



**INFORME PIEZÓMETRO DE
TORTOSA-BARRANCO DE LA LLET
09.821.02**



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 DÍARIOS 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 rotoperforación y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

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

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

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

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

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

- Trabajos anteriores a la perforación
 - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
 - Comprobación de accesos

- Perforación
 - Seguimiento de la perforación
 - Interpretación de la testificación geofísica
 - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.

- Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
 - Representación e interpretación de datos obtenidos.

- Seguimiento de la Seguridad y Salud
 - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.

- Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

Este apartado de Seguridad y Salud es objeto de un informe aparte donde se recoge el seguimiento realizado antes y durante las obras.

- Redacción de informe final de cada piezómetro

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, Empresa Constructora y Asistencia Técnica, se creó un Centro de Trabajo Virtual en el que se ha ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Sondeo ubicado al SE de Tortosa en el Barranco de la Leche como sustituto del 322010101 de propiedad particular y utilizado para regadío. La masa de agua subterránea se encuentra en el denominado macizo de Cardó-Vandellós, entronque de las cordilleras Ibérica y las Catalánides, en la provincia de Tarragona. Alberga un acuífero a caballo entre la cuenca del Ebro y las cuencas internas catalanas. En esta área afloran materiales Mesozoicos comprendidos entre el Muschelkalk (Triásico) y Aptiense que configuran los relieves de los bloques de Cardó y Tivissa. El Cuaternario está representado por los piedemontes que enlazan estas sierras con la costa en l'Ampolla y con el aluvial del Ebro.

El pozo está emboquillado sobre las calizas del Barremiense que constituyen el acuífero 100.04 Cretácico inferior. El sondeo se encuentra en la zona de tránsito próxima a la descarga que se produce en el Ebro con direcciones de flujo SO.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado en Tortosa, al SW del municipio. A su emplazamiento se accede desde Tortosa, subiendo por el Barranco de la Llet ya que el fondo del barranco se aprovecha como camino de acceso a las fincas.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 798.721 Y= 4.522.525 Z= 60 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Barranco La Llet sobre la GIS – OLEÍCOLA

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Cretácico Inferior, de edad Barremiense. Estos materiales se encuentran dispuestos en una serie monoclin de dirección NE-SO, de 030 a 045, con buzamientos de 25 a 30° hacia el Noroeste.

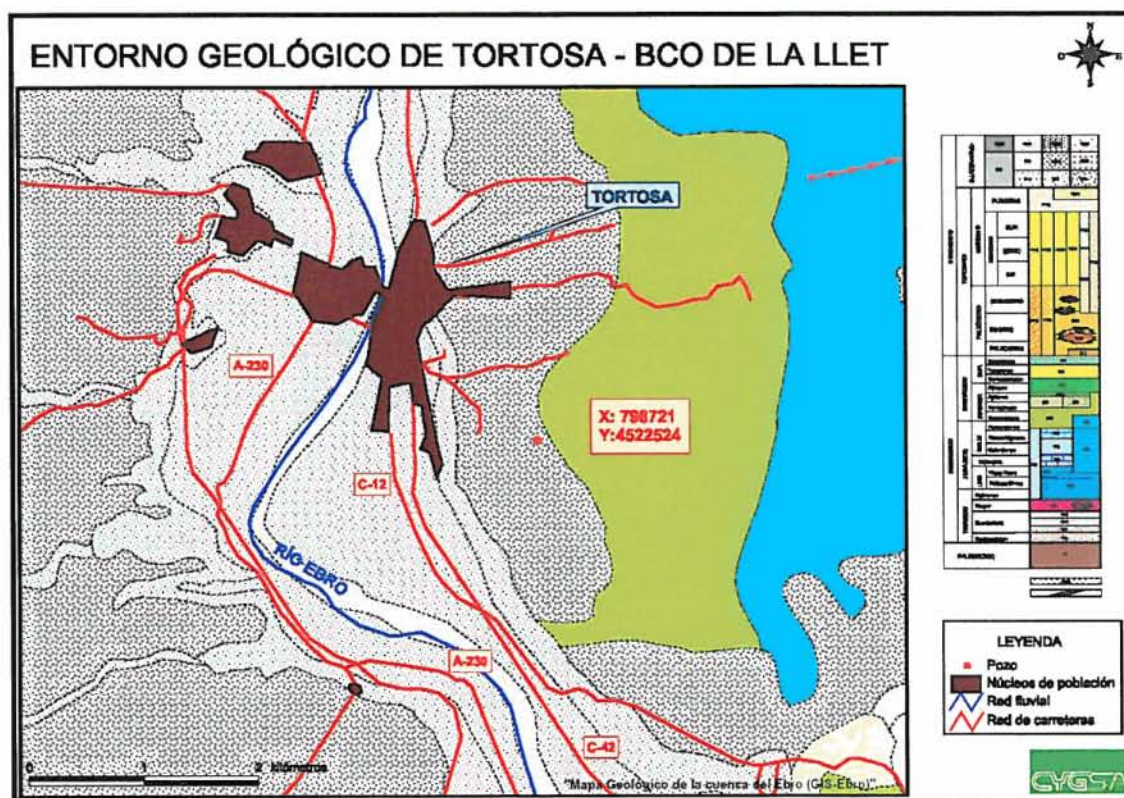


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Tortosa - Barranco de La Llet

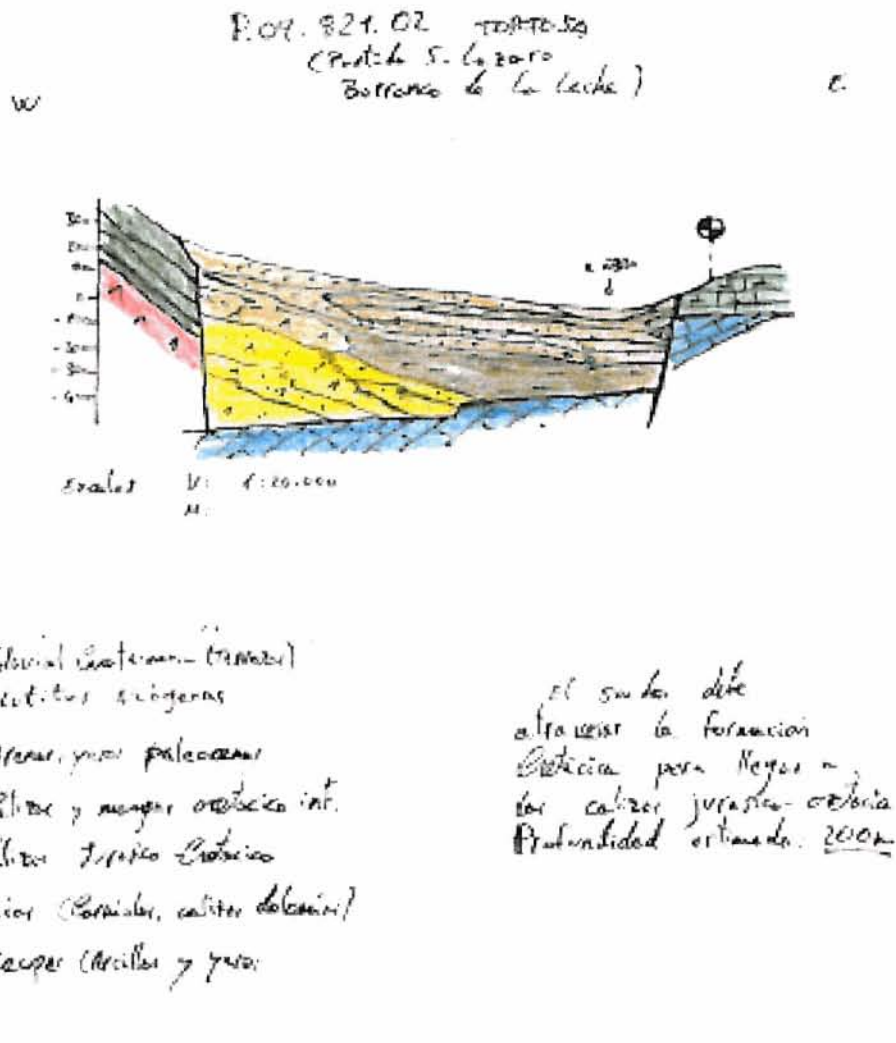


Figura 3. Corte geológico y columna prevista.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

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

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 821 "Bajo Ebro – Montsiá", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.100 denominada "Boix – Cardó", y el acuífero a controlar son las calizas y margas del Cretácico Inferior.

La masa de agua 090.0100 presenta una tectónica caracterizada por la presencia de pliegues, fallas inversas y cabalgamientos con direcciones predominantes NE-SO. El nivel de despegue está constituido por materiales arcillosos del Trías medio, que son a su vez el yacente impermeable del acuífero. Los materiales jurásico-cretácicos constituyen un único acuífero de carácter libre en la sierra. El acuífero se alimenta por infiltración de las precipitaciones. La descarga natural se realiza por transmisión de su flujo lateralmente hacia el Ebro o hacia el Delta.

El piezómetro se encuentra emboquillado directamente sobre las calizas del Cretácico Inferior. Estos materiales se sitúan discordantes sobre el Jurásico y presentan disposición horizontal. Muy próximo, al W, existe un pequeño graven, que ha sido rellenado por materiales aluviales, que conforman otra masa de agua.

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

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 14 de marzo de 2005 a las 10:30 horas y se terminó el 16 de marzo de 2005 a las 13:00 horas.

Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Hasta los 200 m totales del sondeo se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. La velocidad media de perforación es de unos 20 m/h. El nivel es detectado claramente a los 60 m de profundidad. No se observó pérdida de barrido ni cavidades en la roca, aunque desde el metro 19 al 60 las formaciones estaban muy fracturadas. Para evitar la pérdida de barrido se aumentó considerablemente la densidad del fluido de perforación.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectuó una descripción de las litologías extraídas observando las muestras del ripio de perforación cada metro; de todas ellas, se eligieron las más representativas cada 5 metros, guardándolas en sus correspondientes botes.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna litológica atravesada:

0-10 m	Caliza marrón amarillenta con restos fósiles.
10-14 m	Marga marrón.
14-19 m	Margas gris oscuras.
19-25 m	Caliza margosa marrón.
25-54 m	Caliza esparítica de color marrón amarillenta.
54-181 m	Caliza parcialmente dolomitizada de color marrón rosácea con algún resto fósil recristalizado (Bivalvos), niveles margosos y alternancia de calizas verdosas con miliólidos.
181-200 m	Calizas gris oscuras con intercalaciones de margocalizas.

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

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

De 0 m a 200 m.- Formación Artoles (Barremiense superior – Aptiense Inferior?)

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

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 16 de marzo de 2005. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. Se observó que existen muchos tramos pequeños con aporte de agua, cuya potencia varía entre 0,5 – 1,5 metro, e incluso un tramo de 2 metros.

En campo se vieron, sobre todo, tres zonas importantes de aporte de agua entre 75-85 metros y sobre los 184 metros.

La distancia máxima de desviación con la vertical a los 200 m de profundidad fue de 15,60 metros. El acimut mantiene una media aproximada de 178°. El sondeo comenzó a desviarse desde el principio y fue aumentando paulatinamente llegando a alcanzar una inclinación máxima de 7,02° a los 196 metros.

El nivel piezométrico se situó a 45 m de profundidad.

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

(Información ampliada en Anejo nº 3, Geofísica.)

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, aunque en este caso no se han podido registrar.

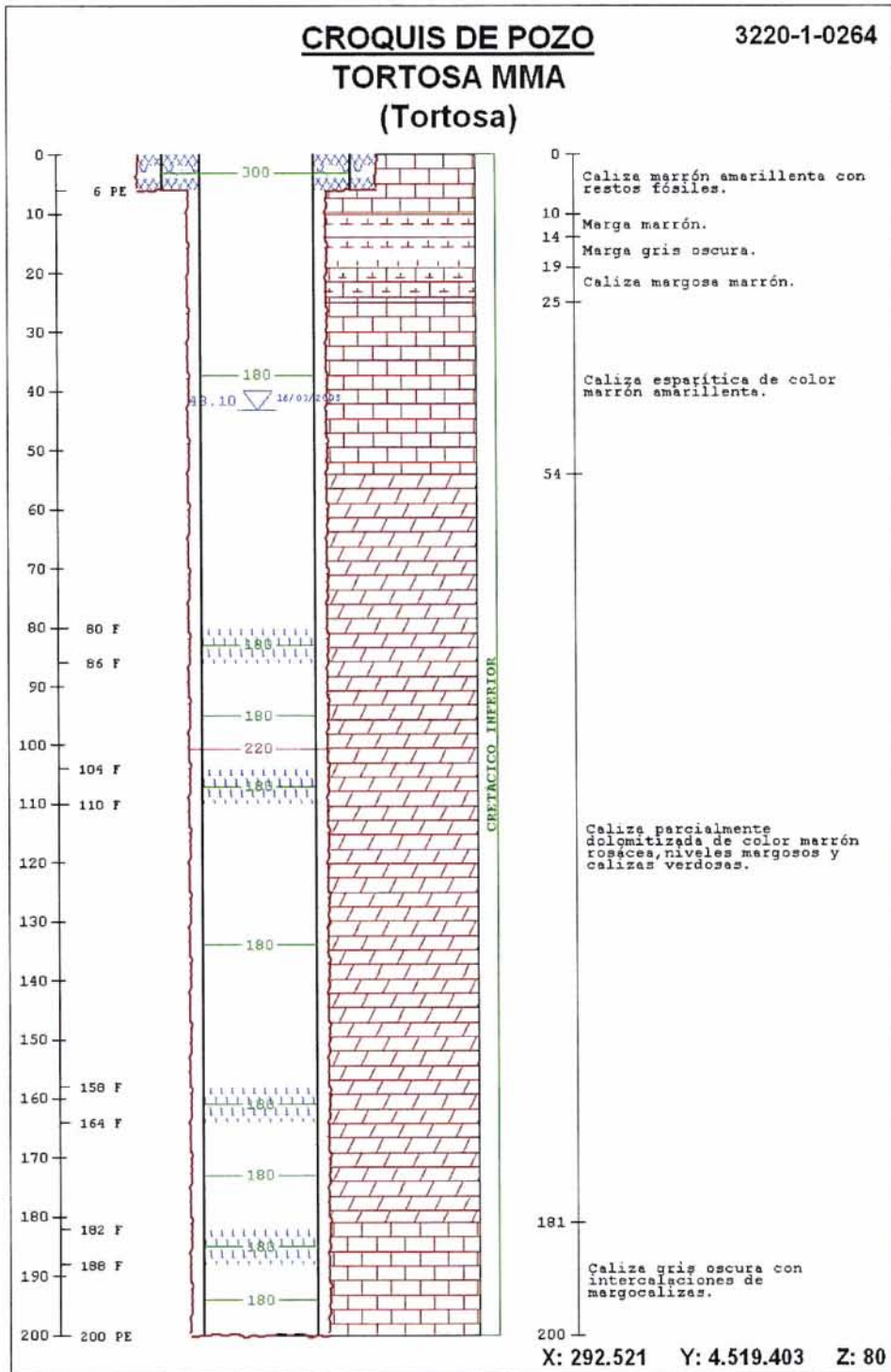
Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-80	180	4	Acero al carbono	Ciega
80-86	180	4	Acero al carbono	Puente
86-104	180	4	Acero al carbono	Ciega
104-110	180	4	Acero al carbono	Puente
110-158	180	4	Acero al carbono	Ciega
158-164	180	4	Acero al carbono	Puente
164-182	180	4	Acero al carbono	Ciega
182-188	180	4	Acero al carbono	Puente
188-200	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.



