



## **INFORME PIEZÓMETRO DE BIESCAS - SALVATIERRA DE ESCA: 09.205.01**



## **ÍNDICE**

### **1. PROYECTO**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

### **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **11. HIDROQUÍMICA**

### **12. CONCLUSIONES**

## **ANEJOS**

**ANEJO 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 proyectado por la imposibilidad de realizar un control hidrológico de todos los drenajes que se producen al río Esca en la zona Salvatierra de Esca.

La masa de agua subterránea se emplaza en la zona de contacto entre el dominio Pirenaico del sinclinal de Jaca – Pamplona y la Depresión del Ebro y engloba las últimas escamas aflorantes de los mantos de cabalgamiento pirenaicos. El sondeo se emboquilla en las facies turbidíticas del Eoceno para alcanzar las Calizas, dolomías, calcarenitas y calizas margosas del acuífero 31.02 Paleoceno – Eoceno (Formación Guara) a los 25 m de perforación. El sondeo se encuentra en la zona de tránsito hacia las próximas descargas de Salvatierra de Esca donde existen varias surgencias asociadas al de contacto entre el acuífero Paleoceno – Eoceno medio y el flysch. La más significativa, el manantial del lavadero (Nº IPA 270870006) muestra un comportamiento notablemente cárstico, con un caudal muy irregular que oscila entre mínimos del orden de 1 l/s a puntas por encima de 350 l/s.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro se sitúa dentro del término municipal de Salvatierra de Esca.

A este emplazamiento se accede desde el municipio de Salvatierra, cogiendo el desvío a Lorbes. A aproximadamente 1 km del desvío, a la derecha, al lado del río, se sitúa el piezómetro. Las coordenadas del punto son:

X= 664.618

Y= 4.725.890

Z= 570 msnm



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Salvatierra de Esca sobre la GIS - OLEÍCOLA

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Terciario correspondientes al flysch eoceno E(f), según la Cartografía Geológica de las hojas 175 y 143 (Fig.2). Sin embargo, de acuerdo con la hipótesis de Robador (2005), la observación de las muestras sugiere que esta unidad incluirá las margas del flysch así como las margas y calizas de la Fm. Millares o Burgui, del Ilerdiense. Estas últimas se disponen de manera concordante sobre los Paleocenos y Cretácicos que afloran en las cercanías del Río Esca y a lo largo de la carretera de Sigües a Salvatierra de Esca.

La estructura se corresponde con un ligero de dirección NO-SE, en el que los materiales del Eoceno se encuentran en el flanco norte del mismo, dentro de una serie replegada en pliegues de orden menor y con un buzamiento de unos 30° a 60° hacia el NE.

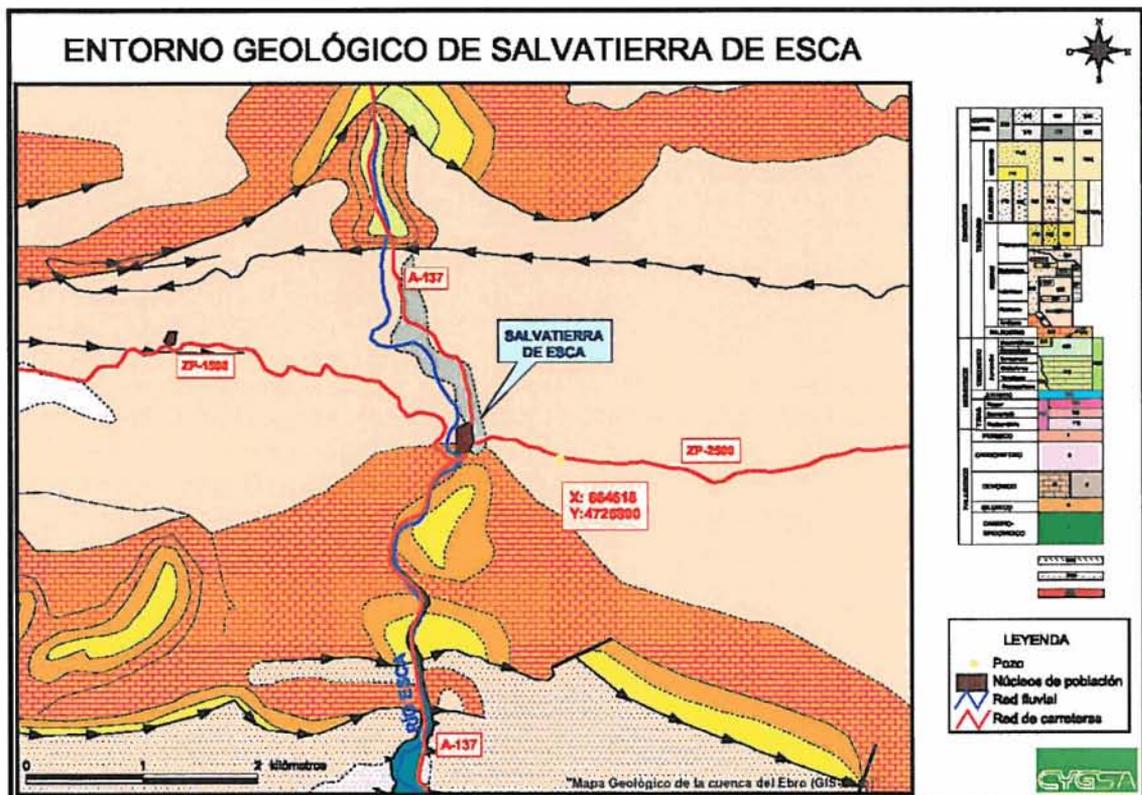


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Salvatierra

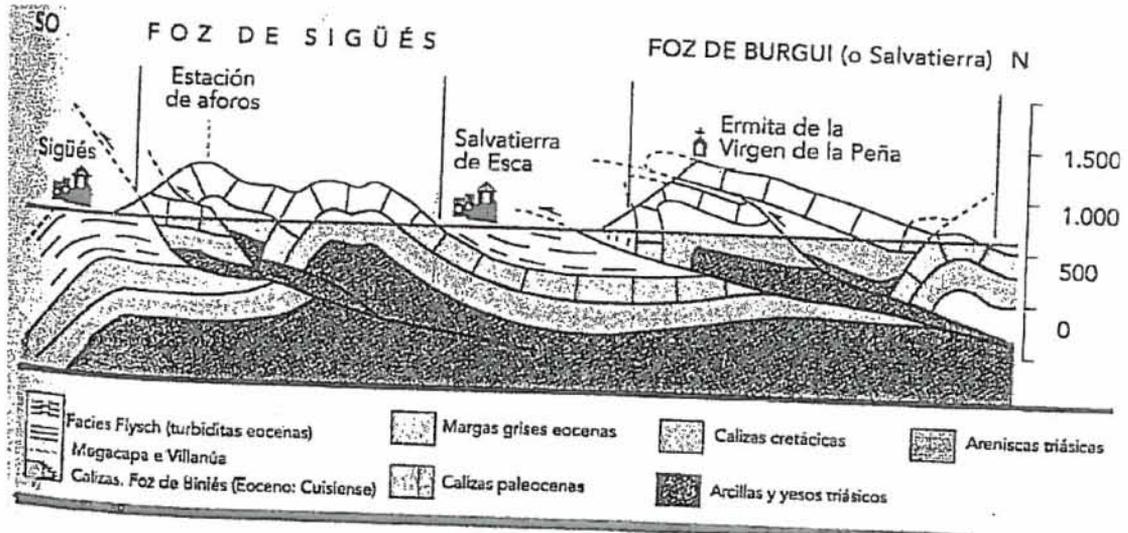


Figura 3. Corte geológico del piezómetro de Salvierra de Esca

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 2 "Dominio pirenaico del Sinclinal Jaca – Pamplona". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frente de Gavarnie), los ríos Arga y Cinca por el oeste y este respectivamente, y por el límite de los afloramientos permeables sobre la divisoria de la cuenca, al norte. Viene a corresponder con la cuenca turbidítica de Jaca y con las dos alineaciones montañosas que separa, al norte las sierras interiores pirenaicas: Ezcaurri, Telera, Tendeñera, Monte Perdido; al sur las sierras exteriores: Santo Domingo, Gratal, Gabardiella, Guara. También son las rocas carbonatadas del Cretácico superior, y en especial del Eoceno, las que dan lugar al establecimiento de los principales acuíferos de este Dominio. En los trabajos del ITGE este ámbito se venía denominando como Sistema Acuífero 67 (Sinclinal de Jaca y calizas eocenas de borde).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 203 "Sierra de Leyre", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.031 también denominada "Sierra de Leyre", y el acuífero a controlar son las calizas de edad Paleoceno. Se trata de un acuífero mixto.

Esta masa de agua, 090.031, está formada por acuíferos de los tipos aluvial y carbonatado, de naturaleza predominantemente libre. Los acuíferos están formados por calizas y dolomías del Cretácico superior y Paleoceno-Eoceno inferior, con un espesor de 200-250 m; megacapas carbonáticas de las facies turbidíticas del Eoceno (17-100 m) y coluviales y aluviales cuaternarios. Los acuíferos afloran en dos bandas alargadas asociadas a dos láminas cabalgantes de dirección E-O. La recarga de la masa de agua se produce por infiltración del agua de lluvia y, probablemente por transferencia subterránea desde los afloramientos situados al N, Alto Irati y Ezcurre-Peña Telera. Mientras, la descarga natural se da, fundamentalmente, por salidas directas a los cauces de los ríos Esca, Salazar, Irati y Veral. Además hay descargas puntuales a través de los manantiales de Benasa y de la foz de Arbayún.

El piezómetro se encuentra situado sobre una escama de calbagamiento. Toda esta zona es tectónicamente compleja y está constituida por una serie de calbagamientos con vergencia sur, cuyo nivel de despegue se localiza en la base de las calizas cretácicas. La megacapa Paleocena, donde se sitúa el acuífero a controlar, ha quedado cubierta, en este emplazamiento, por margas de edad Eoceno y por depósitos aluviales, Cuaternarios.

(Entorno geológico y corte geológico del entorno pueden consultarse en figuras 2 y 3 respectivamente.)

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSIÓN SEGOQUI – 1900 y dos compresores INGERSOLL.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación se inició el 25 de mayo de 2005 a las 12:00 horas y se terminó el 26 de mayo de 2005 a las 17:45 horas.

Se realizó un emboquille de 9,5 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Desde los 9,5 metros de profundidad hasta los 203 metros se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. A los 12 metros se tocó el nivel y el aporte de agua va aumentando progresivamente hasta alcanzar aproximadamente los 15 l/s a los 25-30 m de profundidad. Sobre los 190 metros de profundidad el caudal aumenta de forma brusca, a más de 20 l/s, disminuyendo la velocidad de avance de la perforación. La velocidad media de avance durante la perforación fue de unos 25 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:

0-7 m	Aluvial. Grava limo arcillosa gris.
7-25 m	Margocaliza gris clara con pequeños niveles de marga.
25-203 m	Alternancia de caliza gris oscura, caliza margosa y calcarenita con pequeños niveles de calcita. A partir de los 160-170 m de profundidad se aprecia claramente un olor fétido.

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 9 m.- Cuaternario.

De 9 m a 24 m.- "Flysch". Cuisiense.

De 24 m a 203 m.- Fm Mentils o Fm Burgui. Eoceno inferior (Ilerdiense-Cuisiense Inferior)

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realiza el día 27 de mayo de 2005. 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 que, a grandes rasgos, se sitúan aproximadamente a 25, 45, 50, 63, 85 y 173 m de profundidad.

El nivel estático se sitúa a unos 17 metros de profundidad.

La distancia máxima de desviación con la vertical a los 200 m de profundidad fue de 9,61 metros. El acimut mantiene una media aproximada de 300°. El sondeo comienza a desviarse desde los primeros metros hasta el metro 30, que alcanza los 3° y los mantiene hasta el final del sondeo.

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

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

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

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-9,5	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-25	180	4	Acero al carbono	Ciega
25-31	180	4	Acero al carbono	Puente
31-37	180	4	Acero al carbono	Ciega
37-49	180	4	Acero al carbono	Puente
49-61	180	4	Acero al carbono	Ciega
61-67	180	4	Acero al carbono	Puente
67-79	180	4	Acero al carbono	Ciega
79-85	180	4	Acero al carbono	Puente
85-173	180	4	Acero al carbono	Ciega
173-179	180	4	Acero al carbono	Puente
179-203	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.

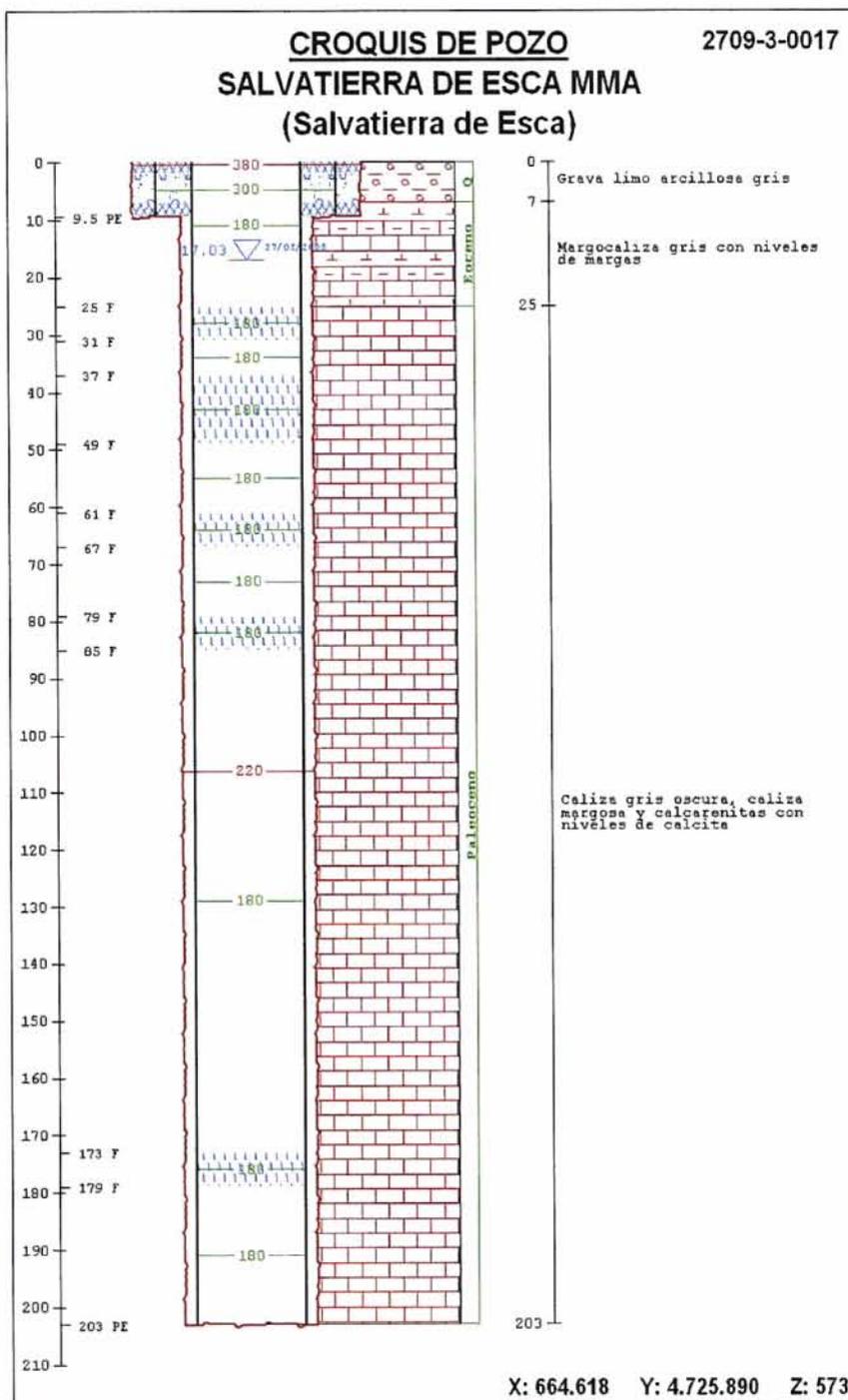


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está formado por calizas, de edad Paleoceno.

Sobre los 12 metros de profundidad se cortó nivel. El caudal aportado va aumentando progresivamente hasta alcanzar los 15-20 l/s, a los 25-30 metros de profundidad. Este aumento de caudal coincide con un cambio litológico, el paso de la formación margosa eocena a las calizas paleocenas (megacapa). El caudal se mantiene a partir del metro 50. A los 190 metros el caudal aumenta de forma brusca, superando los 20 l/s.

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

<b>Fecha</b>	<b>Nivel (metros)</b>
27/05/05	17,03
20/06/05	12,14
18/07/05	14,35
16/08/05	15,65
19/09/05	15,67
24/10/05	11,63
21/11/05	10,29
19/12/05	9,1

### ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 21 y 22 de diciembre de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. La aspiración se colocó a 159,40 m de profundidad y el nivel estático inicial se situó a 13,01 m. El primer escalón duró 19 minutos. Se extrajo un caudal de 10 l/s y el descenso del nivel fue de 0,34 m. El segundo escalón duró 11 minutos, el caudal extraído fue de 14 l/s y el descenso del nivel fue de 0,39 m respecto

al primer escalón. Y el último escalón duró los 1410 minutos restantes. El caudal extraído en éste fue de 17 l/s y el descenso total del nivel fue de 13,33 m.

A las 4 horas de bombeo el agua ya salía casi clara. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo disminuyó de 653  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 610  $\mu\text{S}/\text{cm}$  al final del mismo, el pH medio fue de 8 y la temperatura fue de 10-13° 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 de los 26,34 metros a los 23,04 metros, quedando 10,03 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	13,01	0,00	0,00
1	13,15	0,14	10,00
2	13,15	0,14	10,00
5	13,10	0,09	10,00
10	13,30	0,29	10,00
19	13,35	0,34	10,00
21	13,38	0,37	14,00
27	13,74	0,73	14,00
30	14,56	1,55	17,00
60	16,02	3,01	17,00
120	18,15	5,14	17,00
180	20,25	7,24	17,00
300	20,94	7,93	17,00
500	22,52	9,51	17,00
720	23,73	10,72	17,00

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
960	24,70	11,69	17,00
1200	25,53	12,52	17,00
1440	26,34	13,33	17,00
1441	23,58	10,57	0,00
1442	23,65	10,64	0,00
1445	23,60	10,59	0,00
1450	23,49	10,48	0,00
1460	23,37	10,36	0,00
1480	23,16	10,15	0,00
1500	23,04	10,03	0,00

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

La interpretación se ha realizado la aproximación logarítmica de Jacob, método de Recuperación de Theis y simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo).

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

Método	Transmisividad	r <sup>2</sup> .S	R. Equiv.
Aprox. Log. Jacob (1 <sup>er</sup> tramo)	26,62 m <sup>2</sup> /día	---	---
Método de Jacob	43,30 m <sup>2</sup> /día	---	---
Método Recuperación de Theis	357 m <sup>2</sup> /día	---	---
Simulación bombeo (modelo Theis)	214 m <sup>2</sup> /día	2,19 E-8 m <sup>2</sup>	2,35
Simulación Recuperación (modelo Theis)	214 m <sup>2</sup> /día	6,90 E-11 m <sup>2</sup>	5,00

Se considera que los parámetros obtenidos mediante simulación con el programa MABE son los que mejor se ajustan a la curvas experimentales del ensayo.

