	245,0	1,0
248,5	250,0	1,5



El sondeo quedó entubado como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	4	Hierro	Ciega
0-166	180	4	Hierro	Ciega
166-172	180	4	Hierro	Filtro
172-178	180	4	Hierro	Ciega
178-190	180	4	Hierro	Filtro
190,196	180	4	Hierro	Ciega
196-203	180	4	Hierro	Filtro
203-215	180	4	Hierro	Ciega
215-221	180	4	Hierro	Filtro
221-245	180	4	Hierro	Ciega
245-251	180	4	Hierro	Filtro
251-275	180	4	Hierro	Ciega

Tras el acabado del sondeo, el nivel piezométrico se situó a 114,55 metros de profundidad, que representa una cota de 893 m.s.n.m, 33 metros superior que la de las surgencias del entorno del santuario de Santa Casilda, zona de descarga del anticlinal de Buazo, situadas a 3.700 m al NNE.

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

El ensayo comenzó el 16 de mayo de 2005, a las 15:25 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El agua se vertió terreno y el control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot.

La aspiración se situó a 205,5 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 100 KVA de 150 CV.

El ensayo se planificó como un bombeo escalonado con un caudal inicial de 3 L/seg. Dado que el descenso del nivel era muy importante, a los 27 minutos se redujo el caudal a 1,75 L/seg con lo que se atenuó el ritmo de descenso y poco después, en el minuto 40, comenzó a recuperar levemente, continuando con esa tendencia hasta el final de la prueba.

El caudal de bombeo se fue autoregulando y en el minuto 1140 era de 2 L/seg.

Tras 24 horas de bombeo, el nivel dinámico se situaba a 65,93 m de profundidad, sin indicios de estabilización. La recuperación se midió durante una 60 minutos, al cabo de la cual restaban 5,11 m para la total recuperación.

El agua salió muy sucia al principio. Hacia el minuto 840 comenzó a aclarar, tomando un color turbio anaranjado, que persistió hasta el final del bombeo. Durante el ensayo se recogió



muestras de agua para su posterior análisis y se midió “in situ” pH, conductividad y temperatura, con los siguientes resultados:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	pH
180	13,6	281	7,46
720	14,3	381	7,6
1140	13,7	396	7,46
1320	14,3	399	7,5
1440	13,9	399	7,49

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

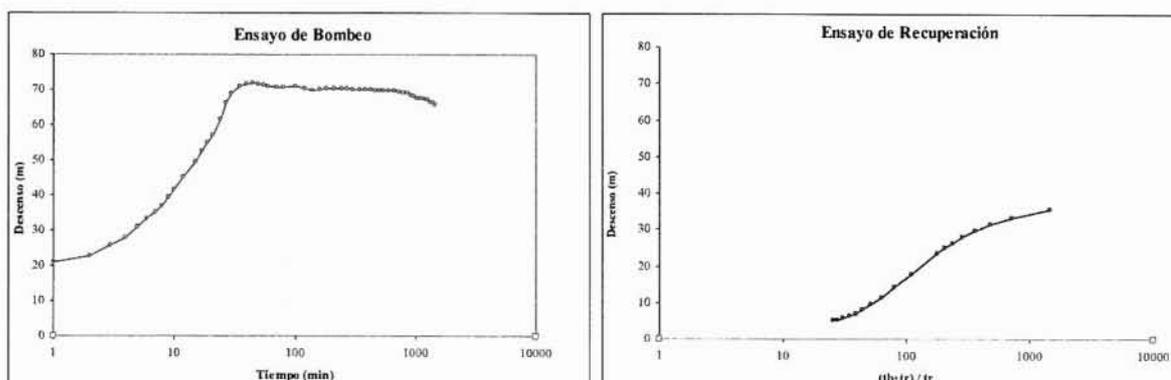


Figura 6 y 7. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

## INTERPRETACIÓN

### **Gráfico diagnóstico**

La representación de la derivada de los descensos con respecto a los tiempos es un indicador muy sensible de los cambios de pendiente existentes en la curva experimental obtenida en un ensayo de campo por lo que suministra información sobre las anomalías que afectan a la geometría del acuífero, del funcionamiento del acuífero, así como de la existencia de aportes externos, semiconfinamiento. En este caso concreto, lo anómalo del ensayo de bombeo, en continua recuperación gran parte del mismo, imposibilita un diagnóstico preciso del mismo.

El ensayo de bombeo se ha interpretado mediante se ha interpretado como acuífero confinado ilimitado. No obstante, se ha aplicado la aproximación semilogarítmica de Jacob, el método de superposición de Theis; método de recuperación de Theis y método directo mediante la solución de de Theis

### **Método Recuperación de Theis**

La transmisividad obtenida es de  $2,85 \text{ m}^2/\text{día}$  (figura 8). Al lado se representa la curva teórica simulada para ese valor de la transmisividad y un coeficiente de almacenamiento tanteado hasta conseguir la mejor calibración posible (figura 9).