Fi

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

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está formado por calizas y margas de edad Cretácico Inferior.

Sobre los 55 m se detectó algo de humedad. El nivel se alcanzó claramente a los 60 metros de profundidad, con un aporte estimado en unos 7 l/s.

Durante la perforación se han detectado tres zonas principales con aportes significativos: a los 45 metros, coincidiendo con el cambio litológico Mioceno – Mesozóico; a los 105 m, con un caudal estimado de unos 2 l/s; y a los 180 m, con un caudal estimado de 5 l/s. Este caudal fue aumentando progresivamente hasta los 20 l/s a los 150 metros de profundidad.

Durante la limpieza del sondeo se tomó una muestra de agua y se midieron, in situ, los parámetros de conductividad eléctrica y temperatura, $C_e = 599 \mu\text{S/cm}$ y $T^a = 15,9 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

Fecha	Nivel (metros)
18/03/2005	45,19
01/04/2005	44,95
05/05/2005	45,32
07/06/2005	45,64
27/06/2005	46,93

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 27 y 28 de junio de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 12 minutos. El caudal medio extraído fue de 14,01 l/s y el descenso del nivel fue de 4,28 m. El segundo y último escalón duró los 1428 minutos restantes. El caudal medio fue de 17,99 l/s. El descenso total del nivel fue de 6,8 m. A partir de la hora de bombeo el nivel estaba prácticamente estable.

El agua salió totalmente clara a partir de las 14 horas de bombeo. La conductividad medía del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 870 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 7,30 y la temperatura de 20° C. Se tomó una muestra de agua para analizar a las 12 horas de bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En 30 minutos el nivel ya estaba totalmente recuperado. Al final de la hora el nivel estaba 7 cm por encima del nivel estático inicial.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	46,93	0,00	0,00
1	49,63	2,70	14,01
2	49,33	2,40	14,01
5	51,06	4,13	14,01
10	51,20	4,27	14,01
12	51,21	4,28	14,01
15	53,31	6,38	17,99
17	53,39	6,46	17,99

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
24	53,48	6,55	17,99
30	53,55	6,62	17,99
60	53,73	6,80	17,99
180	53,73	6,80	17,99
300	53,73	6,80	17,99
600	53,72	6,79	17,99
840	53,71	6,78	17,99
960	53,73	6,80	17,99
1080	53,72	6,79	17,99
1260	53,73	6,80	17,99
1440	53,73	6,80	17,99
1441	47,60	0,67	0,00
1442	47,50	0,57	0,00
1445	47,25	0,32	0,00
1450	47,22	0,29	0,00
1460	47,04	0,11	0,00
1470	46,94	0,01	0,00
1500	46,86	-0,07	0,00

Durante el ensayo de bombeo se controló el sondeo de la Comunidad de Regantes del Mig Camí. Se comprobó que, durante el bombeo, el nivel no sufrió ninguna variación, es decir, el bombeo no afectó a este pozo.

Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del piezómetro de la Comunidad de Regantes del Mig Camí:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)
0	31,14	0
55	31,14	0
340	31,14	0
1440	31,14	0
1500	31,14	0

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

La interpretación ha sido posible mediante los métodos de: Análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación mediante el programa MABE (Método directo) del bombeo y la recuperación.

Tabla 6. Resultados obtenidos en la interpretación de los ensayos de bombeo:

Método de interpretación	Transmisividad	$r^2.S$	r/B
Recuperación Método de Theis	442 m ² /día	--	--
Método directo (MABE)	603 m ² /día	6,61E-06 m ²	6,03E-05

El ensayo pone de manifiesto que el acuífero constituido por los materiales carbonatados de la Fm. Artoles, de edad Barremiense Superior a Aptiense Inferior presenta alta transmisividad y se comporta como débilmente semiconfinado

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el anejo A-4.)

11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos in situ de conductividad eléctrica, pH y temperatura; también se tomaron 2 muestras de agua, para su posterior análisis, procedente de las siguientes fases de la obra:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 689 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,62.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 781 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,4.)

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 los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Respecto a los iones mayoritarios en aguas subterráneas no se sobrepasan los valores habituales y de referencia (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), ni los límites marcados por la legislación vigente.

Tabla 7. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo
Cloruros	113,50 mg/l	122,30 mg/l
Sulfatos	48,01 mg/l	45,80 mg/l
Bicarbonatos	236,96 mg/l	220,00 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	5,35 mg/l	5,90 mg/l
Sodio	46,06 mg/l	45,00 mg/l
Magnesio	20,63 mg/l	15,80 mg/l
Calcio	79,25 mg/l	102,20 mg/l
Potasio	2,29 mg/l	1,50 m/l
Nitritos	0,24 mg/l	
Amonio	0,08 mg/l	
Boro	0,01 mg/l	
Fosfato	0,18 mg/l	
Anhídrido Silícico	4,54 mg/l	
Hierro	0,05 mg/l	
Manganeso	0,00 mg/l	

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Tortosa, en el Barranco de la Llet, con el objeto de sustituir el piezómetro existente actualmente en la red, que no cumple los requerimientos del MMA, y poder valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y, adicionalmente, 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 200 m. El acuífero atravesado está constituido por la alternancia de calizas y margas, de edad Cretácico Inferior.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 17,99 l/s. Los resultados del ensayo de bombeo indican que el acuífero carbonatado de edad Barremiense-Aptiense presenta alta transmisividad.

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

PIEZOMETRO: 09 821 02

PROVINCIA: TARRAGONA

MUNICIPIO: TORTOSA (PARTIDA DE SAN LAZARO) “ BARRANCO DE LA LECHE”

Se realiza la primera de las visitas, con la Dirección de Obra (Victor Arqued y Teresa Carceller) y técnicos de la Agencia Catalana del Agua (Carlos Loaso y Joseph Fraile).

El barranc de la Llet se sitúa dentro del casco urbano de Tortosa, hacia el SW; cruzando el puente Tiranc lo Blanc sobre el Ebro, se llega a la calle Barcelona, se sigue la misma hasta una iglesia donde se gira a la izquierda donde se inicia el barranco de la Llet El fondo del cauce se aprovecha como camino de acceso a las fincas y canteras existentes en su entorno. Se observa una gran cantidad de vertidos de escombros y basuras a lo largo de él.

Se comprueba primero el punto previsto en el replanteo inicial.

Sus coordenadas son las siguientes: 292590, 4519171 y Z: 74 m.



PUNTO PREVISTO EN PROYECTO 1.

Dado que la titularidad de esta finca es privada, se busca otro alternativo que pueda estar en Dominio Público Hidráulico.

A pocos metros de este punto, en el camino de acceso a esta finca, existe un sobrancho donde se puede hacer el sondeo (X: 292511, Y: 4519397)



PUNTO SOBRE EL CAUCE EN DOMINIO PUBLICO, A 50 METROS AGUAS ABAJO DEL PUNTO DEL PIEZOMETRO PREVISTO

La litología a perforar es la de calizas y dolomías rojizas y rosadas con gran alteración hidrotermal y muy karstificadas del Cretácico inferior. Es probable que se encuentren durante la perforación cavidades y/o fracturas donde se pierda el barrido.

El nivel estático se encuentra a unos 80 metros por lo que será suficiente una perforación de unos 150-200 metros.

Los permisos se han solicitado tanto a la Confederación Hidrográfica del Ebro como a la Agencia Catalana del Agua.

Teléfonos de contacto útiles:

D. Carlos Loaso. Jefe de Servicio del Dominio Público Hidráulico de la Agencia Catalana del Agua. 977 44 61 55

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA
CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
PG/ PASEO SAGASTA, 24-28,
50017 ZARAGOZA

Generalitat de Catalunya
Agència Catalana de l'Aigua
Desarcació Tercera de l'Ebro

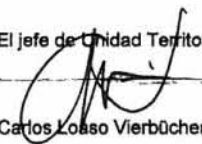
Número: 15276 / 994 / 2005
Data: 18-03-2005 Hora: 10:43:00

Registre de Sortida



Finalizados los trabajos de perforación y ensayos de bombeo se deberá comunicar a esta Agència Catalana del Agua los datos de la situación definitiva del aprovechamiento (con descripción detallada de los materiales atravesados y de las características de la entubación, tramos ranurados, cementaciones, niveles piezométricos, análisis etc.) previo a la utilización del recurso.

El jefe de Unidad Territorial de Tortosa


Carlos Loaso Vierböcher

OBJETO: CONFORMIDAD DE OBRAS PARA REALIZAR SONDEO DE INVESTIGACIÓN.

Examinado el expediente de referencia sobre Programa de mejora y ampliación de la red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas de la cuenca del Ebro y la documentación presentada en fecha 14 de marzo de 2005 de acuerdo con el art. 177.3 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, en concordancia con el art. 184, por el que "no quedan sometidas al regimen previsto las investigaciones de aguas subterráneas que lleve a cabo la Administración como parte integrante de estudios generales sobre acuíferos, sin perjuicio de su notificación previa al Organismo de cuenca", y no existiendo mas consideraciones a apreciar, se resuelve otorgar la conformidad de las obras proyectadas, referente a:

- Sondeo del Barranco de la Llet TM Tortosa (Bajo Ebro), situado en zona de servidumbre y policía de cauces del barranco de la Llet, tributario del rio Ebro (Zona Marítimo - Terrestre) por su margen izquierda.

Las obras deberán llevarse a cabo de acuerdo con la documentación aportada.

Se tomarán muestras de los terrenos atravesados en la perforación, que se guardaran en bolsas debidamente numeradas.

En caso de encontrarse diferentes niveles acuíferos de diferente potencial hidráulico se deberan aislar suficientemente, para evitar intercambio de aguas entre estos.

Los lodos generados durante la perforación y las aguas del aforor no tendrán que producir afecciones al dominio publico hidráulico.

Tortosa, 15 de març de 2005

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: 14-15/03/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.821 02 POBLACIÓN: Tortosa (Tarragona)	PROF.: 200 m
PERFORACIÓN INICIO: 14/03/05 SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN DIAMETRO: 380 y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 30 - 35 m/hora (con 220 mm)	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se inicia la perforación el día 14 al mediodía después de haber realizado el acondicionamiento del emplazamiento con una retroexcavadora.

Se emboquilla en la margen derecha del cauce del barranco de la Llet, dejando libre tanto el camino lateral como el cauce.

Se perfora directamente sobre las calizas dolomíticas del Cretácico inferior.

Dado que se inicia el piezómetro directamente sobre la roca, sólo se realiza un emboquille de 6 metros.

Por la tarde se avanza en la perforación hasta los 55 metros encontrando humedad en estos últimos metros.

El día 15 se reanuda la perforación interceptando claramente el nivel a los 60 metros; según el sondista, el caudal es superior a 7 litros/sg. El agua sale muy turbia debido al lavado de la abundante arcilla de descalcificación presente en fracturas y pequeñas cavidades.

Se termina la jornada con 160 metros perforados.

Visita la obra D. Carlos Loaso de la Agencia Catalana del Agua; nos sugiere que hagamos el dado menos alto y que coloquemos unas piedras a su alrededor para su mejor visión desde el camino.

La serie perforada hasta el momento, es la siguiente:

0-10 m. Caliza marrón amarillenta con restos fósiles e intraclastos (intraesparita con fósiles), posee indicios de dolomitización y niveles margosos marrones.

10-14 m. Marga marrón.

14-19 m. Caliza margosa – marga gris oscura.

19-25 m. Caliza margosa marrón con intercalaciones más calcáreas y mineralizaciones rojo granate (¿dolomita?).

25-30 m. Caliza marrón amarillenta (intraesparita con fósiles).

30-35 m. Caliza marrón amarillenta (intraesparita con fósiles) con intercalaciones margosas gris marrón.

35 –54 m. Caliza marrón amarillenta (intraesparita con fósiles).

54-93 m Caliza dolomítica marrón rosada con algún resto fósil y estilolitos. Presenta un alto grado de fracturación que se manifiesta en un mayor tamaño del ripio extraído de la perforación. Se observa también arcilla rojiza de descalcificación y/ o relleno.

93-105 m. Esparita marrón con intercalaciones de caliza margosa.