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

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 614  $\mu\text{S/cm}$ , pH: 8,18.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 615  $\mu\text{S/cm}$ , pH: 7,82.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 596  $\mu\text{S/cm}$ , pH: 7,69.)

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 DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – SÓDICA (para las demás) (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

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

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

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	9,32 mg/l	10,95 mg/l	10,22 mg/l
Sulfatos	24,63 mg/l	49,48 mg/l	69,23 mg/l
Bicarbonatos	409,98 mg/l	377,39 mg/l	362,34 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	0,00 mg/l	0,06 mg/l	1,31 mg/l
Sodio	97,59 mg/l	75,15 mg/l	53,64 mg/l
Magnesio	39,04 mg/l	18,11 mg/l	29,64 mg/l
Calcio	29,22 mg/l	39,13 mg/l	52,85 mg/l
Potasio	3,25 mg/l	1,68 mg/l	1,58 mg/l
Nitritos	0,07 mg/l	0,03 mg/l	0,05 mg/l
Amonio	0,56 mg/l	0,42 mg/l	0,31 mg/l
Boro	0,25 mg/l	0,14 mg/l	0,09 mg/l
Fosfato	1,03 mg/l	0,32 mg/l	0,18 mg/l
Anhídrido Silícico	8,84 mg/l	8,06 mg/l	7,48 mg/l
Hierro	0,02 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Salvatierra de Esca, 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 203 m. El acuífero atravesado está constituido por calizas, de edad Paleoceno.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 17 l/s. El valor de transmisividad del acuífero, calculado mediante el método directo MABE, ha sido de 214 m<sup>2</sup>/día.

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

## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PROVINCIA: ZARAGOZA  
MUNICIPIO: SALVATIERRA DE ESCÁ

Se realiza la visita al campo el día 10 de febrero de 2005. Se habla con el secretario, el alcalde y un concejal y se les entrega un modelo de solicitud de disponibilidad de terrenos. Alcalde y concejal nos acompañan al campo.

Encontramos un buen emplazamiento al lado de una carretera que es del municipio. Se accede desde el pueblo. Coger el desvío a Lorbes. A 980 m por esta carretera a la derecha hay una parcela municipal, al lado del río. Pasa un camino por en medio de esta parcela así que habrá que hacer el sondeo en un rincón de la misma.

Las coordenadas son:

X: 664618

Y: 4725890

Z: 573 m



## PERFORACIÓN

El emplazamiento se ubica sobre un aluvial poco espeso (2-4 m), debajo aparecen margas grises. La profundidad de la perforación será de unos 350 m. el acuífero a controlar es la megacapa (calizas del Paleoceno).

Como el emplazamiento está muy cerca del río se propone hacer un emboquille de unos 10 m de profundidad y sellarlo para evitar posibles filtraciones del río.

## PERMISOS

Alcalde: Jose Manuel Samitier Hualde

Ayuntamiento de Salvatierra de Escá  
C/ Mayor nº26  
50684 Salvatierra de Escá (ZARAGOZA)

Esta parcela es "Monte de Utilidad Pública" por lo que habrá que enviar a Medio Ambiente su correspondiente solicitud de permiso.

S/Referencia: AN/Miamb  
NºReferencia: INAGA.44.05.01554

Asunto: Comunicación de Resolución

Entrada: 02/03/2005

Lugar y Fecha: Zaragoza, 22 de marzo de 2005

Destinatario: **Ministerio de Medio Ambiente**  
**Confederación Hidrográfica del Ebro**  
**Paseo Sagasta 24-28**  
**50071 ZARAGOZA**

**VISTA** la Solicitud de Autorización para la ocupación temporal de terrenos en el Dominio Público Forestal en el Monte de Utilidad Pública nº 217 "Bardipeña", polígono 2 parcela 31, perteneciente al Ayuntamiento de Salvierra de Esca; con objeto de instalar un piezómetro; presentada por la Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente, registrada en este Instituto Aragonés de Gestión Ambiental con fecha 2 de marzo de 2005

**RESULTANDO** que el expediente se ha solicitado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, tratándose de un proyecto del Estado, siéndole de aplicación lo dispuesto en el artículo 179 del Reglamento de Montes, aprobado por Decreto 485/1962

**RESULTANDO** que con fecha 8 de marzo tiene salida del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental el escrito dirigido al Ayuntamiento de Salvierra de Esca, propietario del predio, en donde se le pide certificado municipal de conformidad con la ocupación pretendida.

**RESULTANDO** que con fecha 21 de marzo de 2005, se registra en el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental el escrito procedente del Ayuntamiento de Salvierra de Esca, en donde se comunica al acuerdo municipal de autorización de la ocupación pretendida, precisando en este escrito que no se trata del monte de utilidad pública nº 221 "Moncín" como inicialmente se había identificado, sino del monte nº 217 denominado "Bardipeña".

**RESULTANDO** que del informe técnico emitido por la Unidad Técnica I de este Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, se deduce que la ocupación pretendida es compatible con los fines y utilidad del Dominio Público Forestal, no afectando de forma negativa a los valores forestales, naturales o ambientales del monte, que la superficie de ocupación, un metro cuadrado, es la mínima imprescindible y que no es posible su sustitución fuera del monte, acreditándose de igual forma la ocupación transitoria de cien metros cuadrados en la misma ubicación mientras dura la obra, por tratarse de la ubicación óptima para el fin y servicio de que se trata, y se ha realizado la valoración de los daños y perjuicios ocasionados al monte como consecuencia de la ocupación, que resultan ser insignificantes.

**RESULTANDO** que al serie de aplicación lo dispuesto en el artículo 179 del Reglamento de Montes, contenido con la conformidad del titular de predio, y siendo compatible la ocupación del monte con los valores y fines del Dominio Público Forestal, se puede emitir la autorización definitiva

**CONSIDERANDO** la Ley 43/2003 de 21 de noviembre, de Montes, la Ley 23/2003, de 23 de diciembre, de Aragón, de creación del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, modificada por la Ley 6/2004, de 20 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente; la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, modificada por la Ley 4/1999, de 13 de enero; el Decreto Legislativo 1/2001, de 3 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Presidente y Gobierno de Aragón; el Decreto Legislativo 2/2001, de 3 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón, y demás disposiciones de general aplicación.

**RESUELVO AUTORIZAR** a la Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente, a la ocupación temporal por un periodo de 30 años y un día, de una superficie de un metro cuadrado de terreno en el monte de utilidad pública nº 217 "Bardipeña", propiedad del Ayuntamiento de Salvierra de Esca, en la parcela 31, del polígono 2, coordenadas UTM Datum Europeo X = 664618 e Y = 4725890 del uso 30, en el término municipal de Salvierra de Esca, provincia de Zaragoza, con objeto de instalar un piezómetro, así como a la ocupación, de modo transitorio, mientras dure la obra de instalación del piezómetro, de una extensión de cien metros cuadrados, y de acuerdo con las siguientes condiciones:

**PRIMERA.-** Se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente, a la ocupación temporal por un periodo de 30 años y un día, de una superficie de un metro cuadrado de terreno en el monte de utilidad pública nº 217 "Bardipeña", propiedad del Ayuntamiento de Salvierra de Esca, en la parcela 31, del polígono 2, coordenadas UTM Datum Europeo X = 664618 e Y = 4725890 del uso 30, en el término municipal de Salvierra de Esca, provincia de Zaragoza, con objeto de instalar un piezómetro, así como a la ocupación, de modo transitorio, mientras dure la obra de instalación del piezómetro, de una extensión de cien metros cuadrados

**SEGUNDA.-** La autorización se otorga dejando a salvo el derecho de propiedad y sin perjuicio de terceros y no releva de la obligación de obtener las que con arreglo a las disposiciones vigentes fueran necesarias en relación con la instalación de referencia.

**TERCERA.-** El otorgamiento hecho no faculta por sí solo para realizar otras obras en zonas de servidumbre de carreteras, caminos, sendas, ferrocarriles, cauces, canales, vías pecuarias, etc., por lo que el beneficiario habrá de solicitar y justificar su necesidad, obligándose, en su caso, a obtener la necesaria autorización ante los Organismos competentes, no pudiendo realizar modificación alguna hasta que se dicte Resolución favorable.

Con idéntica salvaguarda procederá si se entorpeciesen o inutilizasen manantiales y respecto a las obras e instalaciones realizadas con anterioridad por la propiedad del Monte o la Administración, cualquiera que sea la naturaleza o utilización.

**CUARTA.-** El artículo 175 del Reglamento de Montes, establece si la ocupación hubiera de durar más de treinta años, será preciso abonar en concepto de indemnización, por una sola vez, como justo precio en supuesto de expropiación de la superficie afectada.

Por tratarse de una superficie tan reducida y la finalidad pública de la misma, resulta una tasación exigua, y por tanto, queda exenta la Entidad Beneficiaria del pago de indemnización alguna, de acuerdo con lo establecido en el citado artículo 175.

No obstante, el Ayuntamiento de Salvierra de Esca podrá imponer las tasas municipales que se deriven de sus ordenanzas.

**QUINTA.-** Serán de cuenta del beneficiario los gastos de publicidad inherentes a la presente autorización, así como los de amojonado o señalización conveniente de la superficie amparada por la misma, los de su entrega y los de inspección y reconocimiento final de las obras e instalaciones y, en su caso, los de inspección anual.

El amojonado o señalización será realizado por el beneficiario a sus expensas, de acuerdo con las instrucciones que reciba del Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente. Este podrá hacerse cargo de la operación, previo depósito por parte del beneficiario del presupuesto correspondiente.

**SEXTA.-** Una vez efectuados, si fuera el caso, los ingresos relativos a las indemnizaciones citadas en las condiciones anteriores, se procederá a verificar el amojonado o señalización y a la entrega de terrenos, de cuyas actuaciones se levantará Acta firmada por la representación del Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente, del ocupante y de la Entidad Propietaria.

**SÉPTIMA.-** Las obras e instalaciones se ajustarán a los documentos y planos que figuran en el expediente, correspondiendo su inspección al Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente, que las reconocerá al terminarse, y serán ejecutadas por el beneficiario adoptando todas las medidas de garantía necesarias para no causar daños ni perjuicios, ni provocar perturbaciones al orden natural de las personas, animales o cosas que transiten o existan en terrenos colindantes. Instalará las señales precisas y visibles que adviertan del más mínimo peligro, debiendo a la terminación de los trabajos dejar la zona en la forma que ocasione la menor alteración del paisaje, de acuerdo con las instrucciones del Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente.

**OCTAVA.-** En ningún momento podrá impedir el beneficiario el paso por la zona autorizada de todas aquellas personas que por sus actividades forestales tengan precisión de hacerlo, ya se trate de personal facultativo, guardería forestal o municipal, etc.

**NOVENA.-** El beneficiario será responsable de los daños y perjuicios que por deficiencia en las obras, negligencia del personal a su servicio u otras circunstancias a él imputables, se ocasionen al fondo, personas, ganados o cosas, bien directa o indirectamente, quedando obligado consecuentemente a satisfacer las indemnizaciones correspondientes.

**DÉCIMA.-** Queda especialmente obligado el beneficiario a mantener la zona afectada totalmente limpia de toda clase de sustancias combustibles o contaminantes, debiendo proceder a la limpieza de la misma tantas veces como sea necesario o se le ordene por el Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente, pudiendo éste, si lo estima conveniente, proceder a la realización de tales operaciones por cuenta del beneficiario.

**UNDÉCIMA.-** Cuando las reparaciones exijan la ocupación de terrenos no incluidos en la zona autorizada, el beneficiario lo pondrá a los efectos oportunos, en conocimiento del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, indicando el plazo de dicha reparación y la ocupación provisional a efectuar. Igualmente se seguirá si la reparación exigiera el establecimiento de algún camino provisional de servicio sobre el monte.

**DUODÉCIMA.-** La presente autorización no supone la concesión de otros derechos distintos de los expresados en la condición Primera y el libre tránsito de los empleados, obreros encargados de su conservación y custodia.

**DECIMOTERCERA.-** Toda ampliación o prórroga deberá solicitarse con la antelación suficiente al Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, no pudiéndose hacer efectación alguna hasta que se expida, si así procediese, la autorización pertinente.

**DECIMOCUARTA.-** Esta autorización no podrá ser traspasada a tercera persona sin que el cesionario manifieste expresamente su conocimiento y aceptación del presente condicionado para quedar subrogado en los derechos y obligaciones que le sean propios y sin la previa autorización del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental y una vez conseguido el consentimiento de la Entidad Propietaria.

**DECIMOQUINTA.-** La autorización que se contempla se registrará además por cuantas disposiciones generales regulen en la actualidad las ocupaciones en Montes de Utilidad Pública, el Dominio Público Forestal, y por todas aquéllas que se dicten en el futuro, concernientes a la inspección, vigilancia y seguridad del Monte.

Queda obligado el beneficiario, de manera estricta, al cumplimiento de las disposiciones vigentes para la prevención y extinción de incendios forestales.

Asimismo, el beneficiario se ajustará a lo establecido en la Ley 4/89 y sus disposiciones normativas complementarias en lo relativo a la conservación de la flora, la fauna y los espacios naturales, y su régimen sancionador.

**DECIMOSEXTA.-** Periódicamente, por personal del Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente, se podrá girar visita de inspección comprobándose los límites territoriales de la ocupación y el cumplimiento del condicionado impuesto para registrarla que, caso de haber sido infringido, determinará la consiguiente incoación del oportuno expediente de declaración de caducidad.

**DECIMOSÉPTIMA.-** La presente autorización caducará por las siguientes causas:

- Renuncia voluntaria del beneficiario.
- Ceser el uso para el que se concedió.
- Utilización para destino distinto del que fundamentó su otorgamiento.
- Vencimiento del plazo fijado.
- Incumplimiento de cualquier condición estipulada en la autorización.
- Caducidad de la autorización administrativa que la motiva o justifica.
- La resolución por mutuo acuerdo de las partes
- La degradación del título concesional por exclusión del catálogo del bien de utilidad pública y desafectación del bien demanial

**DECIMOCTAVA.-** Declarada la caducidad de la presente autorización, la ocupación o servidumbre a que la misma se refiere quedará sin ningún valor, debiendo dejar el beneficiario la zona afectada en la forma que se determine por el Servicio Provincial del Departamento de Medio Ambiente, sin que por todo ello tenga derecho a formular reclamación alguna ni a percibir indemnización de ninguna clase.

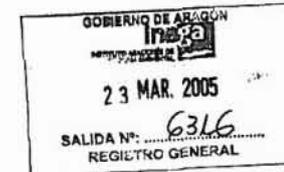
Contra la presente resolución, que no agota la vía administrativa, podrá ponerse recurso de alzada ante el Excmo. Sr. Presidente del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental en el plazo de un mes a contar desde el día siguiente a la fecha de notificación de la presente resolución.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO ARAGONÉS  
DE GESTIÓN AMBIENTAL



*[Handwritten signature]*

Fdo.: Carlos Ontañón Carrera.



Teresa Puellas

S/Referencia: VAE

Lugar y Fecha: **Zaragoza, 07 de marzo de 2005**

N/Referencia: ANM/anm

Expediente: INAGA 44.05.1554

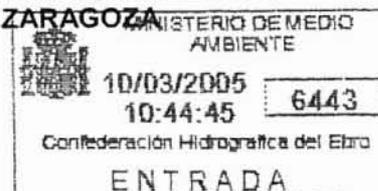
Destinatario: **Confederación Hidrográfica del Ebro**

Asunto: Apertura expediente de ocupación en el  
Dominio Público Forestal

**Paseo de Sagasta nº 24-28**

**50071 ZARAGOZA**

Entrada: 02/03/2005



Con fecha 2 de marzo de 2004 se ha dado entrada en el registro del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental a la solicitud efectuada por Vd., para ocupación temporal de terrenos en el Dominio Público Forestal en el Monte de Utilidad Pública nº 221 "Moncín", perteneciente al Ayuntamiento de Salvatierra de Esca con objeto de instalar un piezómetro, por lo que, en virtud de lo establecido en el artículo 42.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, modificada por la Ley 4/1999, y el artículo 6 de la Ley 8/2004 de 20 de diciembre, de medidas urgentes en materia de Medio Ambiente, donde se modifica la Ley 23/2003, de 23 de diciembre, de creación del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, se le informa que el plazo máximo establecido para la resolución y notificación de este trámite es de 9 meses contado a partir de la fecha antes citada.

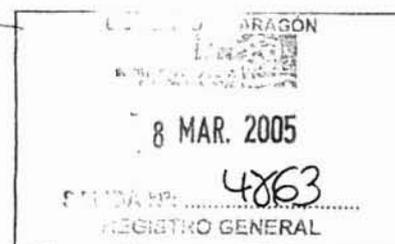
De conformidad con lo establecido en la Ley 8/2004 de 20 de diciembre, le comunico que, transcurrido dicho plazo sin haber dictado la oportuna Resolución, la petición se entenderá desestimada por silencio administrativo.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 173 del Reglamento de Montes, aprobado por Decreto 485/1962, de 22 de febrero, y en consonancia con lo dispuesto en la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, es preceptivo el consentimiento de la Entidad Titular para autorizar ocupaciones o servidumbres en los montes de su propiedad.

Por ello, se le comunica que con esta fecha se ha solicitado a la Entidad Titular acuerdo plenario para que otorgue el consentimiento previo con la ocupación de referencia. En consecuencia, procede la paralización del plazo máximo para resolver y notificar la resolución del expediente, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 42.5.c de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, modificada por la Ley 4/1999, de 13 de enero.

EL JEFE DEL AREA I

Fdo.: Jordi Reinoso Susagna



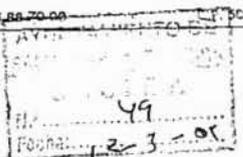


# Ayuntamiento de SALVATIERRA DE ESCA

(ZARAGOZA)

Fernando El Católico, 26

Tel/Fax 948 88 70 00



Salvatierra de Esca a 10 de marzo de 2005

Adjunto remitimos certificado de acuerdo de Pleno de 3 de marzo autorizando a la Confederación Hidrográfica del Ebro la disponibilidad de terrenos para la construcción y observación de un Piezómetro en el polígono 2 , parcela 31 . MUP nº Z-0217 denominado Bardipeña.

El monte de U.P. donde esta la parcela es Bardipeña Z-217 y no Z-221 Moncin

El Alcalde  
*José Manuel Samitier Hualde*  
José Manuel Samitier Hualde  
AYUNTAMIENTO DE SALVATIERRA DE ESCA

Confederación Hidrográfica del Ebro  
Ilmo Sr Jefe la oficina de Planificación Hidrológica



# Ayuntamiento de SALVATIERRA DE ESCA

(ZARAGOZA)

Fernando El Católico, 26

Tel/Fax 948 88 70 00

C.F. 50494

D Juan Manuel Jiménez Caudevilla Secretario Interventor del Ayuntamiento de Salvatierra de Esca, en la provincia de Zaragoza, CERTIFICO:

Que en sesión celebrada con fecha 3 de marzo de 2005 , el Ayuntamiento Pleno adopto el acuerdo que dice literalmente:

### 6.- SOLICITUD DE CHE PARA OCUPACIÓN TERRENO DE TITULARIDAD MUNICIPAL PARA CONSTRUCCIÓN DE UN PIEZÓMETRO -Control de Acuíferos

Dentro del programa de construcción de una red oficial para valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro

Vista solicitud que realiza la Confederación Hidrográfica del Ebro de disponibilidad de terrenos para la construcción y observación de un Piezómetro en el polígono 2 , parcela 31 . MUP nº Z-0217 denominado BARDIPEÑA .

