



INFORME PIEZÓMETRO DE HORNILLALASTRA: 09.103.01



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

Piezómetro ubicado en el extremo noroeste de la amplia cubeta sinclinal asimétrica y de flancos suaves, conocida como sinclinal de Villarcayo, para registrar los niveles del acuífero del 03.04 Cretácico superior. Se emboquilla en un tramo de calizas y margas del Santoniense y el acuífero que capta es la formación de Calizas de Subijana del Coniaciense en la zona de recarga que se produce especialmente por ciertos fenómenos de origen cárstico y sumideros que provocan pérdidas de caudal a lo largo de cauces superficiales al atravesar el acuífero calizo. Este es el caso de los ríos Guareña y Entrambosríos, que se sumergen en el paraje de Ojo Guareña y el Arroyo de la Hoz, en las proximidades del sondeo, que no llega a sumergirse por completo y que se comporta como sumidero o surgencia dependiendo del estado de la recarga. Tras una somera y rápida circulación por conductos subterráneos, el drenaje de este complejo cárstico se realiza aguas abajo de Cornejo, entre Hornillayuso y Torme, hacia el río Tremea.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado al O del municipio de Hornillalastra.

Para acceder a este emplazamiento se toma BU-V-5623, desde Hornillalastra, dirección Hornillalatorre. Una vez pasada la segunda entrada al pueblo de Hornillalastra, a unos 150 m se cruza un barranco. Nada más pasar el puente se coge un camino a la izquierda, antes de que se encaje la carretera en un desfiladero. Se avanzan unos 230 m. El piezómetro está ubicado en la parcela de la derecha.

Las coordenadas exactas del punto son:

X= 451.350 Y= 4.764.556 Z= 710 m.s.n.m.

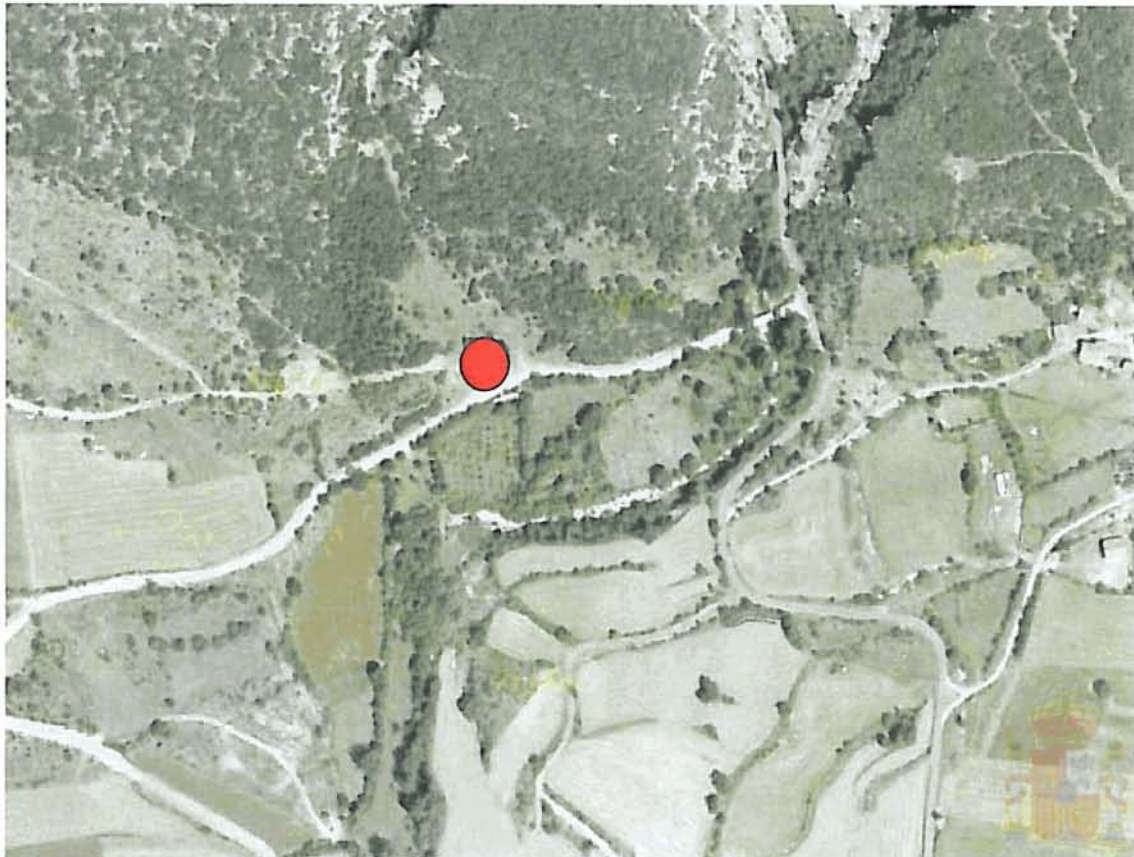


Figura 1. Ubicación del piezómetro de Hornillalastra sobre visor SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Cretácico Superior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como unidad 450. Se corresponden con la unidad C_{24}^{1-2} de la Hoja MAGNA nº 84 (Espinosa de los Monteros) de edad Santoniense inferior, siempre según la Cartografía MAGNA. Esta unidad presenta una edad diferente según estudios más recientes, como los llevados a cabo por Floquet (1991) y Martín-Chivelet *et al.* (2002). De esta manera, a esta unidad le correspondería una edad, que en ningún caso llegaría hasta el Santoniense, quedando a lo sumo como Coniaciense superior. La unidad atravesada por debajo, y que puede observarse en la figura como aflora en las inmediaciones es la clásica unidad hidrogeológica Calizas de Subijana, según el Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro.

La estructura general de la zona es la de una serie monoclinal hacia el Sur, en lo que sería parte del flanco Norte del Sinclinal de Villarcayo, con una dirección aproximada en las inmediaciones del sondeo E-W. Los buzamientos observables, son siempre bastante laxos, cuyos valores se sitúan entre los 10 y 20°, siempre hacia el S.

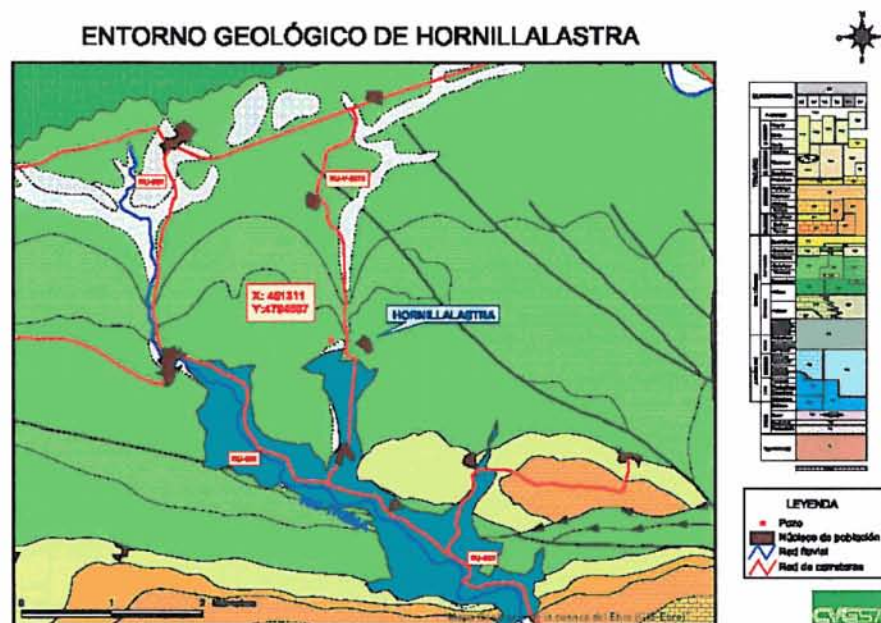


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Hornillalastra

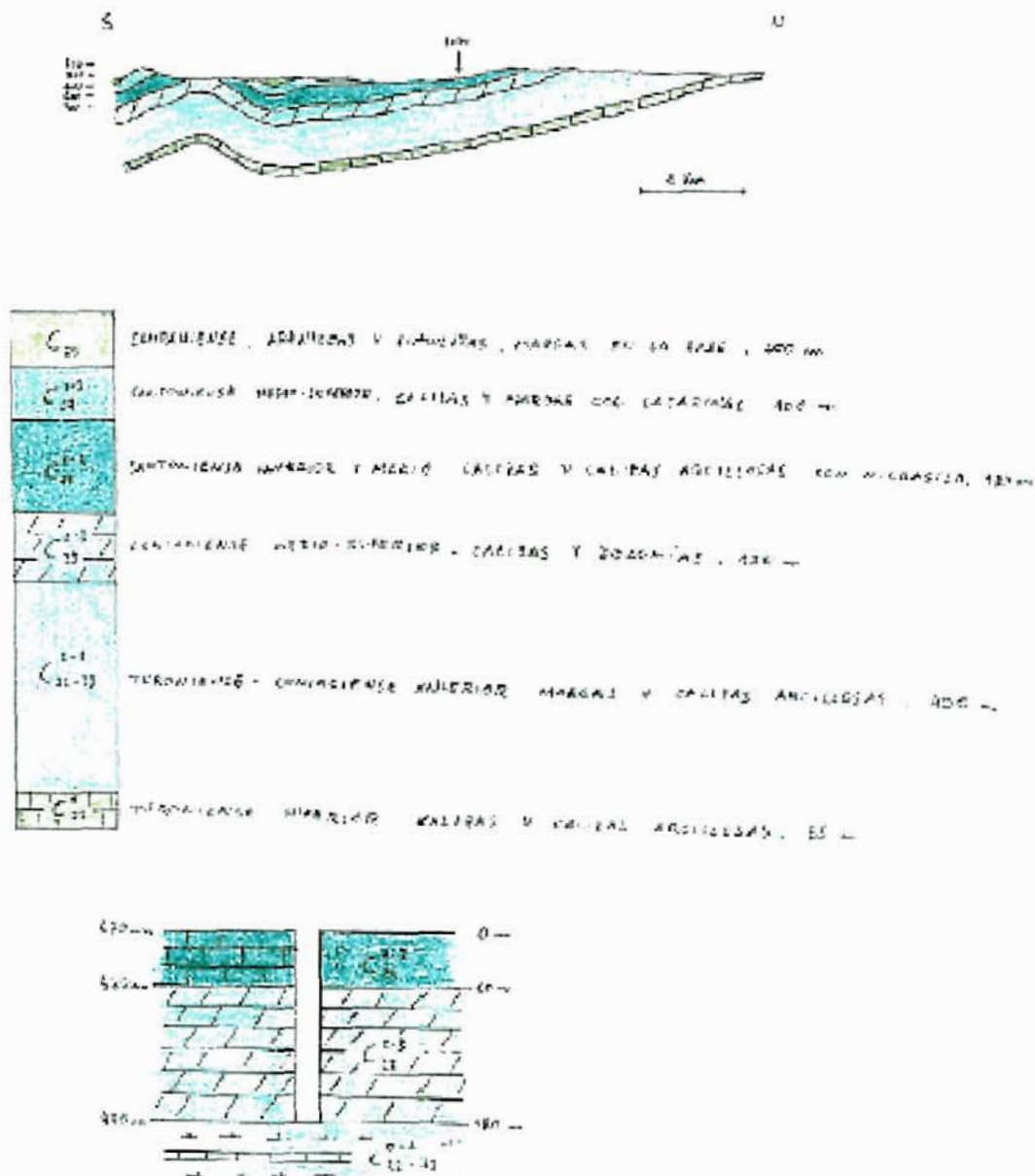


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Hornillalastra

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

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

Se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 103 "Sinclinal de Villarcastro", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.003 también denominada "Sinclinal de Villarcastro", y los acuíferos a controlar son las calizas con lacuzinas de edad Santoniense Inferior y las margas del Coniaciense sup. – Santoniense.

El acuífero carbonatado de edad Cretácico Superior de la masa de agua 090.003 es un acuífero mixto de 145,56 km² de superficie. Las calizas del Cretácico superior son el principal acuífero. Están constituidas por un potente tramo calcáreo en el que se diferencian tres unidades: calcarenitas del Santoniense (130 a 150 m), calizas dolomitizadas del Turoniense-Santoniense inferior (260 m) y calizas y dolomías del Coniaciense-Campaniense (calizas de Subijana) (100-200 m). Además existen otros acuíferos formados por materiales dolomíticos jurásicos (400 m), calizas arrecifales del Cretácico inferior (150 m), areniscas del Cretácico inferior (300 m), calizas del Paleoceno (200 m), terciario detrítico (100 m) y carbonatado (215 m) y aluviales y coluviales cuaternarios. Todos estos materiales se configuran en un gran sinclinal con orientación NO-SE con el eje desplazado hacia el N. Aparecen

algunas zonas diapíricas al N. En la zona meridional se incluye igualmente, el anticlinal del Valle de Valdivielso. La recarga de la masa es debida, principalmente, a la infiltración directa de las precipitaciones, aunque también se produce por infiltración desde algunos tramos de la red fluvial. Las descargas más significativas de esta masa son: Nacimiento del río Nela; Manantial de Fuenfría nº IPA 210820033, a una cota de 488 m.s.n.m.; Manantial de Herrán nº IPA 210820032, a una cota de 500 m.s.n.m.; Manantial de Rivera nº IPA 210820009, a una cota de 540 m.s.n.m.; Cabecera del río Trema.

El piezómetro se encuentra situado sobre el flanco norte del "Sinclinal de Villarcayo".

(Entorno geológico y corte geológico y columna prevista pueden consultarse en figuras 2 y 3 respectivamente.)

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperforación CALE – 1200 acondicionado por motor DEUTZ con capacidad de extracción de 20 toneladas con chasis montada sobre camión marca IVECO modelo 330/30 (J-5619-N).

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 9 de noviembre de 2004 y se terminó el 16 de noviembre de 2004 a las 18:50 horas.

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

Los 144 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. La velocidad media de avance de la perforación, del metro 120 al 125, es de 8,6 metros/hora.

(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:

0-35 m	Calizas margosas de tonalidades gris claro – blanco.
35-55 m	Calizas color beige con niveles de calizas gris oscuro.
55-65 m	Calizas gris oscuro.
65-75 m	Calizas esparíticas de tonalidades acarameladas.
75-80 m	Calizas de color beige con óxidos de hierro y arcillas de descalcificación.
80-110 m	Calizas gris oscuras con restos fósiles
110-113 m	Calizas color beige con óxidos de hierro.
113-115 m	Caverna de caliza rojiza recristalizada.
115-125 m	Caliza gris con restos fósiles.
125-150 m	Bioesparita beige.

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, es la siguiente:

De 0 m a 115 m.- Fm. Cuevas Labradas. Villaescusa de las Torres. Coniaciense inferior.

De 115 m a 150 m.- Fm. De Hornillatorre. Turoniense Superior.

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

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 16 de noviembre de 2004. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

Se diferenciaron cuatro tramos distintos con aporte de agua: tramo de 72 m a 77 m; tramo de 82,5 m a 86,5 m; tramo de 91,5 m a 93,5 m; tramo de 108 m a 113 m.

El nivel se situó sobre los 14 metros de profundidad.

La distancia de máxima desviación con la vertical a los 150 m de profundidad ha sido de 3,63 metros. El Acimut mantiene una medida aproximada de 332°. El sondeo llega a su máxima inclinación a los 150 metros con 2,40°.

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

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

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

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

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-72	180	4	Acero al carbono	Ciega
72-78	180	4	Acero al carbono	Puente
78-108	180	4	Acero al carbono	Ciega
108-120	180	4	Acero al carbono	Puente
120-150	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.