105-116 m. Caliza dolomítica rosada.

116-143 m. Caliza recristalizada fosilífera (esparita con fósiles). Los restos de bivalvos aparecen dolomitizados y de color rojizo.

143- 160 m. Caliza recristaliza marrón verdosa (bioesparita). Los restos son de foraminíferos entre los que se reconocen los miliólidos. Se intercalan algunos niveles de caliza margosa gris y de arcilla rojiza.



Detalle del emplazamiento en el margen del barranco de la Llet.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana



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



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 16/03/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.821.02	POBLACIÓN: Tortosa (Tarragona)	PROF.: 200 metros.
PERFORACIÓN		
INICIO: 14/03/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 30 - 35 m/hora (con 220 mm)		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Por la mañana se perforan los 40 metros restantes.

Aparecen hasta 181 metros las bioesparitas presentes desde el metro 143.

Se aprecia un cambio litológico en las calizas a partir del metro 181 hasta el final, se extrae una caliza gris oscura (bioesparita) con alguna intercalación de caliza margosa.

La perforación no ha perdido el barrido en ningún momento; el caudal estimado del pozo final, es superior a 20 litros / segundo

TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA Y ENTUBACION.

Entre las 14: 45 y las 16:45, se realiza la testificación.

Se corrobora la litología carbonatada encontrada y se evidencian los niveles más margosos que durante la perforación eran lavados.

Se encuentran tres niveles principales de aporte siendo los más importantes los localizados entre los metros 75-85 y al final en el 184.

El nivel estático se ha detectado a 45 metros.

El taladro se ha desviado 7 grados hacia el Sur.

De acuerdo con la empresa constructora, se propone el siguiente esquema de entubación:

0-78 m. Tubería ciega.

78-84 m. Puentecillo.

84-106 m. Ciega.

106-112 m. Puentecillo.

112- 160 m. Ciega.

160- 166 m. Puentecillo.

166- 182 m. Ciega.

182-188 m . Puentecillo.

188-200 m. Ciega.

En resumen, se han colocado 24 METROS DE TUBERÍA PUENTECILLO Y 176 METROS DE TUBERÍA CIEGA.

A las 17:00, se inician las tareas de entubación.



Detalle de la perforación de los últimos metros y de la colocación del último tramo de tubería filtrante.



Fdo: Antonio Sánchez Lallana

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

FECHA: 17/03/05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.821.02	POBLACIÓN: Tortosa (Tarragona)
PERFORACIÓN	PROF.: 200 m.
INICIO: 14/03/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 380 y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

El sondeo se finalizó el día anterior así como la entubación y limpieza del piezómetro. Por la mañana se deja terminado el dado de hormigón. Por indicaciones de Carlos Loaso, se ejecuta algo más bajo.

A las 11:00 se inicia el traslado hacia la siguiente ubicación en el barranco de Lloret.



Arqueta hormigonada en el borde del camino y en la margen derecha del barranco.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DE SONDEOS



CÓDIGO IPA: 3220-1-0264
CÓDIGO MMA: 09.821.12

MUNICIPIO: TORTOSA
PROVINCIA: TARRAGONA
PARAJE: BARRANCO DE LA LECHE (DE LA LLET)
PRECISIÓN (X,Y): Gls-Oleícola
PRECISIÓN Z: GPS

HOJA Nº 3220

FECHA INICIO: 14/03/05
FECHA FINAL: 16/03/05

COORDENADAS UTM HUSO 31
292.619
4.519.400
74

AUTOR FICHA: Javier Ramajo

ALCANTARILLA	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGIA	TEXTURA					POROSIDAD (%)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	RESISTENCIA (t/cm ²)	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO U. LITO	U. CRONO			
				LAG	AF-AM	ARG	GR	OTROS										
	380 mm 300 mm 180 mm	0-5									Gamma (CPS) SP (mV) -100	Res 16N (obm-m) 20 Res 64N (obm-m) 20 1500				0-10 m. Calizas gris beige con patinas rojizas. Se trata de calizas micriticas y bioclásticas con texturas <i>mudstone-wackestone</i> , con miliólidos y bivalvos, y margocalizas grises.	1	
21		5-10														10-20 m. Margas grises con margocalizas gris oscuras laminadas.	2	
21	220 mm 180 mm	10-25														20-55 m. Calizas grises beige bioclásticas. Las calizas están algo recristalizadas con texturas <i>wackestone</i> a <i>packstone</i> , y los bioclastos son restos de posibles ostreidos y rudistas, miliólidos, fragmentos de algas y otros foraminíferos (orbitolinas?), así como posibles peloides. Se observan también arcillas ocreas, patinas rojizas y escasa grietas rellenas de calcita, lo que se interpreta como signos de una intensa karstificación. Hacia la parte inferior del tramo se observa un aumento de las margocalizas	3	
20		25-60														55-89 m. Calizas bioclásticas de tonos beige a grises pardos claros con escaso restos de margocalizas grises. Las calizas tiene frecuentes patinas rojizas con texturas de <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> de bioclastos (miliólidos, fragmentos de algas, otros foraminíferos etc.) y peloides. Las calizas presentan una intensa dolomitización, sobre todo hacia la base del tramo, observándose también arcillas ocreas y patinas de oxidación que se interpretan como indicios de una cierta karstificación	4	
21		60-90														Durante la perforación se detecta un aporte de agua en el metro 60, del orden de 7 l/s	5	
21		90-95														89-92 m. Margas grises.	6	
21		95-115														92-115 m. Calizas grises beige a ocreas con escaso restos de margocalizas grises. Las calizas se presentan recristalizadas y/o dolomitizadas con texturas que varían entre <i>wackestone</i> a <i>packstone-grainstone</i> , bioclásticas y peloidales u. oolíticas. Se observan frecuentes patinas rojizas	7	
22		115-135														115-135 m. Margas y margocalizas grns verdosas con eventuales intercalaciones de calizas grises a beige que presentan facies de <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> con escasos restos de bioclastos	8	
20		135-166														135-166. Calizas grises beige a gris claro verdoso con intercalaciones de margas y/o margocalizas gris oscuro a gris verdoso. Las calizas presentan bioclastos (bivalvos, miliólidos y otros foraminíferos) así como posibles peloides, están recristalizadas y tienen texturas que varían de <i>wackestone</i> a <i>packstone</i> o incluso <i>packstone-grainstone</i> . Se observan restos de arcillas ocreas de karstificación y patinas rojizas. Hacia el metro 150 de perforación se detectó un notable aporte de agua, evaluado en 20 l/s	9	
20		166-184														166-184 m. Calizas limosas gris oscuras a negras con intercalaciones de margocalizas y margas grises a negras. Las calizas tienen miliólidos, son algo limosas, y presentan textura <i>mudstone</i> y, en menor medida, <i>mudstone-wackestone</i>	10	
19		184-192														184-192. Calizas gris clara a beige. Se trata de calizas recristalizadas con texturas de <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> con bioclastos, miliólidos y bivalvos muy recristalizados.	11	
19		192-200														192-200. Margas grises verdosas.		

Em. Artoles 2
Cretácico inferior (Barremiense superior-Aptiense inferior?)



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 3220-1-0264
(09.821.012)**

**BARRANCO DE LA LLET
TORTOSA (TARRAGONA)**

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 Tortosa (Tarragona) dentro de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. El informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo tiene 200 metros de profundidad y está perforado a rotoperusión con recuperación de “ripios” y toma de muestras cada 5 metros. El diámetro del sondeo es de 380 mm en los primeros 6 metros y de 220 mm desde ahí hasta el final

La entubación se ha efectuado con tubería de 300 mm desde la boca hasta el metro 6 y a partir de este punto hasta el final del sondeo con tubería de 180 mm. Presenta la siguiente disposición: De 0-80 m: Tubería ciega. De 80-86 m: Filtro Puente. De 86-104 m: Tubería ciega. De 104-110m: Filtro Puente. De 110-158 m: Tubería Ciega. De 158-164: Filtro Puente. De 164-182 m: Tubería Ciega. De 182-188: Filtro Puente. De 188-200 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 la 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 cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 3220-1-0264 y 09.821.12 se localiza en el término municipal de Tortosa, a unos 2 Km. al Sudoeste de esta localidad. Se accede al mismo desde el casco urbano de Tortosa, hacia el Sudoeste; cruzando el puente Tiranc lo Blanc sobre el Ebro, se llega a la calle Barcelona, se sigue la misma hasta una iglesia donde se gira a la izquierda donde se inicia el Barranco de la Llet (Barranco de la Leche). Siguiendo un camino paralelo al mismo accedemos al punto donde se sitúa el piezómetro (Fig.1), cuyas coordenadas UTM son las siguientes:

X: 292.519

Y: 4.519.400

Z: 74 msnm,.

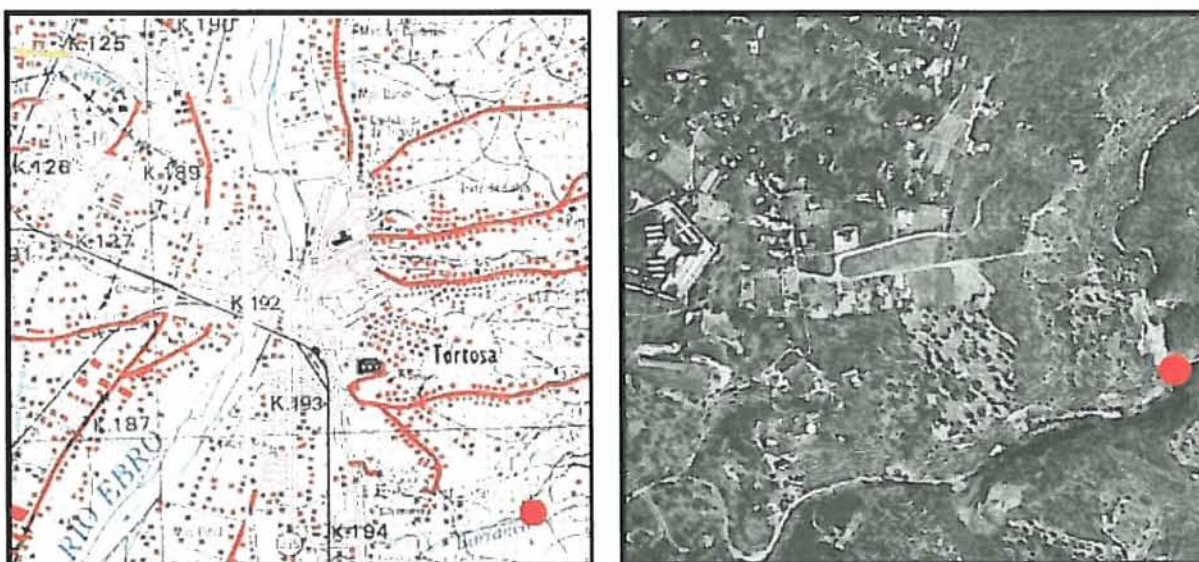


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:50.000 y ortofoto (tomadas de la Ficha IPA de la CHE).

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Cretácico Inferior que se han diferenciado en la Hoja MAGNA nº 522 como unidad C_{14ms} , de edad Barremiense. Estos materiales se encuentran dispuestos en una serie monoclinale de dirección NE-SO, de 030 a 045, con buzamientos de 25 a 30° hacia el Noroeste.



Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica 1:50.000 MAGNA, Hoja-522 (Tortosa).



FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El Sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Cretácico Inferior (Barremiense) que en la cartografía de la Hoja Geológica MAGNA de Tortosa (522), se han diferenciado como unidad C_{14m}. Estos materiales están presentes a lo largo de todo el sondeo. Dentro del mismo podemos distinguir una serie de tramos en donde predominan las calizas que alternan con tramos de margas y margocalizas. Hacia la parte superior, y después de los primeros 10 metros de caliza micríticas y bioclásticas con miliólidos y bivalvos, se cortan desde el metro 10 al 20, una serie de margas grises con margocalizas laminadas. A partir del metro 20 y hasta el metro 115, predominan las calizas bioclásticas de facies relativamente empaquetadas (*packstone* a *grainstone*) con restos de peloides y abundantes bioclastos dentro de los que se identifican miliólidos, bivalvos, fragmentos de algas y posibles orbitolinas hacia la parte superior. Este tramo se presenta recristalizado y dolomitizado, a veces de manera parcial y otras más intensa; mostrando numerosos indicios de fuerte karstificación, tales como la presencia de abundantes patinas de oxidación y la existencia de arcillas de tonos ocres procedentes del relleno de las cavidades de disolución.

A continuación, desde el metro 115 hasta el final del sondeo, predominan los niveles de calizas micríticas, calizas margosas y margas sobre los de calizas bioclásticas, si bien estos últimos pueden ser puntualmente abundantes. Este tramo presenta también una incipiente recristalización y dolomitización, aunque son menos abundantes los signos de karstificación.

Todos los materiales cortados pueden atribuirse por facies y por posición estratigráfica a la Fm. Artoles (Salas, 1987), que se encuentra en el Maestrazgo y la Cadena Costero-Catalana, y abarca el intervalo temporal desde el Barremiense medio-superior al Aptiense inferior. Esta unidad presenta en el área de Tortosa-Perelló sus espesores máximos (300 a 400 metros), y tienen facies de plataforma externa a media -calizas bioclásticas y margas o margocalizas- que evolucionan en la vertical a facies de plataforma interna -calizas bioclásticas y arrecifales (Rudistas)- sobre todo hacia la zona del macizo del Garraf (Esteban y Roble, 1976) y hacia la parte superior de la unidad.

Estos materiales presentan una notoria dolomitización, como se ha observado en el sondeo. que se atribuye a la mezcla de aguas marinas y meteóricas en un estado de enterramiento incipiente, poco después de la sedimentación (Nadal, 2004). La misma es menos intensa y afecta a las calizas de una manera más difusa en la zona de enlace con las Cadenas Ibéricas (Maestrazgo), y es mucho más intensa en el área del Macizo del Garraf, donde puede afectar a la casi totalidad de la Fm. Artoles. (Nadal, 2004).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-10 m. Calizas gris beige con patinas rojizas. Se trata de calizas micríticas y bioclásticas con texturas *mudstone-wackestone*, con miliólidos y bivalvos, y margocalizas grises.