De acuerdo con la solicitud, el Ayuntamiento Pleno, tras una pequeña deliberación en votación ordinaria y por unanimidad acuerda AUTORIZAR , en lo que es de su competencia

- 1.- La ocupación de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra de una extensión aproximada de 100 metros cuadrados, necesarios para construir el sondeo en terreno publico de este municipio polígono 2 , parcela 31
- 2.- La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable el termino del mismo, de un espacio de un metro cuadrado, en que esta situado el sondeo y la arqueta del mismo.
- 3.- El acceso , por funcionario publico o persona delegada , hasta el recinto anterior , con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

Recordar la obligación de solicitar la autorización de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, al tratarse de una parcela situada dentro del Monte de Utilidad Publica.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos expide la presente con el Visto bueno del Sr. Alcalde, en Salvatierra de Esca a 10 de marzo de 2005

VB. EL ALCALDE  
*José Manuel Samitier Hualde*  
José Manuel Samitier Hualde  
AYUNTAMIENTO DE SALVATIERRA DE ESCA

EL SECRETARIO  
*Juan Manuel Jiménez Caudevilla*  
AYUNTAMIENTO DE SALVATIERRA DE ESCA

# **ANEJO 1**

## **INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 26/05/05	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.205.01	<b>POBLACIÓN:</b> Salvatierra de Esca (Zaragoza)	<b>PROF.:</b> 203 m.
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 25/05/05	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 380 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 25-30 m/hora (con 220 mm)		

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

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

Se inicia la perforación a lo largo del día 25.

Se realizó un emboquille de 9 metros, suficiente para atravesar los 7 metros de relleno cuaternario. A partir de los 12 metros se toca nivel y va aumentando progresivamente hasta alcanzar a partir de los 25 – 30 metros unos 15 litros / segundo. Se termina la jornada con 50 metros perforados sobre calizas grises oscuras.

Al día siguiente, se observa en el análisis detallado de las muestras como aparece un cambio litológico a partir del metro 25 pasando de una marga caliza gris con intercalaciones margosas a una caliza mucho más oscura.

Este cambio supone el paso de la formación de margas grises eocenas a las calizas paleocenas (megacapa), objetivo hidrogeológico de este piezómetro. El espesor de margas, es más reducido que el esperado aunque se corresponde con el acuñaamiento descrito en el corte geológico de J.Sanromán entre Salvatierra y Sigues.

El caudal se mantiene a partir del metro 50 y aumenta de forma brusca a partir del metro 190 (mas de 20 l/sg) y disminuyendo la velocidad de perforación.

Se decide parar la perforación en los 203 metros después de haber atravesado un gran espesor de la megacapa paleocena.

El nivel dinámico atravesado inicialmente ( a 12 metros), se corresponde con la diferencia de cota existente entre el manantial del lavadero (al lado del cementerio y a unos 2 kilómetros al W de la perforación) y la del emplazamiento del piezómetro (574 m el manantial y 562 m la perforación).

La descripción de las muestras extraídas es la siguiente:

0-7 metros. Aluvial. Grava limoarcillosa gris.

7-25 metros. Margocaliza gris con niveles de marga. Eoceno.

25 – 203 metros. Alternancia de caliza gris oscura, caliza margosa y calcarenitas con pequeños niveles de calcita .

Las litologías presentan laminaciones muy marcadas. Aunque se aprecia una gran homogeneidad en las muestras extraídas, se aprecia claramente el olor de “calizas fétidas” a partir del metro 160-170 de la perforación. Todas las muestras extraídas reaccionan vivamente con el ácido clorhídrico.



Detalles de la perforación y del emplazamiento previsto.



Fdo: Antonio Sánchez Lallana

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

**Nº SONDEO/LOCALIDAD: 09 205 01 SALVATIERRA DE ESCA (ZARAGOZA)**

**INFORME DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD DE LA VISITA REALIZADA A LAS OBRAS EL DÍA 26/05/05**

**ASISTENTES: COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD, JEFE DE OBRA.**

**OBSERVACIONES:**

Se está perforando en el emplazamiento previsto de Salvatierra desde el día de ayer.

Se informa a los trabajadores sobre los teléfonos de urgencias (Centro de Salud más cercano en Berdún y Jaca). Se comprueba el uso adecuado de los equipos de protección.

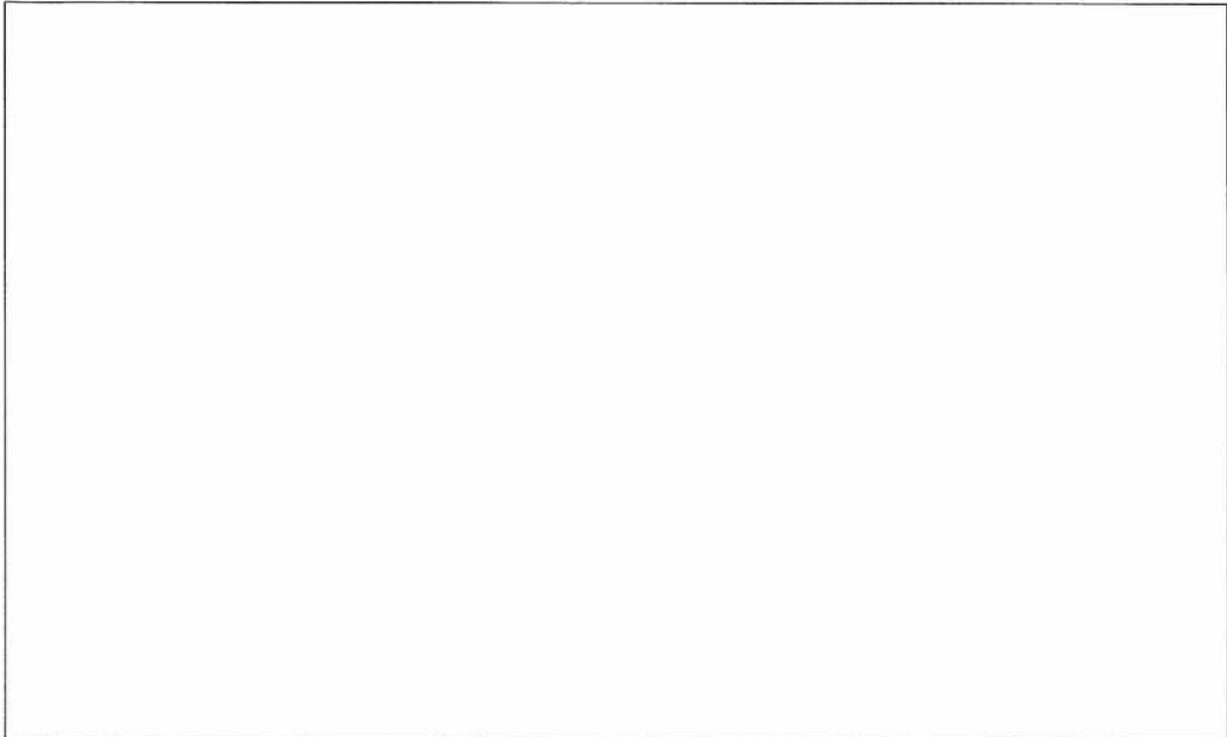
Se coloca la señalización de obras en el camino de acceso.

Dado que existe un camino que cruza el río y por el que pasan vehículos, no se considera necesario balizar el entorno de las obras.





**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



<p><b>EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD</b></p> <p><b>Fdo.: Antonio Sánchez Lallana</b></p>	<p><b>Recibí: EL DIRECTOR DE OBRA</b></p> <p><b>Fdo.: Victor Arqued / T. Carceller</b></p>	<p><b>Recibí: POR LA CONTRATA</b></p> <p><b>Fdo.: Sergio Yeste</b></p>
---	--	--

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

**FECHA:**

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.205.01

**POBLACIÓN:** SALVATIERRA DE ESCA

**PROF.:** 203 M

Nivel con el sondeo totalmente finalizado

30/5/05 18:20:11,68 m.



## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**

CÓDIGO IPA: 3411-7-0013  
CÓDIGO MMA: 09-205-01

MUNICIPIO: SALVATIERRA DE ESCA  
PROVINCIA: ZARAGOZA

HOJA Nº: 27-09

COORDENADAS UTM HUSO 31  
564.618  
4.725.890  
573

PARAJE: SALVATIERRA DE ESCA  
PRECISIÓN (X,Y): GPS  
PRECISIÓN Z: GPS

FECHA INICIO: 25/05/2005  
FECHA FINAL: 27/05/2005  
AUTOR FICHA: Javier Ramajo

PROFUNDIDAD (m)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METRODE	LITOLOGÍA	TEXTURA				POROSIDAD		TEMPERATURA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TIPO	U. LITO	U. CRONO
				LARG	ANCHO	ALTO	GRAN	GRAN	GRAN									
15	316 mm 300 mm												0-9 m. Gravas con una matriz de limos y arcillas de color gris. Las gravas son fundamentalmente de clastos de calizas.	1	Q			
22													0-24 m. Margas y margocalizas limosas de color gris a negro. Se trata de margas algo limosas donde se observan restos de calizas margosas y limosas algo recristalizadas y con textura <i>mudstone</i> . A partir del metro 12 observa un aporte de agua de 2,5 l/s	2			Cuasiense sup	
25	220 mm 180 mm												24-55 m. Calizas y margocalizas compactas de tonos grises pardos a negros. Las calizas son micríticas a veces algo limosas con textura <i>mudstone</i> , con raros restos que puedan atribuirse a bioclastos. Estas calizas esta a veces recristalizadas y presentan frecuentes grietas rellenas de calcita así como posibles superficies de esquistosidad. Las margocalizas son lamosas y al igual que las calizas tiznan de negro lo que puede indicar la presencia de materia orgánica. Se observa que durante la perforación el caudal aportado al sondeo va aumentando lenta y progresivamente hasta los 15-20 l/s a los 50 metros de profundidad.	3				
23													55-74 m. Margas a margocalizas gris a negras con niveles de calizas micríticas de tonos oscuros a negros. Los rípios de calizas son limosos a margosos con facies de <i>mudstone</i> con restos de posibles bioclastos, algo recristalizadas y con grietas rellenas de calcita.	4				
22													74-112 calizas micríticas y margosas de color gris a negro con intercalaciones de calizas margosas. Las calizas son micríticas con textura <i>mudstone</i> , están algo recristalizadas y tiene grietas rellenas de calcita y superficies de esquistosidad. Las diagráfias muestran la existencia de niveles blandos atribuidos a las margocalizas.	5			Fm. Mentis (o Fm. Burgu)	
23													112-127 m. Margocalizas y calizas margosas a margas de tono gris oscuro a negro con niveles de calizas margosas a micríticas. Los rípios observados son de calizas margosas a margocalizas limosas en facies <i>mudstone</i> , tiznan de negro y presentan indicios de estar afectados por esquistosidad (superficies pulidas, onduladas, crenulación)	6				
22													127-150 m. Calizas grises oscuras-pardas a negras con intercalaciones de margocalizas y margas de tonos grises. Las calizas son limosas a micríticas a veces algo margosas con textura <i>mudstone</i> , sin que se observe otros componentes. Se encuentran algo recristalizadas y presentan posibles marcas de bioturbación. Las margocalizas y margas se detectan fundamentalmente en las diagráfias. Los rípios de las calizas y de las margocalizas presentan un cierto contenido en materia orgánica (tiznan de negro), tienen indicios de estar afectados por esquistosidad y presentan grietas rellenas por calcita.	7			Eoceno inferior (Ilerdiense-Cuasiense inferior)	
23													150-203 m. Calizas de color gris oscuro a negro con pasadas de calizas margosas a margocalizas. Se trata de calizas micríticas a veces algo margosas con textura <i>mudstone</i> , que en ocasiones presentan restos de posibles bioclastos. Las calizas están en ocasiones algo recristalizadas presentando puntualmente restos de grietas de calcita. Los niveles más blandos detectados en las diagráfias pueden corresponder con las margocalizas que se observan en los rípios. En general se observan tanto en las calizas como en las margocalizas una posible esquistosidad. El caudal total al final de la perforación se estima en 15 a 20 L/sg.	8				



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO  
Nº 2709-3-0017/09.203.004**

**SALVATIERRA DE ESCA  
(ZARAGOZA)**

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 Salvatierra de Esca 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. El sondeo se ha perforado con un diámetro de 380 mm en los primeros 9,5 metros, desde los 9,5 metros hasta el final con un diámetro de 220. La entubación se ha efectuado, con tubería de 300 mm desde la boca hasta el metro 9,5, a partir de este punto y hasta el final del sondeo con tubería de 180 mm. Presenta la siguiente disposición: De 0-25 m: Tubería ciega. De 25-31 m: Filtro puente. De 31-37 m: Tubería ciega. De 37-49 m: Filtro puente. De 49-61 m: Tubería Ciega. De 61-67 m: Filtro puente. De 67-79 m: Tubería Ciega. De 79-85 m: Filtro puente. De 85-173 m: Tubería Ciega. De 173-179 m: Filtro puente. De 179-203 m: Tubería Ciega.

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

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyos códigos de identificación son 2709-3-0017 y 09.203.004 se localiza en el término municipal de Salvatierra de Esca. El sondeo se sitúa a 1000 metros al este de la población y se accede por la carretera que une Salvatierra y Lorbés. El sondeo se encuentra en la margen sur de dicha carretera.

Las coordenadas del punto son:

USO: 30T      X: 664.618      Y: 4.725.890      Z: 573 msnm.

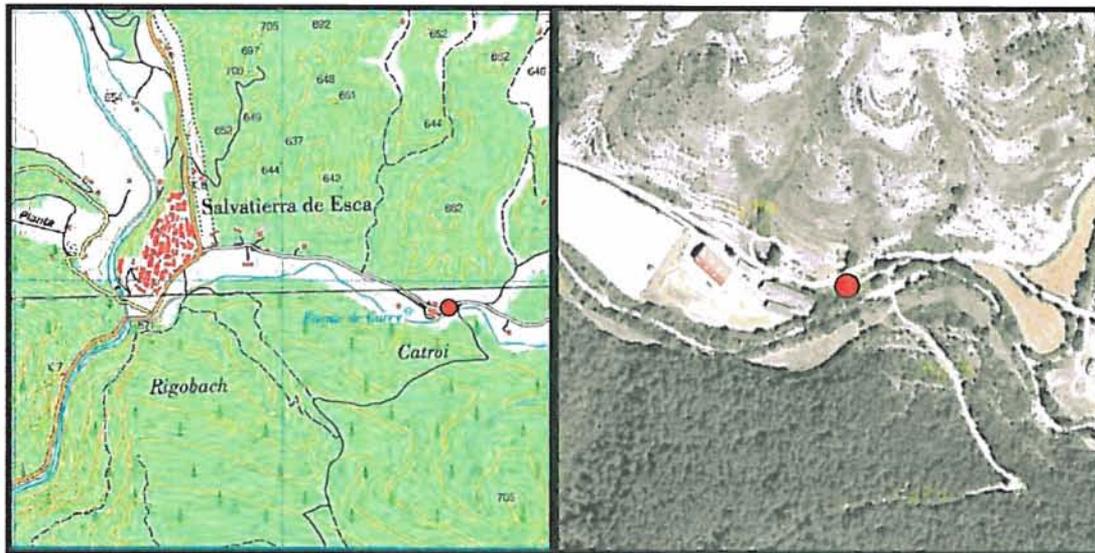


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:25.000 y ortofoto del SIGPAC y el SIG Oleícola

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

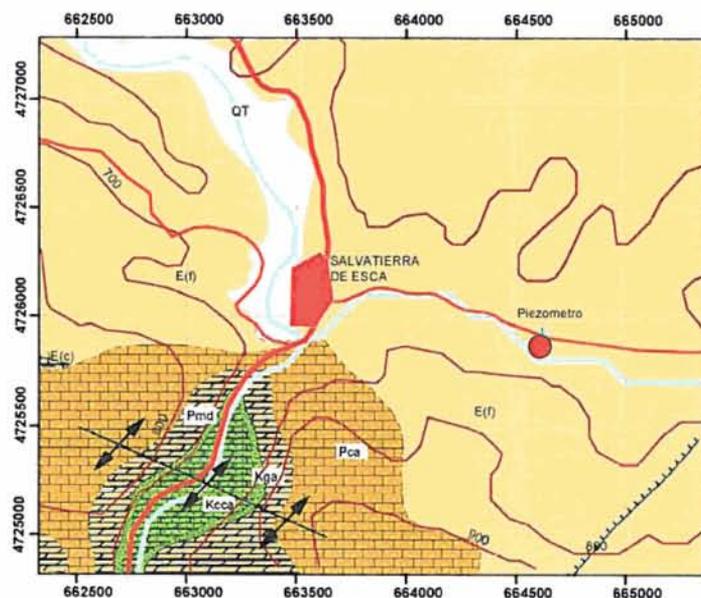


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica MAGNA sintetizas (hojas 143 y 175). Leyenda: **QT**: Terrazas del cuaternario, **E(f)**: Flysch Eoceno, margas y calizas de la Fm. Millaris. **E(ca)**: Calizas del Eoceno, **Pca**: Paleoceno (“Calizas de Alveolinas”), **Pmd**: Paleoceno, margas y dolomías (Fm. Salarons). **Kga**: Cretácico superior, areniscas y arcillas (“Garumniense”), **Kcca**: Calcarenititas, (Cretácico Superior, Maastrichtiense).

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Terciario correspondientes al flysch eoceno E(f), según la Cartografía Geológica de las hojas 175 y 143 (Fig.2). Sin embargo,



de acuerdo con la hipótesis de Robador (2005), la observación de las muestras sugiere que esta unidad incluirá las margas del flysch así como las margas y calizas de la Fm. Millares o Burgui, del Ilerdiense. Estas últimas se disponen de manera concordante sobre los Paleocenos y Cretácicos que afloran en las cercanías del Río Esca y a lo largo de la carretera de Sigües a Salvatierra de Esca.

La estructura se corresponde con un ligero de dirección NO-SE, en el que los materiales del Eoceno se encuentran en el flanco norte del mismo, dentro de una serie replegada en pliegues de orden menor y con un buzamiento de unos 30° a 60° hacia el NE.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

Según la cartografía Magna (figura 2) el sondeo se encontraría emboquillado en los materiales del flysch eoceno.

Los 9 primeros metros atravesado corresponden a una serie de gravas cuaternarias. A continuación, hasta los 24 metros, se cortan una serie de margas de color gris a negro que sí se ha interpretado como pertenecientes al flysch eoceno, probablemente a los tramos basales del Grupo Hecho, de edad Cuisense inferior (Barnolas *et al.*, 2004).