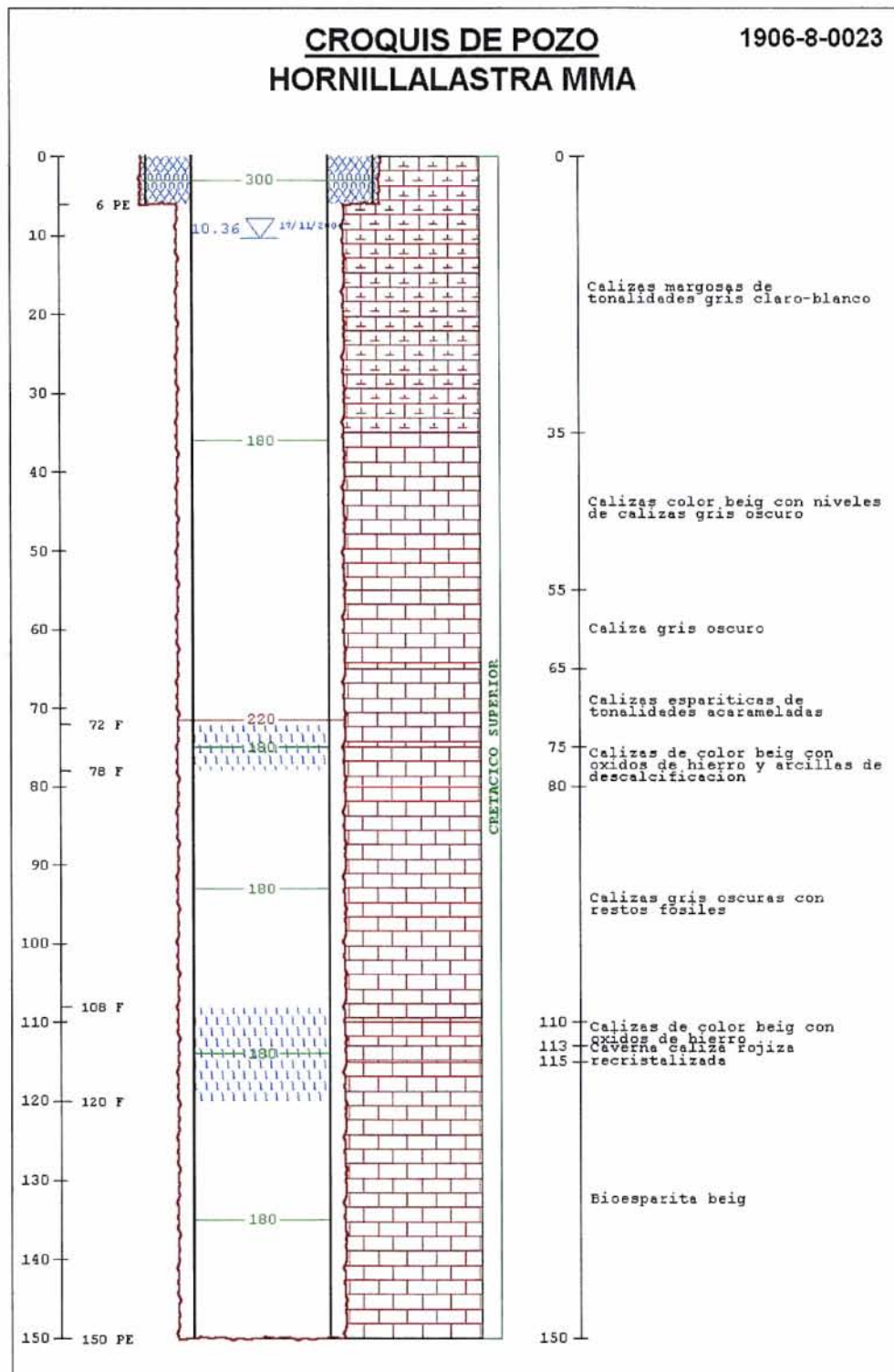


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero perforado es de edad Cretácico Superior.

A los 75 m se detectó el nivel, coincidiendo con un cambio litológico, de una alternancia de calizas grises y cremas con abundantes restos orgánicos se pasó a caliza recristalizada y arcilla roja (aparentemente el relleno de una cueva). El caudal estimado de este aporte fue de 2-4 l/s.

Conforme se avanzó en la perforación el caudal fue aumentando paulatinamente, pero el incremento más significativo se registró en torno a los 113-115 m. El caudal, a esta profundidad, se estimó en 25 l/s. Al final de la perforación (150 m de profundidad) el caudal era de 25-30 l/s.

La diferencia aproximada de cota entre el brocal del sondeo y los manantiales ubicados frente al desvío de Hornillayuso y Hornillalastra es de unos 30 m. El caudal aportado por estos manantiales el 10/11/2004 es estima en, al menos, 1000 l/s.

El nivel estático justo después de la perforación fue de 14,60 m.

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

Fecha	Nivel (metros)
17/11/2004	10,36
23/12/2004	5,34
17/03/2005	0,71
19/04/2005	3,7
10/05/2005	8,25
25/05/2005	10,47

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 25 y 26 de mayo de 2005 se realizó un ensayo de bombeo continuo de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial se situó a 10,47 m y la profundidad de la aspiración fue de 100,20 m. El caudal extraído fue de 15 l/s y el descenso total del nivel fue de 23,12 m. En ningún momento llegó a estabilizar el nivel.

El agua salió muy sucia al principio y luego se vuelve turbia. Poco a poco va aclarando pero sin llegar a salir totalmente clara. La conductividad media del agua durante el ensayo fue de 430 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 7,4 y la temperatura de 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 del metro 33,59 al metro 12,67, quedando 2,20 m por recuperar. 50 minutos después el nivel se situó en 10,52 metros.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	10,47	0,00	0,00
1	14,27	3,80	15
2	15,43	4,96	15
5	17,93	7,46	15
10	21,64	11,17	15
30	25,79	15,32	15
60	27,21	16,74	15
120	29,94	19,47	15
180	31,07	20,60	15
300	31,90	21,43	15

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
500	32,04	21,57	15
720	32,80	22,33	15
840	33,03	22,56	15
960	33,23	22,76	15
1080	33,39	22,92	15
1200	33,51	23,04	15
1440	33,59	23,12	15
1441	28,87	18,40	0,00
1442	26,72	16,72	0,00
1445	23,08	12,61	0,00
1450	19,90	9,43	0,00
1460	16,66	6,19	0,00
1480	13,84	3,37	0,00
1500	12,67	2,20	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 mediante métodos basados en la aproximación logarítmica (Jacob y recuperación Theis), así como la simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Theis y la de Hantush.

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

Método	Transmisividad	r ² .S	Δh	R. Equiv.
Aprox. Log (Método de Jacob)	77 m ² /día	---	3.07 m	---
Aprox. Log. (Recuperación Theis)	44 m ² /día	---	5.45 m	---
Simulación bombeo (solución Theis)	114 m ² /día	1,6 E-9 m ²	---	0,33 m
Simulación recuperación (solución Theis)	114 m ² /día	1, E-9 m ²	---	0,33 m

(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: 414 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 8,24.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 402 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,59.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 404 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,61.)

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 Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

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

Respecto a los valores habituales y de referencia de los iones mayoritarios en aguas subterráneas (Custodio y Llamas, ed. 1996) y los marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003 tampoco se superan los límites.

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	11,43 mg/l	10,04 mg/l	8,60 mg/l
Sulfatos	19,13 mg/l	10,68 mg/l	10,78 mg/l
Bicarbonatos	282,10 mg/l	272,07 mg/l	269,56 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	3,91 mg/l	0,00 mg/l	0,43 mg/l
Sodio	7,72 mg/l	5,12 mg/l	5,08 mg/l
Magnesio	2,98 mg/l	11,17 mg/l	9,71 mg/l
Calcio	82,55 mg/l	76,05 mg/l	79,63 mg/l
Potasio	1,56 mg/l	0,62 mg/l	0,64 mg/l
Nitritos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Amonio	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,00 mg/l	0,02 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato	---	0,52 mg/l	0,41 mg/l
Anhídrido Fosfórico	1,28 mg/l	---	---
Anhídrido Silícico	5,51 mg/l	4,77 mg/l	4,71 mg/l
Hierro	0,00 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 Hornillalastra 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 150 m. El acuífero atravesado está constituido por materiales carbonatados de edad Cretácico Superior. El nivel se situaba a 14 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 15 l/s. Se ha realizado la interpretación del ensayo de bombeo obteniendo los siguientes resultados de los parámetros hidrogeológicos del acuífero: Transmisividad: $114 \text{ m}^2/\text{día}$, R.S: $1,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$ y R. Equivalente: 0.33 m.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PUNTO N° : 4
PIEZÓMETRO N°: P-09.103.01
IPA: 1906-8-0023
TOPONIMIA: LA CAÑADA
MUNICIPIO: Hornillalastra (Burgos)
POLÍGONO:
PARCELA:

OBSERVACIONES:



Foto n° 1. Ubicación del sondeo en paraje la Cañada

La zona fue visitada el 26-05-04 en compañía de la esposa del alcalde pedáneo D. Daniel González Ruiz. Se ha dejado tríptico y borrador de disponibilidad de terrenos al alcalde.

La ubicación planteada en el proyecto 1 se considera acertada, así como la profundidad del sondeo, 150 m.

La solicitud de disponibilidad de terrenos se tiene que solicitar a:

JUNTA VECINAL DE HORNILLALASTRA
Sr. D. DANIEL GONZÁLEZ RUIZ
C/ MAYOR N° 19

09568 HORNILLALASTRA (BURGOS)

Ocupación de terrenos a:

Consejería de Medioambiente de Castilla-León

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



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

FECHA: 16/11/2004	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.103.01	POBLACIÓN: Hornillalastra	PROF.: 150 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 9/11/2004	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 220 mm		
VELOCIDAD DE AVANCE: Unos 9 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: PERFORACIONES GENERALES SUAREZ (Equipo 2)

Profundidad alcanzada:

Al comienzo de la visita a las 11:00: 115 metros. Es la profundidad a la que se había quedado en el turno de trabajo anterior. Han limpiado 3 m que se habían rellenando y continúa la perforación.

A las 12:20 la profundidad alcanzada es de 125 m.

A las 16:00 finaliza la perforación al alcanzar los 150 m.. Perforan unos 2 m más para evitar el relleno.

Estado de la perforación: el esquema de perforación seguido es el siguiente:

De 0 m a 9 m: diámetro 315 mm

A partir de 9 m: diámetro 220 mm.

Velocidad media de avance: Del metro 120 al 125 la velocidad de avance es de 8,6 m/h.

La única tubería durante de la perforación son los 9 m iniciales de emboquille.

Características hidrogeológicas

El agua la cortaron en torno a 75 m de profundidad. El incremento más significativo de caudal se registró en torno a 115 m.

La diferencia aproximada de cota entre el brocal del sondeo y los manantiales ubicados frente al desvío de Hornillayuso y Hornillalastra es de unos 30 m. El caudal aportado por estos manantiales el 10/11/04 se estima en al menos 1000 l/sg.



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



El nivel del agua en el sondeo antes de seguir la perforación indica el sondista que era bastante superficial aunque no lo han medido.

El nivel estático justo tras la perforación era 14,60 m.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

- De 0 m a 35 m: Bioesparita color crema.
- De 35 m a 75 m: Alternancia de calizas grises y cremas con abundantes restos orgánicos.
- De 75 m a 80 m: Caliza recristalizada y arcilla roja (aparentemente de relleno de una cueva)
- De 80 m a 113 m: Calizas grises con restos fósiles.
- De 113 m a 115 m: Calizas recristalizadas de color anaranjado.
- De 115 m a 125 m: Calizas grises con restos fósiles.
- De 125 m a 150 m: Bioesparita beige.

En una primera aproximación a las muestras obtenidas parece claro que hasta los 85 m se han atravesado las calizas con lacazinas del Santoniense y por debajo las margas del Coniaciense sup - Santoniense.

Testificación geofísica

A las 17:00 del 16/11/04 se realiza la testificación geofísica con las mismas sondas de los sondeos anteriores y finaliza a las 19:00. De un primer análisis se deduce lo siguiente:

- Nivel de agua aproximado sobre los 14 m.
- La verticalidad es buena (menos de 2º de inclinación)
- Se registran unas zonas de cambio de resistividad en torno a los 75 m y a los 115 m que coinciden con las zonas aportantes registradas de forma directa.

Entubación

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

- De 0 m a 9 m tubería de 300 mm de diámetro y espesor de 5 mm.
- De 0 m a 72 m tubería ciega de 220 mm de diámetro y 4 mm de diámetro.
- De 72 m a 78 m filtro de puentecillo.
- De 78 m a 108 m tubería ciega.
- De 108 m a 120 m filtro de puentecillo.



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



- De 120 m a 150 m tubería ciega.

La entubación del pozo se realiza el 17/11/04. A las 15:30 se ha introducido toda la tubería. El esquema de finalización de la entubación en boca de sondeo será idéntico al habitual: estrangulan la tubería de 300 mm, levantan ligeramente la de 180 mm y las unen dejando espacio para introducir el mortero y árido del emboquille (De 9-7 cementación, de 7-2 árido y de 2-0 cementación). Por último cierran los espacios no soldados con anterioridad y se hace el dado de hormigón para fijar la arqueta antivandálica.

Fdo: Jesús Serrano Morata



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



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

FECHA: 17/11/2004	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.103.01	POBLACIÓN: Homillalastra	PROF.: 150 m
PERFORACIÓN INICIO: 9/11/2004	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 220 mm		
VELOCIDAD DE AVANCE: Unos 9 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: PERFORACIONES GENERALES SUAREZ (Equipo 2)

Profundidad alcanzada: 150 m. Finalizada.

Características hidrogeológicas

El nivel estático tras la introducción de la tubería de 180 mm en el sondeo era de 10,36 m a las 15:30.

Entubación

Se ha introducido la tubería de 180 mm. Falta soldar la cabeza a la tubería de emboquille.

Fdo: Jesús Serrano Morata

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO Nº 1906-8-0023
(P-09.103.01)**

HORNILLALASTRA (BURGOS)

CORREO

zaragoza@igme.es

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



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

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

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 315 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 144 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 72 m tubería ciega. De 72 m a 78 m filtro de puentecillo. De 78 m a 108 m tubería ciega. De 108 m a 120 m filtro de puentecillo. De 120 m a 150 m tubería ciega.

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

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 2107-1-007 (P-09.106.02) se localiza en el término municipal de Hornillalastra. Para acceder al emplazamiento se toma la carretera BU-V-5623, desde Hornillalastra, dirección Hornillalatorre. Una vez pasada la segunda entrada al pueblo de Hornillalastra, a unos 150 m se cruza un barranco. Nada más pasar el puente se coge un camino a la izquierda, antes de que se encaje la carretera en un desfiladero. Se avanzan unos 230 m. El piezómetro está ubicado en la parcela de la derecha. Las coordenadas exactas del punto son: X= 451.311, Y= 4.764.607, Z= 670 m.s.n.m. (Fig.1).

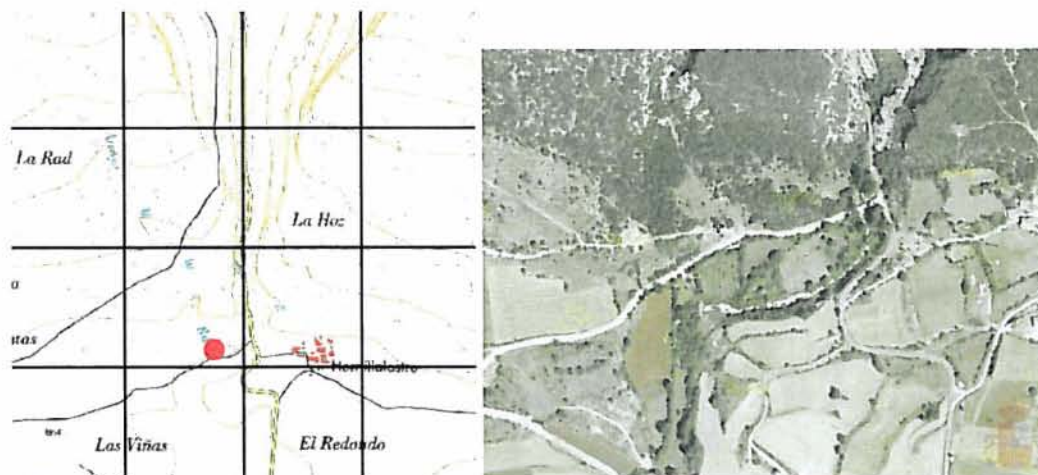


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). El cuadrículado del mapa topográfico equidista 500 metros.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Cretácico Superior que se diferencian dentro del Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro como unidad 450. Se corresponden con la unidad C^{1-2}_{24} de la Hoja MAGNA nº 84 (Espinosa de los Monteros) de edad Santoniense inferior, siempre según la Cartografía MAGNA. Esta unidad presenta una edad diferente según estudios más recientes, como los llevados a cabo por Floquet (1991) y Martín-Chivelet *et al.* (2002). De esta manera, a esta unidad le correspondería una edad, que en ningún caso llegaría hasta el Santoniense, quedando a lo sumo como Coniaciense superior. La unidad atravesada por debajo, y que puede observarse en la figura como aflora en las inmediaciones es la clásica unidad hidrogeológica Calizas de Subijana, según el Mapa Geológico de la Cuenca del Ebro.