TRAMO 2

10-20 m. Margas grises con margocalizas gris oscuras laminadas.

TRAMO 3

20-55 m. Calizas grises beige bioclásticas. Las calizas están algo recristalizadas con texturas *wackestone* a *packstone*, y los bioclastos son restos de posibles ostreidos y rudistas, miliólidos, fragmentos de algas y otros foraminíferos (orbitolinas?), así como posibles peloides. Se observan también arcillas ocreas, patinas rojizas y escasa grietas rellenas de calcita, lo que se interpreta como signos de una intensa karstificación. Hacia la parte inferior del tramo se observan un aumento de las margocalizas.

TRAMO 4

55-89 m. Calizas bioclásticas de tonos beige a grises pardos claros con escasos restos de margocalizas grises. Las calizas tiene frecuentes patinas rojizas con texturas de *packstone* a *grainstone* de bioclastos (miliólidos, fragmentos de algas, otros foraminíferos etc.) y peloides. Las calizas presentan una intensa dolomitización, sobre todo hacia la base del tramo, observándose también arcillas ocreas y patinas de oxidación, que se interpretan como indicios de una cierta karstificación.

Durante la perforación se detecta un aporte de agua en el metro 60, del orden de 7 l/s.

TRAMO 5

89-92 m. Margas grises.

TRAMO 6

92-115 m. Calizas grises beige a ocreas con escasos restos de margocalizas grises. Las calizas se presentan recristalizadas y/o dolomitizadas con texturas que varían entre *wackestone* a *packstone-grainstone*, bioclásticas y peloidales u oolíticas. Se observan frecuentes patinas rojizas.

TRAMO 7

115-135 m. Margas y margocalizas gris verdosas con eventuales intercalaciones de calizas grises a beige que presentan facies de *mudstone* a *wackestone* con escasos restos de bioclastos.

TRAMO 8

135-166. Calizas grises beige a gris claro verdoso con intercalaciones de margas y/o margocalizas gris oscuro a gris verdoso. Las calizas presentan bioclastos (bivalvos, miliólidos y otros foraminíferos) así como posibles peloides, están recristalizadas y tienen texturas que varían de *wackestone* a *packstone* o incluso *packstone-grainstone*. Se observan restos de arcillas ocreas de karstificación y patinas rojizas.

Hacia el metro 150 de perforación se detectó un notable aporte de agua, evaluado en 20 l/s.

TRAMO 9

166-184 m. Calizas limosas gris oscuras a negras con intercalaciones de margocalizas y margas grises a negras. Las calizas tienen miliólidos, son algo limosas, y presentan textura *mudstone* y, en menor medida, *mudstone-wackestone*.

TRAMO 10



184-192. Calizas gris clara a beiges. Se trata de calizas recristalizadas con texturas de *packstone* a *grainstone* con bioclastos, miliolídos y bivalvos muy recristalizados.

TRAMO 11

192-200. Margas grises verdosas.

REFERENCIAS

ESTEBAN, M. Y ROBLES-OROZCO, S. (1976).- Sobre la Paleogeografía del Cretácico inferior de los Catalánides entre Barcelona y Tortosa. *Acta Geológica Hispánica*, **XI**, nº 3. 73-78.

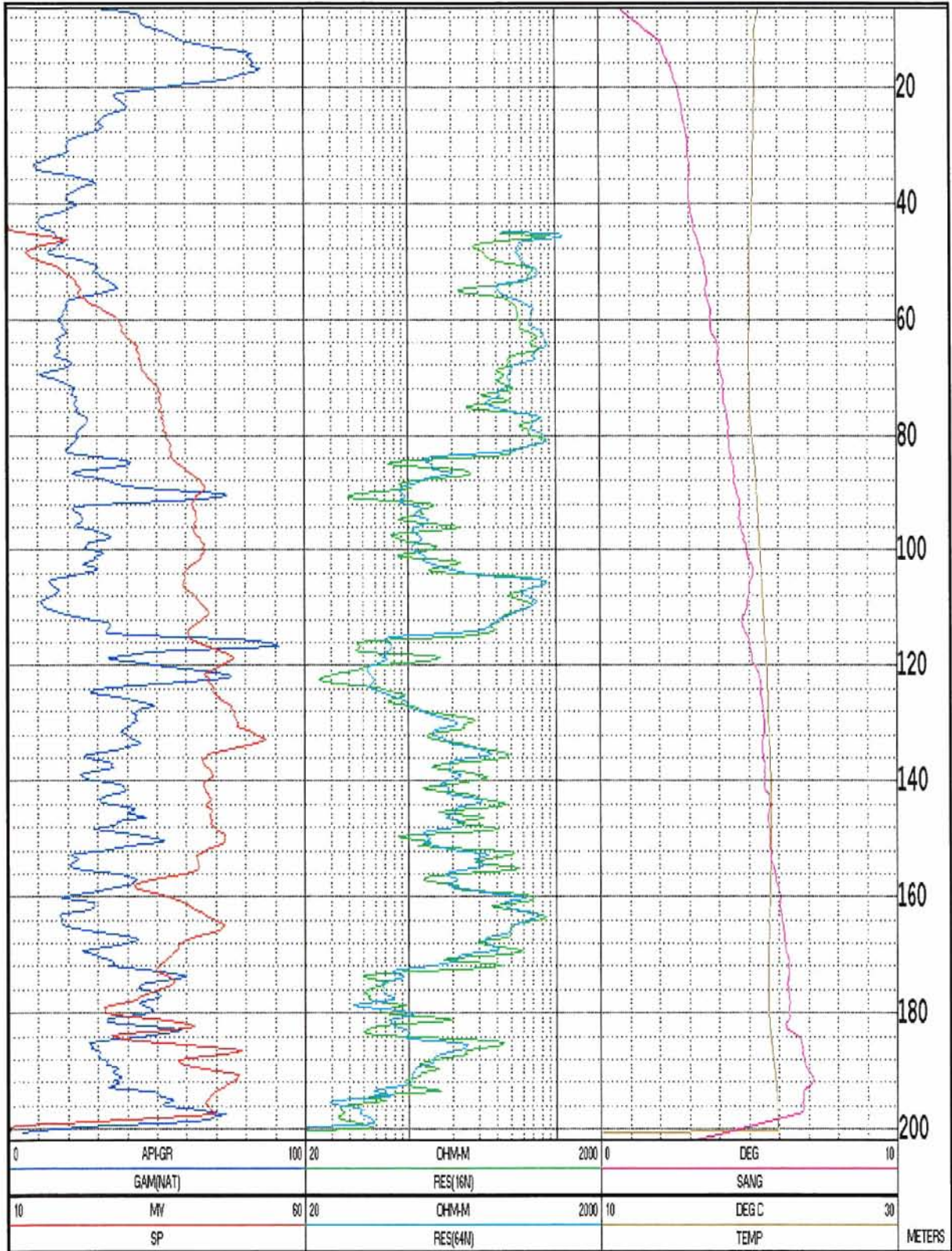
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 519-Tortosa (522).

NADAL, J. (2002). - *Estudi de la dolomitizació del Juràssic Superior-Cretaci Inferior de la Cadena Ibèrica Oriental i la Cadena Costanera Catalana: Relació amb la Segona Etapa Rift Mesozoica*. Tesis Doctoral Dpto. de Geoquímica Petrología i Prospecció Geològica. Universitat de Barcelona. 439 p.

SALAS, R. (1987) - *El Malm i el Cretaci inferior entre el Massís de Garraf i la Serra D'Espadà, Anàlisi de Conca*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona. Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. 345 p

ANEJO 3 GEOFÍSICA

TORTOSA 09-821-02



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
“09-821-02 TORTOSA” EN TORTOSA
(TARRAGONA)**

Marzo de 2005





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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

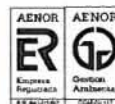


TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "09-821-02 TORTOSA" EN TORTOSA (TARRAGONA)



TARRAGONA, MARZO DE 2005

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -1

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 16 de marzo de 2005 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09-821-02 TORTOSA-barranco de Lallet", ubicado en el término municipal Tortosa, en la provincia de Tarragona, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

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

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

Mediante la testificación geofísica hemos realizado la medición de ciertos parámetros físicos, que nos han permitido evaluar las zonas más porosas y permeables capaces de 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

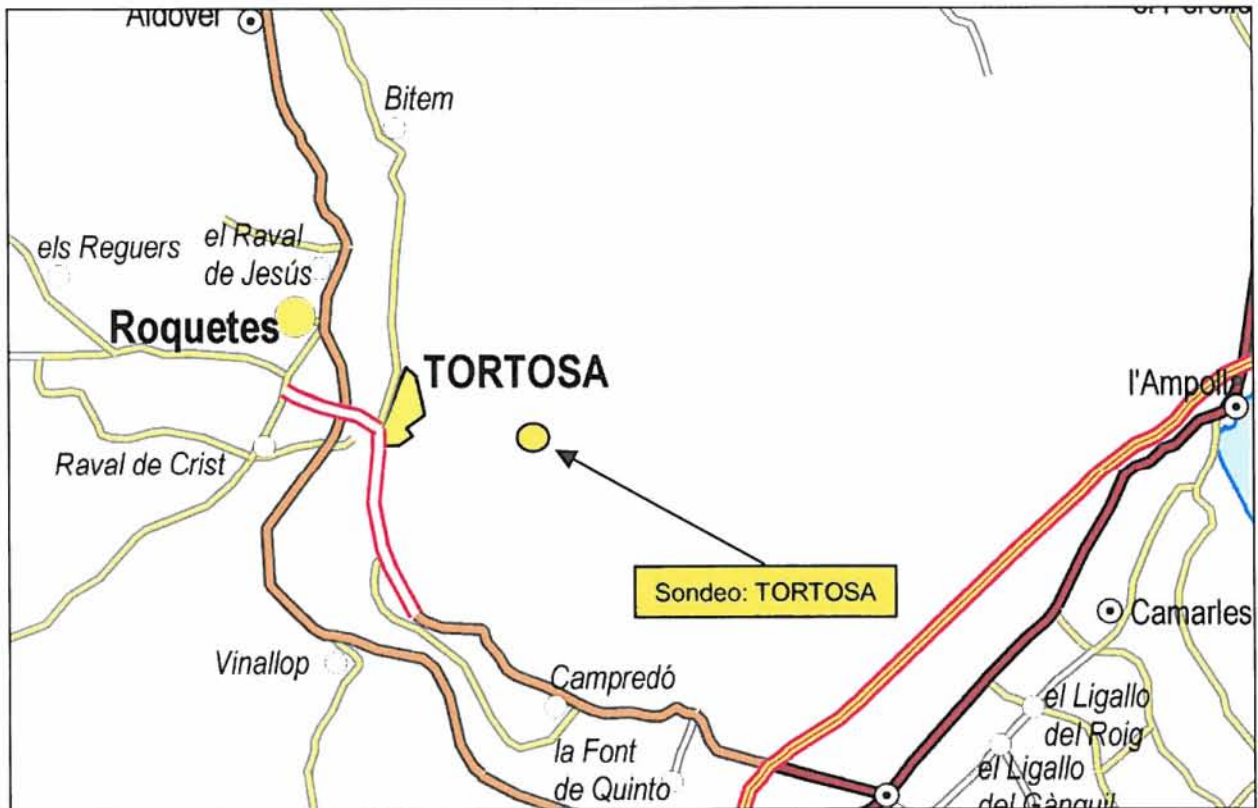


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



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 8ªA. 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 8ª. 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 diagrafas.

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 diagrafas es habitual dibujar unas líneas de referencia a intervalos regulares para facilitar las lecturas.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-6

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

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

2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-7

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

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

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



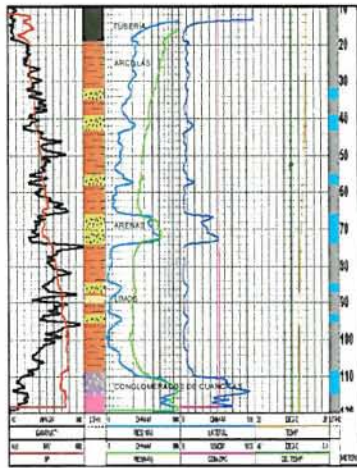
CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-8

EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



DIAGRAFÍA PROCESADA

UTILIDADES

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

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

ALGUNAS APLICACIONES

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

COMPONENTES

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

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom



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

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

Pág.-9

3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "TORTOSA" se testificó desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	200 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	200 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	45 m.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	700 µs/cm	
TESTIFICADO CON LA SONDA:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0292432
	Y	4519205
	Z	43

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



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

- DELTA DE TEMPERATURA

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 ⁴⁰ K.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
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 8ªA. 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 $\text{ohm} \times \text{m}$.

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

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

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

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

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

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

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.

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.-13

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

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

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

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

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

Profundidad: Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -14

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

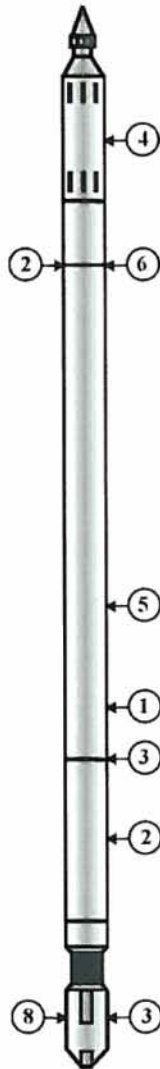
OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-15

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 Temperatura.