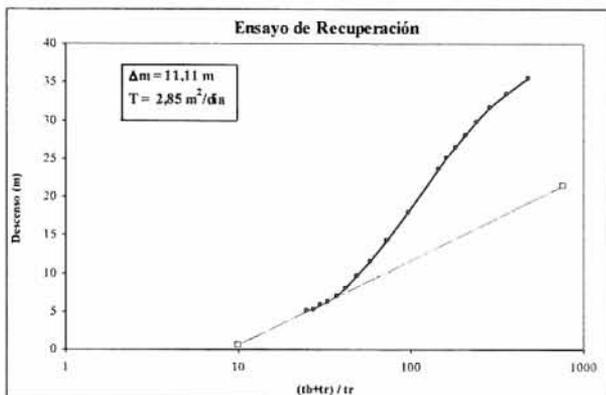


Figura 8

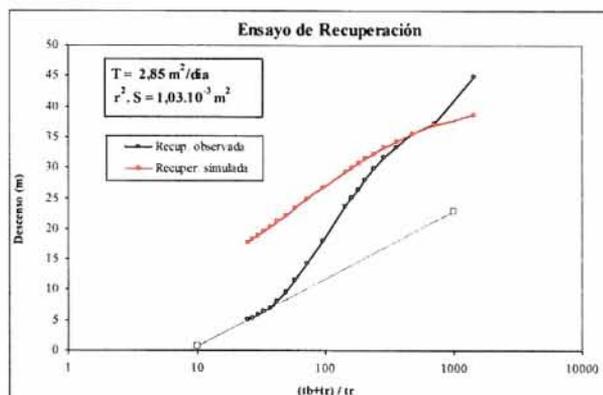


Figura 9

La calibración obtenida es insatisfactoria puesto que no reproduce satisfactoriamente la forma ni las pendientes de la curva experimental. El valor de  $r^2 \cdot S$  requerido implica un coeficiente de almacenamiento impropio de un acuífero confinado, lo que sugiere, que existe un fuente adicional de agua, sea semiconfinamiento o almacenamiento cárstico.

### Método directo (Solución de Theis)

La calibración mediante prueba-error con la solución de Theis (figuras 10 y 11) mejora el resultado obtenido mediante el método anterior, pero no son totalmente satisfactorios. El primer escalón del bombeo parece aceptablemente calibrado, pero no los siguientes y la recuperación de niveles en el mismo no consigue ser simulada. Ello parece sugerir que durante la fase inicial del ensayo el acuífero se comporta con mucha menor transmisividad que en los escalones posteriores.

En el ensayo de recuperación el ascenso de niveles es más rápido en la curva experimental que en la simulada, y sugiere un aporte adicional de agua, posiblemente por confinamiento.

No se detecta almacenamiento cárstico.

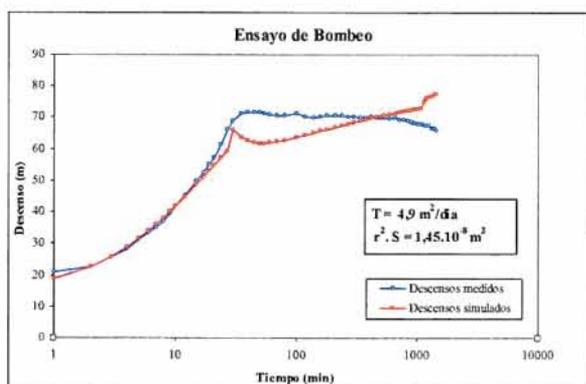


Figura 10

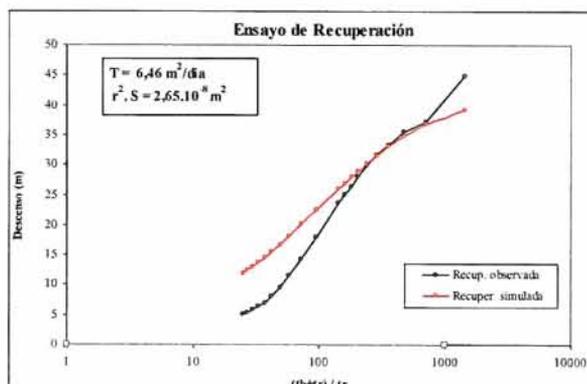


Figura 11



### Método directo (Solución de Hantush)

La calibración mediante prueba-error con la solución de Hantush mejora los resultados anteriores tanto en bombeo como recuperación. Se detecta alta sensibilidad a la variación de numerosos parámetros, como transmisividad,  $r/B$  y radio efectivo del pozo, por lo que a pesar que la calibración obtenida no es perfecta, pequeñas variaciones de los mismos desajustan extraordinariamente la calibración, por lo que se puede afirmar que el valor de los parámetros están realmente acotados.

El grado de semiconfinamiento es bajo -pero apreciable- como indica el valor de  $r/B$ .