La estructura general de la zona es la de una serie monoclinial hacia el Sur, en lo que sería parte del flanco Norte del Sinclinal de Villarcayo, con una dirección aproximada en las inmediaciones del sondeo E-W. Los buzamientos observables, son siempre bastante laxos, cuyos valores se sitúan entre los 10 y 20°, siempre hacia el S.

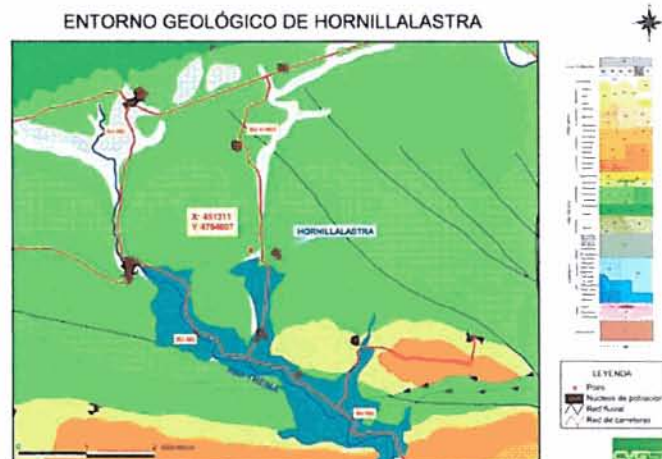


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Cuenca del Ebro. GIS-Ebro.

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Todos los materiales atravesados, desde el emboquille hasta el final del sondeo, forman parte de la Megasecuencia del Cretácico Superior. El emboquille del sondeo se sitúa sobre el sustrato carbonatado del Santoniense inferior, siempre según la Hoja Magna (84-Espinosa de los Monteros). No obstante, siempre según Floquet (1991), esta unidad presenta una edad no tan moderna, situándose esta como máximo en el Coniaciense superior.

A grandes rasgos se trata de una unidad eminentemente carbonatada, compuesta principalmente por calizas grises oscuras con cierto contenido margo-arcilloso y aspecto lajoso en afloramiento. Se trata de las calizas de la Formación Cueva de Floquet (1991), a las que también se les denomina como Fm. Villaescusa de las Torres.

Esta unidad litoestratigráfica es un tanto compleja en cuanto a composición de materiales se refiere. Si bien la unidad se puede definir como calizas bioclásticas (biomicritas) con calcarenitas bioclásticas, hay una gran variedad de términos en su seno. Dominan ampliamente los términos carbonatados sobre los demás.

Se puede decir que el sondeo atraviesa casi en su totalidad esta unidad. La presencia de niveles bioconstruidos permite fijar de un modo más o menos estable la posición del sondeo en la columna estratigráfica regional.

Esta unidad debido a la variabilidad de sus facies presenta una amplia representación de medios de depósito. No obstante observando las características de cada tramo parece como que las facies cortadas entre los metros 70 y 91 sean típicas de condiciones marinas más abiertas, pudiendo representar la zona de máxima inundación, con facies más someras, tanto por encima como por debajo.



En general, se podría hablar de un medio de plataforma proximal, con unas condiciones energéticas elevadas, pero bien comunicada con mar abierto.

A partir de la zona en la que se ha detectado la caverna (en torno al metro 100), se puede discutir la presencia de la parte superior de la Fm. Hornillatorre, que regionalmente finaliza en términos de packstone a grainstone peloidal y bioclástico. Esta asignación se realiza apoyada sobre todo en la presencia inmediatamente por encima de los niveles arrecifales, que son característicos de algunas zonas en la base de la Fm. Cueva (Floquet, 1991). No obstante con los datos presentes no se puede precisar en que momento exacto se produce la transición entre las dos unidades, quedando abierta la discusión en unos metros.

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-23 m. Calizas grises amarillentas con ocasionales intercalaciones de calizas recristalizadas del mismo tono. Del mismo modo parecen presentar intercalaciones o interestratos margosos de color gris oscuro.

El aspecto de las calizas es algo margoso, y en algunos casos, arenoso, con la presencia de partículas (posiblemente cuarzosas) de tamaño limo. Las texturas generales observadas son *wackestone*, si bien de forma más puntual se reconocen texturas más variadas, ya sean granosostenidas (*packstone*) o bien fangosas (*mudstone*). Los componentes mayoritarios distinguidos en las mismas son los peloides, que pueden integrar la totalidad de la fracción granuda, aunque de manera habitual se observan bioclastos, tales como fragmentos de bivalvos y foraminíferos (miliólidos). Hacia la parte media del tramo se reconocen las facies más groseras del mismo, con la presencia de abundantes intraclastos micríticos, bien redondeados.

TRAMO 2

23-58 m. Calizas grises y amarillentas, con ocasionales intercalaciones o interestratos margosos. Hacia la parte más superficial del tramo aparecen calizas con evidentes signos de recristalización. De la misma manera se observa una evolución general granocreciente hacia la parte superior del tramo. Las calizas son típicamente *packstone* a *grainstone* hacia la parte más superficial, mientras que hacia la parte inferior y de modo más o menos gradual, las texturas dominantes son *wackestone*.

Las calizas granosostenidas oscilan entre dos términos extremos: bioclásticos y peloidales/oolíticos, con toda la combinación posible entre estos. En general la clasificación de



estas calizas es pobre, con variaciones notables en el tamaño de grano. En cuanto a los bioclastos, aparecen bivalvos, equinodermos y foraminíferos.

Las calizas no granosostenidas son típicamente bioclásticas, con la presencia de briozoos y bivalvos mayoritariamente.

TRAMO 3

58-70 m. Calizas amarillentas a grisáceas, siendo las primeras dominantes sobre las grises. Las calizas presentan en general texturas granosostenidas (*packstone* a *grainstone*) con la excepción de alguna de las de tonalidad gris, que son clásicamente *wackestone*. Se puede destacar el dominio de los términos bioclásticos, peloidales e intraclásticos, dominando estos últimos. En general presentan una mala clasificación, con mezcla de tamaños de grano muy dispares. Entre los bioclastos destacar bivalvos, briozoos, equinodermos, algas calcáreas, serpúlidos y escasos foraminíferos. Es destacable la presencia de pirita en esta facies, con tamaños de grano milimétricos.

TRAMO 4

70-91 m. Calizas grises ocasionalmente recristalizadas y dolomitizadas. Las dolomías cuando aparecen son de grano fino, reemplazando a la facies característica de este tramo. Las calizas presentan, en general texturas no granosostenidas (*wackestone* dominante, aunque no son extraños los *mudstone*). En general se trata de biomicritas, con casi en exclusividad bivalvos de tamaño milimétrico muy fragmentados. La presencia de peloides es sólo ocasional. Entre los metros 75 y 80 se reconocen arcillas rojas posiblemente de descalcificación y cementos espeleotémicos posiblemente relacionados con una zona de falla amplificada por procesos kársticos. Coincidiendo con este metro 75, se observa un aporte de agua de unos 2-4 litros por segundo.

TRAMO 5

91-110 m. Litológicamente se puede hablar de la presencia de calizas grises a blancas, de texturas granosostenidas y tamaño de grano grueso. Este tramo se caracteriza por la presencia de abundantes facies bioconstruidas y sus relacionadas genéticamente facies de destrucción. Hacia la parte inferior del tramo aparecen facies de textura no granosostenida, pero con indicios de participación bacteriana clásicas prearrecifales. Entre los metros 100-107 aproximadamente las texturas son generalmente *boundstone*, con fragmentos de corales y rudistas. La parte más superficial del tramo se caracteriza por calizas *packstone* a *grainstone*



intraclásticas y bioclásticas (sobre todo bivalvos y gasterópodos), como facies de destrucción y facies post-arrecifal.

TRAMO 6

110-115 m. Calizas de color gris anaranjado. Se trata de calizas grainstone peloidal muy fino, con una clasificación muy buena y muy buen redondeamiento de los granos. Los bioclastos quedan restringidos a un papel mucho más accesorio. Entre los metros 113 y 115 se ha detectado una cavidad, en la que se ha podido reconocer calcita en forma de crecimientos espeleotémicos. Coincidiendo con esta cavidad, el caudal de agua aumenta hasta unos 25 litros por segundo.

TRAMO 7

115-150 m. Calizas grises oscuras con eventuales intercalaciones margosas. Hacia la parte inferior del tramo aparecen calizas de unas tonalidades más claras, pasando gradualmente hacia tonos blanquecinos. Las texturas dominantes son granosostenidas, siendo la más típica la *packstone*. No obstante, tanto hacia la parte superior como la parte inferior del tramo presentan una variabilidad litológica un tanto mayor, pudiendo observarse texturas desde *mudstone* hasta *packstone*.

Los componentes mayoritarios de estas calizas son los peloides, si bien los bioclastos juegan un papel importante en estas facies, pudiendo equipararse a la fracción peloidal. Entre estos bioclastos pueden reconocerse fragmentos de bivalvos, que presentan mayores tamaños de grano que los peloides y miliólidos. Al final del sondeo, el caudal aproximado es de unos 25-30 litros por segundo.

REFERENCIAS

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

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

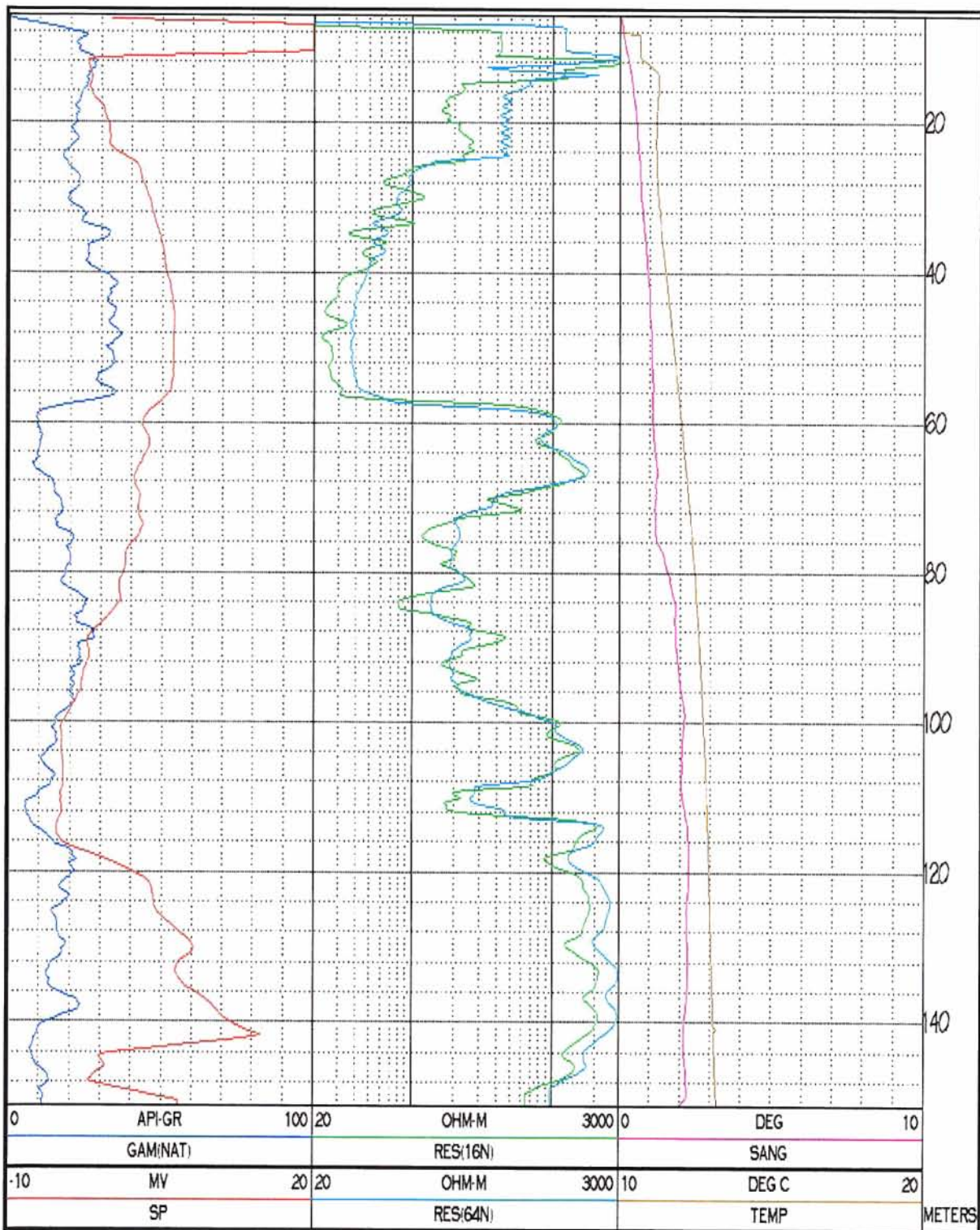
<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 84-Espinosa de los Monteros (1978).

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

ANEJO 3 GEOFÍSICA

SONDEO: 09-103-01HORNILLALASTRA



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
“09.103.01 HORNILLALASTRA” EN
HORNILLALASTRA (BURGOS)**

Noviembre de 2004





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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "HORNILLALASTRA" EN HORNILLALASTRA (BURGOS)



BURGOS, NOVIEMBRE DE 2004

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

ÍNDICE

	Páginas.
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2. METODOLOGÍA	3
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
3. TRABAJO REALIZADO	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS	10
3.2. PROCESADO DE DATOS	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS	18
4. RESULTADOS OBTENIDOS	23

ANEXOS

ANEXO-I: DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA.

ANEXO-II: LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -1

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 16 de noviembre de 2004 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09.103.01 HORNILLALASTRA", ubicado en el término municipal Hornillalastra, en la provincia de Burgos, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-2



Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-3

2. METODOLOGÍA

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

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

2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-4

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

2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-5

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

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

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

- *Eléctricos.* Potencial Espontáneo, Resistencia, Resistividad Normal, Resistividad Lateral, Resistividad Focalizada, Inducción, Resistividad del Fluido y Buzometría.
- *Radiactivos.* Gamma Natural, Gamma gamma, Neutrón y Espectrometría.
- *Sísmicos.* Sónicos y Tren de ondas.
- *Mecánicos.* Flujometría y Calibre.
- *Especiales.* Inclinación y Desviación del sondeo, Temperatura, gravedad, Magnetismo, Radar, Microscaner, 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 8ª. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -6

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

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

2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-7

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



UTILIDADES

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

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

ALGUNAS APLICACIONES

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

COMPONENTES

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

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom

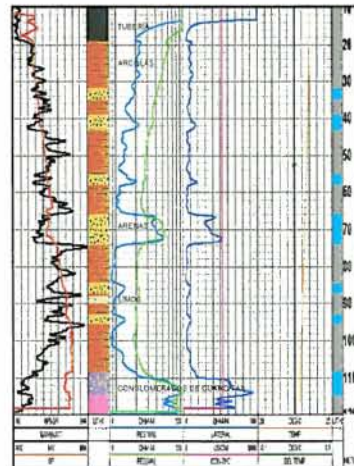


Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-9

3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "HORNILLALASTRA" se testificó desde la superficie hasta los 150 metros de profundidad tomando como cota cero el ras de suelo.

DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	150 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	150 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 9 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	12 mts.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	430 µs/cm	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0451255
	Y	4764341
	Z	639

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

Sonda 9040 (hidrogeológica)

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-10

Sonda 9055 (desviación)

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

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-11

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

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

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

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

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

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

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.