Rango de respuesta de los sensores

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

Especificaciones

- Longitud: 2.13 mts.
- Diámetro: 64mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 50° C.
- Peso: 15 Kg.
- Voltaje requerido: 50 V (DC).
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-16

Sonda 9055 (desviación)

Información general

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

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

Ubicación de los sensores

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

Rango de respuesta de los sensores

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

Especificaciones

- Longitud: 2.90 mts.
- Diámetro: 46 mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 32 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

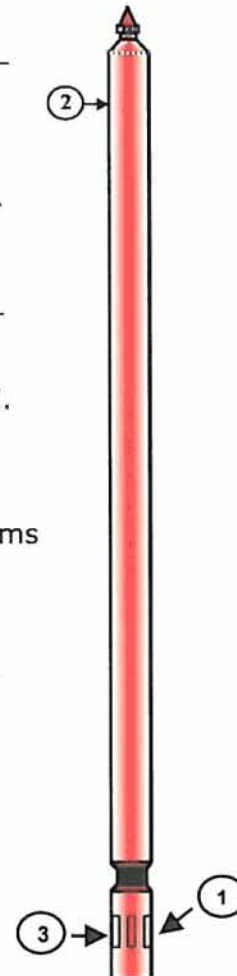


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -17

3.2. PROCESADO DE DATOS

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

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

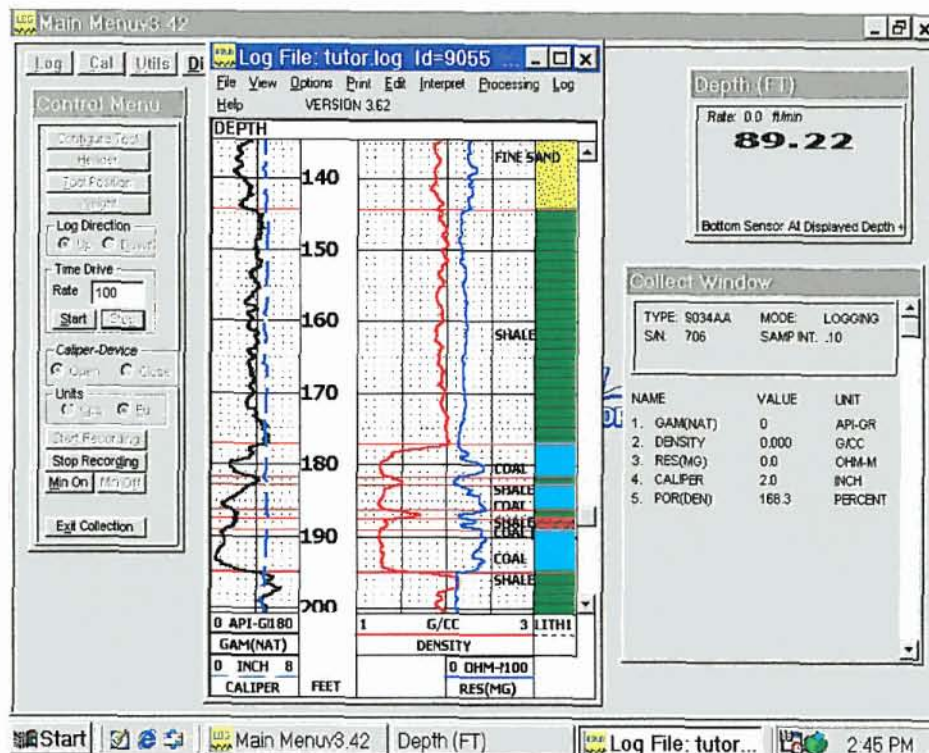


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa DISPLAY de CENTURY



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -18

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

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

Donde:

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

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

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

3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

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

En la pista número uno se encuentran los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistividad del fluido, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API para el Gamma Natural, de 15 a 55 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 40 Ohm x m para la Resistividad del fluido. En la pista número dos figura la profundidad. En la número tres, están representados en color azul los tramos porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación, en negro, los tramos con menor grado de porosidad y permeabilidad y, en naranja, la parte del sondeo que no contiene agua. En la pista número cuatro, los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, cuyas escalas logarítmicas van de 20 a 1000 Ohm x m. Por último, en la quinta, están los parámetros de Temperatura



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -19

(escala de 10° a 30° C), Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1° C) y Conductividad Normalizada a 25° C (escala de 0 a 1000 µs/cm).