A continuación, y hasta el final del sondeo en el metro 203, se corta una serie de tramos de calizas micríticas recristalizadas y esquistosas que se hacen más calcáreas hacia la base y que presentan escasos restos fósiles y abundante materia orgánica. Así, desde el metro 24 a 55 se corta un primer tramo eminentemente calcáreo. Entre el metro 55 y 74 se atraviesan una serie de margas y margocalizas, y entre el metro 74 y el 112 la litología pasa a calizas micríticas y margosas. Desde el metro 112 al 127 se vuelve a cortar un tramo de margas y margocalizas, y de 127 a 150 metros calizas grises oscuras-pardas a negras con intercalaciones de margocalizas y margas de tonos grises. Por último entre el metro 150 hasta el final se han cortado calizas con intercalaciones de margas o margocalizas que hacia la parte final del sondeo son más calcáreas empezando a aparecer algunos restos fósiles.

La litología atravesada es similar a la observada en el techo del perfil de Salvatierra de Esca, por Robador (2005) y que corresponde con las calizas margosas y margas de la Fm. Millaris del Eoceno (Luteciense). La parte basal podría corresponderse ya a la transición a un paquete calcáreo atribuido a las “Calizas con Alveolinas” del Grupo Ager en la zona de la cuenca surpirenaica (Barnolas *et al.*, 2004), que en esta zona se denominan Grupo Gallinera (Robador, 2005), de edad Paleoceno-Eoceno (Thanetiense a Ilerdiense a techo).

### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

#### **TRAMO 1**

0-9 m. Gravas con una matriz de limos y arcillas de color gris. Las gravas son fundamentalmente de clastos de calizas.

#### **TRAMO 2**



9-24 m. Margas y margocalizas limosas de color gris a negro. Se trata de margas algo limosas donde se observan restos de calizas margosas y limosas algo recristalizadas y con textura mudstone.

A partir del metro 12 se observa un aporte de agua estimado en 2,5 L/seg.

#### **TRAMO 3**

24-55 m. Calizas y margocalizas compactas de tonos grises pardos a negros. Las calizas son micríticas a veces algo limosas con textura *mudstone*, con raros restos que puedan atribuirse a bioclastos. Estas calizas esta a veces recristalizadas y presentan frecuentes grietas rellenas de calcita así como posibles superficies de esquistosidad. Las margocalizas son lajosas y al igual que las calizas tiznan de negro lo que puede indicar la presencia de materia orgánica.

Se observa que durante la perforación el caudal aportado al sondeo va aumentando lenta y progresivamente hasta los 15-20 l/s a los 50 metros de profundidad.

#### **TRAMO 4**

55-74 m. Margas a margocalizas gris a negras con niveles de calizas micríticas de tonos oscuros a negros. Los ripios de calizas son limosos a margosos con facies de *mudstone* con restos de posibles bioclastos, algo recristalizadas y con grietas rellenas de calcita.

#### **TRAMO 5**

74-112 m. Calizas micríticas y margosas de color gris a negro con intercalaciones de calizas margosas. Las calizas son micríticas con textura *mudstone*, están algo recristalizadas y tiene grietas rellenas de calcita y superficies de esquistosidad. Las diagrfias muestran la existencia de niveles blandos atribuidos a las margocalizas.

#### **TRAMO 6**

112-127 m. Margocalizas y calizas margosas a margas de tono gris oscuro a negro con niveles de calizas margosas a micríticas. Los ripios observados son de calizas margosas a margocalizas limosas en facies mudstone, tiznan de negro y presentan indicios de estar afectados por esquistosidad (superficies pulidas, onduladas, crenulación)

#### **TRAMO 7**

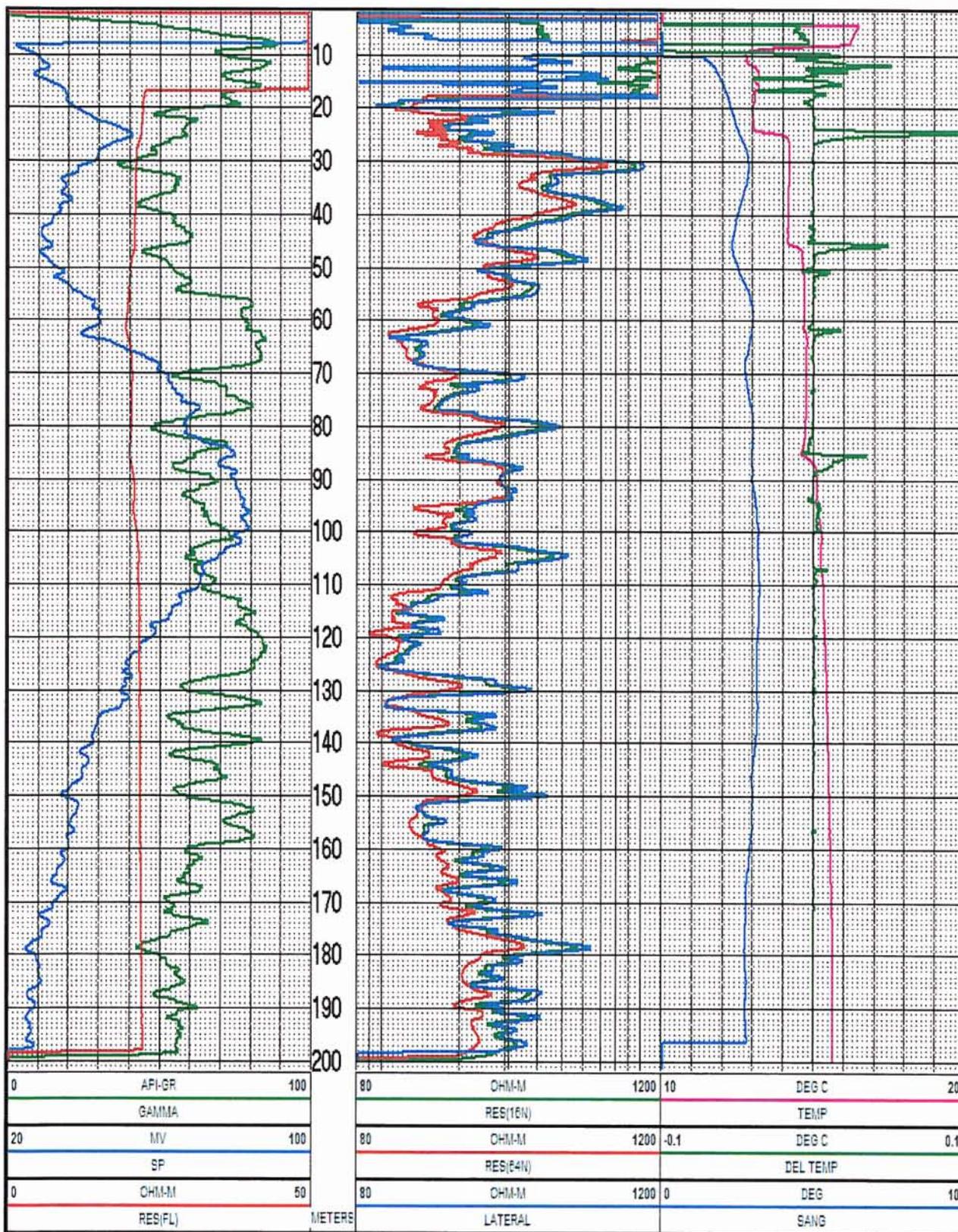
127-150 m. Calizas grises oscuras-pardas a negras con intercalaciones de margocalizas y margas de tonos grises. Las calizas son limosas a micríticas a veces algo margosas con textura *mudstone*, sin que se observe otros componentes. Se encuentran algo recristalizadas y presentan posibles marcas de bioturbación. Las margocalizas y margas se detectan fundamentalmente en las diagrfias. Los ripios de las calizas y de las margocalizas presentan un cierto contenido en materia orgánica (tiznan de negro), tienen indicios de estar afectados por esquistosidad y presentan grietas rellenas por calcita.

#### **TRAMO 8**

150-203 m. Calizas de color gris oscuro a negro con pasadas de calizas margosas a margocalizas. Se trata de calizas micríticas a veces algo margosas con textura *mudstone*, que en ocasiones presentan restos de posibles bioclastos. Las calizas están en ocasiones algo recristalizadas presentando puntualmente restos de grietas de calcita. Los niveles más blandos detectados en las diagrfias pueden corresponder con las margocalizas que se observan en los ripios. En general se observan tanto en las calizas como en las margocalizas una posible esquistosidad.

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**

09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA



**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  
“09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA” EN  
SALVATIERRA DE ESCA (ZARAGOZA)**

Mayo de 2005





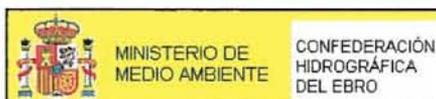
CENTRAL:  
Nuñez de Balboa, 81  
28006 MADRID  
Tel.: 91 5455589  
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA



**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO  
"09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA" EN  
SALVATIERRA DE ESCA (ZARAGOZA)**



ZARAGOZA, MAYO DE 2005

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

## 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 HIDROGEOLOGICA 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

Pág.-1

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 27 de mayo de 2005 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA", ubicado en el término municipal Salvatierra de Esca, en la provincia de Zaragoza, 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

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

Pág.-3

## 2. METODOLOGÍA

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

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

### 2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

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

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

Pág.-6

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

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

#### 2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-7

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

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



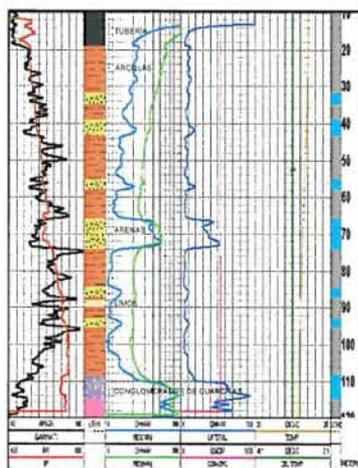
CENTRAL:  
 Nuñez de Balboa, 81  
 28006 MADRID  
 Tel.: 91 5455589  
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-8

## EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



DIAGRAFÍA PROCESADA

### UTILIDADES

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

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

### ALGUNAS APLICACIONES

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

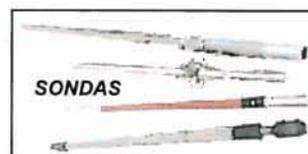
### COMPONENTES

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

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom



EQUIPO COMPLETO CON SONDAS



SONDAS

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-9

### 3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA" se testificó desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

#### DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	200 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	200 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 9 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	16 m.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25° C:	580 µs/cm	
TESTIFICADO CON LA SONDA:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0664609
	Y	4725904
	Z	564

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

#### *Sonda 9040 (hidrogeológica)*

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág. -10

### Sonda 9055 (desviación)

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

### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-11

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

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

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

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

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

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

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág. -12

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

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

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

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

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

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

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

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-13

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-14

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

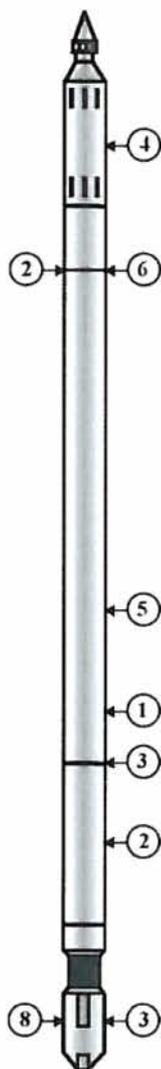
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

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

## Sonda 9040 (hidrogeológica)

### Información general

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



### Ubicación de los sensores

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

### Rango de respuesta de los sensores

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

### Especificaciones

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

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)

## Sonda 9055 (desviación)

### Información general

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

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

### Ubicación de los sensores

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

### Rango de respuesta de los sensores

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

### Especificaciones

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

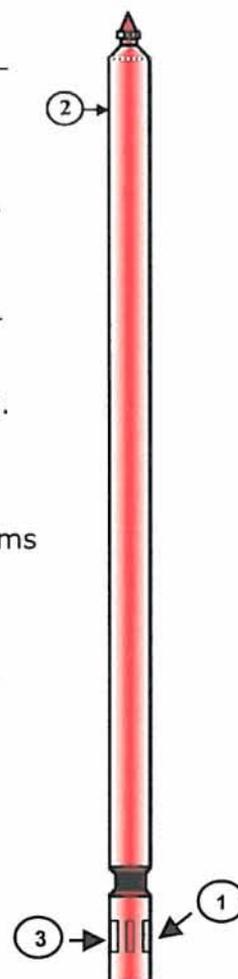


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



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

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 DISPLAY de la casa CENTURY GEOPHYSICAL CORPORATION.

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

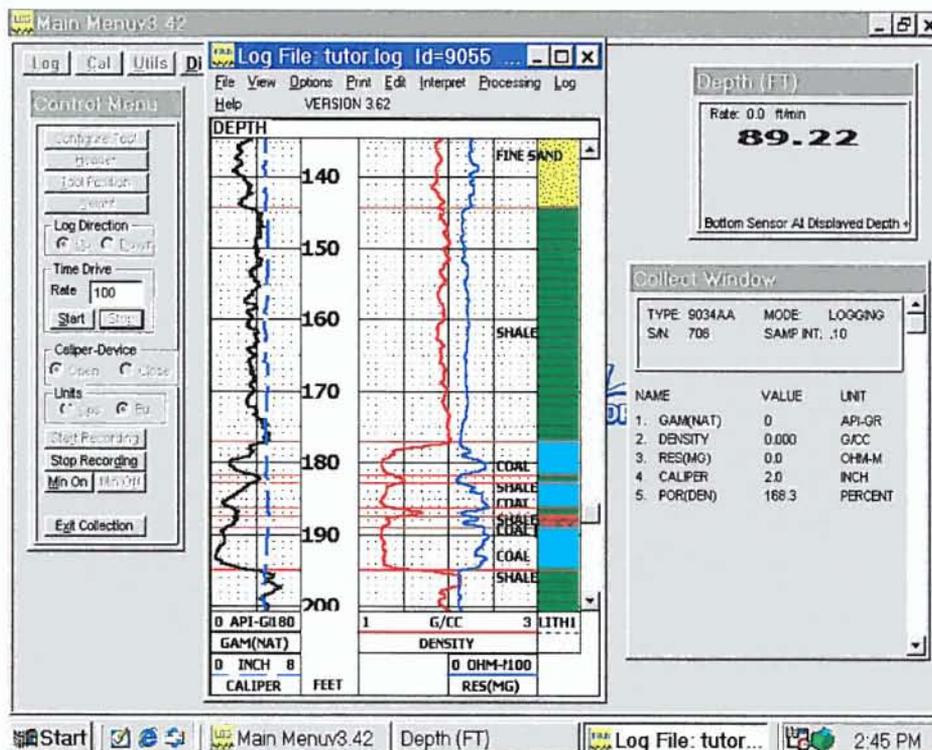


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa DISPLAY de CENTURY



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

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, Potencial Espontáneo y Resistividad del fluido, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API para el Gamma Natural, de 20 a 90 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 50 Ohm x m para la Resistividad del fluido. En la pista número dos figura la profundidad. En la pista número tres, están representados en color azul los tramos porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación, en negro, los tramos con menor grado de porosidad y permeabilidad y, en naranja, la parte del sondeo que no contiene agua. En la pista número cuatro, los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, cuyas escalas logarítmicas van de 80 a 1000 Ohm x m. Por último, en la quinta, están los parámetros de Temperatura



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-19

(escala de 0° a 20° C), Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1° C) y Conductividad Normalizada a 25° C (escala de 0 a 1000 µs/cm).

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

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

En esta diagráfia, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 200 metros para la Profundidad y de 0 a 20 metros para la Distancia. En la pista número dos figura la profundidad. En la número tres, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -10 a 10 metros, para ambas. Por último, en la pista número cuatro, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-20