Resistividad: Mide la resistividad eléctrica de las formaciones.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-12

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

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

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

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

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

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

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

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -13

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

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

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

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

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

Profundidad: Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -14

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

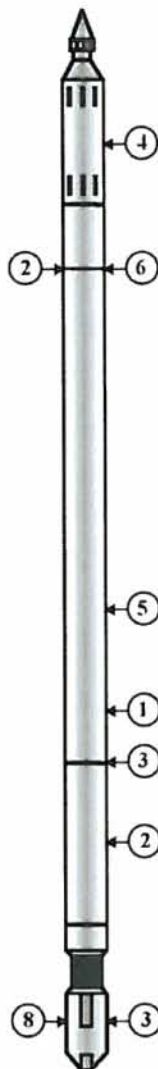
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

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

Sonda 9040 (hidrogeológica)

Información general

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



Ubicación de los sensores

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

Rango de respuesta de los sensores

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

Especificaciones

- Longitud*: 2.13 mts.
- Diámetro*: 64mm.
- Presión*: 232 Kg/cm²
- Temperatura*: 50º 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/cm²
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 12 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

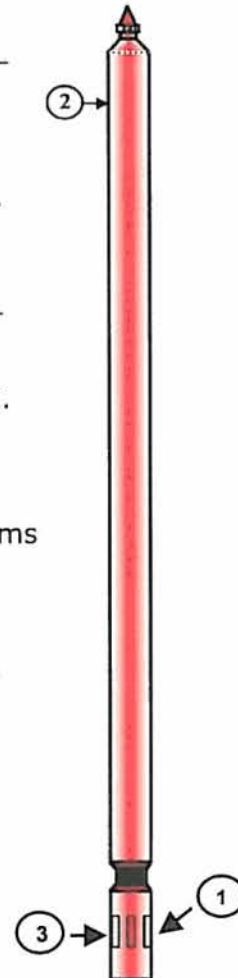


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-17

3.2. PROCESADO DE DATOS

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

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

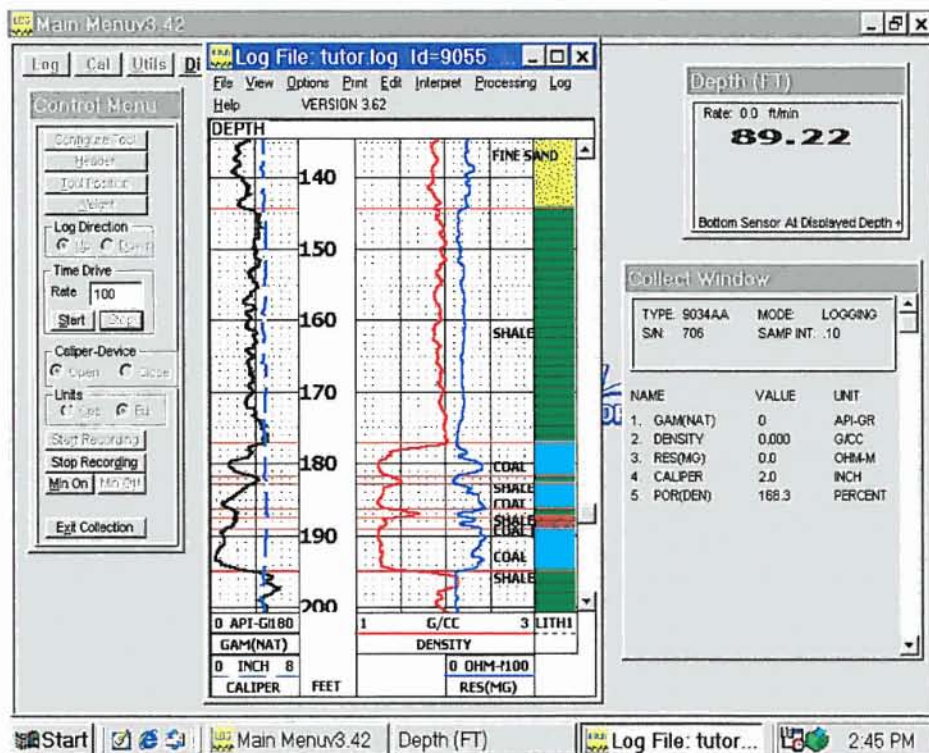


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa ACL



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -18

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

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

Donde:

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

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

LG(TEM) = Registro de Temperatura efectuado en el sondeo.

3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

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

En la pista número uno, se encuentran los registros de Gamma Natural y Potencial Espontáneo, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API, para el Gamma Natural, y de -15 a 25 Milivoltios, para el Potencial Espontáneo. En la pista número dos, están representados en color azul, los tramos más porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación. En la número tres, los registros de Resistividad Normal Corta y Resistividad Normal Larga, cuyas escalas logarítmicas van de 20 a 3000 Ohm x m. En la cuarta, la Resistividad Lateral y la Conductividad Normalizada a 25° C, con escalas, de 0 a 2000 Ohm x m para la Resistividad Lateral, y de 0 a 1000 µs/cm, para la Conductividad Normalizada. Por último, en la pista número cinco, están los parámetros de Temperatura (escala de 10 a 20° C) y Delta de Temperatura (escala de -0.1 a 0.1° C).



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -19

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 diagrafía, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 150 metros para la Profundidad y de 0 a 10 metros para la Distancia. En la pista número dos, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -3 a 7 metros, para ambas. Por último, en la pista número tres, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

SONDEO: 09.103.01 HORNILLALASTRA

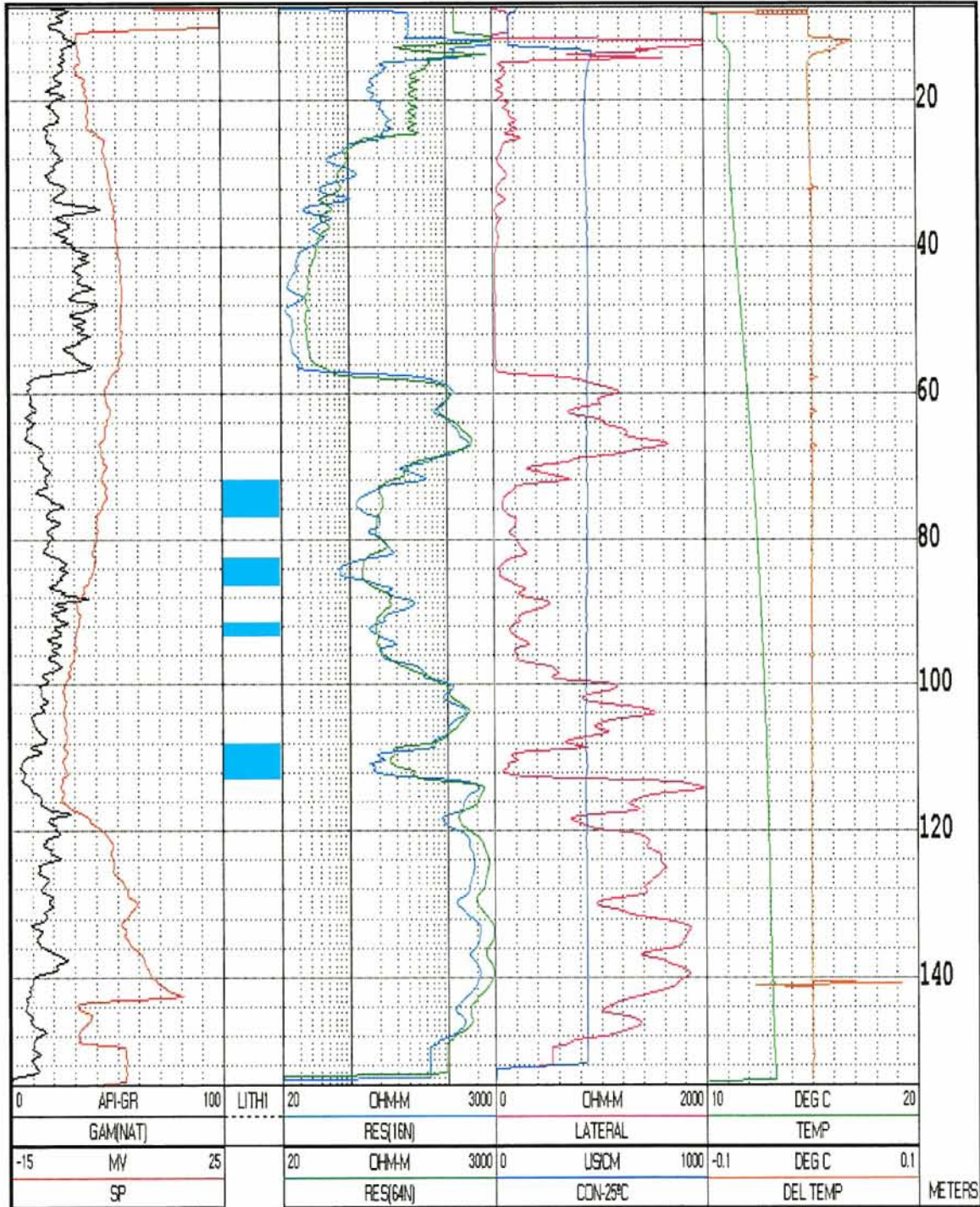


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -21

SONDEO: 09.103.01 HORNILLALASTRA

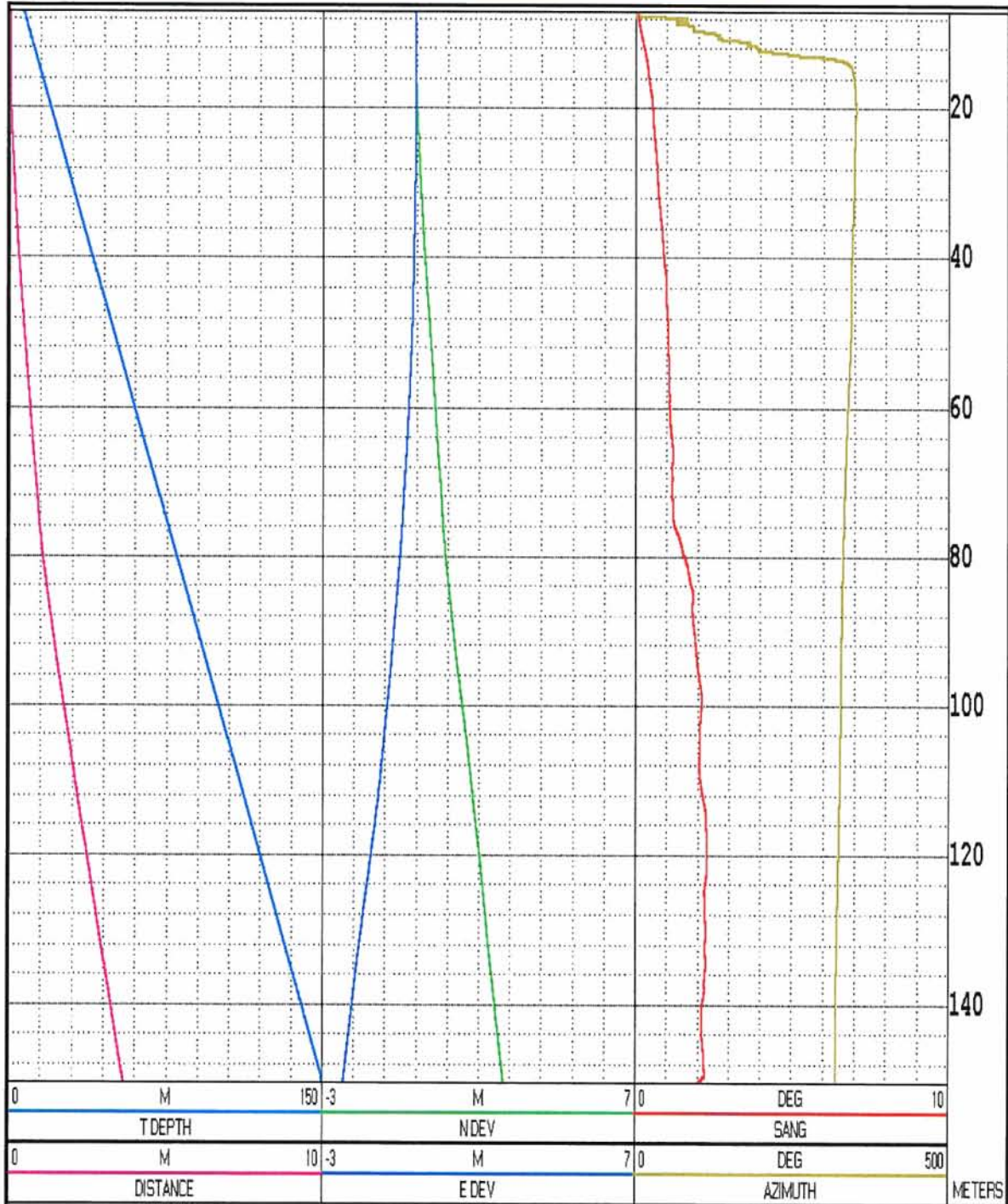


Figura.-7 Diagrama de desviación

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-22

SONDEO: 09.103.01 HORNILLALASTRA

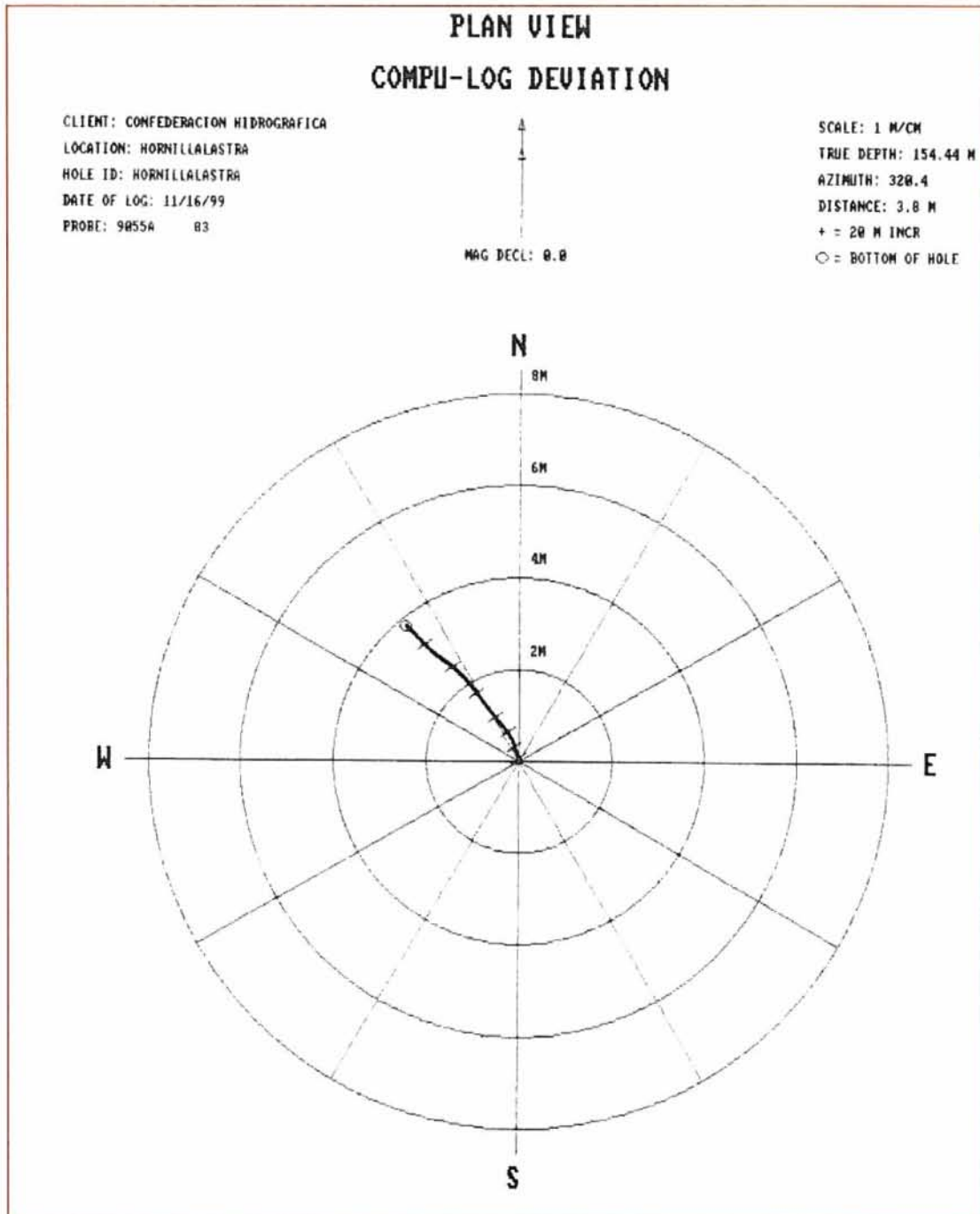


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -23

4. RESULTADOS OBTENIDOS

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

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 72 m. a 77 m.	5 m.
Tramo de 82.5 m. a 86.5 m.	4 m.
Tramo de 91.5 m. a 93.5 m.	2 m.
Tramo de 108 m. a 113 m.	5 m.