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

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

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

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

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág.-20

SONDEO: 09-821-02 TORTOSA

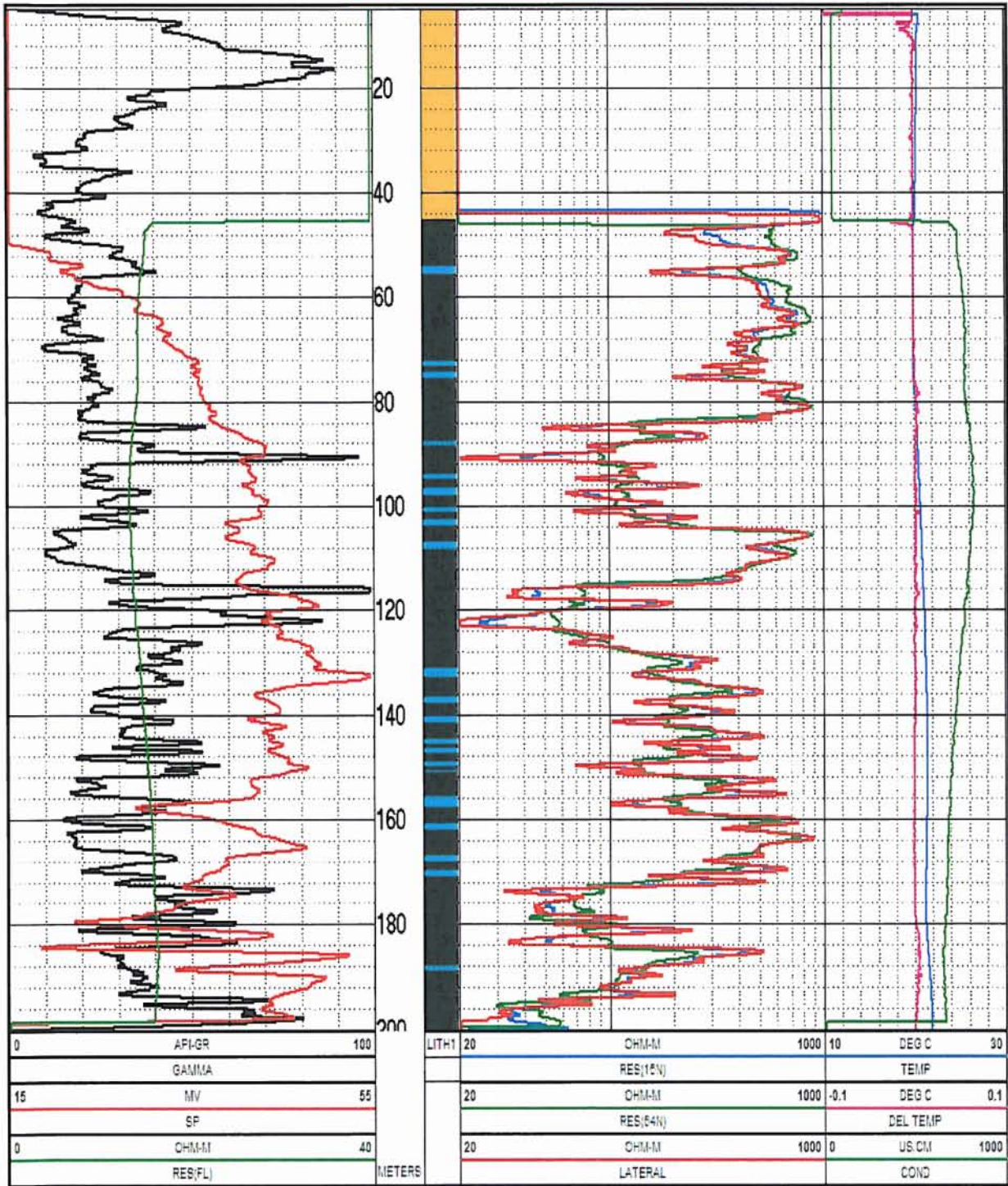


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -21

SONDEO: 09-821-02 TORTOSA

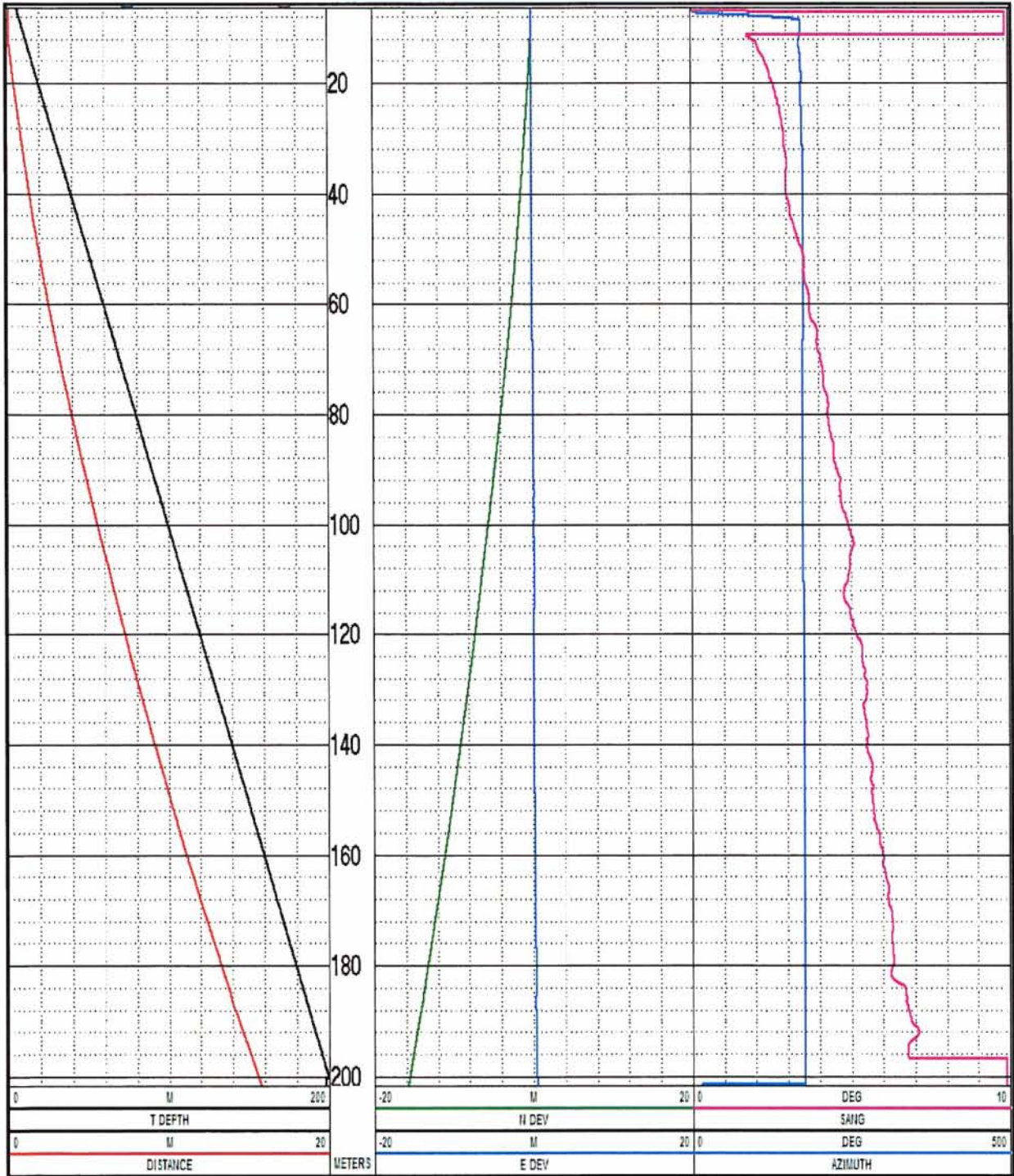


Figura.-7 Diagrama de desviación

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

Pág.-22

SONDEO: 09-821-02 TORTOSA

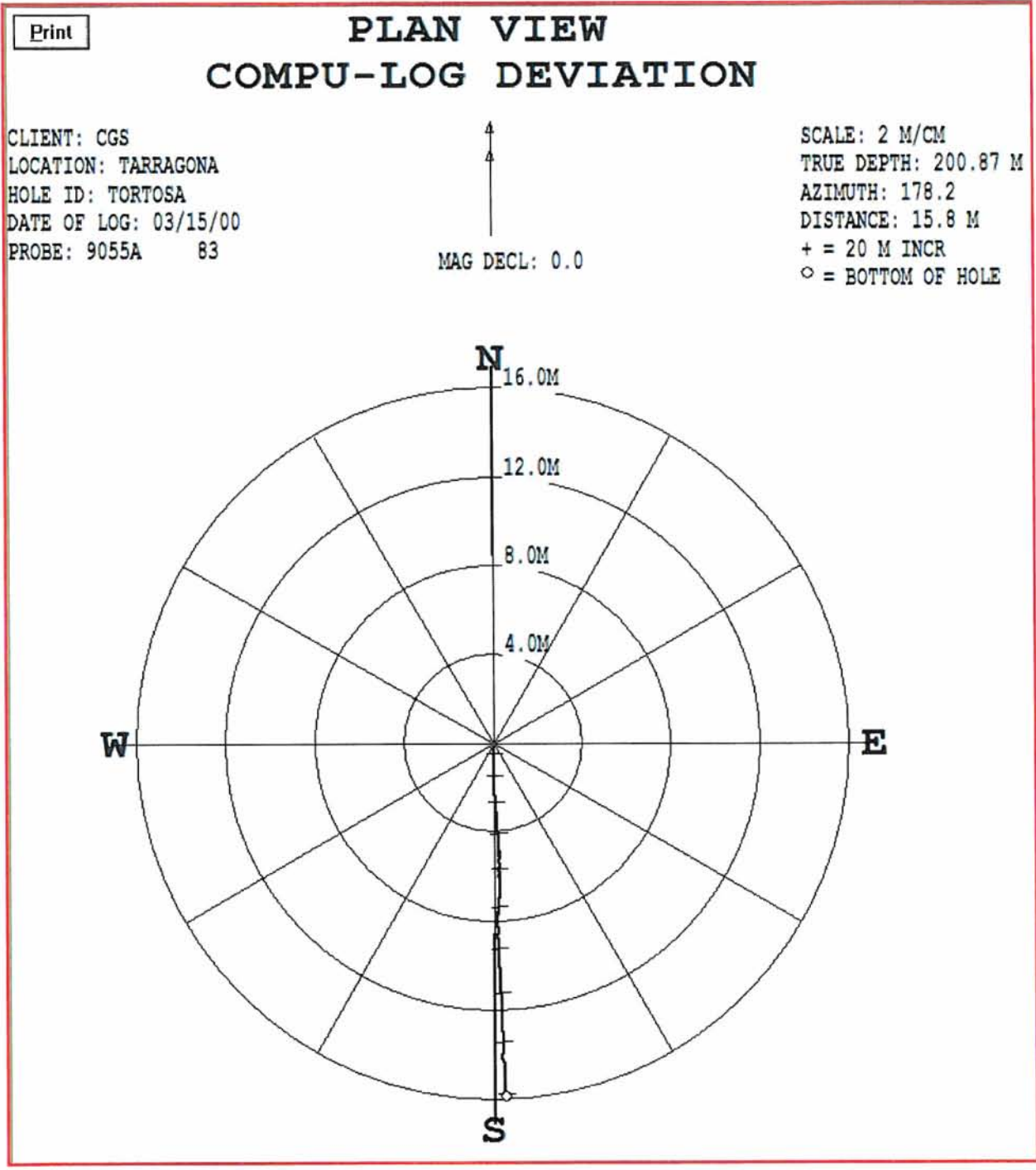


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta

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



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -23

4. RESULTADOS OBTENIDOS

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

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 54.5 m. a 56 m.	1.5 m.
Tramo de 72.5 m. a 73.5 m.	1 m.
Tramo de 74.5 m. a 76 m.	1.5 m.
Tramo de 88 m. a 89 m.	1 m.
Tramo de 94 m. a 95 m.	1 m.
Tramo de 97 m. a 98 m.	1 m.
Tramo de 100 m. a 101 m.	1 m.
Tramo de 103 m. a 104 m.	1 m.
Tramo de 107 m. a 108.5 m.	1.5 m.
Tramo de 131.5 m. a 133 m.	1.5 m.
Tramo de 137 m. a 138 m.	1 m.
Tramo de 141 m. a 142 m.	1 m.
Tramo de 145 m. a 145.5 m.	0.5 m.
Tramo de 146.5 m. a 147.5 m.	1 m.
Tramo de 149 m. a 150 m.	1 m.
Tramo de 151 m. a 151.5 m.	0.5 m.
Tramo de 156 m. a 158 m.	2 m.
Tramo de 161 m. a 162 m.	1 m.
Tramo de 167 m. a 168.5 m.	1.5 m.



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

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

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

Pág. -24

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR
Tramo de 170 m. a 171 m.	1 m.
Tramo de 188 m. a 189 m.	1 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 200 metros de profundidad ha sido de 15,60 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 178°
- El sondeo comienza a desviarse desde los primeros metros y va aumentando paulatinamente hasta el final del sondeo llegando a alcanzar los 7,02° a los 196 metros de profundidad.

Fdo: José Luengo
 Geofísico
 Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste
 Jefe de Obra
 Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera
 Jefe
 Hidrogeología

Tarragona, marzo de 2005

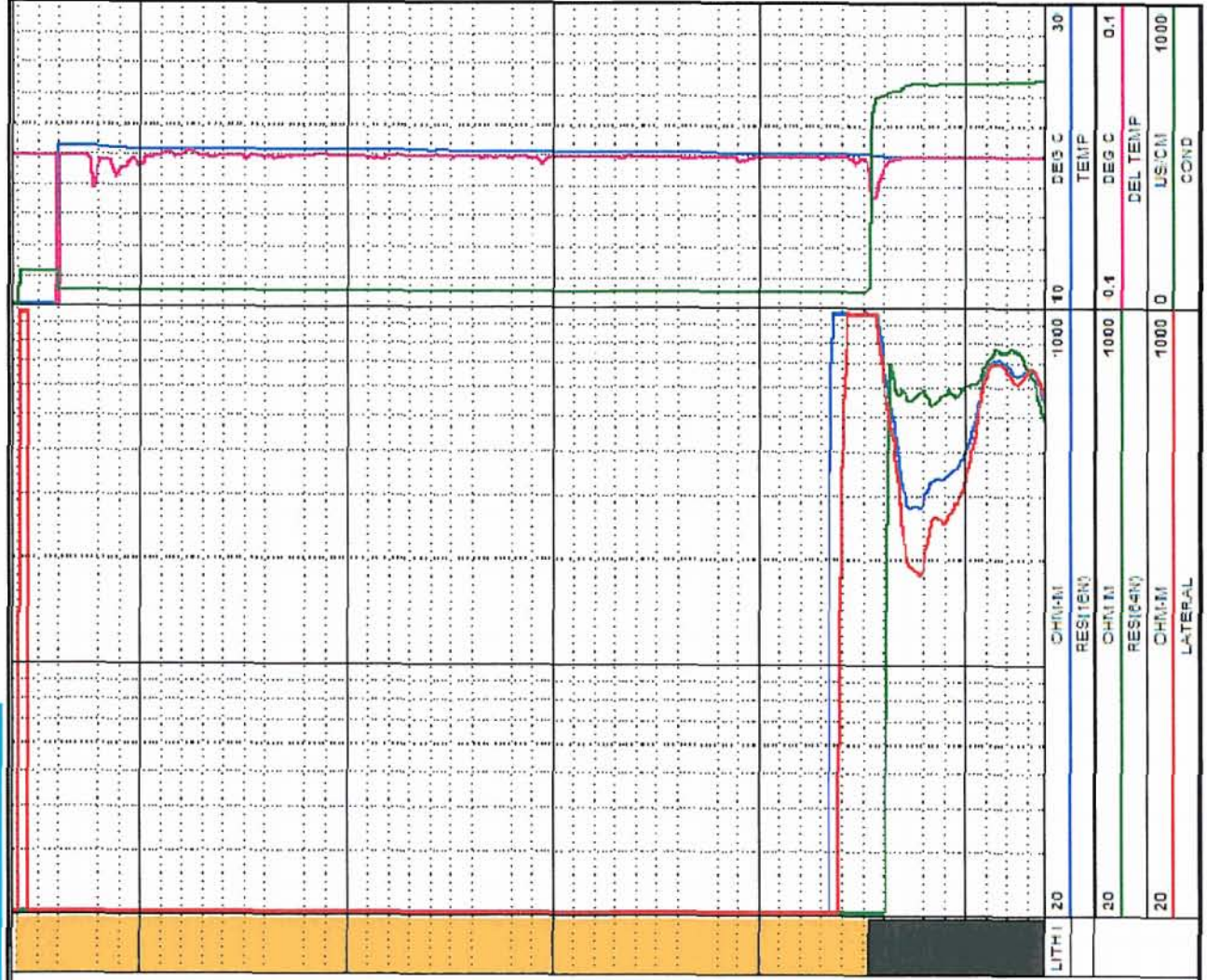
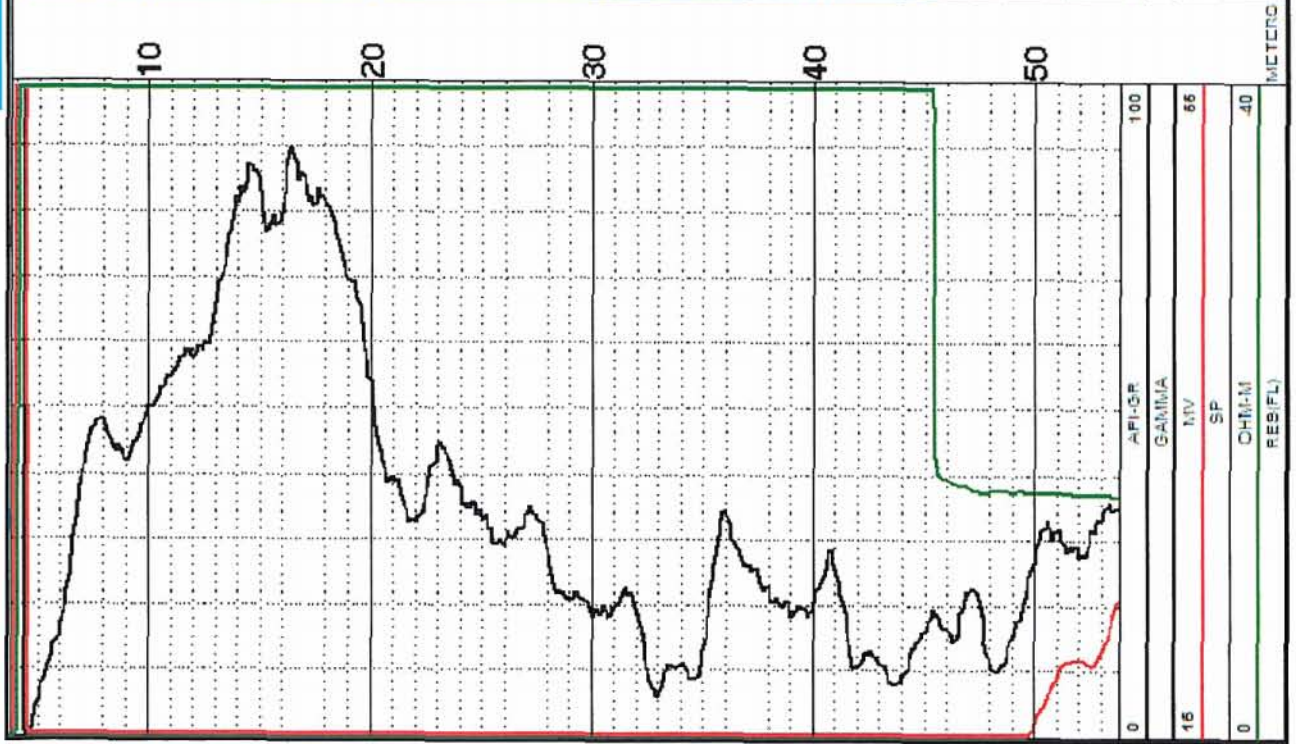