SONDEO: 09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA

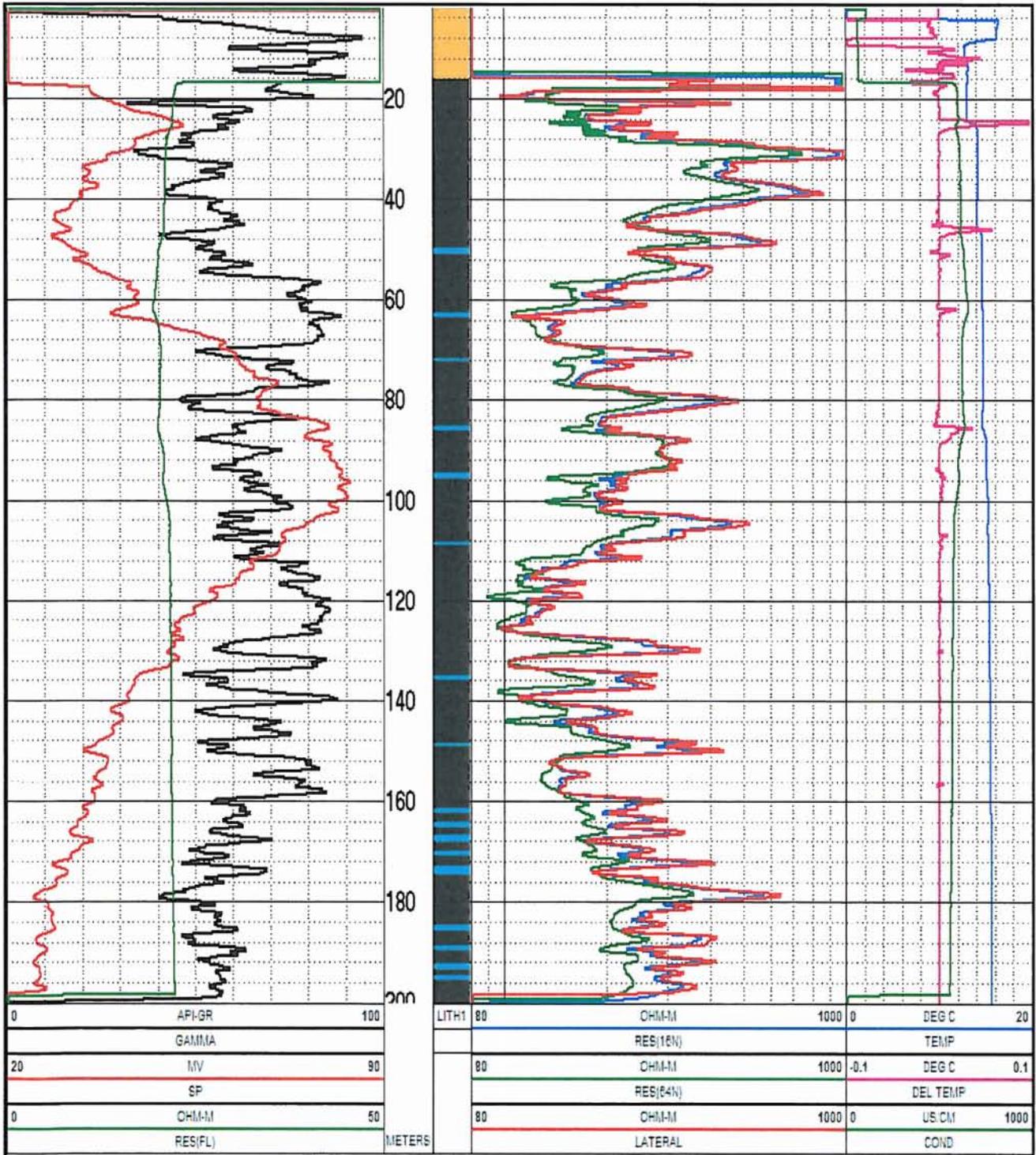


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág.-21

**SONDEO: 09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA**

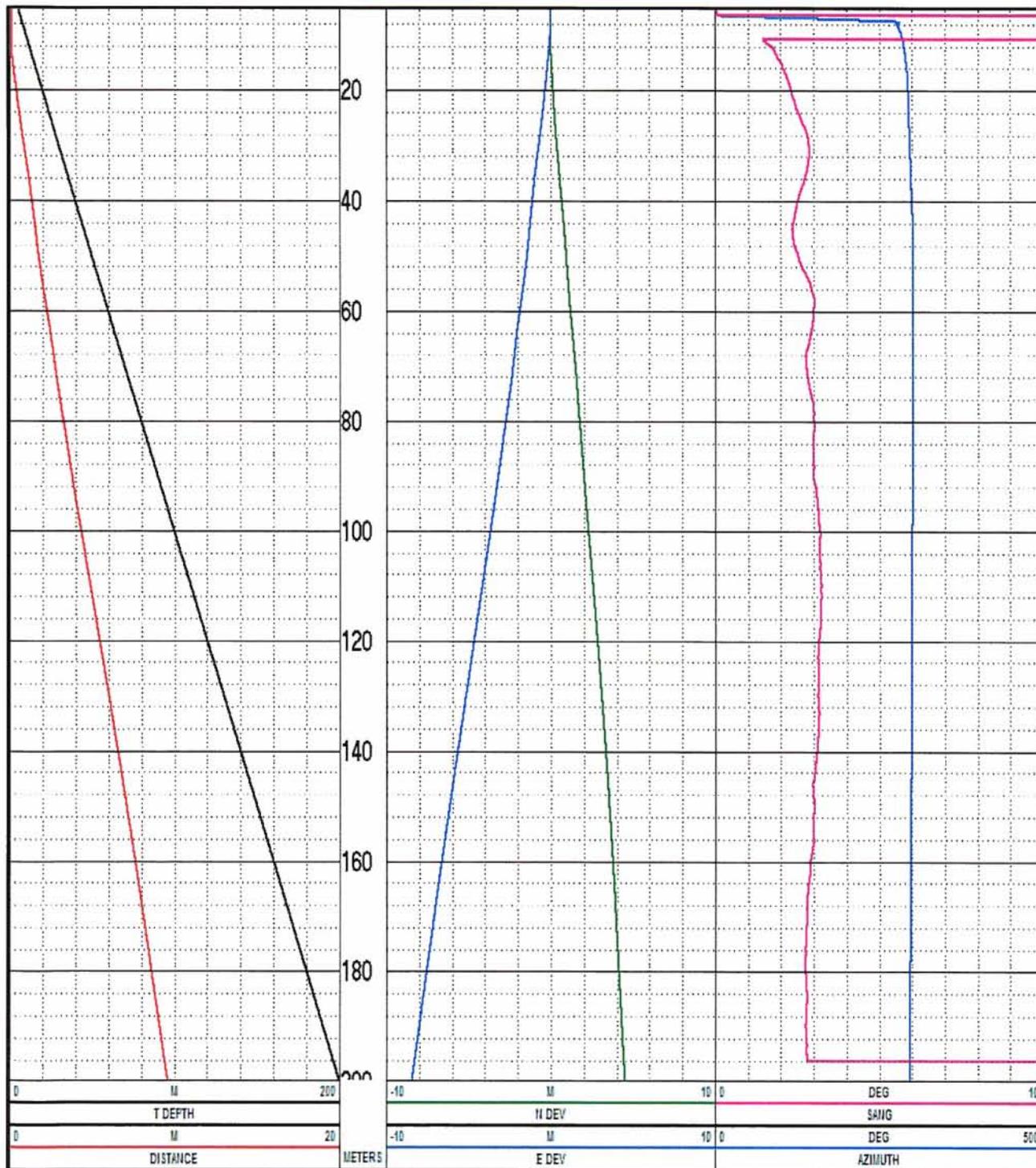


Figura.-7 Diagrafía de desviación

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág. -22

SONDEO: 09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA

Print

## PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS  
 LOCATION: SALVATIERRA DE ESCA  
 HOLE ID: SALVATIERRA DE ESCA  
 DATE OF LOG: 05/26/00  
 PROBE: 9055A 83

MAG DECL: 0.0

SCALE: 2 M/CM  
 TRUE DEPTH: 200.65 M  
 AZIMUTH: 298.0  
 DISTANCE: 9.7 M  
 + = 20 M INCR  
 ○ = BOTTOM OF HOLE

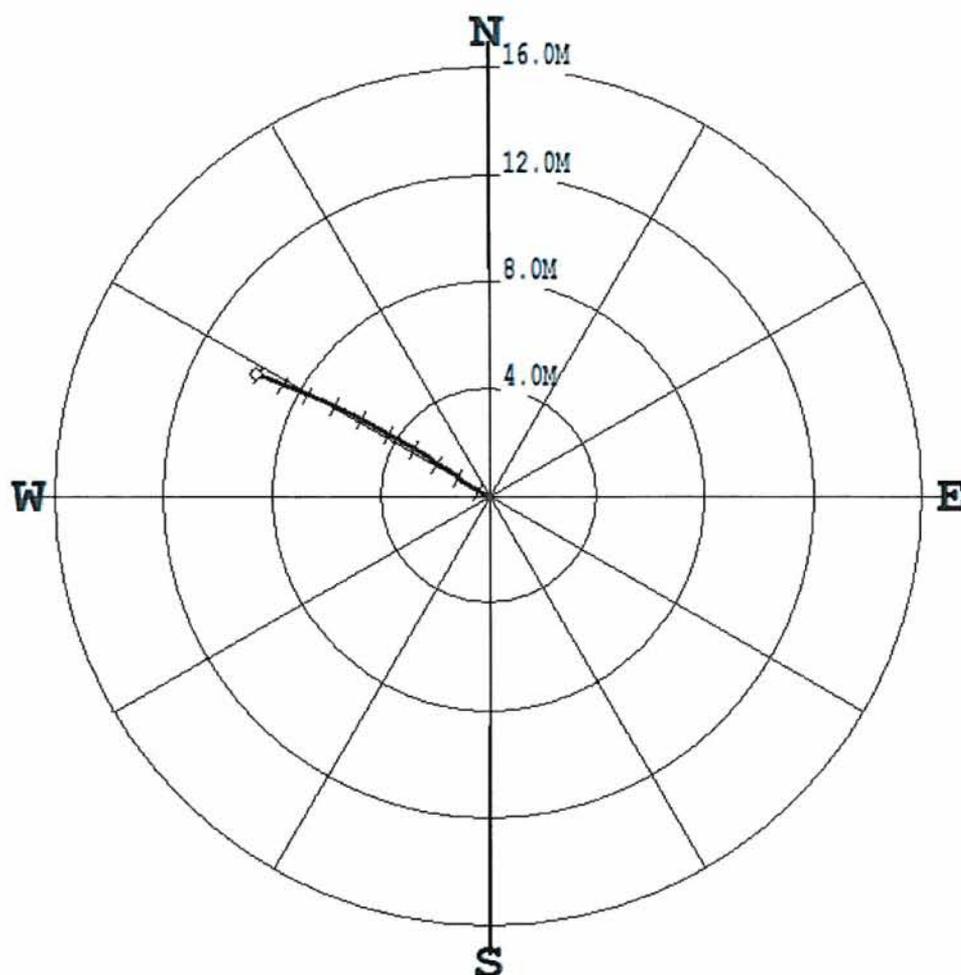


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta

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

Pág.-23



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA

Pág. -24

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

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

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 50 m. a 51 m.	1 m.
Tramo de 63 m. a 64 m.	1 m.
Tramo de 72 m. a 72.5 m.	0.5 m.
Tramo de 85 m. a 86 m.	1 m.
Tramo de 95 m. a 96 m.	1 m.
Tramo de 108.5 m. a 109 m.	0.5 m.
Tramo de 135 m. a 136 m.	1 m.
Tramo de 148.5 m. a 149 m.	0.5 m.
Tramo de 161.5 m. a 162.5 m.	1 m.
Tramo de 164 m. a 165.5 m.	1.5 m.
Tramo de 167 m. a 168.5 m.	1.5 m.
Tramo de 170 m. a 171 m.	1 m.
Tramo de 173 m. a 175 m.	2 m.
Tramo de 185 m. a 186 m.	1 m.
Tramo de 189 m. a 189.5 m.	0.5 m.
Tramo de 192.5 m. a 193.5 m.	1 m.
Tramo de 195 m. a 196 m.	1 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 8ªA. 50009 ZARAGOZA

Pág.-25

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 200 metros de profundidad ha sido de 9,61 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 300º
- El sondeo comienza a desviarse desde los primeros metros hasta el metro 30, que alcanza los 3º y los mantiene hasta el final del sondeo.

Fdo: José Luengo  
Geofísico  
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste  
Jefe de Obra  
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera  
Jefe departamento  
Hidrogeología

Zaragoza, mayo de 2005



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

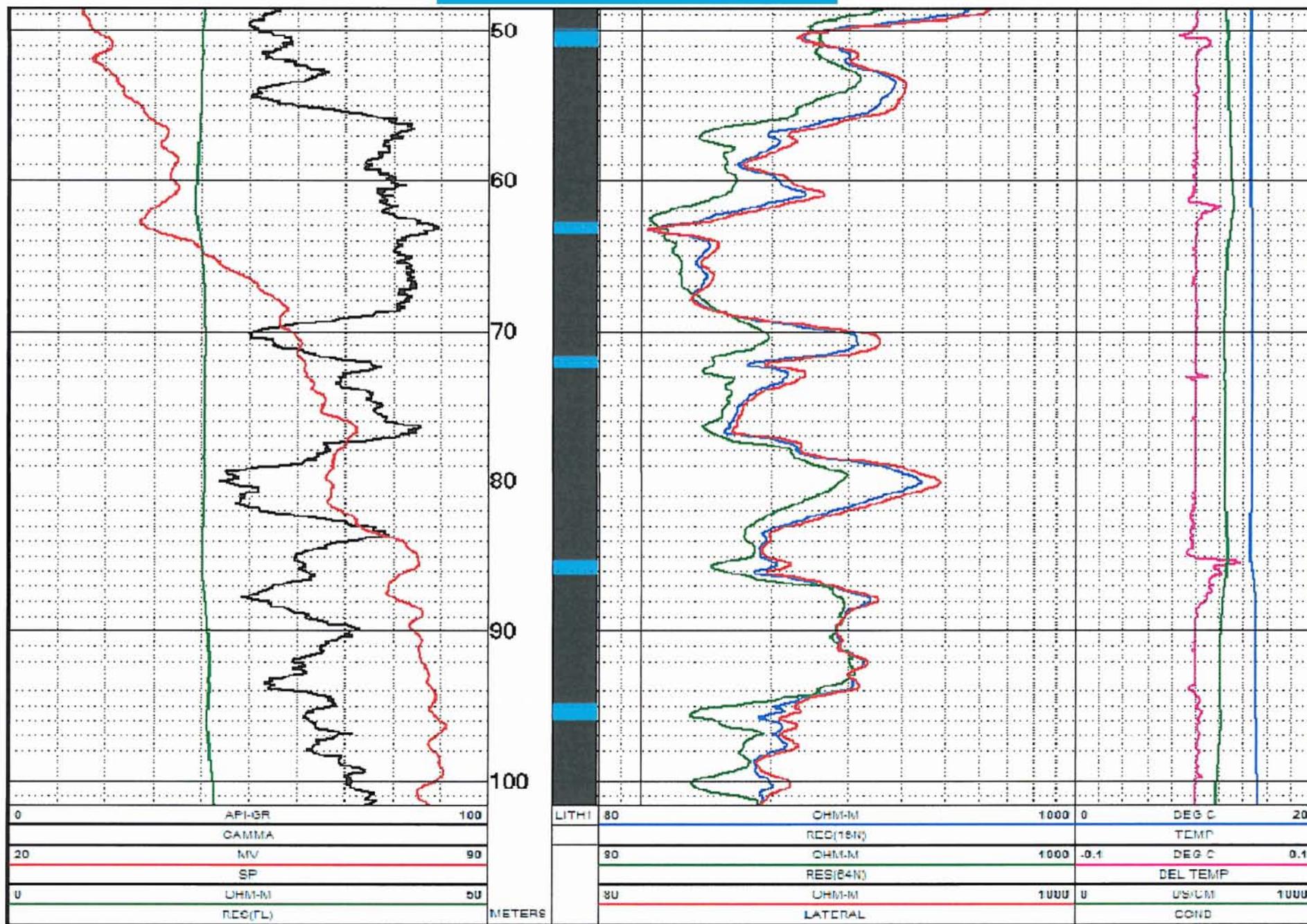
---

## **ANEXO -I**

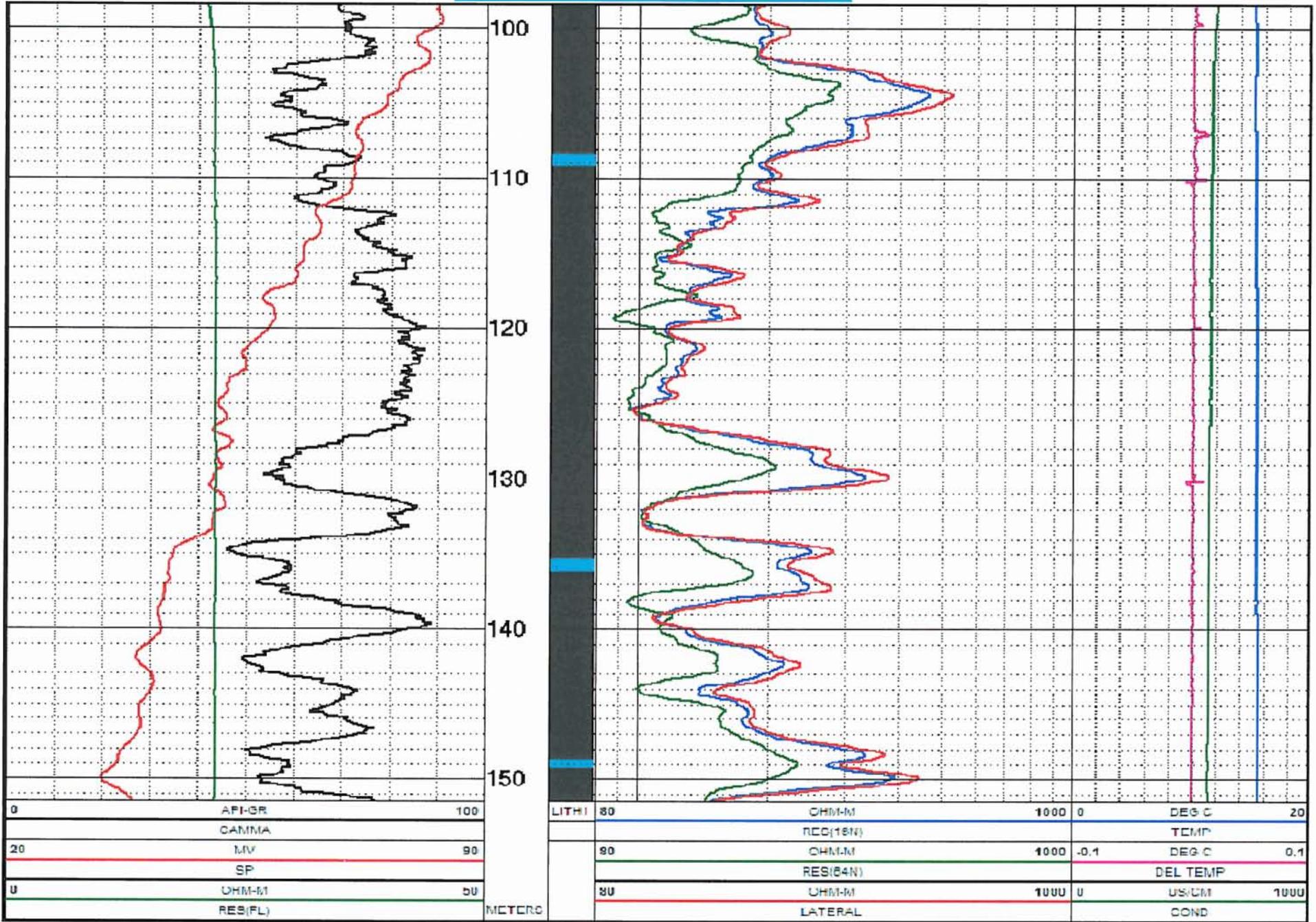
### **DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA**