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

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 150 metros de profundidad ha sido de 3,63 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 332º.
- El sondeo llega a su máxima inclinación a los 150 metros con 2,40º.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -24

Fdo: José Luengo
Geofísico
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste
Jefe de Obra
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera
Jefe
Hidrogeología

Burgos, noviembre de 2004



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

ANEXO -I

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA

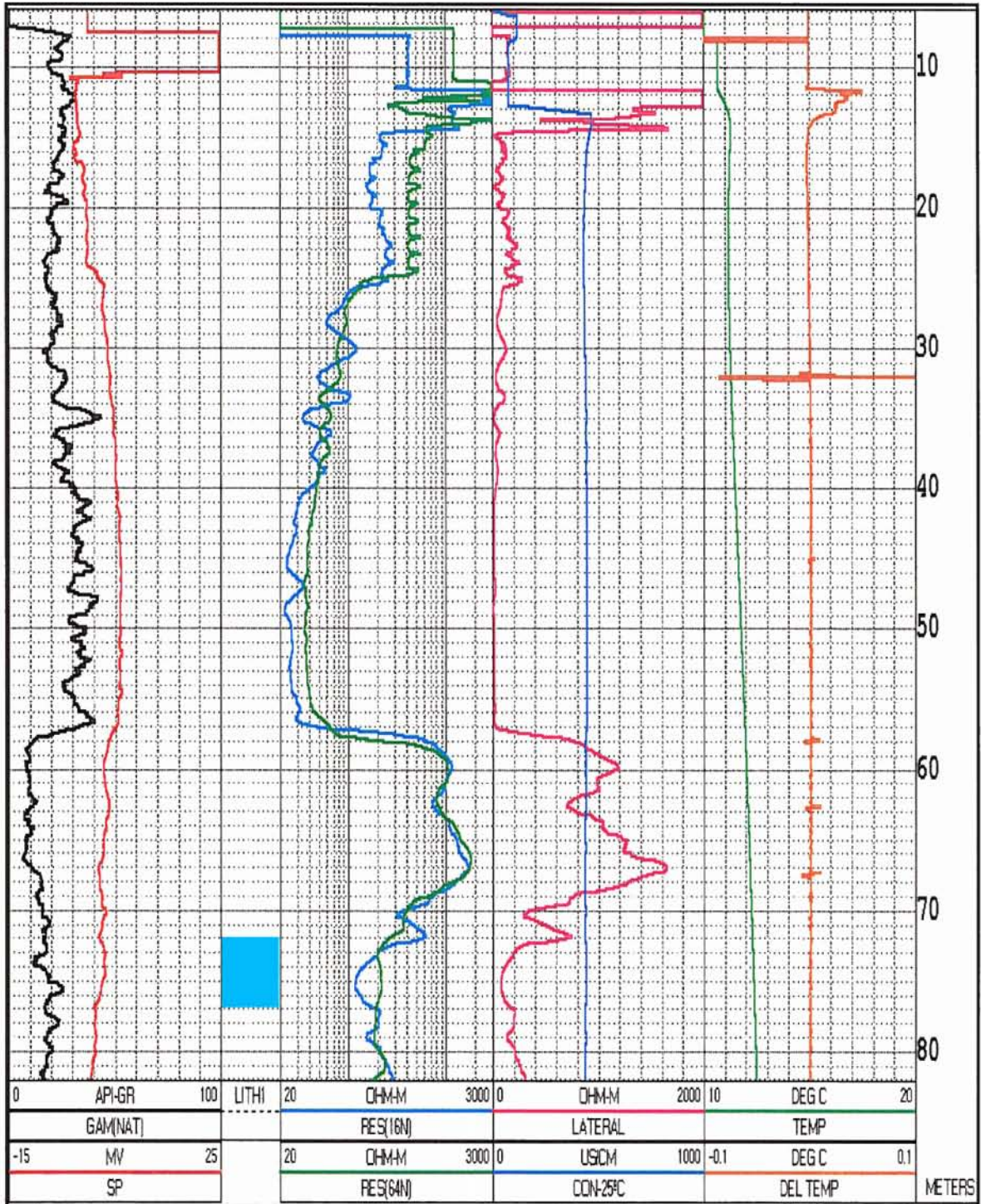


CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

SONDEO: 09.103.01 HORNILLALASTRA



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

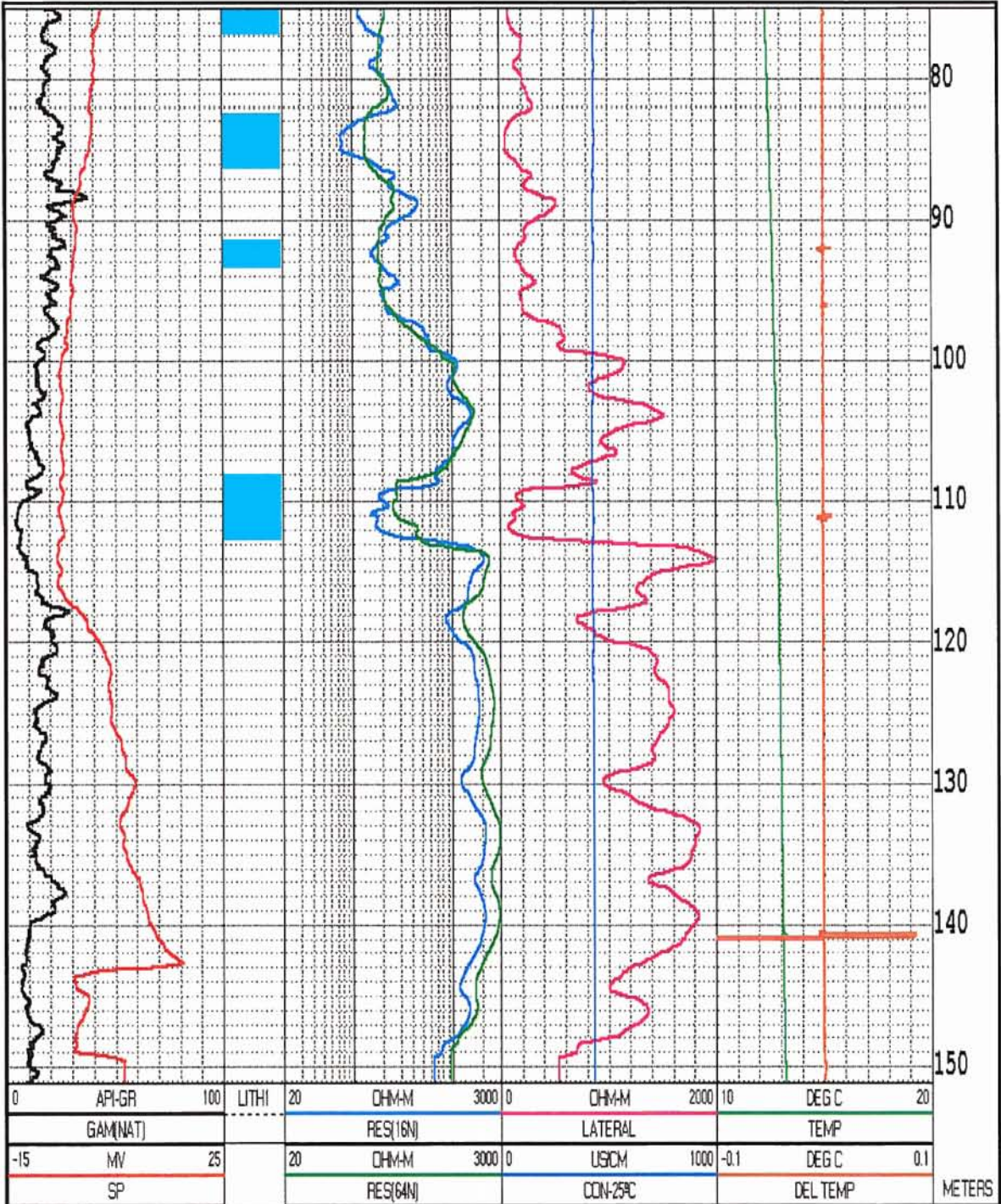


CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

SONDEO: 09.103.01 HORNILLALASTRA



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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

ANEXO -II

LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	25
8	0.01	0.10	0.00	0.00	45
10	0.03	0.20	0.00	0.00	119
12	0.03	0.31	0.00	0.00	207
14	0.08	0.43	0.01	0.00	331
16	0.24	0.51	0.02	0.00	348
18	0.42	0.53	0.04	-0.01	350
20	0.60	0.50	0.06	-0.01	352
22	0.80	0.65	0.08	-0.01	351
24	0.10	0.66	0.10	-0.02	350
26	0.12	0.65	0.12	-0.02	350
28	0.14	0.69	0.15	-0.03	350
30	0.14	0.74	0.17	-0.03	349
32	0.20	0.77	0.20	-0.04	348
34	0.22	0.82	0.22	-0.05	347
36	0.25	0.86	0.25	-0.06	346
38	0.28	0.91	0.28	-0.07	346
40	0.31	1.00	0.31	-0.08	345
42	0.35	0.95	0.34	-0.09	345
44	0.38	0.99	0.37	-0.10	345
46	0.42	1.11	0.41	-0.11	344
48	0.45	1.03	0.44	-0.12	344
50	0.49	1.01	0.47	-0.13	344
52	0.53	1.10	0.51	-0.15	343
54	0.56	1.10	0.54	-0.17	342
56	0.60	1.16	0.57	-0.19	341
58	0.64	1.14	0.60	-0.22	340
60	0.67	1.05	0.64	-0.24	339
62	0.71	1.08	0.66	-0.26	338
64	0.75	1.17	0.69	-0.29	337
66	0.79	1.29	0.73	-0.31	336
68	0.83	1.34	0.76	-0.34	335
70	0.88	1.29	0.80	-0.37	335
72	0.91	0.93	0.83	-0.40	334
74	0.95	1.16	0.85	-0.42	333
76	0.99	1.29	0.88	-0.45	333
78	1.04	1.40	0.92	-0.48	332
80	1.08	1.64	0.96	-0.51	332
82	1.15	1.83	1.01	-0.55	331
84	1.21	1.75	1.06	-0.59	331
86	1.27	1.94	1.11	-0.63	330
88	1.34	1.92	1.16	-0.67	330
90	1.40	1.84	1.22	-0.71	329

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
92	1.47	1.82	1.27	-0.75	329
94	1.53	1.96	1.32	-0.79	329
96	1.60	2.19	1.38	-0.83	328
98	1.68	2.13	1.44	-0.88	328
100	1.75	2.13	1.50	-0.92	328
102	1.83	2.21	1.56	-0.96	328
104	1.90	2.11	1.62	-1.01	328
106	1.97	1.94	1.67	-1.05	327
108	2.04	2.01	1.73	-1.10	327
110	2.11	2.22	1.78	-1.14	327
112	2.18	2.03	1.83	-1.20	326
114	2.26	2.24	1.88	-1.25	326
116	2.33	2.35	1.94	-1.31	325
118	2.41	2.39	1.99	-1.37	325
120	2.49	2.27	2.05	-1.43	324
122	2.57	2.24	2.10	-1.49	324
124	2.64	2.25	2.14	-1.55	324
126	2.72	2.36	2.19	-1.62	323
128	2.80	2.13	2.24	-1.68	323
130	2.87	2.18	2.28	-1.74	322
132	2.94	2.26	2.33	-1.81	322
134	3.02	2.39	2.38	-1.87	321
136	3.10	2.23	2.44	-1.92	321
138	3.18	2.18	2.49	-1.98	321
140	3.25	2.12	2.54	-2.04	321
142	3.33	2.16	2.60	-2.09	321
144	3.40	2.14	2.65	-2.14	321
146	3.48	2.16	2.70	-2.19	320
148	3.55	2.24	2.76	-2.25	320
150	3.63	2.40	2.81	-2.30	320

ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad **HORNILLALASTRA**
 N° Registro IPA 190680023
 Profundidad Sondeo 150m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X 451311
 Y 4764607
 Z 670 m

Fecha Ensayo 25 y 26 de mayo de 2005
 Nivel estático inicial 10,47
 Profund. Aspiración 100,20 m
 Bomba CAPRARI 6" EGS 54/20 50 C
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV
 Alternador MERCATE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m
 Distancia 4785934 m
 Dirección (norte) 185 °E

Régimen de bombeo					
Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	15	1440	1440	23,12	23,12

Síntesis litológica

0-35 m Calizas margosas de tonalidades gris claro-blanco. Cretácico superior.
 35-55 m Calizas color beige con niveles de calizas gris oscuro. Cretácico superior.
 55-65 m Calizas gris oscuro. Cretácico superior.
 65-75 m Calizas esparíticas de tonalidades acarameladas. Cretácico superior.
 75-80 m Calizas beige con óxidos de hierro y arcillas de descalcificación. Cretácico superior.
 80-110 m Calizas gris oscuras con restos fósiles. Cretácico superior.
 110-113 m Calizas beige con óxidos de hierro. Cretácico superior.
 113-115 m Caverna, caliza rojiza recristalizada. Cretácico superior.
 115-125 m Caliza gris con restos fósiles. Cretácico superior.
 125-150 m Bioesparita beige. Cretácico superior.