C/ Núñez de Balboa, 81
28006 MADRID
tf: 915455579 / fax: 914352259

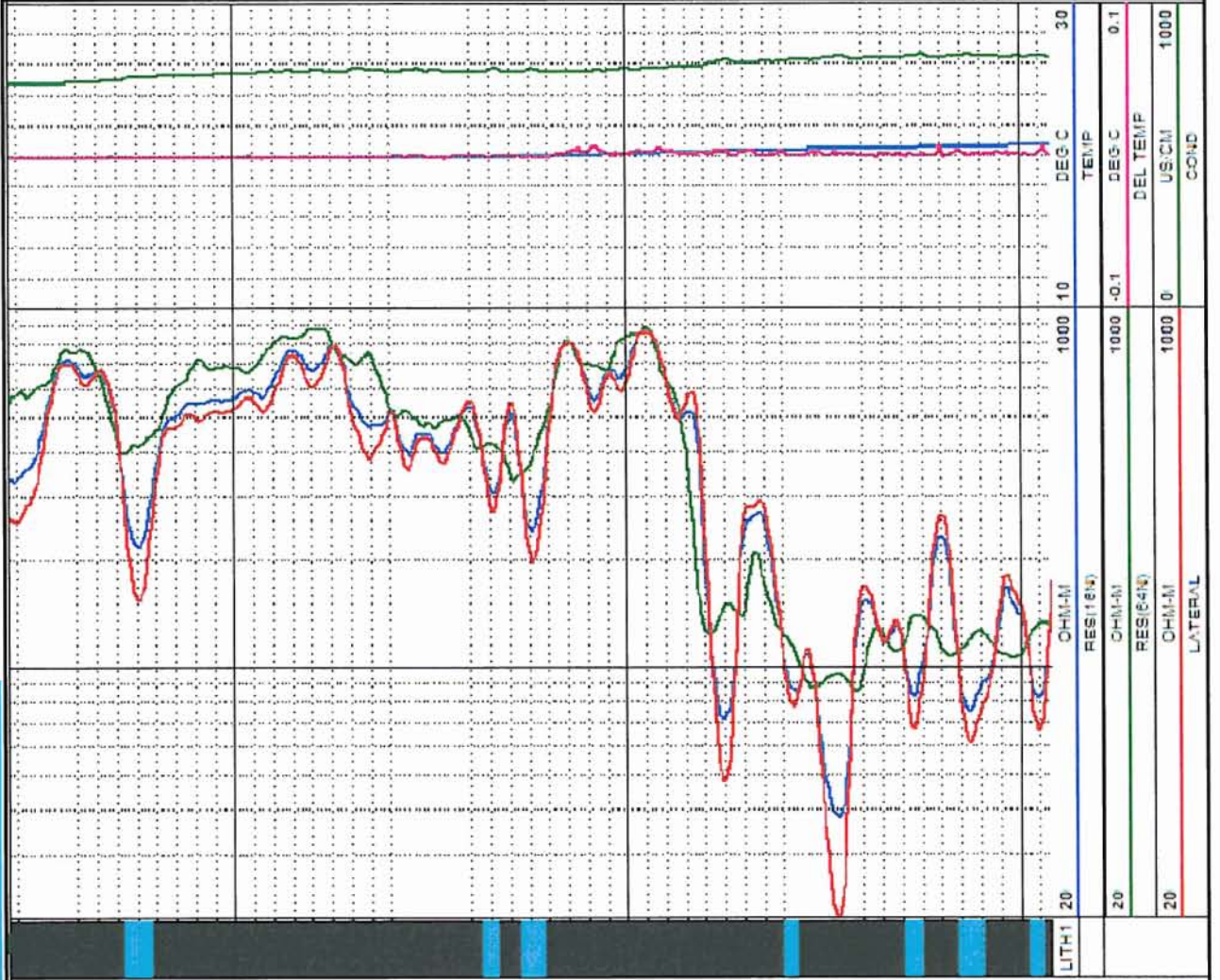
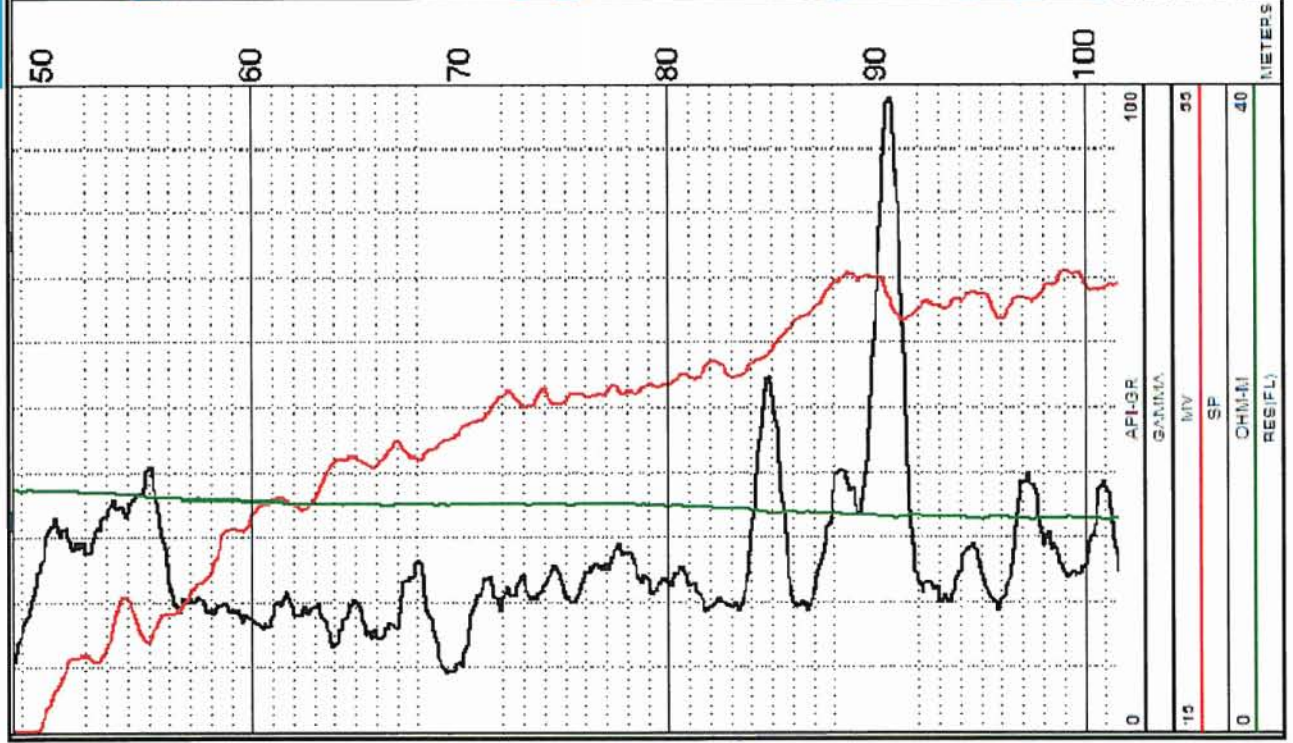
ANEXO -I

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA

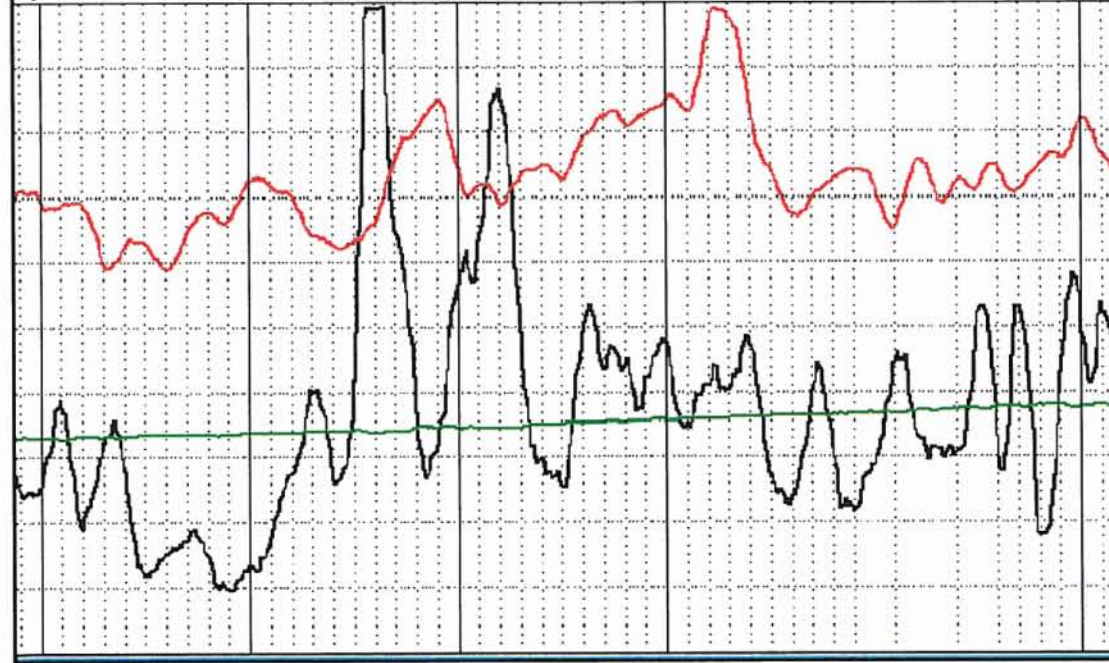
SONDEO: 09-821-02 TORTOSA



SONDEO: 09-821-02 TORTOSA



SONDEO: 09-821-02 TORTOSA

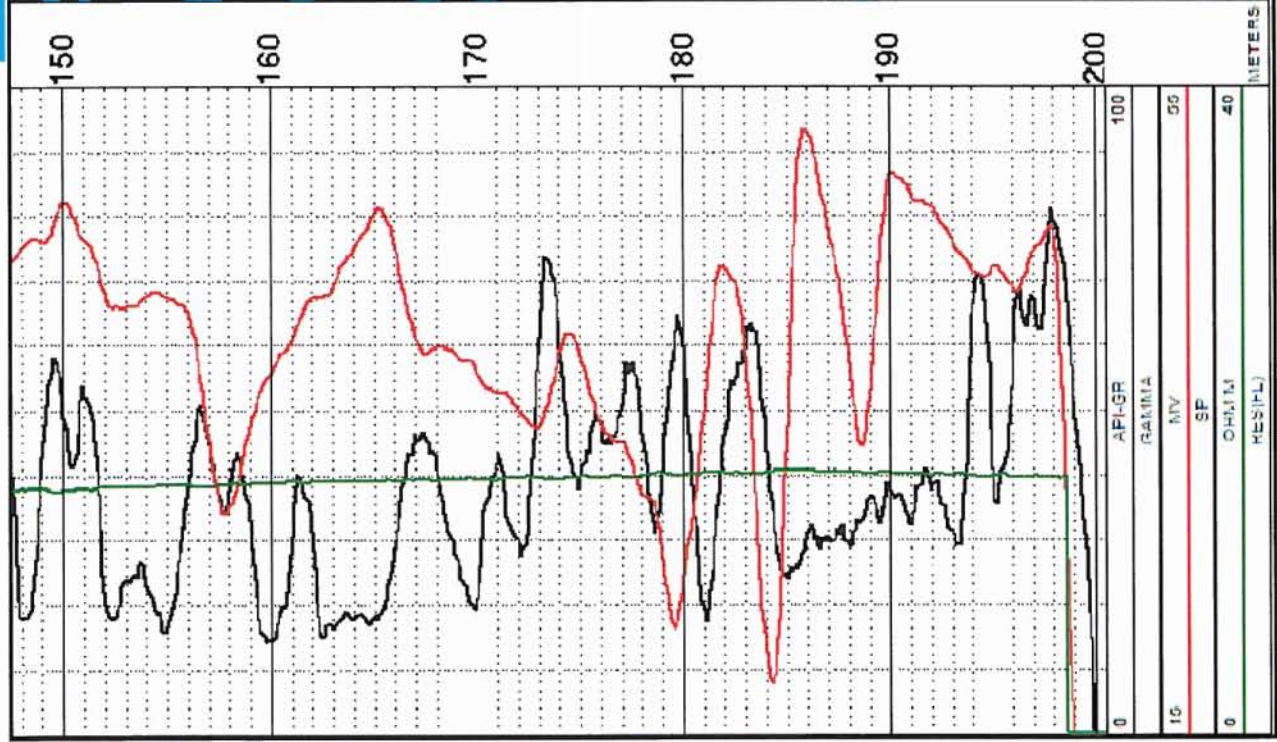


0	AF-GR	100
	GAMMA	
15	RIV	95
0	SP	
	OHM M	40
	RES(FL)	

LITHI	20	CHM/M	1000	10	DEG C	30
		RES(16N)			TEMP	
20		UHM/M	1000	-0.1	DEG C	0.1
		RES(64N)			DEL TEMP	
20		CHM/M	1000	0	US/CM	1000
		LATERAL			COND	

METERS

SONDEO: 09-821-02 TORTOSA





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

ANEXO -II

LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
6	0.01	1.00	0.01	0.00	130
8	0.01	1.45	-0.01	0.00	139
10	0.07	1.86	-0.07	0.01	175
12	0.14	2.17	-0.14	0.02	173
14	0.22	2.15	-0.22	0.02	174
16	0.29	2.40	-0.29	0.02	175
18	0.38	2.42	-0.38	0.03	176
20	0.46	2.85	-0.46	0.03	176
22	0.56	2.75	-0.56	0.04	176
24	0.65	2.76	-0.65	0.04	176
26	0.74	2.87	-0.74	0.05	176
28	0.84	2.83	-0.84	0.05	177
30	0.94	3.22	-0.94	0.05	177
32	1.04	2.98	-1.04	0.04	178
34	1.14	2.99	-1.14	0.03	178
36	1.24	3.02	-1.24	0.04	178
38	1.35	3.12	-1.34	0.04	178
40	1.45	3.03	-1.45	0.04	178
42	1.55	2.99	-1.55	0.05	178
44	1.66	3.03	-1.66	0.05	178
46	1.77	3.53	-1.77	0.05	178
48	1.89	3.32	-1.89	0.05	179
50	2.01	3.61	-2.01	0.05	179
52	2.13	3.50	-2.13	0.05	179
54	2.24	3.73	-2.24	0.06	179
56	2.37	3.75	-2.37	0.07	178
58	2.50	3.35	-2.50	0.07	178
60	2.62	3.85	-2.62	0.08	178
62	2.76	3.99	-2.75	0.09	178
64	2.89	3.90	-2.89	0.11	178
66	3.02	3.85	-3.02	0.12	178
68	3.31	4.25	-3.16	0.14	177
70	3.44	3.93	-3.30	0.15	177
72	3.59	4.13	-3.4	0.15	177
74	3.73	4.29	-3.58	0.16	177
76	3.88	4.23	-3.75	0.17	177
78	4.03	4.30	-3.88	0.18	177
80	4.19	4.41	-4.03	0.19	177
82	4.34	4.51	-4.18	0.20	177
84	4.48	4.05	-4.33	0.21	177
86	4.64	4.53	-4.48	0.23	177
88	4.80	4.74	-4.68	0.23	177
90	4.95	4.75	-4.80	0.24	177
92	5.11	4.39	-4.95	0.25	177

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



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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
94	5.27	4.78	-5.10	0.25	177
96	5.31	4.94	-5.27	0.25	177
98	5.44	4.68	-5.43	0.25	177
100	5.61	4.93	-5.60	0.25	178
102	5.77	4.98	-5.77	0.25	178
104	5.95	5.21	-5.95	0.25	178
106	6.13	5.51	-6.13	0.26	178
108	6.32	4.91	-6.31	0.26	178
110	6.47	4.49	-6.46	0.27	178
112	6.63	4.87	-6.63	0.26	178
114	6.80	4.95	-6.80	0.25	178
116	6.96	4.79	-6.96	0.24	178
118	7.13	5.27	-7.13	0.23	178
120	7.31	5.23	-7.31	0.22	178
122	7.48	5.30	-7.48	0.20	178
124	7.65	5.52	-7.64	0.18	179
126	7.83	5.65	-7.83	0.17	179
128	8.02	5.35	-8.02	0.18	179
130	8.21	5.38	-8.21	0.19	179
132	8.40	5.50	-8.40	0.19	179
134	8.59	5.79	-8.59	0.18	179
136	8.79	5.35	-8.78	0.19	179
138	8.96	5.17	-8.96	0.21	179
140	9.15	5.83	-9.15	0.22	179
142	9.35	5.70	-9.35	0.23	179
144	9.55	5.57	-9.55	0.24	179
146	9.74	5.80	-9.74	0.24	179
148	9.94	5.63	-9.94	0.25	179
150	10.13	5.50	-10.13	0.26	179
152	10.33	5.99	-10.33	0.27	179
154	10.53	5.57	-10.52	0.28	179
156	10.73	5.98	-10.72	0.30	178
158	10.93	5.91	-10.93	0.30	178
160	11.14	6.11	-11.13	0.31	178
162	11.35	6.17	-11.35	0.32	178
164	11.56	5.97	-11.56	0.33	178
166	11.77	6.04	-11.76	0.35	178
168	11.98	6.31	-11.98	0.35	178
170	12.21	6.44	-12.20	0.35	178
172	12.43	6.32	-12.42	0.36	178
174	12.64	6.32	-12.64	0.36	178
176	12.86	6.22	-12.85	0.37	178
178	13.08	6.23	-13.07	0.39	178
180	13.30	6.53	-13.29	0.40	178