No se ha detectado efectos de almacenamiento cárstico.

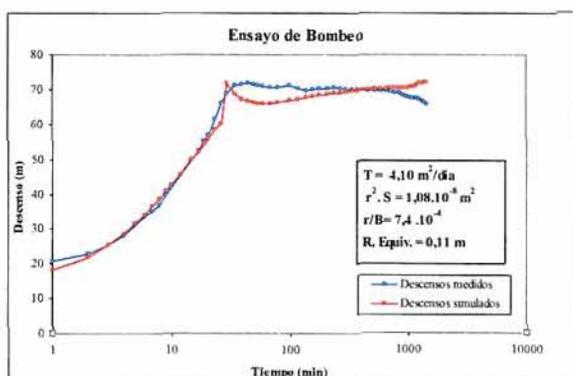


Figura 12

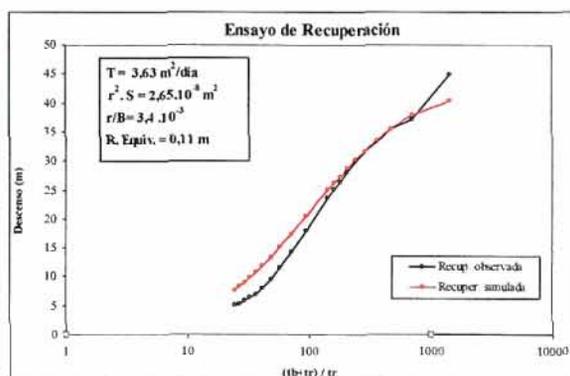


Figura 13

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Método de interpretación	Transmisividad m²/día	$r^2.S$ m²	$r/B$	R. Equiv. m	$\Delta h$ m
Aprox. Logarítmica (Recuperación Theis)	2,85	---	---	---	11,11
Simulación bombeo (Solución de Theis)	4,90	1,45E-08	---	---	---
Simulación recuperación (Solución de Theis)	6,45	2,65E-08	---	---	---
Simulación bombeo (Solución de Hantush)	4,10	8,91E-07	7,41E-04	---	---
Simulación recuperación (Solución de Hantush)	3,63	2,65E-08	3,39E-03	---	---

Se considera que los parámetros obtenidos mediante la simulación de la recuperación con la solución de Hantush es la más fiable. En consecuencia, se considera que los parámetros hidrogeológicos son:

$$T = 3,6 \text{ m}^2/\text{día.}$$

$$r^2.S = 8,9 \cdot 10^{-7}$$

$$r/B = 7,4 \cdot 10^{-4}$$



A destacar la alta sensibilidad de la calibración a la capacidad de almacenamiento del pozo, por lo que no es descartable que algunas de las irregularidades del ensayo pueda estar motivada por variaciones de escasa entidad del diámetro de la perforación en la zona de fluctuación del nivel dinámico.

ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: Galbarros (Burgos)  
Hoja MTN

20-09 (168) Briesca

Nº de inventario Pozo de bombeo: 2009-6-0013  
 Nº de inventario Piezómetro: -  
 Profundidad del sondeo: 275 m  
 Nivel estático: 107,37 m

Profundidad lecho Fm. acuífera (m): 235 m  
 Profundidad muro Fm acuífera (m): 30 m  
 Longitud del filtro (Screen length): 220 mm  
 φ perforación (annulus diameter): 180 mm  
 φ pantalla (casing diameter): 180 mm

Coordenadas sondeo: 465843 4708311 1008  
 Distancia del piezómetro: Poligono 509, Parcela 20201  
 Toponimia/Ref. Catastral: 16 de mayo de 2005  
 Fecha ensayo: CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV  
 Bomba: DEUSCH 100KVA 150 CV  
 Grupo: 205,5 m  
 Profundidad bomba:

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
15:25	0	0	107,37	0			
15:26	3	1	128,20	20,83			Agua turbia con espuma.
15:27	3	2	130,11	22,74			
15:28	3	3	133,00	25,63			Agua anaranjada (óxido de tubería)
15:29	3	4	135,30	27,93			Agua muy sucia (marrón muy oscura).
15:30	3	5	138,36	30,99			
15:31	3	6	140,69	33,32			
15:32	3	7	142,44	35,07			
15:33	3	8	144,30	36,93			Agua muy sucia (marrón muy oscura, como barro).
15:34	3	9	146,89	39,52			
15:35	3	10	148,95	41,58			
15:37	3	12	152,64	45,27			
15:40	3	15	156,88	49,51			
15:42	3	17	159,66	52,29			
15:44	3	19	162,35	54,98			
15:46	3	21	164,40	57,03			
15:49	3	24	168,80	61,43			
15:52	3	27	173,60	66,23			
15:55	1,75	30	176,80	69,43			
16:00	1,75	35	179,20	71,83			
16:05	1,75	40	179,88	72,51			
16:10	1,75	45	179,95	72,58			
16:15	1,75	50	179,60	72,23			
16:20	1,75	55	179,40	72,03			
16:25	1,75	60	179,00	71,63			
16:35	1,75	70	178,74	71,37			
16:45	1,75	80	178,78	71,41			
17:05	1,75	100	179,20	71,83			
17:25	1,75	120	178,24	70,87			
17:45	1,75	140	177,80	70,43			Agua muy sucia (marrón-anaranjada).
18:05	1,75	160	178,04	70,67			
18:25	1,75	180	178,47	71,10			Cond: 381µS pH: 7,46 Tª 13,6° C
18:55	1,75	210	178,48	71,11			
19:25	1,75	240	178,51	71,14			
19:55	1,75	270	178,33	70,96			
20:25	1,75	300	178,13	70,76			
21:05	1,75	340	177,95	70,58			
21:45	1,75	380	177,97	70,60			





Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
22:25	1,75	420	178,05	70,68			
23:05	1,75	460	177,73	70,36			
23:45	1,75	500	177,85	70,48			
0:25	1,75	540	177,63	70,26			
1:25	1,75	600	177,57	70,20			
2:25	1,75	660	177,67	70,30			
3:25	1,75	720	177,21	69,84			MUESTRA 2.Cond: 392 $\mu$ S pH: 7.6 T <sup>a</sup> 14.3° C
4:25	1,75	780	177,13	69,76			
5:25	1,75	840	176,85	69,48			Agua turbia (anaranjada).
6:25	1,75	900	176,42	69,05			
7:25	1,75	960	175,9	68,53			
8:25	1,75	1020	175,47	68,10			
9:25	1,75	1080	175,44	68,07			
10:25	2	1140	175,26	67,89			Cond: 396 $\mu$ S pH: 7.46 T <sup>a</sup> 13.7° C
11:25	2	1200	175,18	67,81			Agua turbia (anaranjada).
12:25	2	1260	175,08	67,71			
13:25	2	1320	174,17	66,80			13:00 horas.Cond: 399 $\mu$ S pH: 7.5 T <sup>a</sup> 14.3° C
14:25	2	1380	174,03	66,66			
15:25	2	1440	173,3	65,93			MUESTRA 3.Cond: 399 $\mu$ S pH: 7.49 T <sup>a</sup> 13.9° C
15:26	0	1441	152,18	44,81			
15:27	0	1442	144,53	37,16			
15:28	0	1443	142,85	35,48			
15:29	0	1444	140,75	33,38			
15:30	0	1445	139,02	31,65			
15:31	0	1446	137,2	29,83			
15:32	0	1447	135,44	28,07			
15:33	0	1448	133,77	26,40			
15:34	0	1449	132,55	25,18			
15:35	0	1450	130,98	23,61			
15:40	0	1455	125,27	17,90			
15:45	0	1460	121,66	14,29			
15:50	0	1465	118,83	11,46			
15:55	0	1470	116,97	9,60			
16:00	0	1475	115,4	8,03			
16:05	0	1480	114,32	6,95			
16:10	0	1485	113,69	6,32			
16:15	0	1490	113,24	5,87			
16:20	0	1495	112,61	5,24			
16:25	0	1500	112,48	5,11			

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17 - 1º 30006 MURCIA  
Tel: 968 210 026 Fax: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. España, s/n Polig. Ind. Soto 2004  
30150 LORQUÍ (MURCIA)  
Tel: 968 691 711 Fax: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **CONTROL Y GEOLOGÍA S.A. (CYGSA)**

**BALTASAR GRACIÁN N° 11 1º CENTRO  
50005 ZARAGOZA**

Denominación de la muestra: **GALBARROS 124-03.-**

UTM-X:  
UTM-Y:

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

Fecha de muestreo: **21/10/2004** Hora: Fecha de recepción: **05/11/2004** Fecha de análisis: **17/11/2004**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>376</b> µ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH .....	<b>7,67</b> ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>5,00</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>11,09</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>219,41</b> mg/l	Acidimetría, con amoníaco de sodio (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>9,36</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. NTRA)
SODIO.....	<b>12,79</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NAKA)
MAGNESIO.....	<b>7,51</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	<b>71,55</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	<b>3,80</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NAKA)
NITRITOS.....	<b>0,08</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. NITD)
AMONIO.....	<b>0,12</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO .....	<b>0,05</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCILO .....	<b>3,08</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,01</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,05</b> mg/l	Espectrofotometría de absorbión (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, 22 de noviembre de 2004**

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

Fdo. Susana Ayllés Espinosa  
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 BUREAU VERITAS, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000

N° Registro: CAA/GE- 2.738 - 04

Página 1 de 1



## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	5,00	0,14	3,42
SULFATOS.....	11,09	0,23	5,61
BICARBONATOS.....	219,41	3,60	87,31
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	9,36	0,15	3,67
SODIO.....	12,79	0,56	11,49
MAGNESIO.....	7,51	0,62	12,76
CALCIO.....	71,55	3,57	73,74
POTASIO.....	3,80	0,10	2,01