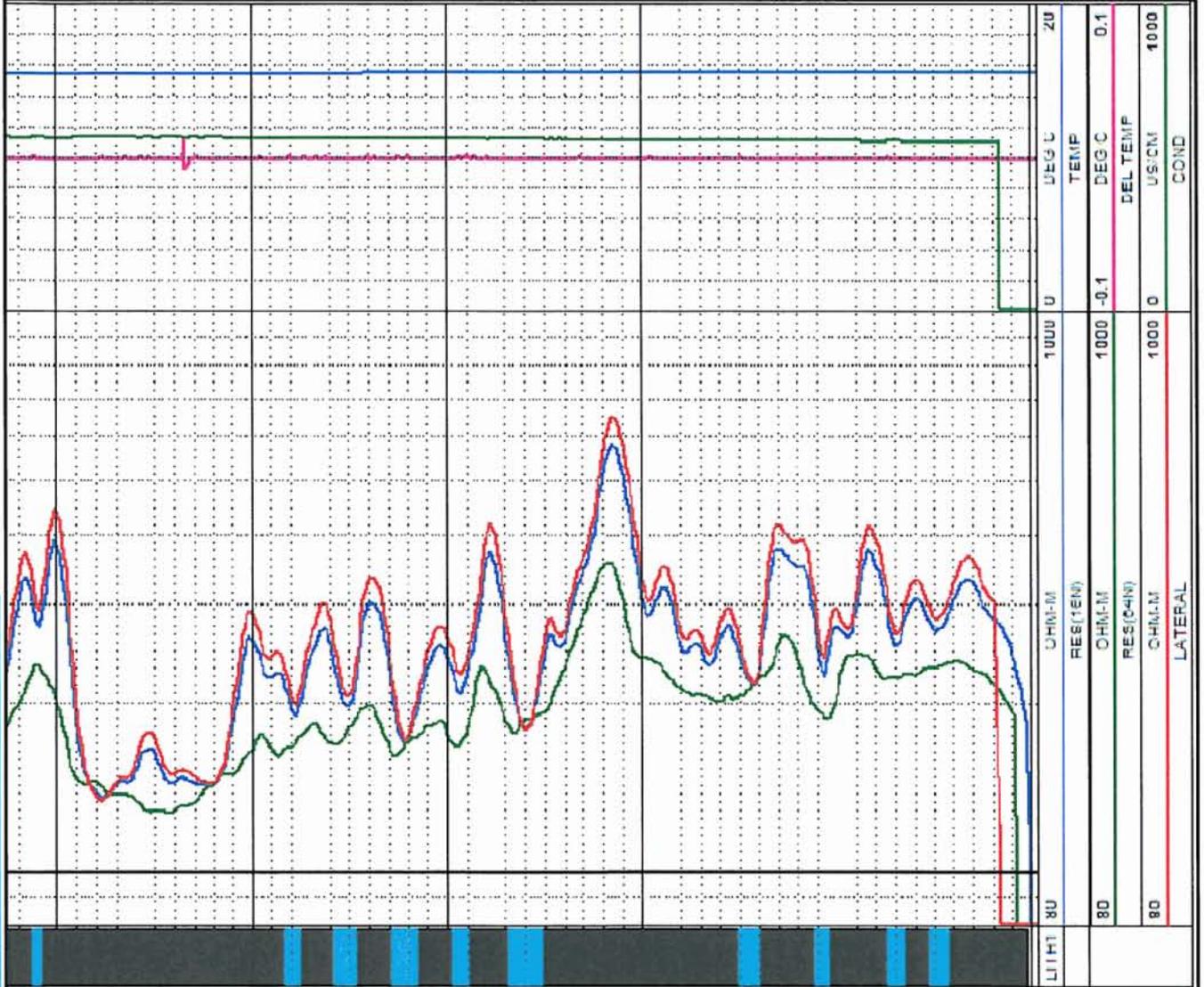
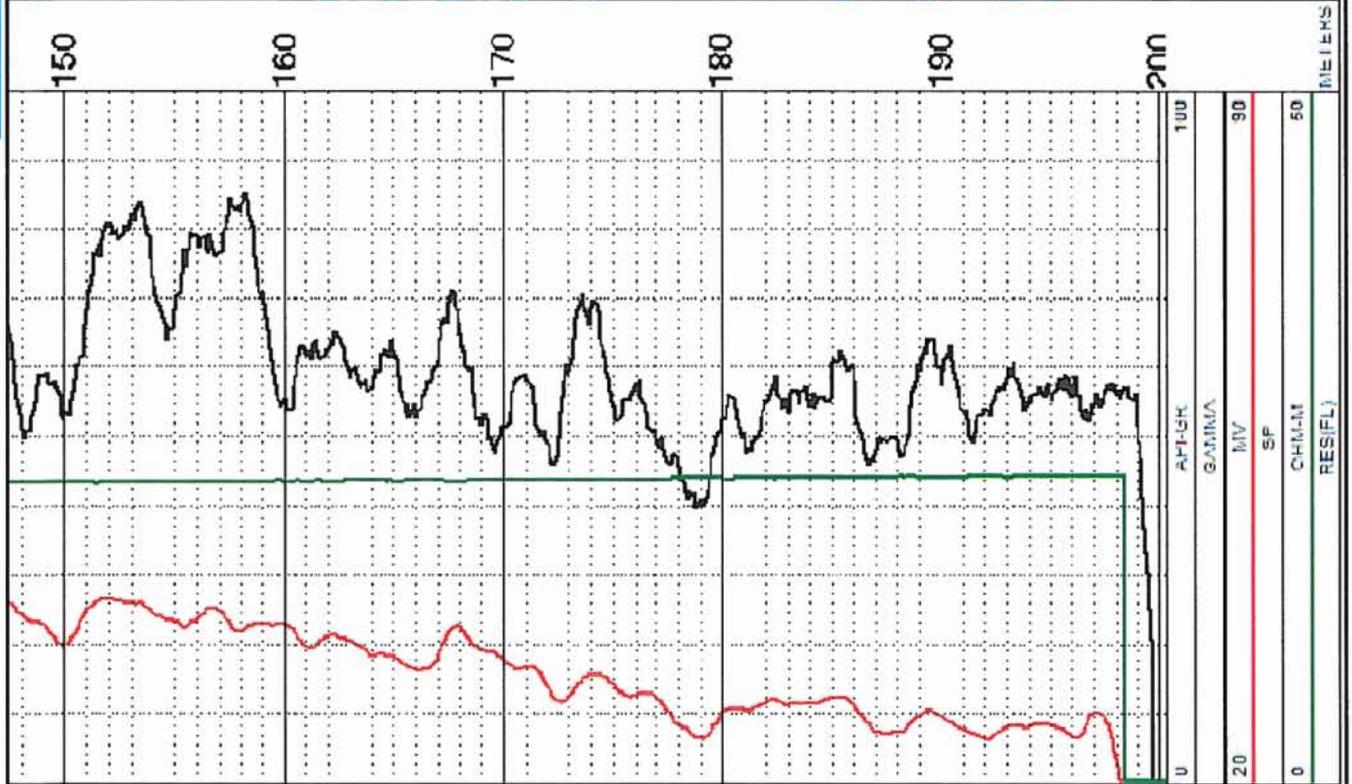
SONDEO: 09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA



SONDEO: 09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA



SONDEO: 09-205-01 SALVATIERRA DE ESCA





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

---

## ANEXO -II

### LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
6	0.00	0.60	0.00	0.00	323
8	0.04	1.38	0.01	-0.04	282
10	0.09	1.61	0.03	-0.09	287
12	0.15	1.88	0.05	-0.14	290
14	0.23	2.19	0.09	-0.21	293
16	0.30	2.22	0.12	-0.28	294
18	0.38	2.30	0.16	-0.34	295
20	0.46	2.32	0.20	-0.42	296
22	0.55	2.49	0.24	-0.49	296
24	0.63	2.62	0.29	-0.57	297
26	0.73	2.76	0.33	-0.65	297
28	0.83	2.98	0.38	-0.73	298
30	0.93	3.08	0.44	-0.82	298
32	1.04	2.94	0.50	-0.91	299
34	1.14	2.81	0.56	-0.99	299
36	1.23	2.60	0.61	-1.07	300
38	1.32	2.54	0.67	-1.13	300
40	1.40	2.61	0.73	-1.20	300
42	1.49	2.41	0.79	-1.26	300
44	1.57	2.40	0.84	-1.32	300
46	1.65	2.31	0.90	-1.39	300
48	1.73	2.20	0.94	-1.45	300
50	1.82	2.81	0.99	-1.52	300
52	1.91	2.86	1.03	-1.61	300
54	2.01	2.90	1.08	-1.70	300
56	2.12	3.11	1.14	-1.79	300
58	2.23	3.01	1.19	-1.88	300
60	2.33	3.22	1.25	-1.97	300
62	2.44	3.03	1.31	-2.03	300
64	2.54	2.78	1.37	-2.14	300
66	2.64	2.81	1.43	-2.21	300
68	2.73	2.76	1.49	-2.29	300
70	2.83	2.76	1.55	-2.36	300
72	2.92	2.90	1.60	-2.44	300
74	3.02	2.99	1.65	-2.54	300
76	3.13	3.02	1.70	-2.63	300
78	3.23	3.12	1.75	-2.72	300
80	3.34	3.08	1.80	-2.82	300
82	3.45	3.02	1.86	-2.92	300
84	3.55	3.03	1.91	-3.00	300
86	3.66	2.98	1.96	-3.09	300
88	3.76	3.02	2.01	-3.18	300
90	3.87	3.13	2.06	-3.27	300
92	3.99	2.99	2.12	-3.37	300

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



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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	4.08	3.21	2.17	-3.46	300
96	4.20	3.25	2.22	-3.56	300
98	4.31	3.20	2.28	-3.66	300
100	4.42	3.22	2.33	-3.76	300
102	4.53	3.20	2.39	-3.85	300
104	4.65	3.22	2.44	-3.95	300
106	4.76	3.29	2.50	-4.05	300
108	4.87	3.18	2.55	-4.15	300
110	4.98	3.25	2.61	-4.25	300
112	5.10	3.30	2.67	-4.35	300
114	5.21	3.22	2.72	-4.45	300
116	5.33	3.21	2.78	-4.55	300
118	5.44	3.22	2.83	-4.64	300
120	5.55	3.24	2.88	-4.74	300
122	5.66	3.17	2.94	-4.84	300
124	5.77	3.12	2.99	-4.94	300
126	5.88	3.11	3.04	-5.04	300
128	5.99	3.26	3.08	-5.14	300
130	6.10	3.23	3.13	-5.24	300
132	6.21	3.17	3.19	-5.33	300
134	6.32	3.20	3.23	-5.43	300
136	6.43	3.18	3.28	-5.53	300
138	6.55	3.19	3.33	-5.63	300
140	6.66	3.18	3.38	-5.73	300
142	6.76	3.01	3.42	-5.83	300
144	6.86	3.01	3.47	-5.93	300
146	6.97	3.06	3.51	-6.02	300
148	7.08	3.04	3.55	-6.12	300
150	7.18	3.00	3.59	-6.22	300
152	7.29	3.12	3.64	-6.32	300
154	7.39	3.00	3.68	-6.42	300
156	7.50	3.01	3.72	-6.51	300
158	7.60	3.00	3.76	-6.61	300
160	7.70	3.00	3.80	-6.70	300
162	7.80	2.89	3.84	-6.80	300
164	7.90	2.90	3.88	-6.89	300
166	8.00	2.85	3.91	-6.98	300
168	8.10	2.75	3.95	-7.07	300
170	8.20	2.83	3.98	-7.16	299
172	8.29	2.90	4.02	-7.25	299
174	8.39	2.89	4.05	-7.35	299
176	8.49	2.72	4.09	-7.44	299
178	8.58	2.68	4.12	-7.53	299
180	8.68	2.77	4.16	-7.62	299

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



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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
182	8.77	2.90	4.19	-7.71	299
184	8.88	2.91	4.23	-7.80	299
186	8.97	2.80	4.27	-7.89	299
188	9.07	2.83	4.31	-7.98	299
190	9.17	2.72	4.34	-8.07	298
192	9.26	2.78	4.38	-8.16	298
194	9.36	2.88	4.42	-8.25	298
196	9.46	2.95	4.46	-8.35	298
198	9.56	2.84	4.50	-8.44	298
200	9.61	2.83	4.52	-8.49	298

## **ANEJO 4**

### **ENSAYO DE BOMBEO**

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad SALVATIERRA DE ESCA  
 N° Registro IPA 270930017  
 Profundidad Sondeo 203 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X  
 Y  
 Z

Fecha Ensayo 21 y 22 de diciembre de 2005  
 Nivel estático inicial 13,01  
 Profund. Aspiración 159,40 m  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C  
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV  
 Alternador MERCATE

**Piezómetro (n° IPA)**

Profundidad m  
 Distancia 0 m  
 Dirección (norte) #1DIV/0! °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (Vs)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	10	19	19	0,34	0,34
2	14	30	11	0,73	0,39
3	17	1440	1410	13,33	12,60

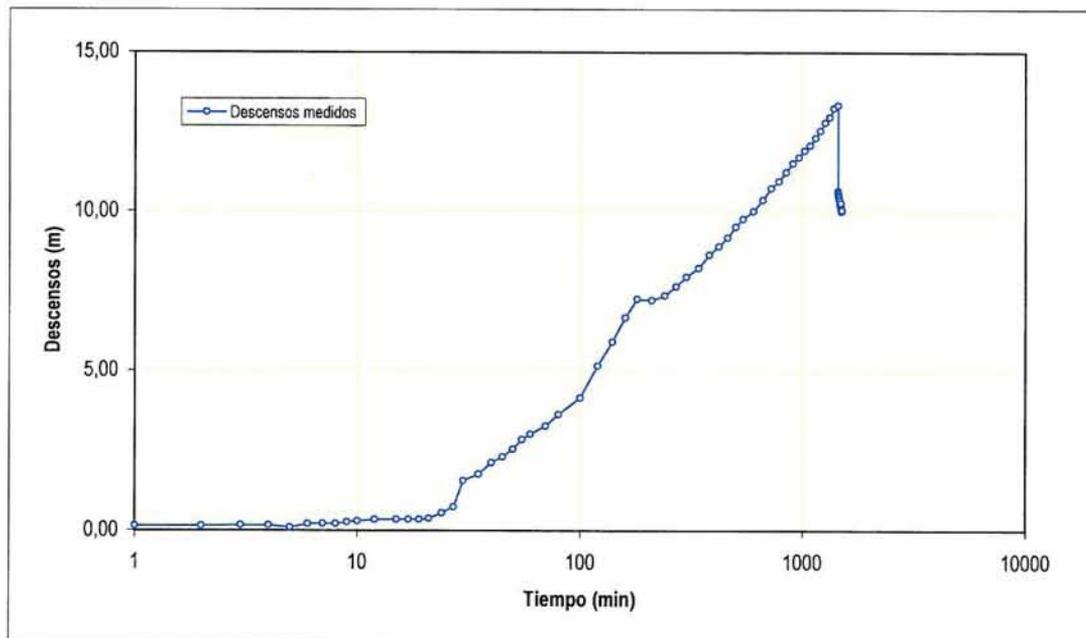
**Síntesis litológica**

0-7 m Gravas limos y arcillas de color gris  
 7-25 m Margozaliza gris clara con pequeños niveles margosos  
 25-203 m Alternancia de calizas y margocalizas gris oscuras. Fuerte olor fétido. Pequeñas vetas de calcita.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-9,5 m	φ 380 mm	0-9,5 m	φ 300 mm	25-31 m	4 mm
203 m	φ 220 mm	0-203 m	φ 180 mm	37-49 m	4 mm
				61-67 m	4 mm
				79-85 m	4 mm
				173-179 m	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (Vs)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
21/12/05 10:00	0	13,01					
21/12/05 10:01	1	13,15	0,14			10,00	Agua negra
21/12/05 10:02	2	13,15	0,14			10,00	
21/12/05 10:03	3	13,17	0,16			10,00	
21/12/05 10:04	4	13,17	0,16			10,00	
21/12/05 10:05	5	13,10	0,09			10,00	
21/12/05 10:06	6	13,21	0,20			10,00	Agua negra
21/12/05 10:07	7	13,22	0,21			10,00	
21/12/05 10:08	8	13,22	0,21			10,00	
21/12/05 10:09	9	13,27	0,26			10,00	
21/12/05 10:10	10	13,30	0,29			10,00	
21/12/05 10:12	12	13,35	0,34			10,00	
21/12/05 10:15	15	13,35	0,34			10,00	
21/12/05 10:17	17	13,35	0,34			10,00	
21/12/05 10:19	19	13,35	0,34			10,00	
21/12/05 10:21	21	13,38	0,37			14,00	
21/12/05 10:24	24	13,55	0,54			14,00	
21/12/05 10:27	27	13,74	0,73			14,00	
21/12/05 10:30	30	14,56	1,55			17,00	
21/12/05 10:35	35	14,76	1,75			17,00	Agua algo más clara (gris oscuro).
21/12/05 10:40	40	15,13	2,12			17,00	
21/12/05 10:45	45	15,31	2,30			17,00	
21/12/05 10:50	50	15,55	2,54			17,00	
21/12/05 10:55	55	15,85	2,84			17,00	
21/12/05 11:00	60	16,02	3,01			17,00	
21/12/05 11:10	70	16,27	3,26			17,00	
21/12/05 11:20	80	16,63	3,62			17,00	
21/12/05 11:40	100	17,15	4,14			17,00	
21/12/05 12:00	120	18,15	5,14			17,00	Cond: 653 µS/cm pH: 8,3 T°: 13° C
21/12/05 12:20	140	18,91	5,90			17,00	
21/12/05 12:40	160	19,67	6,66			17,00	
21/12/05 13:00	180	20,25	7,24			17,00	
21/12/05 13:30	210	20,21	7,20			17,00	Cond: 640 µS/cm pH: 8,1 T°: 13° C
21/12/05 14:00	240	20,36	7,35			17,00	Agua clara (ligero tono negro y olor a S)
21/12/05 14:30	270	20,64	7,63			17,00	
21/12/05 15:00	300	20,94	7,93			17,00	
21/12/05 15:40	340	21,22	8,21			17,00	Cond: 631 µS/cm pH: 8 T°: 11° C
21/12/05 16:20	380	21,63	8,62			17,00	
21/12/05 17:00	420	21,90	8,89			17,00	
21/12/05 17:40	460	22,17	9,16			17,00	
21/12/05 18:20	500	22,52	9,51			17,00	
21/12/05 19:00	540	22,77	9,76			17,00	Cond: 633 µS/cm pH: 8 T°: 12° C

21/12/05 20:00	600	23,01	10,00	17,00	
21/12/05 21:00	660	23,36	10,35	17,00	
21/12/05 22:00	720	23,73	10,72	17,00	MUESTRA 2. Cond: 630 $\mu$ S/cm pH: 8 T <sup>o</sup> : 12° C
21/12/05 23:00	780	23,95	10,94	17,00	
22/12/05 0:00	840	24,23	11,22	17,00	
22/12/05 1:00	900	24,51	11,50	17,00	
22/12/05 2:00	960	24,70	11,69	17,00	
22/12/05 3:00	1020	24,91	11,90	17,00	
22/12/05 4:00	1080	25,07	12,06	17,00	
22/12/05 5:00	1140	25,31	12,30	17,00	
22/12/05 6:00	1200	25,53	12,52	17,00	
22/12/05 7:00	1260	25,79	12,78	17,00	
22/12/05 8:00	1320	25,96	12,95	17,00	Agua clara (ligero tono negro y olor a S)
22/12/05 9:00	1380	26,25	13,24	17,00	
22/12/05 10:00	1440	26,34	13,33	17,00	MUESTRA 3. Cond: 610 $\mu$ S/cm T <sup>o</sup> : 10° C
22/12/05 10:01	1441	23,58	10,57	0,00	
22/12/05 10:02	1442	23,65	10,64	0,00	
22/12/05 10:03	1443	23,61	10,60	0,00	
22/12/05 10:04	1444	23,60	10,59	0,00	
22/12/05 10:05	1445	23,60	10,59	0,00	
22/12/05 10:06	1446	23,53	10,52	0,00	
22/12/05 10:07	1447	23,49	10,48	0,00	
22/12/05 10:08	1448	23,48	10,47	0,00	
22/12/05 10:09	1449	23,45	10,44	0,00	
22/12/05 10:10	1450	23,49	10,48	0,00	
22/12/05 10:15	1455	23,45	10,44	0,00	
22/12/05 10:20	1460	23,37	10,36	0,00	
22/12/05 10:25	1465	23,35	10,34	0,00	
22/12/05 10:30	1470	23,21	10,20	0,00	
22/12/05 10:35	1475	23,24	10,23	0,00	
22/12/05 10:40	1480	23,16	10,15	0,00	
22/12/05 10:45	1485	23,27	10,26	0,00	
22/12/05 10:50	1490	23,04	10,03	0,00	
22/12/05 10:55	1495	23,00	9,99	0,00	
22/12/05 11:00	1500	23,04	10,03	0,00	





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



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

**FECHA: 22 diciembre de 2005**

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO: P-09.205.01**

**POBLACIÓN: SALVATIERRA DE ESCA**

**PROF.: 203 m**

**Ensayo de bombeo del sondeo de Salvatierra de Esca MMA (270930017)**

El ensayo de bombeo comienza el 21 de diciembre de 2005 a las 10:00 horas. Dura 24 horas. Se realiza con el equipo habitual, pitot, evacuando el agua al río. La bomba se ubica a 159,40 m de profundidad. El nivel estático inicial está en 13,01

Durante los primeros 19 minutos se extrae un caudal de 10 l/s. Con este caudal el nivel llega a estabilizar en 13,35 m. Se aumenta el caudal a 14 l/s. Se mantiene este caudal durante 11 minutos y, como el nivel baja muy poco, se decide aumentar el caudal al máximo que es capaz de sacar la bomba, 17 l/s. Este caudal se mantiene hasta el final del aforo. El descenso total ha sido de 13,33 m. El nivel no ha llegado a estabilizar.