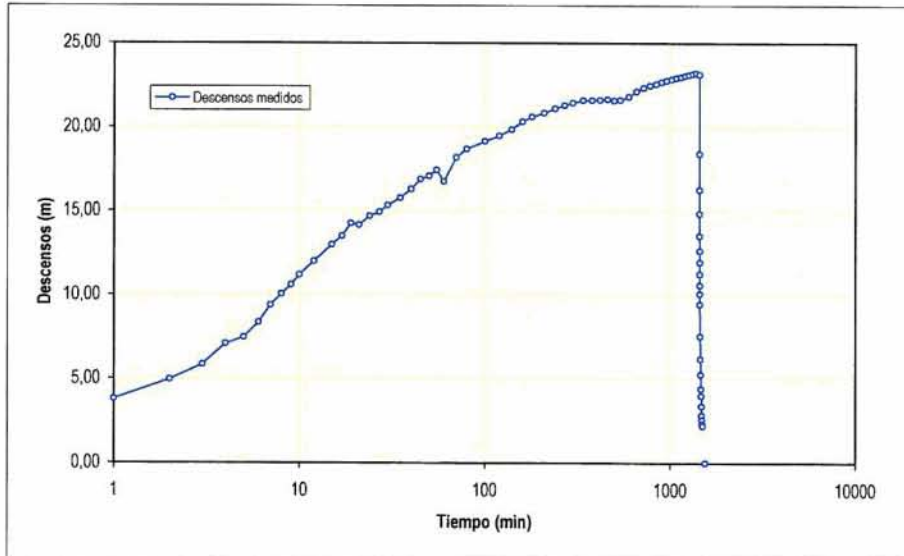
Perforación		Entubación		Rejilla	
0-6 m	φ 315 mm	0-6 m	φ 300 mm	72-78 m	4 mm
6-150 m	φ 220 mm	0-150 m	φ 180 mm	108-120 m	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
#####	0	10,47					
9:31	1	14,27	3,80			15	Agua sucia.
9:32	2	15,43	4,96			15	
9:33	3	16,32	5,85			15	
9:34	4	17,55	7,08			15	
9:35	5	17,93	7,46			15	
9:36	6	18,82	8,35			15	
9:37	7	19,84	9,37			15	
9:38	8	20,51	10,04			15	
9:39	9	21,05	10,58			15	
9:40	10	21,64	11,17			15	
9:42	12	22,45	11,98			15	
9:45	15	23,44	12,97			15	
9:47	17	23,96	13,49			15	
9:49	19	24,72	14,25			15	Agua sucia (anaranjada).
9:51	21	24,62	14,15			15	
9:54	24	25,15	14,68			15	
9:57	27	25,40	14,93			15	
10:00	30	25,79	15,32			15	
10:05	35	26,23	15,76			15	
10:10	40	26,77	16,30			15	
10:15	45	27,35	16,88			15	
10:20	50	27,55	17,08			15	
10:25	55	27,91	17,44			15	
10:30	60	27,21	16,74			15	
10:40	70	28,64	18,17			15	
10:50	80	29,16	18,69			15	
11:10	100	29,61	19,14			15	Agua algo más clara, pero turbia.
11:30	120	29,94	19,47			15	
11:50	140	30,31	19,84			15	
12:10	160	30,78	20,31			15	
12:30	180	31,07	20,60			15	Cond: 430µS pH: 7.36 T° 13° C
13:00	210	31,30	20,83			15	
13:30	240	31,57	21,10			15	
14:00	270	31,75	21,28			15	
14:30	300	31,90	21,43			15	
15:10	340	32,06	21,59			15	
15:50	380	32,05	21,58			15	
16:30	420	32,07	21,60			15	Cond: 432µS pH: 7.44 T° 12.9° C. Agua turbia, semic
17:10	460	32,11	21,64			15	
17:50	500	32,04	21,57			15	Agua turbia, casi clara
18:30	540	32,07	21,60			15	
19:30	600	32,26	21,79			15	Cond: 430µS pH: 7.45 T° 13.3° C
20:30	660	32,58	22,11			15	
21:30	720	32,80	22,33			15	MUESTRA 2.
22:30	780	32,93	22,46			15	
23:30	840	33,03	22,56			15	
0:30	900	33,13	22,66			15	
1:30	960	33,23	22,76			15	

2:30	1020	33,31	22,84	15
3:30	1080	33,39	22,92	15
4:30	1140	33,44	22,97	15
5:30	1200	33,51	23,04	15
6:30	1260	33,58	23,11	15
7:30	1320	33,63	23,16	15
8:30	1380	33,66	23,19	15
9:30	1440	33,59	23,12	15
9:31	1441	28,87	18,40	0
9:32	1442	26,72	16,25	0
9:33	1443	25,31	14,84	0
9:34	1444	23,97	13,50	0
9:35	1445	23,08	12,61	0
9:36	1446	22,41	11,94	0
9:37	1447	21,70	11,23	0
9:38	1448	21,04	10,57	0
9:39	1449	20,52	10,05	0
9:40	1450	19,90	9,43	0
9:45	1455	18,00	7,53	0
9:50	1460	16,66	6,19	0
9:55	1465	15,72	5,25	0
10:00	1470	14,88	4,41	0
10:05	1475	14,45	3,98	0
10:10	1480	13,84	3,37	0
10:15	1485	13,30	2,83	0
10:20	1490	13,03	2,56	0
10:25	1495	12,80	2,33	0
10:30	1500	12,67	2,20	0

MUESTRA 3. Cond: 425µS pH: 7.47 T° 12.3° C
 Agua prácticamente clara (muy poco turbia).

11:20 1550 10,52 Nivel medido con sonda habitual después de desmontar el equipo.
 Nivel medido con sonda habitual antes de montar el equipo de aforo: 9,22 m





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO Nº 1906-8-0023
(09.103.001)**

**HORNILLALASTRA
(MERINDAD DE SOTOSCUEVA
(BURGOS))**

CORREO

a.azcon@igme.es

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



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Hornillalastra (Merindad de Sotoscueva, Burgos), de 150 metros de profundidad, construido por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en el marco del proyecto de la “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**nlítico de **B**ombeos de **E**nsayo), desarrollado por A. Azcón e implementado en una hoja de cálculo Excel. MABE se basa en la Solución de Theis, la Solución de Hantush y en el principio de superposición para poder contemplar ensayos de bombeo a caudal variable y la presencia de barreras hidrogeológicas que hacen que los acuíferos se alejen de la habitual exigencia de “infinito”. MABE está diseñado para analizar Bombeos de Ensayo de hasta ocho escalones y simular hasta cuatro barreras hidrogeológicas, sean positivas o negativas.

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

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



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

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

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 19-06 (84). Espinosa de Los Monteros.
- Término municipal de Merindad de Sotoscueva (Burgos). El sondeo se sitúa 550 metros al oeste de la población de Hornillalastra. Para acceder desde la población se sigue por la carretera BU-V-5623 en dirección Hornillalatorre. Una vez pasado el acceso mas septentrional a Hornillalastra hay que continuar por la misma 160 metros y tomar un camino en dirección oeste. Tras recorrer 170 metros se llega al emplazamiento; una zona despejada situada al norte del camino (Figuras 1, 2 y 3).
- Referencia catastral. Polígono 512, parcela 96130.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 451.311

Y: 4.764.607

Z: 670 msnm.



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



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

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Sinclinal de Villarcayo (09.003) delimitada sobre una amplia cubeta sinclinal asimétrica, con el eje desplazado al N y de flancos suaves. La principal formación acuífera se asienta en materiales carbonatados del Cretácico superior de dirección NO-SE, que quedan confinados por un potente relleno de facies detríticas y carbonatadas terciarias. Existen otras formaciones con interés acuífero, pero de menor importancia, tales como las carnioles del techo Triásico-Jurásico; las arenas, areniscas y limos de la facies Utrillas (Albiense- Cenomaniense), depósitos terciarios.

Dentro del Cretácico Superior cabe citar las calizas masivas, calcarenitas bioclásticas, calizas dolomíticas y calizas arenosas del Turoniense superior-Santoniense inferior, que se configura como el acuífero regional más importante, con un espesor que varía entre 150 m en el flanco sur y 400 en el flanco norte del sinclinal, que queda confinado entre un paquete margoso del Cenomaniense-Turoniense inferior, al muro, y otro del Santoniense inferior-medio a techo. Por encima se sitúa las calcarenitas bioclásticas con Lacazinas del Santoniense medio-superior que constituye un acuífero local, colgado que proporciona surgencias de ladera poco significativas que vuelven a infiltrarse en el nivel acuífero inferior tras discurrir por el nivel margoso impermeable intermedio.

La recarga se realiza por infiltración del agua de lluvia, reinfiltración de los manantiales de ladera colgados y por sumideros a lo largo de cauces superficiales. Este es el caso de la cabecera del río Nela y, sobre todo, de los ríos Guareña y Entrambosríos, que se sumergen en el paraje de Ojo Guareña. También el propio río Trema pierde su curso poco antes de Cornejo. En conjunto se produce la infiltración de toda la escorrentía de una cuenca de unos 27 km².

El drenaje de este complejo cárstico se realiza aguas abajo de Cornejo, entre Hornillayuso y Torme, hacia el río Trema. Otras zonas de descarga se localizan hacia el sector occidental, en la terminación periclinal del sinclinal de Villarcayo, cuando es atravesado por el río Nela, a cotas de 650 m s.n.m.; hacia el río Jerea y el valle de Losa por el sector oriental; y hacia el Ebro, en las proximidades del anticlinal de Sobrón, se producen flujos regionales profundos orientados hacia el sur -de los que el sondeo surgente de Sobrón (Álava) constituye su manifestación más notable- que tiene al Ebro como nivel de base regional.

También existe drenaje hacia la cuenca Norte, a través de una serie de surgencias que dan lugar al nacimiento del río Cadagua (500 l/s) condicionadas por las estructuras del diapiro de Villasana de Mesa.

El sondeo de Hornillalastra se sitúa en el sector más septentrional de la m.a.s., a unos 6 km al este del complejo cárstico de Ojo Guareña, y en el mismo contexto hidrogeológico.

La estructura general de la zona en las inmediaciones del sondeo es la de una serie monoclinal hacia el Sur, en lo que sería parte del flanco Norte del Sinclinal de Villarcayo, con una dirección aproximada E-W. Los buzamientos observables, son siempre bastante laxos, cuyos valores se sitúan entre los 10 y 20°.

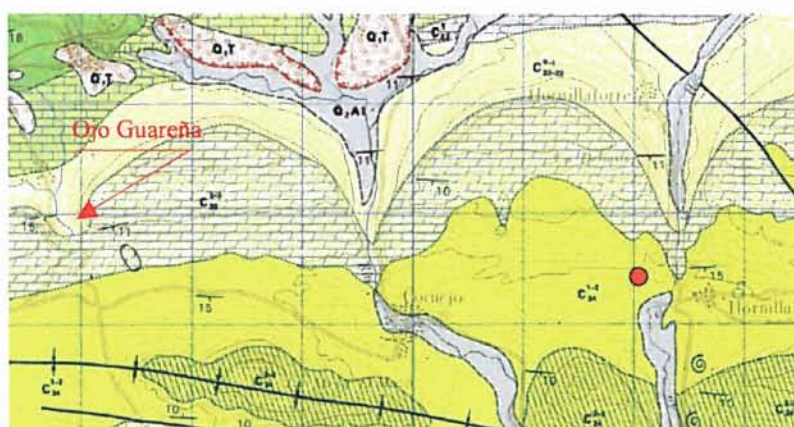


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja nº 84 (Espinosa de Los Monteros)

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo se encuentra emboquillado en los materiales atribuidos al Santoniense inferior en la Hoja MAGNA nº 84 (Espinosa de Los Monteros). Estos materiales se correlacionan con los definidos posteriormente Floquet (1991) y Martín-Chivelet *et al.* (2002), con una datación ligeramente diferente; de esta manera, a esta unidad le correspondería una edad algo mayor, a lo sumo Coniaciense superior.

La serie atravesada es eminentemente carbonatada, compuesta principalmente por calizas grises oscuras con cierto contenido margo-arcilloso y aspecto lajoso en afloramiento. Se trata de las calizas de la Formación Cueva de Floquet (1991), a las que también se les denomina como Fm. Villaescusa de las Torres. En la misma se presentan diversas facies, reflejo de la variabilidad de los medios de depósito.

La serie atravesada se puede sintetizar como sigue:

0-23 m. Calizas grises amarillentas con ocasionales intercalaciones de calizas recristalizadas. Las texturas generales observadas son *wackestone*, si bien de forma más puntual se reconocen texturas más variadas, ya sean granosostenidas (*packstone*) o bien fangosas (*mudstone*).



23-58 m. Calizas grises y amarillentas, con ocasionales intercalaciones margosas. Las calizas son típicamente packstone a grainstone hacia la parte superior, mientras que hacia la parte inferior y de modo más o menos gradual, las texturas dominantes son wackestone.

58-70 m. Calizas amarillentas a grisáceas, siendo las primeras dominantes sobre las grises. Las calizas presentan en general texturas granosostenidas (packstone a grainstone) con la excepción de alguna de las de tonalidad gris, que son clásicamente wackestone.

70-91 m. Calizas grises ocasionalmente recristalizadas y dolomitizadas. Las dolomías cuando aparecen son de grano fino, reemplazando a la facies característica de este tramo.

91-110 m. Calizas grises a blancas de texturas granosostenidas y tamaño de grano grueso. Este tramo se caracteriza por la presencia de abundantes facies bioconstruidas.

110-115 m. Calizas de color gris anaranjado. Se trata de calizas grainstone peloidal muy fino, con buena clasificación y alto redondeamiento de granos.

115-150 m. Calizas grises oscuras con eventuales intercalaciones margosas. Las texturas dominantes son granosostenidas, siendo la más típica la *packstone*.

El primer aporte de agua se detectó hacia el metro 75, coincidiendo con un tramo (75-80 m) con arcillas rojas de descalcificación y cementos espeleotémicos posiblemente relacionados con una zona de falla amplificadas por procesos kársticos. El caudal de agua se estimó en 2-4 L/seg.

Entre los metros 113 y 115 se atravesó una cavidad con arcillas de descalcificación en la que se reconoce calcita en forma de crecimientos espeleotémicos. Coincidiendo con la misma, el caudal de agua aumenta hasta unos 25 litros por segundo.

La testificación geofísica puso de manifiesto los siguientes tramos productivos:

Tramos Productivos		Espesor m
Desde	Hasta	
72	77	5
82,5	86,5	4
91,5	93,5	2
108	113	5

La entubación quedó como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Hierro	Ciega
0-72	180	4	Hierro	Ciega
72-78	180	4	Hierro	Puente
78-108	180	4	Hierro	Ciega
108-120	180	4	Hierro	Puente
120-150	180	4	Hierro	Ciega



A destacar la gran variabilidad del nivel piezométrico en este sector del acuífero. Así, el 16 de noviembre de 2004 se sitúa a 14,60 metros de profundidad; el 17 de noviembre a 10,36 metros; el 21 de noviembre a 11,24 m; el 26 de enero el sondeo era surgente.

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 25 de mayo de 2005, a las 9:30 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. La aspiración se situó a 100,20 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante un sistema Pitot y el agua se evacuó al terreno al lado del sondeo.

El ensayo se planificó como un bombeo a caudal continuo de 15 L/seg de 24 horas de duración. La recuperación se midió durante una hora.

El ensayo se desarrolló sin incidencias dignas de mención. El agua salió inicialmente turbia y no lo llegó a aclarar totalmente, de manera que al finalizar la prueba aún mantenía una ligera turbidez.

Durante el bombeo se controló periódicamente los parámetros fisico-químicos mas importantes con los siguientes resultados:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	pH
180	13,0	430	7,36
420	12,9	432	7,44
600	13,3	430	7,45
1440	12,3	425	7,47

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

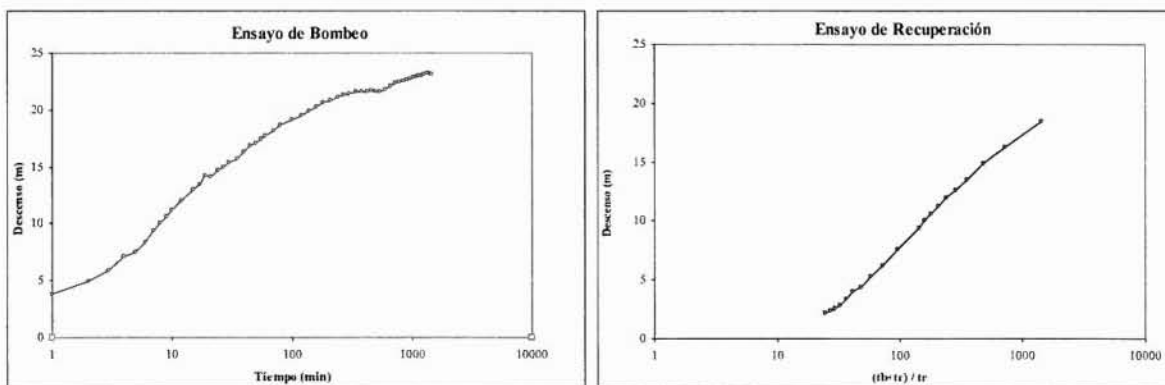


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

INTERPRETACIÓN

Gráficos diagnóstico

Los gráficos diagnóstico consisten en un conjunto de representaciones de los descensos vs diferentes funciones del tiempo con objeto de detectar las anomalías que afectan al ensayo e inferir deducciones acerca de los aspectos hidrodinámicos dominantes durante el ensayo.

- La representación de los descensos vs logaritmo del tiempo (Fig nº 7) permite verificar la hipótesis de flujo radial, en cuyo caso, los puntos se deben alinear a partir de un momento determinado (umbral de validez de la simplificación de Jacob). En este caso, la alineación no se produce, por lo que se puede deber tanto a la ausencia de flujo radial, la invalidez del modelo de Theis o incluso la anomalía de la doble porosidad por almacenamiento cárstico.
- La gráfica descensos vs la raíz de los tiempos (Fig nº 8) sugiere la existencia de flujo lineal si la nube de puntos se alinea a una recta. No es el caso de este ensayo.
- La gráfica descensos vs inversa de la raíz de los tiempos (Fig nº 9) sugiere la existencia de flujo esférico si la nube de puntos es asimilable a una recta. No es el caso de este ensayo.
- La representación de la derivada de los descensos con respecto a los tiempos (Fig nº 10) constituye un indicador del modelo de funcionamiento del acuífero así como de las anomalías que afectan a su geometría. En este caso, la progresiva disminución de la pendiente sugiere la existencia de aportes de agua diferentes a los considerados por el modelo de Theis, sea por doble porosidad, semiconfinamiento, etc.