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	343,90 mg/l
CO2 libre.....	7,47 mg/l
Dureza total.....	20,96 ° Francés
Dureza total.....	209,59 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente.....	29,74 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	179,95 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	179,95 mg/l de CO3Ca

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

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,10
rNa+rK/rCa+rMg.....	0,16
rNa/rK.....	5,72
rNa/rCa.....	0,16
rCa/rMg.....	5,78
rCl/rHCO3.....	0,04
rSO4/rCl.....	1,64
rMg/rCa.....	0,17
i.c.b.....	-3,63
i.d.d.....	-0,13

Nº Registro: CAA/GE- 2.738 - 04

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

LABORATORIO: Avda Europa s/n. Polig. Ind. Base 2000  
30564 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, 3°.  
30004 MURCIA

Denominación  
de la muestra:

09.124.03. GALLARROS.-

UTM-X:  
UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL

Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 - PET 130 ml.

Fecha de muestreo: 22/10/2004

Hora:

Fecha de recepción: 03/11/2004

Fecha de análisis: 16/11/2004

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA	
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	388	μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,67	ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	7,86	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	12,44	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	228,19	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	7,42	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	14,67	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	7,11	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	74,78	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	4,51	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	2,08	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,55	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO .....	0,49	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	3,33	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,01	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,06	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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

miércoles, 17 de noviembre de 2004

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 Espiñero  
Lcda. en Ciencias Químicas  
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.  
dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad  
CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los  
requisitos de la norma ISO 9001:2000.

Nº Registro: CAA/GE-2.678-04

Página 1 de 1

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17, 1º. 30005 MURCIA  
 Tel.: 968 213 928 Fax.: 968 210 948

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n. Políg. Ind. Base 2000  
 30664 LORQUÍ (MURCIA)  
 Tel.: 968 893 711 Fax.: 968 890 881

# CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)**  
**BALTASAR GRACIÁN N° 11 1º CENTRO**  
**50005 ZARAGOZA**

Denominación de la muestra: **GALBARROS.-**

UTM-X:  
 UTM-Y:

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

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **17/05/2005** Hora **3:25** Fecha recepción **27/05/2005** Inicio análisis **27/05/2005** Fin análisis **08/06/2005**

CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>379</b>	µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,69</b>	ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>5,02</b>	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>6,42</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>246,99</b>	mg/l	Acidimetría, con enarrajado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b>	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>34,78</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>3,20</b>	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>22,33</b>	mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>66,44</b>	mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>1,13</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>0,14</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,00</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	<b>3,16</b>	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>5,08</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,01</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	<b>0,00</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

### Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.-----  
 Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.-----  
 Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (10-013).-----

**miércoles, 15 de junio de 2005**

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

Fdo.: **Susana Avilés Espiñeiro**  
 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.

N° Registro: CAA/GE-1.276-05

Página 1 de 1



## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	5,02	0,14	2,90
SULFATOS.....	6,42	0,13	2,74
BICARBONATOS.....	246,99	4,05	82,88
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	34,78	0,56	11,48
SODIO.....	3,20	0,14	2,62
MAGNESIO.....	22,33	1,84	34,53
CALCIO.....	66,44	3,32	62,31
POTASIO.....	1,13	0,03	0,54

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	394,70 mg/l
CO2 libre.....	8,03 mg/l
Dureza total.....	25,79 ° Francés
Dureza total.....	257,86 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente.....	55,40 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	202,57 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	202,57 mg/l de CO3Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,07
$rNa+rK/rCa+rMg$ .....	0,03
$rNa/rK$ .....	4,82
$rNa/rCa$ .....	0,04
$rCa/rMg$ .....	1,80
$rCl/rHCO_3$ .....	0,03
$rSO_4/rCl$ .....	0,94
$rMg/rCa$ .....	0,55
i.c.b.....	-0,19
i.d.d.....	-0,01

N° Registro: CAA/GE- 1.276 - 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  
30564 LORQUÍ (MURCIA)  
Tel 968 693 711 Fax 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



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

**PLATERÍA, 6, 3°.**  
**30004 MURCIA**

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

UTM-X:  
UTM-Y:

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

Fecha muestreo **17/05/2005** Hora Fecha recepción **06/06/2005** Inicio análisis **06/06/2005** Fin análisis **16/06/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>374</b> μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,66</b> ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>5,73</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>4,63</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>255,77</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>10,14</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>2,25</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>19,42</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>69,65</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>0,92</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)
FOSFATO .....	<b>1,15</b> mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>5,13</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,06</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).-----

**martes, 21 de junio de 2005**

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

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



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

Tipo: SÓNDEO Fuente de información: CHE (OPH)  
 Mapa 1:50.000 (2009) BRIVIESCA UTMX: 465843 UTM Y: 470051 COTA: 1008  
 Provincia: BURGOS Municipio: GALBARROS  
 Localidad: Paraje: GALBARROS MMA ARROYO DEL DIABLO 09124 01  
 Dominio Hidrológico: Vasco - Cantábrico Unidad: Dureña  
 Acuífero:CRETACICO superior Masa Subterránea A: BUREBA Masa Subterránea B:  
 Acuífero:CRETACICO superior Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT  
 Río: SANTA CASILDA Cuenca: EBR0  
 Observaciones: SÓNDEO RED MMAM



200901GalbarrosMMAentorno (15/06/2005)

Nº	Realización	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA		29/01/2003		
52	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	10/08/2008		Angel Arantegui. Red MMA.