	<b>Duración</b>	<b>Descenso (m)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
<b>Escalón 1</b>	17 minutos	0,34	10
<b>Escalón 2</b>	11 minutos	0,39	14
<b>Escalón 3</b>	1410 minutos	12,60	17

El agua ha salido muy sucia (totalmente negro) al principio. A los 35 minutos comienza a aclarar y a las 4 horas ya está clara, siempre con un ligero tono negro y olor fétido. La conductividad ha ido disminuyendo conforme avanzaba el bombeo, pasando de 653  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 610  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El pH medio ha sido de 8 y la temperatura ha variado 10-13° C.

Después del aforo se mide una hora de recuperación. En el primer minuto se recuperan casi 3 metros. Al final de la hora el nivel está en 23,04 m. Aún quedan por recuperar 10,03 m. No se pudo medir más recuperación ya que la constructora no llevaba sonda de hidronivel.



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



Fdo.: Elena Gómez



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO Nº 2709-3-0017  
(09.203.004)**

**SALVATIERRA DE ESCA (Zaragoza)**

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 Salvatierra de Esca (Zaragoza), de 203 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

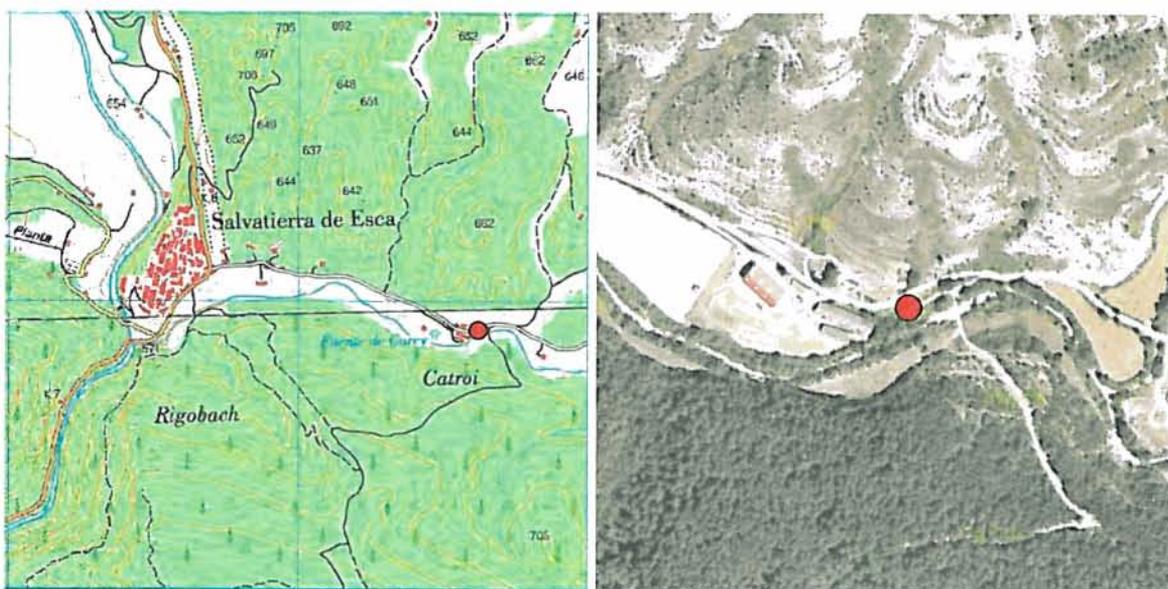
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 27-09 (175) de Sigües.
- Término municipal de Salvatierra de Esca (Zaragoza). El sondeo se sitúa a 1000 metros al este de la población y se accede por la carretera que une Salvatierra y Lorbés. El sondeo se encuentra en la margen sur de dicha carretera (Figuras 1, 2 y 3 )
- Referencia catastral. Polígono 2, Parcela 31.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 664.618

Y: 4.725.890

Z: 573 msnm.



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



Figura 3. Panorámica (Fuente: Google Earth).

### **ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea de Leyre (09.031), delimitada sobre las dos escamas aflorantes más meridionales de los mantos de cabalgamiento pirenaicos: la que da lugar a la sierra de Illón y, más al sur, la de las sierras de Lyre y Orba. Las formaciones acuíferas más importantes son las constituidas por materiales carbonatados del Cretácico, Paleoceno y Eoceno.

Se trata de una m.a.s. con escasa presión antrópica en la que coexisten dos sistemas de flujo subterráneo: uno primario, desde los interfluvios a los ríos, condicionado por la intersección subortogonal de la red fluvial con la directriz estructural (E-O), y otro profundo (o regional), a través de las formaciones calcáreas que se confina bajo los materiales del flysch, que presumiblemente fluyen hacia el valle del río Aragón con progresivo estancamiento del flujo e incremento de la mineralización y la temperatura de las aguas, las cuales descargas a través de sistemas de fracturas que rompen el confinamiento. Las descargas más representativas de este flujo regional son los manantiales termales de Tiermas, mientras que las correspondientes a los sistemas de flujo primario cabe citar los manantiales, puntuales o difusos, situadas en la fozes que los ríos Iratí, Salazar y Esca abren al atravesar las principales formaciones acuíferas.

El piezómetro que aquí se analiza tiene por objetivo monitorizar el acuífero instalado en la Fm. Burguá, del Eoceno inferior.

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

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Eoceno en materiales correspondientes al flysch eoceno. La estructura se corresponde con un ligero antiforame de dirección NO-SE, en el que los materiales eocenos se encuentran en el flanco norte del mismo, dentro de una serie plegada en pliegues de orden menor y con buzamientos de unos 30° a 60° hacia el NE.

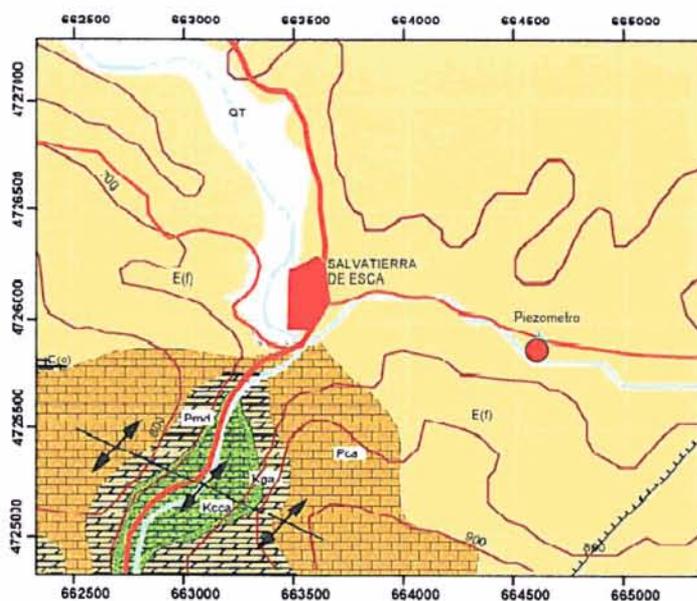


Figura 4. Situación del sondeo en las hojas nº 243 (Navascues) y 175 de Sigües

Los 9 primeros metros atravesado corresponden a materiales cuaternarios. A continuación, hasta los 24 metros, se cortan una serie de margas de color gris a negro interpretada como pertenecientes al flysch eoceno y, hasta el final del sondeo, una serie de tramos de calizas micríticas recristalizadas y esquistosas que se hacen más calcáreas hacia la base y que presentan escasos restos fósiles y abundante materia orgánica.

Así, desde el metro 24 a 55 se corta un primer tramo eminentemente calcáreo. Entre el metro 55 y 74 se atraviesan una serie de margas y margocalizas, y entre el metro 74 y el 112 la litología pasa a calizas micríticas y margosas. Desde el metro 112 al 127 se vuelve a cortar un tramo de margas y margocalizas, y de 127 a 150 metros calizas grises oscuras-pardas a negras con intercalaciones de margocalizas y margas de tonos grises. Por último entre el metro 150 hasta el final se han cortado calizas con intercalaciones de margas o margocalizas que hacia la parte final del sondeo son más calcáreas empezando a aparecer algunos restos fósiles.

El primer aporte de agua se detectó hacia el partir del metro 12, y se estimó en 2,5 L/seg., aproximadamente, pero es en el tramo calcáreo que se inicia en el metro 24 en el que el caudal evacuado por la sonda aumenta progresivamente hasta llegar a 15-20 L/seg, cuando se alcanza los 50 metros de profundidad.

La testificación geofísica interpretó que las zonas más productivas se sitúan entre los metros 50-51, 63-64, 72-72.5, 85-86, 95-96, 108.5-109, 135-136, 148.5-149, 161.5-162.5, 164-164.5, 167-168.5, 170-171, 173-175, 185-186, 189-189.5, 192.5-193.5 y 195-196.

El nivel piezométrico al finalizar la limpieza del sondeo quedó a 11,68 metros de profundidad.

El sondeo quedó entubado como sigue:



ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-9,5	300	5	Hierro	Ciega
0-25	180	4	Hierro	Ciega
25-31	180	4	Hierro	Filtro puente
31-37	180	4	Hierro	Ciega
37-49	180	4	Hierro	Filtro puente
49-61	180	4	Hierro	Ciega
61-67	180	4	Hierro	Filtro puente
67-79	180	4	Hierro	Ciega
79-85	180	4	Hierro	Filtro puente
85-173	180	4	Hierro	Ciega
173-179	180	4	Hierro	Filtro puente
179-203	180	4	Hierro	Ciega

### INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 21 de diciembre de 2005, a las 10:00 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El nivel inicial fue de 13,01 m.

La aspiración se situó a 159,40 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante diafragma calibrado y tubo pitot, y el agua se vertió al barranco de Gabarret.

El bombeo se inició con un caudal de 10 L/seg, pero tras observar que apenas descendía se aumentó casi inmediatamente a 14 L/seg y en el minuto 27, por la misma causa, a 17 L/seg, el cual se mantuvo constante hasta el final del bombeo. Tras completar 24 horas de bombeo se midió la recuperación durante una hora, al término de la cual quedaba por recuperar 10,03 metros.

El agua extraída era totalmente negra al inicio de la prueba, y aunque aclaró bastante a partir del minuto 360, mantuvo siempre una tonalidad negruzca y olor fétido a sulfídrico. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" pH, temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH
120	13,0	653	8,30
210	13,0	640	8,1
340	11,0	631	8
540	12,0	633	8
720	12,0	630	8
1440	10,0	610	--

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

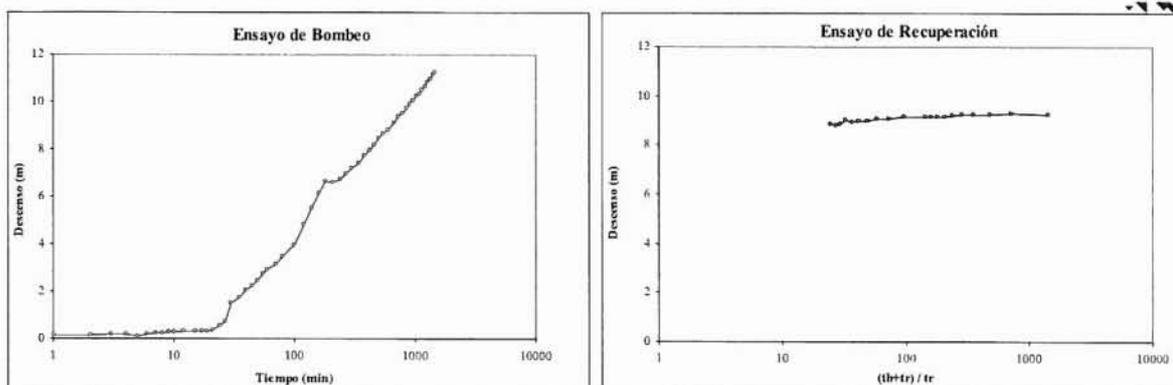


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

## INTERPRETACIÓN

La interpretación se ha realizado la aproximación logarítmica de Jacob, método de Recuperación de Theis y simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo).

### **Aproximación logarítmica de Jacob**

A la gráfica de descensos vs logaritmo del tiempo es posible ajustarle una recta que determina una transmisividad de  $43,3 \text{ m}^2/\text{día}$ .

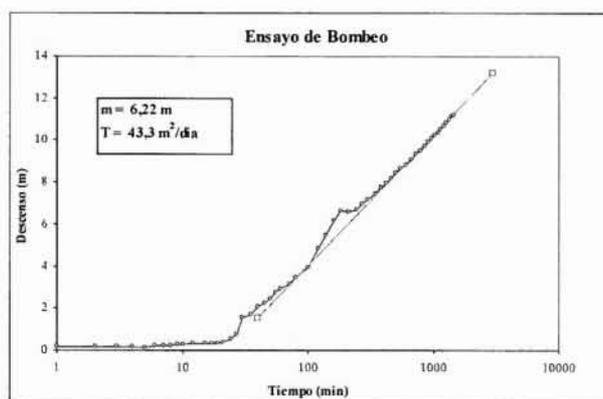


Figura 7

La simulación de los descensos (fig. 8) y la recuperación (fig. 9) para ese valor de la transmisividad no es satisfactoria dada la disimilitud entre los niveles medidos y simulados, que sugiere una transmisividad mas altas que la obtenida por este método. Por otra parte, para poder efectuar la simulación ha habido que adoptar un coeficiente de almacenamiento (S) del 20%, excesivamente alto para esta litología, lo que unido al escaso descenso que se produjo en los primeros instantes del bombeo sugiere que se está ante un caso en el que el almacenamiento cárstico es significativo.

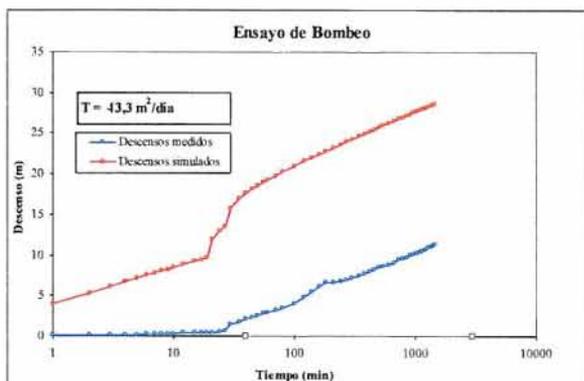


Figura 8

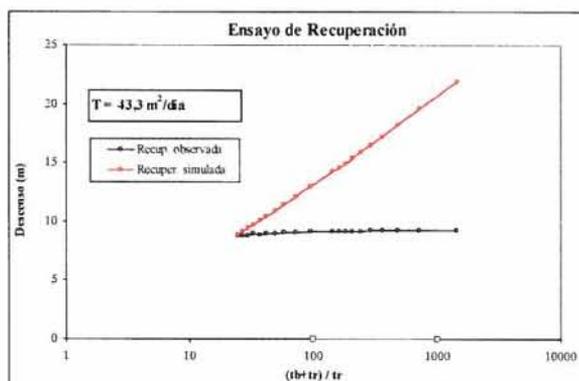


Figura 9

### Método de recuperación de Theis

El resultado obtenido por este método es de  $357 \text{ m}^2/\text{día}$  (fig. 10). Al lado, a distinta escala de representación, se compara los datos de campo con los teóricos para ese valor de la transmisividad (fig. 11), en la que se observa un notable decalaje entre ambas curvas que sugiere que la transmisividad real es inferior a la deducida, y también la posible existencia de doble porosidad por almacenamiento cárstico.



Figura 10

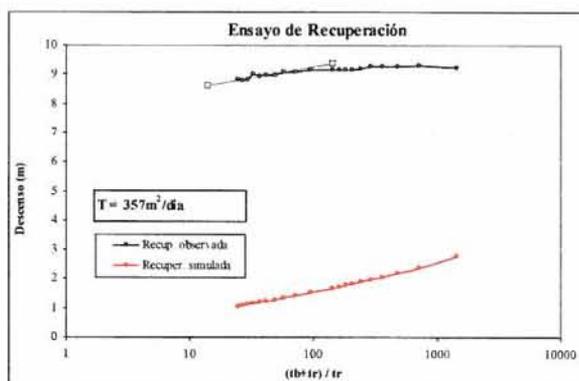


Figura 11

### Método directo (MABE)

Para poder calibrar satisfactoriamente el bombeo (fig 12) y la recuperación (fig 13) ha sido necesario admitir la existencia de un apreciable almacenamiento cárstico. La calibración se ha conseguido en ambos casos con idéntico valor de la transmisividad ( $214 \text{ m}^2/\text{día}$ ), pero ligeramente diferentes para los otros parámetros de ajuste requeridos (radio equivalente y  $r^2.S$ ).

No se detecta la existencia de pérdidas de carga.

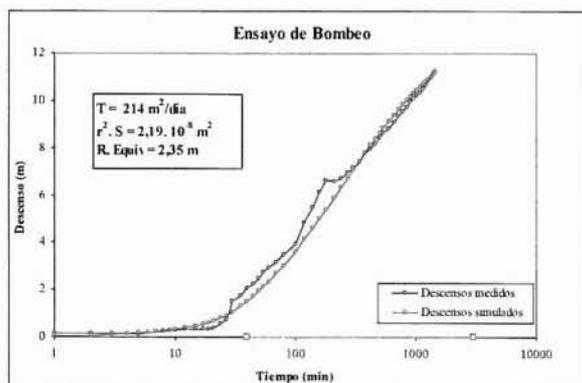


Figura 12

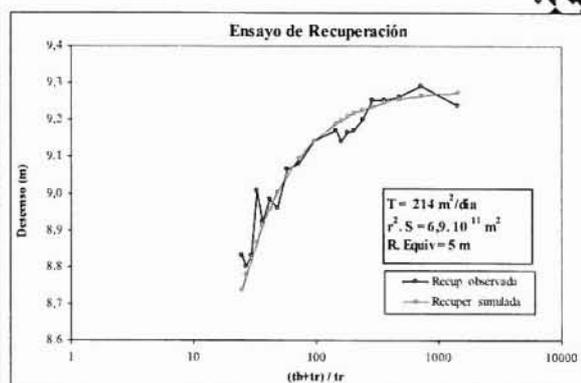


Figura 13

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Método	Transm. m <sup>2</sup> /día	r <sup>2</sup> .S m <sup>2</sup>	R. Equiv. m
Aprox .Log. Jacob (1er tramo)	26,62	---	---
Método de Jacob	43,30	---	---
Método Recuperación Theis	357	---	---
Simulación bombeo (solución de Theis)	214	2,19E-08	2,35
Simulación recuperación (solución de Theis)	214	6,90E-11	5,00

Se considera que los parámetros obtenidos mediante simulación con el programa MABE son los que mejor se ajustan a la curvas experimentales del ensayo.