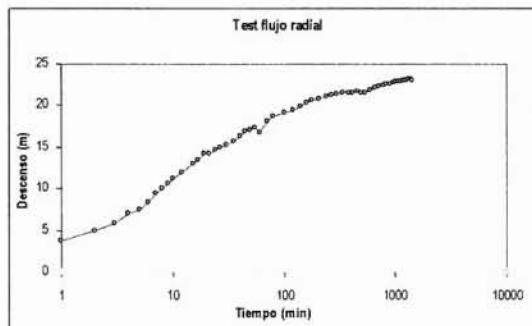


Figura 7

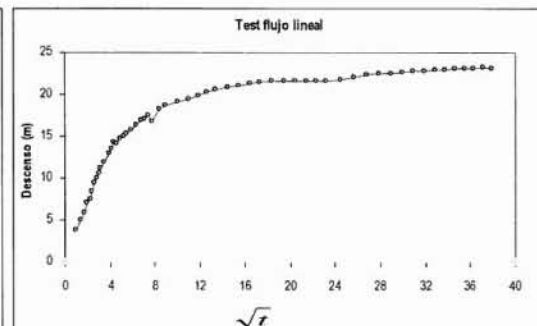


Figura 8

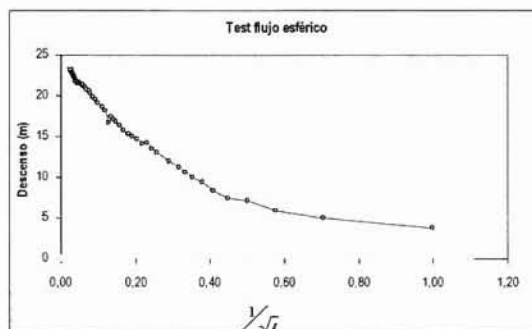


Figura 9

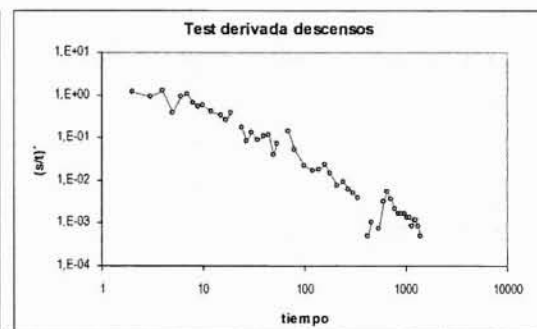


Figura 10

A la vista de lo anterior, la interpretación se ha realizado mediante métodos basados en la aproximación logarítmica (Jacob y recuperación Theis), con objeto de comprobar su probable invalidez, según sugiere los gráficos diagnósticos de las figuras 7 y 10, así como la simulación del bombeo y la recuperación mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Theis y la de Hantush.

Método de Jacob

Aunque no se identifica ningún tramo manifiestamente recto, se ha asumido como tal el correspondiente al espacio entre el minuto 720 y 1440, resultando una transmisividad de $77 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 11). Al lado se representa los descensos teóricos para esta transmisividad, adoptando el valor del coeficiente de almacenamiento (S) que mejor se ajusta. Como se puede observar sólo se consigue reproducir el tramo final de la curva de descensos, lo que sugiere que se está ante un modelo de acuífero en el que el modelo de Theis no es válido en la primera mitad de la prueba. La causa más probable es la existencia de almacenamiento cársico.

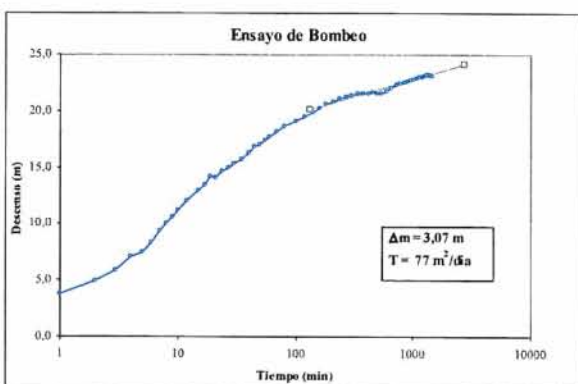


Figura 11

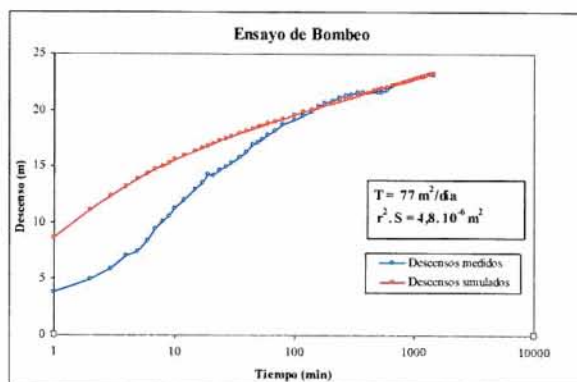


Figura 12

Método de recuperación de Theis

El resultado obtenido por este método es de $44 \text{ m}^2/\text{día}$ (figura 13). Al lado se compara los datos de campo con los teóricos para ese valor de la transmisividad (figura 14) que muestra una calibración muy deficiente.

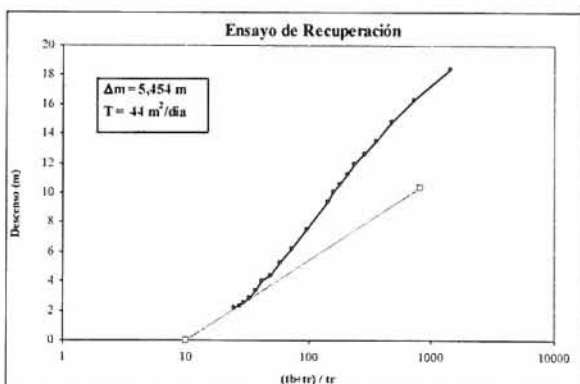


Figura 13

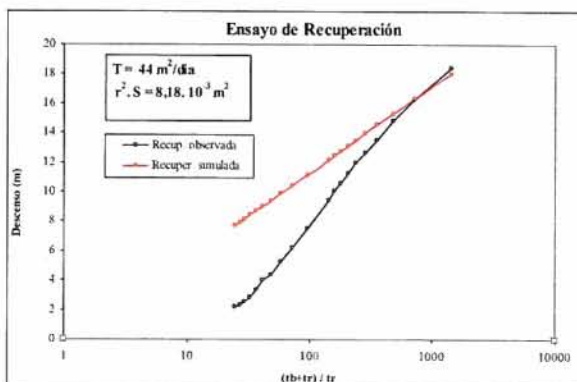


Figura 14

El hecho de que se requiera un valor de $r^2.S$ muy alto implica un valor de S también inusualmente alto, lo que sugiere la existencia de almacenamiento cárstico.

A destacar que la curva experimental corta al eje de ordenadas en valores negativos. En ausencia de consumo de reservas, muy improbables dadas las características del acuífero, ello puede ser achacable a fluctuaciones del nivel pizométrico, que como se ha comentado, son muy importantes.

Método directo (MABE)

- Solución de Theis

Se consigue calibrar el bombeo y la recuperación para valores de T de $114 \text{ m}^2/\text{día}$ y $r^2.S$ de $1,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$, idénticos para el bombeo y la recuperación. Mientras que la calibración para el bombeo es muy buena, para la recuperación se consigue una curva simulada prácticamente idéntica pero desplazada 2,9 metros.

A destacar que en ambos casos ha sido necesario aceptar la existencia de un modesto almacenamiento cárstico equivalente a un pozo de radio 0,33 metros con un radioequivalente

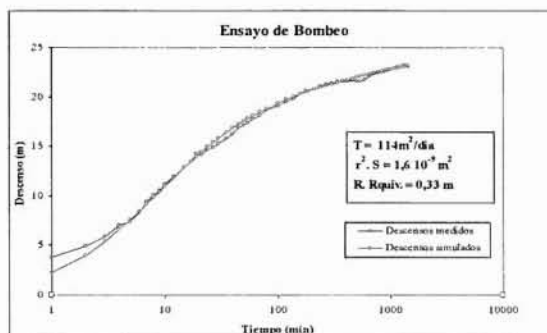


Figura 14

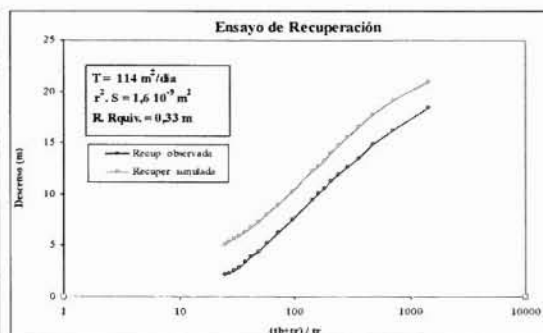


Figura 15

- Solución de Hantush

La calibración mediante la solución de Hantush no mejora la conseguida mediante Theis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Método de interpretación	Transmisividad $\text{m}^2/\text{día}$	$r^2.S$ m^2	r/B	R. Equival m	Δh m
Aprox. Logarítmica (Método de Jacob)	77	---	---	---	3,07
Aprox. Logarítmica (Recuperación Theis)	44	---	---	---	5,45
Simulación bombeo (Solución de Theis)	114	$1,60\text{E-}09$	---	0,33	---
Simulación recuperación (Solución de Theis)	114	$1,60\text{E-}09$	---	0,33	---



Dada la bondad del ajuste conseguido, se considera los valores representativos son los siguientes:

Transmisividad: $114 \text{ m}^2/\text{día}$
 $R^2.S: 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$
R. Equivalente: $0,33 \text{ m}$

De estos parámetros destaca un transmisividad más baja de lo esperada de un acuífero extraordinariamente cárstico, lo que, por otra parte, no es sorprendente y el orden de magnitud para el coeficiente de almacenamiento que se deduce del producto $R^2.S$, que es muy pequeño.

El almacenamiento cárstico detectado es poco significativo.

La gráfica de recuperación pone de manifiesto que el nivel estático inicial no coincide con el final, lo cual no parece lógico que sea achacado a consumo de reserva. Posiblemente la causa se deba a las fuertes oscilaciones del nivel del agua en el piezómetro, lo que no es de extrañar en la zona de recarga de un acuífero extraordinariamente cárstico. Si se admite, p.e., que el nivel estático inicial está desplazado 2,9 metros -lo cual pudiera deberse a que el nivel estático inicial se midió algo antes del inicio del ensayo- se consigue una notable mejoría de la calibración de la recuperación (figuras 16 y 17).

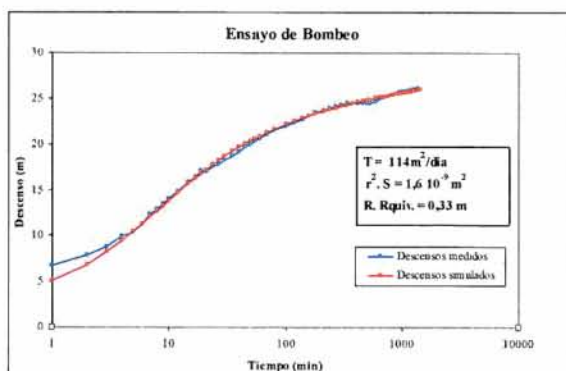


Figura 16

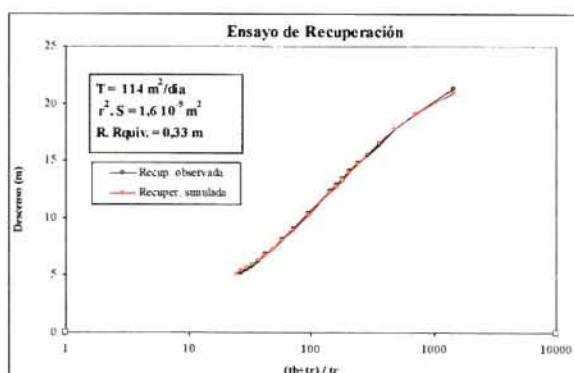


Figura 17



ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Homillalastra (Merindad de Sotoscueva. Burgos)**
 Hoja MTN **29-06 (84) Espinosa de los Monteros**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	1906-8-0023	Coordenadas sondeo:	<u>Longitud</u> <u>Latitud</u> <u>Cota</u> 451311 4764607 670
Nº de Inventario Piezómetro:	—	Coordenadas Piezómetro:	
Profundidad del sondeo:	150 m	Distancia del piezómetro:	
Nivel estático:	10,47 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 512, Parcela 96130
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	58 m	Fecha ensayo:	25 de mayo de 2005
Profundidad muro Fm acuífera (m)	150 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV
Longitud del filtro (Screen length)	18 m	Grupo :	DEUSCH 10KVA 150 CV
φ perforación (annulus diameter)	220 mm	Profundidad bomba:	100,20 m
φ pantalla (casing diameter)	180 mm		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
9:30	0,00	0	10,47	0			
9:31	15,00	1	14,27	3,80			Agua sucia.
9:32	15,00	2	15,43	4,96			
9:33	15,00	3	16,32	5,85			
9:34	15,00	4	17,55	7,08			
9:35	15,00	5	17,93	7,46			
9:36	15,00	6	18,82	8,35			
9:37	15,00	7	19,84	9,37			
9:38	15,00	8	20,51	10,04			
9:39	15,00	9	21,05	10,58			
9:40	15,00	10	21,64	11,17			
9:42	15,00	12	22,45	11,98			
9:45	15,00	15	23,44	12,97			
9:47	15,00	17	23,96	13,49			
9:49	15,00	19	24,72	14,25			Agua sucia (anaranjada).
9:51	15,00	21	24,62	14,15			
9:54	15,00	24	25,15	14,68			
9:57	15,00	27	25,4	14,93			
10:00	15,00	30	25,79	15,32			
10:05	15,00	35	26,23	15,76			
10:10	15,00	40	26,77	16,30			
10:15	15,00	45	27,35	16,88			
10:20	15,00	50	27,55	17,08			
10:25	15,00	55	27,91	17,44			
10:30	15,00	60	27,21	16,74			
10:40	15,00	70	28,64	18,17			
10:50	15,00	80	29,16	18,69			
11:10	15,00	100	29,61	19,14			Agua algo más clara, pero turbia.
11:30	15,00	120	29,94	19,47			
11:50	15,00	140	30,31	19,84			
12:10	15,00	160	30,78	20,31			
12:30	15,00	180	31,07	20,60			Cond: 430µS pH: 7.36 Tª 13º C
13:00	15,00	210	31,3	20,83			
13:30	15,00	240	31,57	21,10			
14:00	15,00	270	31,75	21,28			
14:30	15,00	300	31,9	21,43			
15:10	15,00	340	32,06	21,59			
15:50	15,00	380	32,05	21,58			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
16:30	15	420	32,07	21,60			Cond: 432µS pH: 7.44 Tª 12.9º C. Agua turbia, semiclara.
17:10	15	460	32,11	21,64			
17:50	15	500	32,04	21,57			Agua turbia, casi clara.
18:30	15	540	32,07	21,60			
19:30	15	600	32,26	21,79			Cond: 430µS pH: 7.45 Tª 13.3º C
20:30	15	660	32,58	22,11			
21:30	15	720	32,8	22,33			MUESTRA 2.
22:30	15	780	32,93	22,46			
23:30	15	840	33,03	22,56			
0:30	15	900	33,13	22,66			
1:30	15	960	33,23	22,76			
2:30	15	1020	33,31	22,84			
3:30	15	1080	33,39	22,92			
4:30	15	1140	33,44	22,97			
5:30	15	1200	33,51	23,04			
6:30	15	1260	33,58	23,11			
7:30	15	1320	33,63	23,16			
8:30	15	1380	33,66	23,19			
9:30	15	1440	33,59	23,12			MUESTRA 3. Cond: 425µS pH: 7.47 Tª 12.3º C
9:31	0	1441	28,87	18,40			Agua prácticamente clara (muy poco turbia).
9:32	0	1442	26,72	16,25			
9:33	0	1443	25,31	14,84			
9:34	0	1444	23,97	13,50			
9:35	0	1445	23,08	12,61			
9:36	0	1446	22,41	11,94			
9:37	0	1447	21,7	11,23			
9:38	0	1448	21,04	10,57			
9:39	0	1449	20,52	10,05			
9:40	0	1450	19,9	9,43			
9:45	0	1455	18	7,53			
9:50	0	1460	16,66	6,19			
9:55	0	1465	15,72	5,25			
10:00	0	1470	14,88	4,41			
10:05	0	1475	14,45	3,98			
10:10	0	1480	13,84	3,37			
10:15	0	1485	13,30	2,83			
10:20	0	1490	13,03	2,56			
10:25	0	1495	12,80	2,33			
10:30	0	1500	12,67	2,20			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**
PASEO DELICIAS, 20, 3º D.
28045 MADRID