**PERFORACIÓN**

Contratista: PERFORACIONES GENERALES SUAREZ S.L (MURROTEC-SACYR) Año: 2004  
 Tipo perforación: BIODIFUSIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 275  
 Observaciones: La perforación comenzó el 13/10/2004 y finalizó el 22/10/2004

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	6	315
6	275	220

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metálica ciega	CEMENTACION
6	166	180	4	Metálica ciega	
166	172	180	4	Metálica puñocillo	
172	178	180	4	Metálica ciega	
178	190	180	4	Metálica puñocillo	
190	196	180	4	Metálica ciega	
196	203	180	4	Metálica puñocillo	
203	215	180	4	Metálica ciega	
215	221	180	4	Metálica puñocillo	
221	245	180	4	Metálica ciega	
245	251	180	4	Metálica puñocillo	
251	275	180	4	Metálica ciega	

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
28/03/2008	TV
21/10/2004	Temperatura
21/10/2004	Conductividad
21/10/2004	Resistividad
21/10/2004	Pot. Espontánea
21/10/2004	Gama natural
21/10/2004	Inclinación

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	10	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS RECRISTALIZADAS MARRÓN-CREMA, ESPARITAS, CALIZAS DOLOMITICAS Y NIVELES AISLADOS DE MICRITA MARRÓN.				
10	20	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZA MARGOSA MARRÓN CON NIVELES ESPARITICOS-DOLOMITICOS MARRONES CLAROS				
20	39	CALIZAS MARGOSAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZA MARGOSA MARRÓN Y BIOSPARITA CON RESTOS DE FORAMINIFEROS (MILÍOLIDOS) APARECEN ALGUNOS CRISTALES DE CALIZA DOLOMITICA				
39	114	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: BIOSPARITA MARRÓN CLARA (FORAMINIFEROS) CON ALGUN NIVEL DE CALIZA DOLOMITICA Y MICRITA				
114	150	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: MICRITA MARRÓN CON NIVELES DE BIOSPARITA MARRÓN CLARA				
150	150	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: BIOSPARITA MARRÓN CLARA (FORAMINIFEROS) CON ALGUN NIVEL DE CALIZA DOLOMITICA Y MICRITA				
150	175	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: MICRITA CON FÓSILES-BIOMICRITA MARRÓN (RESTOS DE BIVALVOS)				
175	185	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: CALIZA RECRISTALIZADA GRIS OSCURA CON RESTOS DE BIVALVOS				
185	196	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: CALIZA ARENOSA BEIG-AMARILLENTO CON RESTOS DE CRINOIDEOS Y DE EQUÍNIDOS				
196	235	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: BIOSPARITA GRIS (RESTOS DE BIVALVOS)				
235	240	MARGAS	CRETACICO SUPERIOR	
Observaciones: MARGA GRIS OSCURA MUY PLASTICA				
240	265	CALIZAS MARGOSAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: ALTERNANCIA DE MARGO/CALIZAS Y CALIZAS MARGOSAS GRIS OSCURAS				
265	275	CALIZAS	CRETACICO SUPERIOR	ACUIFERO
Observaciones: ALTERNANCIA DE CALIZAS Y CALIZAS MARGOSAS GRIS OSCURAS				

**EQUIPO INSTALADO**

Fecha	Tipo Bomba	Tipo Motor	Potencia (C.V.)	Q instantáneo (l/s)	Días de extracción	Equipo/Depósito/Tratam.	Prof. Bomba (m)	Tubería Pieza.	Cantador
01/01/2004						No			

**ENSAYOS DE BOMBEO**

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m <sup>2</sup> /d)	S	Fuente Información
17/05/2005	2	175.44	2.14	0.3			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 205,50 m., Bomba CAPRARI 6" E65 54/20 50 CV							
16/09/2005	1.75	173.6	-1.84	0.3			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 205,50 m., Bomba CAPRARI 6" E65 54/20 50 CV							
16/05/2005	3	107.37	-66.23	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración = 205,50 m., Bomba CAPRARI 6" E65 54/20 50 CV							

**PIEZOHIDROMETRIA**

Nº de medidas		Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
34		114.95	97	17.95	111.19/2	4.172