La obtención de parámetros diferentes (radio equivalente y r<sup>2</sup>.S) según se trate de bombeo o recuperación debe ser considerado como un reflejo de la variabilidad de la carstificación en la zona variación de niveles de ambos ensayos, y que ha sido mucho más restringida en el caso de la recuperación.

A destacar que ha existido un importante déficit de recuperación ya que la extrapolación de la misma cortaría al eje de ordenadas por encima del origen de coordenadas, lo que podría deberse a consumo de reservas lo que conlleva que se ha captado un acuífero compartimentado de pequeñas dimensiones. Otra posible explicación es la existencia de apreciable almacenamiento cárstico, lo que suele dar lugar a curvas de recuperación casi horizontales al principio que progresivamente acentúan su pendiente. Para dilucidar esta incógnita se habría requerido mayor tiempo de control de la recuperación.



## ANEXO Nº 1

### ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **SALVATIERRA DE ESCA (Zaragoza)**

Hoja MTN **27-09 (175) Sigües**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	<b>2709-30017</b>	Coordenadas sondeo:	<b>664618</b>	<b>4725890</b>	<b>573</b>
Nº de Inventario Piezómetro:		Coordenadas Piezómetro:			
Profundidad del sondeo:	<b>203 m</b>	Distancia del piezómetro:			
Nivel estático:	<b>13,01 m</b>	Toponimia./Ref.Catastral:	<b>Polígono 2, parcela 31</b>		
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	<b>24 m</b>	Fecha ensayo:	<b>21 de diciembre de 2005</b>		
Profundidad muro Fm acuífera (m)	<b>203</b>	Bomba:	<b>CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV</b>		
Longitud del filtro (Screen length)	<b>36 m</b>	Grupo :	<b>DEUSCH 10KVA 150 CV</b>		
Φ perforación (annulus diameter)	<b>220 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>159,40 m</b>		
Φ pantalla (casing diameter)	<b>180 mm</b>				

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
10:00	0,0	0	13,01	0,00			
10:01	10,00	1	13,15	0,14			Agua negra
10:02	10,00	2	13,15	0,14			
10:03	10,00	3	13,17	0,16			
10:04	10,00	4	13,17	0,16			
10:05	10,00	5	13,10	0,09			
10:06	10,00	6	13,21	0,20			Agua negra
10:07	10,00	7	13,22	0,21			
10:08	10,00	8	13,22	0,21			
10:09	10,00	9	13,27	0,26			
10:10	10,00	10	13,30	0,29			
10:12	10,00	12	13,35	0,34			
10:15	10,00	15	13,35	0,34			
10:17	10,00	17	13,35	0,34			
10:19	10,00	19	13,35	0,34			
10:21	14,00	21	13,38	0,37			
10:24	14,00	24	13,55	0,54			
10:27	14,00	27	13,74	0,73			
10:30	17,00	30	14,56	1,55			
10:35	17,00	35	14,76	1,75			Agua algo más clara (gris oscuro).
10:40	17,00	40	15,13	2,12			
10:45	17,00	45	15,31	2,30			
10:50	17,00	50	15,55	2,54			
10:55	17,00	55	15,85	2,84			
11:00	17,00	60	16,02	3,01			
11:10	17,00	70	16,27	3,26			
11:20	17,00	80	16,63	3,62			
11:40	17,00	100	17,15	4,14			
12:00	17,00	120	18,15	5,14			Cond: 653 µS/cm pH: 8,3 Tº: 13º C
12:20	17,00	140	18,91	5,90			
12:40	17,00	160	19,67	6,66			
13:00	17,00	180	20,25	7,24			
13:30	17,00	210	20,21	7,20			Cond: 640 µS/cm pH: 8,1 Tº: 13º C
14:00	17,00	240	20,36	7,35			Agua clara (ligero tono negro y olor a S)
14:30	17,00	270	20,64	7,63			
15:00	17,00	300	20,94	7,93			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
15:40	17,00	340	21,22	8,21			Cond: 631 $\mu$ S/cm pH: 8 T <sup>o</sup> : 11 <sup>o</sup> C
16:20	17,00	380	21,63	8,62			
17:00	17,00	420	21,90	8,89			
17:40	17,00	460	22,17	9,16			
18:20	17,00	500	22,52	9,51			
19:00	17,00	540	22,77	9,76			Cond: 633 $\mu$ S/cm pH: 8 T <sup>o</sup> : 12 <sup>o</sup> C
20:00	17,00	600	23,01	10,00			
21:00	17,00	660	23,36	10,35			
22:00	17,00	720	23,73	10,72			MUESTRA 2. Cond: 630 $\mu$ S/cm pH: 8 T <sup>o</sup> : 12 <sup>o</sup> C
23:00	17,00	780	23,95	10,94			
0:00	17,00	840	24,23	11,22			
1:00	17,00	900	24,51	11,50			
2:00	17,00	960	24,70	11,69			
3:00	17,00	1020	24,91	11,90			
4:00	17,00	1080	25,07	12,06			
5:00	17,00	1140	25,31	12,30			
6:00	17,00	1200	25,53	12,52			
7:00	17,00	1260	25,79	12,78			
8:00	17,00	1320	25,96	12,95			Agua clara (ligero tono negro y olor a S)
9:00	17,00	1380	26,25	13,24			
10:00	17,00	1440	26,34	13,33			MUESTRA 3. Cond: 610 $\mu$ S/cm T <sup>o</sup> : 10 <sup>o</sup> C
10:01	0,00	1441	23,58	10,57			
10:02	0,00	1442	23,65	10,64			
10:03	0,00	1443	23,61	10,60			
10:04	0,00	1444	23,60	10,59			
10:05	0,00	1445	23,60	10,59			
10:06	0,00	1446	23,53	10,52			
10:07	0,00	1447	23,49	10,48			
10:08	0,00	1448	23,48	10,47			
10:09	0,00	1449	23,45	10,44			
10:10	0,00	1450	23,49	10,48			
10:15	0,00	1455	23,45	10,44			
10:20	0,00	1460	23,37	10,36			
10:25	0,00	1465	23,35	10,34			
10:30	0,00	1470	23,21	10,20			
10:35	0,00	1475	23,24	10,23			
10:40	0,00	1480	23,16	10,15			
10:45	0,00	1485	23,27	10,26			
10:50	0,00	1490	23,04	10,03			
10:55	0,00	1495	23	9,99			
11:00	0,00	1500	23,04	10,03			

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

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

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

## CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE  
RESULTADO  
DE ENSAYO  
solicitado por:

**MICROTEC AMBIENTE, S.A.**

**PLATERÍA, 6, 3º.  
30004 MURCIA**

Denominación  
de la muestra:

**09.205.01.-  
SALVATIERRA.-**

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz **AGUA CONTINENTAL**

Tomada por: **EL CLIENTE**

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **27/05/2005** Hora

Fecha recepción **06/06/2005** Inicio análisis **06/06/2005** Fin análisis **16/06/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>614</b>	µ S/cm Electrometría. (P.I.E COND)
pH.....	<b>8,18</b>	ud. de pH Electrometría (P.I.E PH)
CLORUROS.....	<b>9,32</b>	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>24,63</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>409,98</b>	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b>	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	<b>0,00</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>97,59</b>	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>39,08</b>	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>29,22</b>	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>3,25</b>	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,07</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	<b>0,56</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,25</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	<b>1,03</b>	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>8,84</b>	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,02</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.



Tel.: 968 693 711 Fax: 968 690 691  
Web: www.caasa-lab.com  
e-mail: caasa@caasa-lab.com

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

ZARAGOZA

Denominación de la muestra: SALVATIERRA DE ESCA. ENSAYO DE BOMBEO.-  
MUESTRA 2 (12 HORAS)

UTM-X:  
UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Tipo de muestra: PUNTUAL

Fecha muestreo 21/12/2005 Hora 22:00 Fecha recepción 29/12/2005 Inicio análisis 29/12/2005 Fin análisis 05/01/2006

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	615 $\mu$ S/cm	Electrometría (P I E COND)
pH.....	7,82 ud. de pH	Electrometría (P I E PH)
CLORUROS.....	10,95 mg/l	Método argentométrico de Mohr (P I E CLOR)
SULFATOS.....	49,48 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SULF)
BICARBONATOS.....	377,39 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P I E ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P I E ALCA)
NITRATOS.....	0,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITA)
SODIO.....	75,15 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
MAGNESIO.....	18,11 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E MgAA)
CALCIO.....	39,13 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E CaAA)
POTASIO.....	1,68 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
NITRITOS.....	0,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITI)
AMONIO.....	0,42 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E AMON)
BORO.....	0,14 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E BORO)
FOSFATO .....	0,32 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P I E FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	8,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SILI)
HIERRO.....	0,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E FeAA)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E MnAA)

Observaciones:

El presente informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA .....  
Las 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, 10 de enero de 2006

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

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

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

Nº Registro: CAA/GE- 4.354 - 05

Página 1 de 1



## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	mg/l	meq/l	% meq/l
CLORUROS.....	10,95	0,31	4,10
SULFATOS.....	49,48	1,03	13,69
BICARBONATOS.....	377,39	6,19	82,19
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	0,06	0,00	0,01
SODIO.....	75,15	3,27	48,39
MAGNESIO.....	18,11	1,49	22,06
CALCIO.....	39,13	1,95	28,91
POTASIO.....	1,68	0,04	0,64

AGUA: BICARBONATADA - SÓDICA

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos.....	580,92 mg/l.
CO2 libre .....	9,09 mg/l
Dureza total.....	17,23 ° Francés
Dureza total .....	172,28 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente .....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	309,52 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	309,52 mg/l de CO3Ca

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

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,22
rNa+rK/rCa+rMg .....	0,96
rNa/rK .....	76,08
rNa/rCa .....	1,67
rCa/rMg .....	1,31
rCl/rHCO3.....	0,05
rSO4/rCl .....	3,34
rMg/rCa .....	0,76
i.e.b.....	-9,72
i.d.d.....	-0,42

Nº Registro: CAA/GE- 4.354 - 05



CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.





INFORME DE  
 RESULTADO  
 DE ENSAYO  
 solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.

PASEO DELICIAS, 20, 3º D.  
 28045 MADRID

MADRID

Denominación  
 de la muestra:

SALVATIERRA DE ESCA. ENSAYO DE BOMBEO.-  
 MUESTRA 3 (24 HORAS).-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Tipo de muestra: PUNTUAL

Fecha muestreo 22/12/2005 Hora 10:00 Fecha recepción 29/12/2005 Inicio análisis 29/12/2005 Fin análisis 05/01/2006

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	596 $\mu$ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,69 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	10,22 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	69,23 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	362,34 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	1,31 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	53,64 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	29,64 mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	52,85 mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,58 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,31 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	0,18 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	7,48 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. FeAA)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MnAA)

Observaciones:

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

**martes, 10 de enero de 2006**

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.º 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  
 Leda. en Ciencias Químicas  
 Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

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

**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 (2709) SIGTES UTMX: 664618 UTMY: 4725899 COTA: 570  
 Provincia: ZARAGOZA Municipio: SALVATIERRA DE ESCA  
 Localidad: Paraje: SALVATIERRA DE ESCA MMA  
 Dominio Hidrológico: Sinclinal de Jaca - Pamplona Unidad: Sierra de Leyre  
 Acuífero: Cretácico sup.-Paleoceno-Eoceno  
 Masa Subterránea A: SIERRA DE LEYRE Masa Subterránea B:  
 Acuífero: Cretácico sup.- Paleoceno- Eoceno Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OI  
 Río: ESCA Cuenca: EBR(3)  
 Observaciones: PIEZÓMETRO DE LA RED BÁSICA DII. MMAM



270930017 Salvatierra (18/12/2007)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de Información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	VAL		CHE (OPH)	21/06/2001		
43	Z-AMALTEA		CHE (OPH)	19/06/2008		Angel Anategui, Red MMA

**PERFORACION**

Contratista: SAC'YR MICROTEC Año: 2005  
 Tipo perforación: ROTOPERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 203  
 Observaciones: Inicio 25-5-05 y fin 27-5-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	9.5	150
9.5	203	220

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	9.5	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	25	180	4	Metálica ciega	
25	31	180	4	Metálica puercocillo	
31	37	180	4	Metálica ciega	
37	49	180	4	Metálica puercocillo	
49	61	180	4	Metálica ciega	
61	67	180	4	Metálica puercocillo	
67	79	180	4	Metálica ciega	
79	85	180	4	Metálica puercocillo	
85	173	180	4	Metálica ciega	
173	179	180	4	Metálica puercocillo	
179	203	180	4	Metálica ciega	

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
27/05/2005	Temperatura
27/05/2005	Conductividad
27/05/2005	Resistividad
27/05/2005	Pot. espontáneas
27/05/2005	Gama natural
27/05/2005	Incluciones

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	7	ARCILLAS ARENARY GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
7	25	MARGAS	EOCENO	
25	203	CALIZAS	PALEOCENO	ACUÍFERO

Observaciones: Gravas, limos y arcillas de color gris  
 Observaciones: Margas calizas gris clara con pequeños niveles margosos  
 Observaciones: Alternancia de caliza gris oscura, caliza margosa y calcarenitas con pequeños nódulos de caliza

**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL1									
Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación		Media	Desviación típica			
78	15.67	5.7	9.97		8.6379	2.7558			
Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidr.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
04/10/2006	6.68		563.32		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
12/07/2006	6.13		563.85		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/06/2006	5.7		564.3		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
06/05/2006	5.92		564.09		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
04/04/2006	5.77		564.23		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
13/01/2006	6.32		564.49		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
13/02/2006	6.94		563.06		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
15/01/2006	7.06		562.94		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
07/12/2007	8.7		561.3		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
16/11/2007	8.75		561.22		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
18/10/2007	8.17		561.83		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17/08/2007	12.62		557.36		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
10/05/2007	12.41		557.59		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
10/07/2007	7.66		562.31		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
22/06/2007	8.2		561.8		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
09/05/2007	6.26		561.74		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17/04/2007	5.83		564.17		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
12/01/2007	6.07		563.93		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
05/01/2007	6.81		563.17		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidr.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
04/01/2007	5.44		562.35		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
07/12/2006	6.88		563.12		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17/11/2006	5.91		562.80		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
01/08/2006	6.91		561.87		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
07/07/2006	6.65		561.35		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/06/2006	6.83		561.87		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
18/05/2006	6.66		561.34		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
25/04/2006	6.87		561.97		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
23/03/2006	6.59		563.41		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
10/02/2006	6.97		561.43		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/01/2006	7.64		562.35		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/12/2005	9.1		560.9		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/11/2005	16.29		559.71		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24/10/2005	11.65		558.37		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/09/2005	15.67		554.23		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
16/08/2005	15.63		554.35		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
18/07/2005	14.33		555.65		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/06/2005	12.14		557.86		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
10/05/2005	11.65		556.21		Nivel Estático		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Primera medida con el sondeo terminado									
27/05/2005	17.01	0	552.07		Nivel Dinámico		CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Medida punto antes de limpieza tras la perforación									

OTRAS FOTOS



Salvatierra Fin (01/06/2005)



Salvatierra Fin E (01/06/2005)



2709317Salvatierra3DMA (15/06/2005)



2709317Salvatierra3DMAbis (08/07/2005)

## FICHA DE PIEZÓMETRO

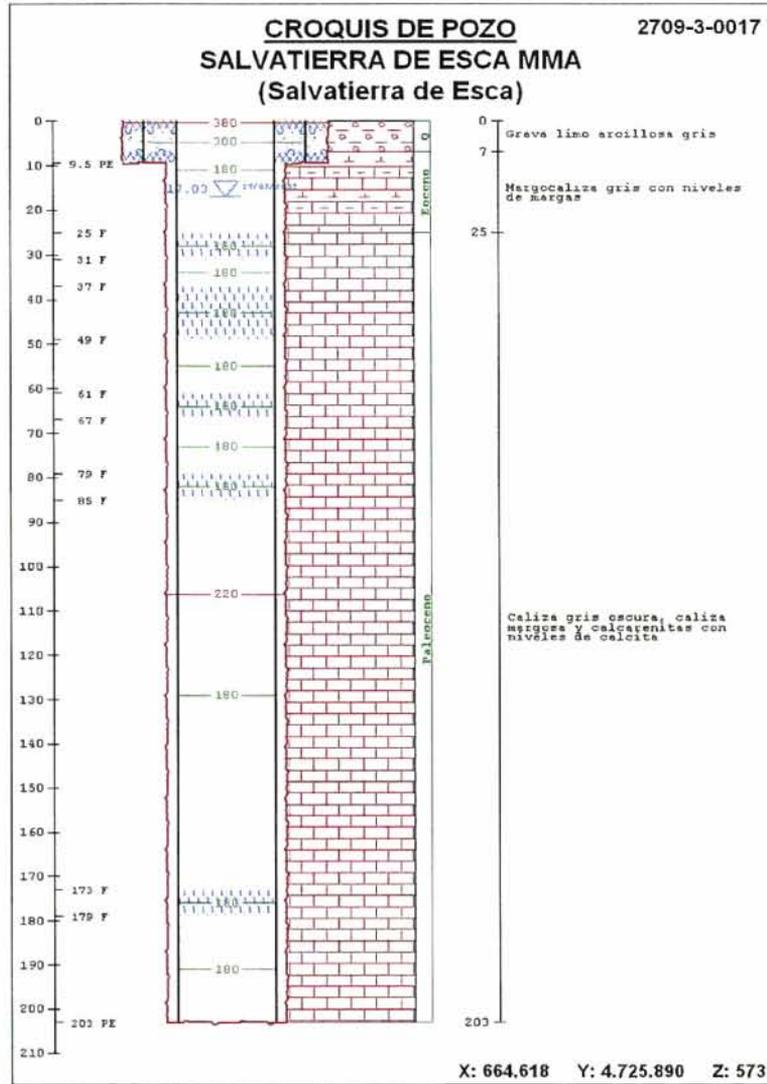
TOPONIMIA		SALVATIERRA DE ESCA MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.203.04	
CÓDIGO IPA		270930017 N° MTN 1:50.000 2709 MUNICIPIO		SALVATIERRA DE ESCA (HUESCA)			
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		031   SIERRA DE LEYRE					
U. HIDROGEOLÓGICA		09.02.03: SIERRA DE LEYRE					
ACUÍFERO(S)		031-01 y 2: Cretácico superior y Paleoceno - Eoceno					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	664618		DATOS OBTENIDOS DE:	Gis oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL
	Y	4725890					
COTA DEL SUELO msnm	Z	570		DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0
	POLÍGONO		2				
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Salvatierra de Esca					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						203		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	9.5	380	0	9.5	300	Metálica	25	31	Puentecillo	0	2		
9.5	203	220	0	25	180	Metálica	37	49	Puentecillo	7	9.5		
			31	37	180	Metálica	61	67	Puentecillo				
			49	61	180	Metálica	79	85	Puentecillo				
			67	79	180	Metálica	173	179	Puentecillo				
			85	173	180	Metálica							
			179	203	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	27/05/2005
ORGANISMO	CHE (OPH)		

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

# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