Denominación de la muestra: **09-103-01.-**
HORNIELALASTRA.-

UTM-X:
UTM-Y:

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

Fecha de muestreo: **17/11/2004** Hora: Fecha de recepción: **30/11/2004** Fecha de análisis: **01/12/2004**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	414 µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	8,24 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	11,43 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	19,13 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	282,10 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	3,91 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITA)
SODIO.....	7,72 mg/l	Espectrometría de absorción atómica. (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	2,98 mg/l	Espectrometría de absorción atómica. (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	82,55 mg/l	Espectrometría de absorción atómica. (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	1,56 mg/l	Espectrometría de absorción atómica. (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO	1,28 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	5,51 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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

miércoles, 1 de diciembre de 2004

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

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

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

N° Registro: CAA/GE- **2.853** - 04

Página 1 de 1

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

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n. Polig. Ind. Baes 2000
30564 LORQUÍ (MURCIA)
Tel.: 968 993 711 Fax.: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)

**BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO
50005 ZARAGOZA**

Denominación
de la muestra:

**HORNILLA STRA. ENSAYO BOMBEO.-
MUESTRA-2.-**

UTM-X:

UTM-Y:

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

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **25/05/2005** Hora **21:30** Fecha recepción **01/06/2005** Inicio análisis **01/06/2005** Fin análisis **13/06/2005**



CONDUCTIVIDAD A 20 °C	402	µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,59	ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	10,04	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	10,68	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	272,07	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	5,12	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	11,17	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MgAA)
CALCIO.....	76,05	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CaAA)
POTASIO.....	0,62	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,02	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,52	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,77	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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

miércoles, 15 de junio de 2005

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

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

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

Nº Registro: CAA/GE- **1.336** -05

Página 1 de 1



ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	10,04	0,28	5,70
SULFATOS.....	10,68	0,22	4,48
BICARBONATOS.....	272,07	4,46	89,82
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	0,00	0,00	0,00
SODIO.....	5,12	0,22	4,50
MAGNESIO.....	11,17	0,92	18,56
CALCIO.....	76,05	3,80	76,63
POTASIO.....	0,62	0,02	0,32

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	391,06 mg/l.
CO2 libre	11,13 mg/l
Dureza total.....	23,59 ° Francés
Dureza total	235,89 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente	12,88 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	223,14 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	223,14 mg/l de CO3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,11
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,05
rNa/rK	14,04
rNa/rCa	0,06
rCa/rMg	4,13
$rCl/rHCO_3$	0,06
rSO_4/rCl	0,79
rMg/rCa	0,24
i.c.b.....	0,16
i.d.d.....	0,01

N° Registro: CAA/GE-1.336-05



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



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

LABORATORIO: Avda Europa s/n Polg 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:

HORNILLALASTRA. ENSAYO BOMBEO.-
MUESTRA-3 (24 HORAS)

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 PET 130 ml.

Fecha muestreo 26/05/2005 Hora 9:30 Fecha recepción 06/06/2005 Inicio análisis 06/06/2005 Fin análisis 16/06/2005

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA	
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	404	µ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	7,61	ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	8,60	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	10,78	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	269,56	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	0,43	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	5,08	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	9,71	mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	79,63	mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	0,64	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,41	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,71	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SLI)
HIERRO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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

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

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

ANEJO 6

FICHA IPA Y FICHA MMA



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

Tipo: SONDEN Fuente de información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000 (1996) ESPINOSA DE LOS MONTEROS UTMX: 451350 UTM Y: 476455 COIA: 710
 Provincia: BURGOS Municipio: MERINDAD DE SOJOSUEVA
 Localidad: HORNILLALASTRA Paraje: HORNILLALASTRA MEDIA (CAMINO A CORNEJO)
 Dominio Hidrogeológico: Vasco - Cantábrico Unidad: Sinclinal de Villarcayo
 Acuífero: Cretácico superior Masa Subterránea A: SINCLINAL DE VILLARCAYO Masa Subterránea B:
 Acuífero: Cretácico Superior Red: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT
 Réc: KREMA Cuenca: EBR()
 Observaciones: PIEZOMETRO DE LA RED BÁSICA DEL MIMAM El agua se cotea a los 75 m (2-4 Vag) y a los 117 m (25 Vag)



19068023SW (15/12/2004)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de Información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	VAE		CHE (OPH)	23/02/2001		
50	Z-AMALTEA		CHE (OPH)	19/02/2008		Angel Amolegui. Red MMA

PERFORACIÓN

Contratista: (General de Perforaciones) SUÁREZ S.L. (MICROTEC SAURYR) Año: 2004
 Tipo perforación: ROTOPERFURACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 150
 Observaciones: La perforación comenzó el 9/11/04 y finalizó el 17/11/04

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	6	315
6	150	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
6	72	180	4	Metálica ciega	
72	78	180	4	Metálica puercillo	
78	108	180	4	Metálica ciega	
108	120	180	4	Metálica puercillo	
120	150	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
16/11/2004	Temperatura
16/11/2004	Conductividad
16/11/2004	Resistividad
16/11/2004	Prof. Espontáneo
16/11/2004	Gamma natural
16/11/2004	Inclinación

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	35	CALIZAS MARGOSAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS MARGOSAS DE TONALIDADES GRIS CLARO-BLANCO				
35	55	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS COLOR BEIG CON NIVELES DE CALIZAS GRIS OSCURO				
55	65	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS GRIS OSCURO				
65	75	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS ESPARITICAS DE TONALIDADES ACARAMELADAS				
75	80	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS DE COLOR BEIG CON ÓXIDOS DE HIERRO Y ARCILLAS DE DESCALCIFICACIÓN				
80	110	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS GRIS OSCURAS CON RESTOS FÓSILES				
110	113	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZAS DE COLOR BEIG CON ÓXIDOS DE HIERRO				
113	115	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CAVERNA CALIZA BOBEA RECRISTALIZADA				
115	125	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: CALIZA GRIS CON RESTOS FÓSILES				
125	150	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	
Observaciones: BIGESPARITA BEIG				

EQUIPO INSTALADO

Fecha	Tipo Bomba	Tipo Motor	Potencia (CV)	Q instantáneo (l/s)	Días de extracción	Equipo/Depósito	Tratam	Prof. Bomba (m)	Tubería Píreo.	Contador
01/01/2004										NO

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
25/05/2005	15	10.47	-23.12	1			CHE (OPH)

Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica. Profundidad aspiración: 100,20 m. Bomba CAPRAKI 6" E65 54/20 50 CV

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
42	26.63	0.71	25.92	14.825	7.4155

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
06/08/2008	18.63		691.35		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
10/07/2008	11.79		698.71		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
11/06/2008	8.09		701.91		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
06/05/2008	9.9		700.1		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
02/04/2008	6.73		703.27		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
19/03/2008	13.95		696.01		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
13/01/2008	20.69		689.31		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
09/01/2008	23.34		687.66		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
05/12/2007	21.31		686.49		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
13/11/2007	25.14		684.86		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones: Inagros arregladas									
16/10/2007	23.84		686.16		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
20/09/2007	22.81		687.19		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
08/08/2007	19.38		690.62		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
17/01/2007	14.77		693.23		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
23/06/2007	9.45		700.55		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
16/05/2007	9.3		700.7		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones: Inagros rotas									
19/04/2007	8.04		701.96		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
13/03/2007	7.17		702.83		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
06/02/2007	6.05		703.95		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
09/01/2007	21.09		688.91		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
11/12/2006	8.49		701.31		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									
15/11/2006	26.63		683.27		Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BRUCAL	0
Observaciones:									

1906-8-0023

Table with columns: Fecha muestreo, Nivel (m), Caudal (l/s), Altura de Escala (m), Cota (m), Medida PiezoHidro., Tipo de Medida, Fuente Informacion, Referencia de medida, Altura de medida. Includes multiple rows of data with 'Observaciones' for each.

1906-8-0023

Table with columns: Fecha muestreo, Nivel (m), Caudal (l/s), Altura de Escala (m), Cota (m), Medida PiezoHidro., Tipo de Medida, Fuente Informacion, Referencia de medida, Altura de medida. Includes multiple rows of data with 'Observaciones' for each.

1906-8-0023

Table with columns: Fecha muestreo, Nivel (m), Caudal (l/s), Altura de Escala (m), Cota (m), Medida PiezoHidro., Tipo de Medida, Fuente Informacion, Referencia de medida, Altura de medida. Includes multiple rows of data with 'Observaciones' for each.

1906-8-0023

Table with columns: Fecha muestreo, Nivel (m), Caudal (l/s), Altura de Escala (m), Cota (m), Medida PiezoHidro., Tipo de Medida, Fuente Informacion, Referencia de medida, Altura de medida. Includes multiple rows of data with 'Observaciones' for each.

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
25.05.2005	16.72	15		692.88	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: Pegado automático proyecto de mejora de la red pesométrica									
25.05.2005	15.43	15		694.57	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: Pegado automático proyecto de mejora de la red pesométrica									
25.05.2005	14.27	15		695.73	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: Agua sucia. Pegado automático proyecto de mejora de la red pesométrica									
25.05.2005	19.47	0		699.53	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: Pegado automático proyecto de mejora de la red pesométrica									
10.05.2005	8.25			701.75	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones:									
19.04.2005	3.7			706.3	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones:									
17.03.2005	0.71			709.29	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones:									
22.02.2005					Na Medible		CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: No medible, inaccesible por nieve									
20.01.2005					Na Medible		CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: Surgente									
23.12.2004	5.43			704.57	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones:									
17.11.2004	10.56			699.04	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (03FD)	BROCAL	0
Observaciones: Medido tras la entubación									

HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl ⁻ meq/l mg/l	NO ₄ ⁻ meq/l mg/l	HCO ₃ ⁻ meq/l mg/l	NO ₃ ⁻ meq/l mg/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo lab	Ph campo lab	Error %	Fuente Info.
17.11.2004	0.922	0.3485	4.6246	0.0031	0.3357	0.2403	4.1172	0.0301	435		13.1833	Proyecto de construcción de sondas e instalación de la red aérea de control de aguas subterráneas de la cuenca del Tera (69.820.000-2111)
	17.41	19.13	282.1	3.92	7.72	2.98	87.53	1.56	414	8.2		

OTRAS FOTOS



HornDetalle (23/11/2004)



HornN (21/11/2004)



HornS (21/11/2004)



190680023HornLalastera (15/05/2005)



1906823HomillalastraSMA (15/06/2005)



1906823HomillalastraSMAbis (15/06/2005)



Hom20105 (15/01/2005)



Hom20105bis (15/01/2005)



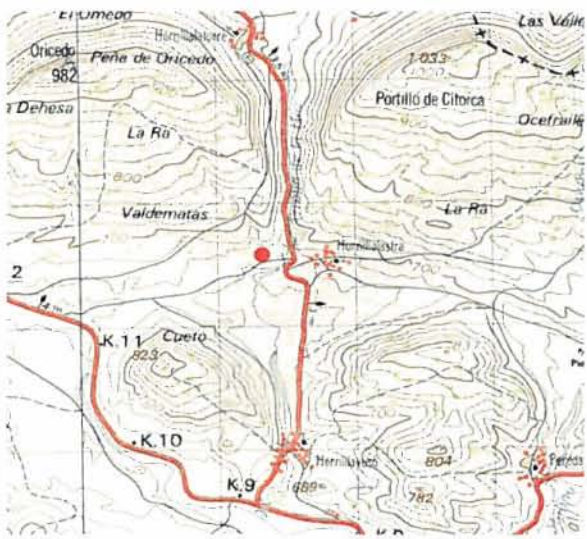

190680023Hom20105tres (15/01/2005)

FICHA DE PIEZÓMETRO

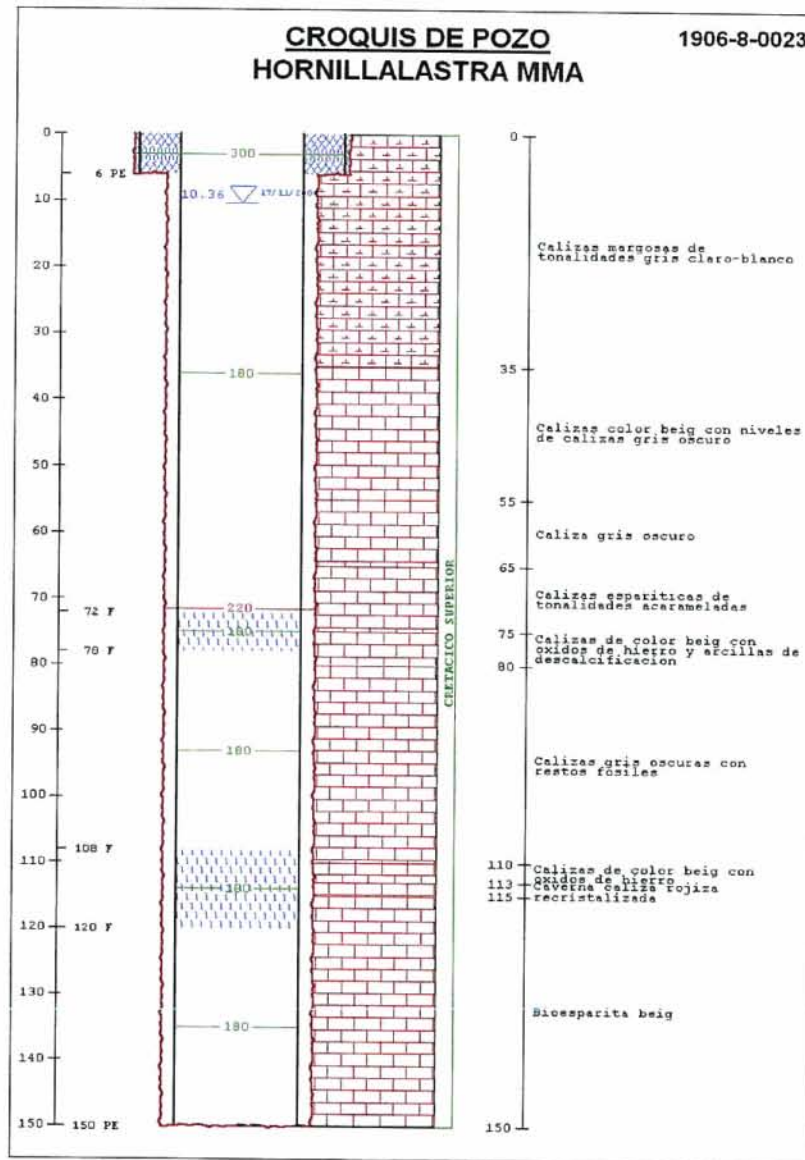
TOPONIMIA		HORNILLALASTRA MMA. CAMINO A CORNEJO		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.103.01	
CÓDIGO IPA		190680023	Nº MTN 1:50.000 1906	MUNICIPIO MERINDAD DE SOTOSCUEVA (BURGOS)			
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		003 SINCLINAL DE VILLARCAYO					
U. HIDROGEOLOGÍCA		103 Sinclinal de Villarcayo (Dominio 1 Pirenaico Vasco-Cantabrico)					
ACUÍFERO(S)		003-04 Cretácico Superior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	451350	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4764556					
COTA DEL SUELO msnm	Z	710	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		512		PARCELA	96130		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Hornillalastra (Merindad de Sotoscueva)					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						263		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	6	315	0	6	300	Metálica	72	78	Puentecillo	0	2		
6	150	220	0	72	180	Metálica	108	120	Puentecillo	4	6		
			78	108	180	Metálica							
			120	150	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	17/11/2004
ORGANISMO	CHE (OPH)		

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

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