Fecha muestra	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
05/08/2008	109.6		89.4		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
05/08/2008	109.6		89.4		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0
Observaciones:									
05/07/2008	105.74		90.26		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/07/2008	103.71		90.26		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0
Observaciones:									
10/06/2008	97		911		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/06/2008	97		911		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0
Observaciones:									
07/05/2008	107.70		900.24		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
07/05/2008	107.70		900.24		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0
Observaciones:									
10/04/2008	111.17		896.83		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/04/2008	111.17		896.83		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)		0
Observaciones:									
04/12/2007					No Medida		CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Sonda seca. Solo hasta unos 120 metros de sonda									
04/12/2007					No Medida		CHE (OPH)		0
Observaciones: Sonda seca. Solo hasta unos 120 metros de sonda									
03/08/2007					No Medida		CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Se tiró 250 m de sonda y sale seca									
03/04/2007					No Medida		CHE (OPH)		0
Observaciones: Se tiró 250 m de sonda y sale seca									
17/07/2007					No Medida		CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Más de 200 m. La sonda salió seca									
17/07/2007					No Medida		CHE (OPH)		0
Observaciones: Más de 200 m. La sonda salió seca									
23/08/2007					No Medida		CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: A pesar de lo anómalo de la medida se comprobó, la sonda salió seca, sin muros ni enganchos, el pitido fue claro. ???									
23/08/2007					No Medida		CHE (OPH)		0
Observaciones: A pesar de lo anómalo de la medida se comprobó, la sonda salió seca, sin muros ni enganchos, el pitido fue claro. ???									





Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
16.05.2005	143.95	3		859.05	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	148.95	3		859.05	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	146.89	3		861.11	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	146.89	3		861.11	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	144.3	3		863.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua muy sucia (manón muy oscura, como barro). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	144.3	3		863.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua muy sucia (manón muy oscura, como barro). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	142.44	3		865.56	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	142.44	3		865.56	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	140.69	3		867.33	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	140.69	3		867.33	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	138.36	3		869.64	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	138.36	3		869.64	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	133.3	3		872.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua muy sucia (manón muy oscura). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	133.3	3		872.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua muy sucia (manón muy oscura). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	133	3		875	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua amarillada (olor de tubería). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	133	3		875	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua amarillada (olor de tubería). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	130.11	3		877.89	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	130.11	3		877.89	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	128.2	3		879.8	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua turbia con espuma. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	128.2	3		879.8	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Agua turbia con espuma. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	107.37	0		900.63	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
16.05.2005	107.37	0		900.63	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
09.05.2005	107.7			900.3	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
09.05.2005	107.7			900.3	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19.04.2005	107.72			900.78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19.04.2005	107.72			900.78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17.03.2005	106.71			901.29	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17.03.2005	106.71			901.29	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
22.02.2005					Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> No medible, no cambia por nuevo									
22.02.2005					Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> No medible, no cambia por nuevo									
19.01.2005	108.13			899.87	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19.01.2005	108.13			899.87	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21.12.2004					Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> NO MEDIBLE									
21.12.2004					Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b> NO MEDIBLE									
17.11.2004	111.89			896.11	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17.11.2004	111.89			896.11	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
25.10.2004	114.36				Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21.10.2004	114.55				Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRO'CAL	0
<b>Observaciones:</b>									

**HIDROQUÍMICA**

Fecha muestro	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l mg/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo /ah.	Ph campo /ah.	Error %	Fuente Info.
20.10.2004	0.1478	0.231	3.5009	0.151	0.3551	0.4207	3.5686	0.0072	598	10.1203	7.7	Proyecto de construcción de sondos e instalación de la red oficial de control de aguas subterráneas de la cuenca del Ebro (09.320.030.211)
	3	11.09	219.41	0.36	22.79	7.37	71.53	3.8	376	7.7		

Fecha muestro	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l mg/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo /ah.	Ph campo /ah.	Error %	Fuente Info.
20.10.2004	0.2211	0.2592	3.7408	0.1107	0.6378	0.5870	3.7207	0.1153	598	10.4997	7.7	Proyecto de construcción de sondos e instalación de la red oficial de control de aguas subterráneas de la cuenca del Ebro (09.320.030.211)
	7.36	12.44	228.19	0.42	14.07	7.31	47.98	4.33	388	7.7		

**OTRAS FOTOS**



GabanoN (23/10/2004)



GalbarrosS (23/10/2004)



GalbarrosS2 (23/10/2004)



GalbFinalizado (17/11/2004)



2009613GalbarrosSMAA (15/06/2005)



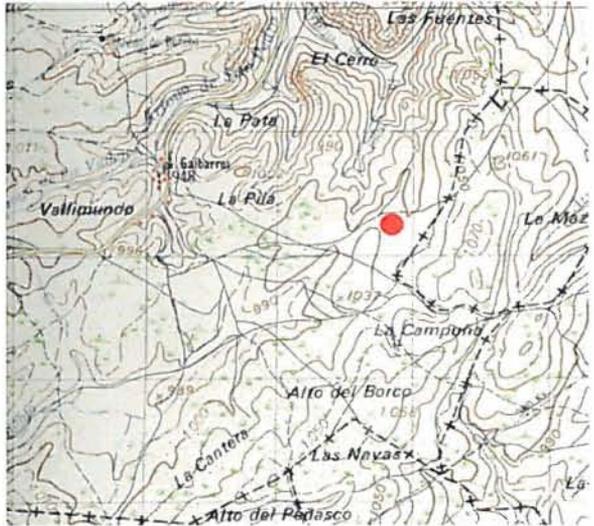
2009613GalbarrosSMAbis (15/06/2005)

## FICHA DE PIEZÓMETRO

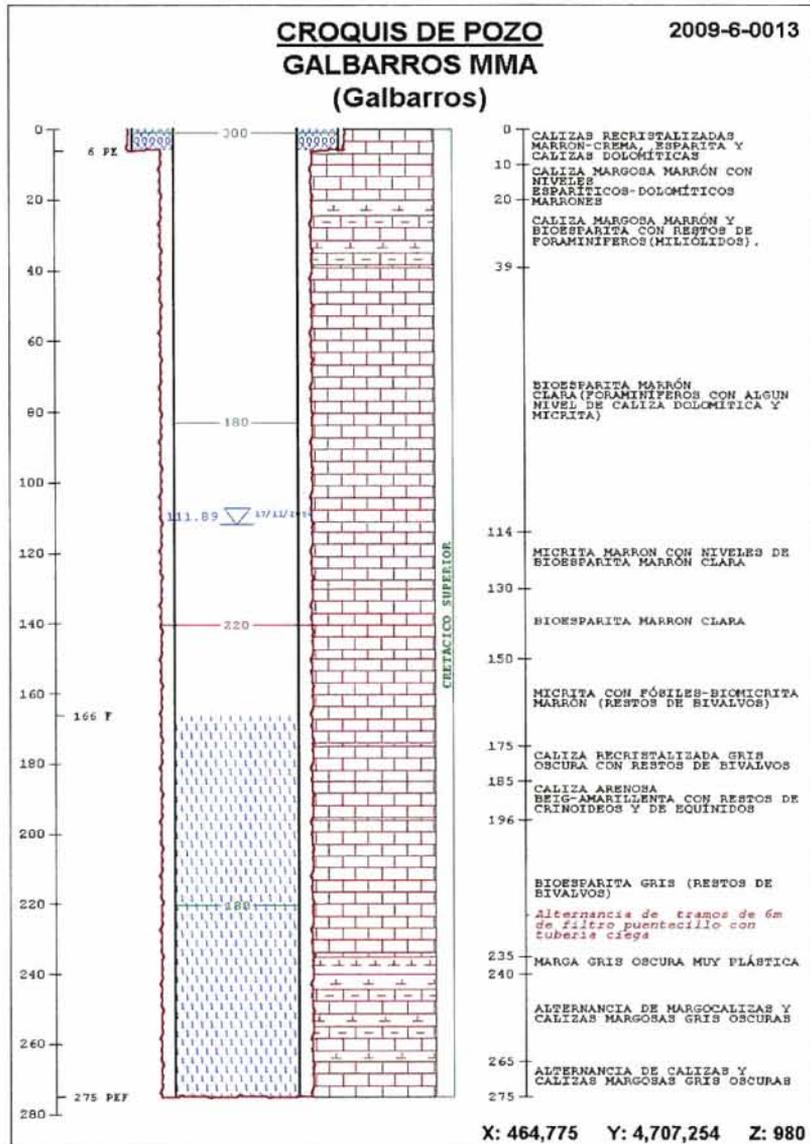
TOPONIMIA		GALBARROS MMA. ARROYO DEL DIABLO.			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.124.03	
CÓDIGO IPA		200960013	N° MTN 1:50.000 2009	MUNICIPIO GALBARROS		PROVINCIA BURGOS		
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		024   BUREBA						
U. HIDROGEOLOGÍCA		124   La Bureba (Dominio 1 Pirenaico Vasco-Cantabrico)						
ACUÍFERO(S)		024-03 Cretácico Superior						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	465843	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		BROCAL
	Y	4708311						
COTA DEL SUELO msnm	Z	1008	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		509			PARCELA		20201	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Galbarros						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						263		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	6	315	0	6	300	Metálica	166	172	Puentecillo	0	2		
6	275	220	0	166	180	Metálica	178	190	Puentecillo	4	6		
			172	178	180	Metálica	196	203	Puentecillo				
			190	196	180	Metálica	215	221	Puentecillo				
			203	215	180	Metálica	245	251	Puentecillo				
			221	245	180	Metálica							
			251	275	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	12/10/2004
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN	
<p>MAPA TOPOGRÁFICO 1 50.000</p> 	<p>FOTO AÉREA</p> 

**CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA**



**FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE**