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



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

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
182	13.52	6.39	-13.52	0.42	178
184	13.74	6.29	-13.74	0.41	178
186	13.92	6.00	-13.92	0.35	178
188	14.17	6.35	-14.16	0.40	178
190	14.42	6.75	-14.41	0.45	178
192	14.65	6.73	-14.64	0.46	178
194	14.89	6.76	-14.88	0.47	178
196	15.12	7.02	-15.12	0.48	178
198	15.36	6.83	-15.35	0.49	178
200	15.60	6.69	-15.59	0.50	178

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

ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad **TORTOSA**
 N° Registro IPA **322010264**
 Profundidad Sondeo **200 m**
 Coordenadas UTM **Pozo Piezómetro**
 X **292519**
 Y **4519400**
 Z **100 m**

Fecha Ensayo **27 y 28 de junio de 2005**
 Nivel estático inicial **46,93**
 Profund. Aspiración **170,50 m**
 Bomba **CAPRARI 6" EGS 54/20 50 C**
 Grupo **DEUSCH 100KVA 150 CV**
 Alternador **MERCATE**

Piezómetro (n° IPA) **Com. Regantes Mig Cami**
 Profundidad **m**
 Distancia **4528857 m**
 Dirección (norte) **184 °E**

Régimen de bombeo

Escalaón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	14,01	12	12	4,28	4,28
2	17,99	1440	1428	6,8	2,52

Síntesis litológica

0-10 m Caliza marrón-amarillenta con restos fósiles e intraclastos. Cret inf.
 10-14 m Margas marrones. Cretácico inferior.
 14-19 m Caliza margosa-marga gris oscura. Cretácico inferior.
 19-25 m Caliza margosa marrón con intercalaciones más calcáreas y mineralizaciones rojo-granate.
 25-30 m Caliza marrón-amarillenta (intraesparita con fósiles). Cretácico inferior.
 30-35 m Caliza marrón-amarillenta (intraesparita con fósiles) con intercalaciones margosas gris marrón.
 35-54 m Caliza marrón-amarillenta (intraesparita con fósiles). Cretácico inferior.
 54-93 m Caliza dolomítica marrón rosada con algún resto fósil y estilolitos. Alto grado de fracturación.
 Se observa también arcilla rojiza de descalcificación y/o relleno. Cret inf.
 93-105 m Esparita marrón con intercalaciones de caliza margosa. Cretácico inf.
 105-116 m Caliza dolomítica rosada. Cretácico inferior.
 116-143 m Caliza recristalizada fosilífera (esparita con fósiles). Los restos de bivalvos aparecen dolomitizados y de color rojizo. Cretácico inferior.
 143-181 m Caliza recristalizada marrón verdosa (bioesparita). Los restos son de foraminíferos entre los que se reconocen los miliólidos.
 Se intercalan algunos niveles de caliza margosa gris y de arcilla rojiza
 181-200 m Caliza gris oscura (bioesparita) con alguna intercalación de caliza margosa. Cret inf.

Perforación Entubación Rejilla

Perforación	Entubación	Rejilla
0-6 m ϕ 380 mm	0-6 m ϕ 300 mm	80-86 m 4 mm
6-200 m ϕ 220 mm	0-200 m ϕ 180 mm	104-110 m 4 mm
		158-164 m 4 mm
		182-188 m 4 mm

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

#####	0	46,93		31,14			
12:01	1	49,63	2,70			14,01	Agua turbia (marrón-naranja)
12:02	2	49,33	2,40			14,01	
12:03	3	50,82	3,89			14,01	Agua sucia (marrón-rojiza).
12:04	4	50,92	3,99			14,01	
12:05	5	51,06	4,13			14,01	Agua muy sucia (marrón-rojiza).
12:06	6	51,04	4,11			14,01	
12:07	7	51,09	4,16			14,01	
12:08	8	51,14	4,21			14,01	
12:09	9	51,17	4,24			14,01	Agua turbia (marrón-naranja).
12:10	10	51,20	4,27			14,01	
12:12	12	51,21	4,28			14,01	
12:15	15	53,31	6,38			17,99	Agua sucia (marrón-rojiza).
12:17	17	53,39	6,46			17,99	
12:19	19	53,40	6,47			17,99	
12:21	21	53,49	6,56			17,99	
12:24	24	53,48	6,55			17,99	
12:27	27	53,48	6,55			17,99	Agua turbia (marrón-naranja).
12:30	30	53,55	6,62			17,99	
12:35	35	53,61	6,68			17,99	
12:40	40	53,61	6,68			17,99	
12:45	45	53,65	6,72			17,99	
12:50	50	53,68	6,75			17,99	
12:55	55	53,68	6,75	31,14	0	17,99	
13:00	60	53,73	6,80			17,99	
13:10	70	53,70	6,77			17,99	Agua turbia (anaranjada).
13:20	80	53,73	6,80			17,99	
13:40	100	53,73	6,80			17,99	Agua turbia (más clara).
14:00	120	53,73	6,80			17,99	
14:20	140	53,73	6,80			17,99	Agua turbia (sin color).
14:40	160	53,73	6,80			17,99	
15:00	180	53,73	6,80			17,99	Cond: 900µS pH: 7.23 T° 19.8° C
15:30	210	53,73	6,80			17,99	
16:00	240	53,71	6,78			17,99	
16:30	270	53,72	6,79			17,99	
17:00	300	53,73	6,80			17,99	
17:40	340	53,71	6,78	31,14	0	17,99	Agua casi clara.
18:20	380	53,71	6,78			17,99	18:00 Cond: 854µS pH: 7.32 T° 20.4° C
19:00	420	53,72	6,79			17,99	
19:40	460	53,71	6,78			17,99	
20:20	500	53,73	6,80			17,99	
21:00	540	53,73	6,80			17,99	Cond: 879µS pH: 7.34 T° 20.6° C

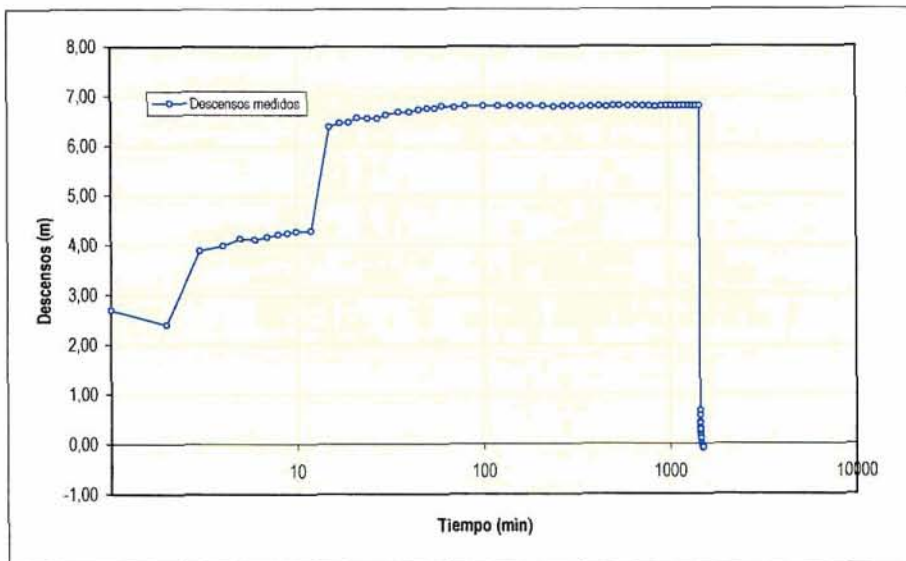
22:00	600	53,72	6,79			17,99
23:00	660	53,73	6,80			17,99
0:00	720	53,72	6,79			17,99
1:00	780	53,72	6,79			17,99
2:00	840	53,71	6,78			17,99
3:00	900	53,72	6,79			17,99
4:00	960	53,73	6,80			17,99
5:00	1020	53,73	6,80			17,99
6:00	1080	53,72	6,79			17,99
7:00	1140	53,73	6,80			17,99
8:00	1200	53,73	6,80			17,99
9:00	1260	53,73	6,80			17,99
10:00	1320	53,73	6,80			17,99
11:00	1380	53,73	6,80			17,99
12:00	1440	53,73	6,80	31,14	0	17,99
12:01	1441	47,60	0,67			0
12:02	1442	47,50	0,57			0
12:03	1443	47,37	0,44			0
12:04	1444	47,34	0,41			0
12:05	1445	47,25	0,32			0
12:06	1446	47,24	0,31			0
12:07	1447	47,20	0,27			0
12:08	1448	47,18	0,25			0
12:09	1449	47,14	0,21			0
12:10	1450	47,22	0,29			0
12:15	1455	47,09	0,16			0
12:20	1460	47,04	0,11			0
12:25	1465	46,95	0,02			0
12:30	1470	46,94	0,01			0
12:35	1475	46,93	0,00			0
12:40	1480	46,91	-0,02			0
12:45	1485	46,88	-0,05			0
12:50	1490	46,88	-0,05			0
12:55	1495	46,85	-0,08			0
13:00	1500	46,86	-0,07	31,14	0	0

MUESTRA 2. Cond: 832µS pH: 7.3 T° 19° C

Agua clara.

Cond: 846µS pH: 7.27 T° 19.5° C

MUESTRA 3. Cond: 830µS pH: 7.31 T° 19.3° C



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

FECHA: 28 DE JUNIO DE 2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09. 821.02
PROF.: 200 m

POBLACIÓN: TORTOSA (BARRANCO DE LA LECHE)

Ensayo de bombeo del sondeo de Torosa. Barranco de la Leche MMA (322010264)

Antes de montar el equipo de aforo, el viernes 24 de junio, se mide el nivel del piezómetro con la sonda habitual. Está en 45,41 m.

El ensayo de bombeo comienza el 27 de junio de 2005 a las 12:00 horas. Se realiza con el equipo habitual (pitot), evacuando el agua al barranco. El nivel estático inicial está en 46,93 m y la aspiración se sitúa en 170,50 m de profundidad.

Se realiza 2 escalones, el primero de 12 minutos de duración, con un caudal de 14,01 l/s, y el segundo que dura el resto del aforo, con un caudal de 17,99 l/s. El descenso total es de 6,8 m.

	Duración	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	12 minutos	14,01	4,28
Escalón 2	1428 minutos	17,99	2,52

El agua sale muy sucia al principio (marrón-rojiza), pero en el minuto 9 ya únicamente está turbia, color marrón-rojiza. Cuando comienza el siguiente escalón vuelve a ensuciarse. En el minuto 27 está turbia. A partir de casi las 6 horas sale casi clara, pero no aclara del todo hasta pasadas 14 horas. La conductividad media es de 870 µS/cm, el pH de 7,30 y la temperatura de 20 °C.

Tras el aforo se mide una hora de recuperación. El acuífero se recupera totalmente en 35 minutos. En el resto del tiempo el nivel sigue subiendo hasta quedar 7 cm por encima del nivel estático inicial.

Control del pozo de la Comunidad de Regantes la Llet Mig Camí

A la vez que se realiza el aforo se controla, con la sonda hidronivel habitual, el pozo de la comunidad de regantes Mig Camí. Se toman las siguientes medidas:

11:40. El nivel está en 31,14 m. (Antes de comenzar a bombear.)

12:55. El nivel está en 31,14 m. (Casi una hora de aforo.)

17:45. El nivel está en 31,14 m. (Casi 6 horas de aforo y antes de que el pozo comenzase a bombear.)

12:00. El nivel está en 31,14 m. (Fin de nuestro aforo.)

13:00. El nivel está en 31,14 m. (Fin de la recuperación.)

Este pozo ha estado bombeando de 18:00h a 20:00h del 27 de junio y de 0:00h a 4:03h del 28 de junio. Este bombeo no ha afectado a nuestro piezómetro.



FDO. ELENA GÓMEZ



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 3220-1-0264
(09.821.012)**

**BARRANCO DE LA LLET
TORTOSA (TARRAGONA)**

CORREO

zaragoza@igme.es

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



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

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

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

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

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

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

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



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

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

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

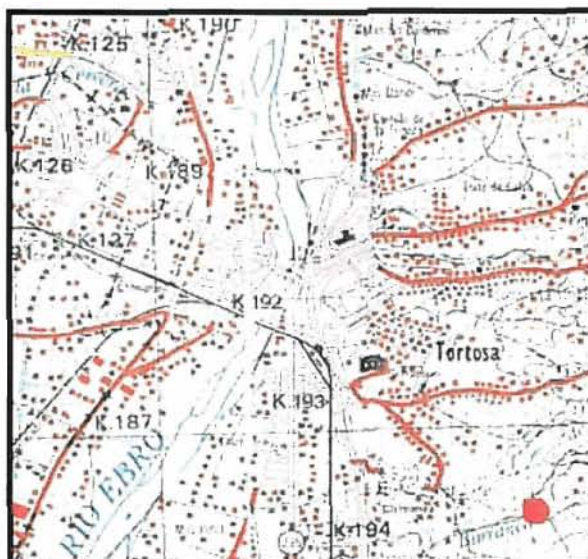
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 3220 (522) de Tortosa.
- Término municipal de Tortosa (Tarragona). El sondeo se sitúa a 2 km al sureste de la ciudad, en el Barranco de la Llet. Se accede al mismo desde el casco urbano de Tortosa; después de cruzar cruzando el puente Tiranc lo Blanc sobre el Ebro, se llega a la calle Barcelona, se sigue por la misma en dirección sur hasta una iglesia, en donde se gira a la izquierda, donde se inicia el Barranco de la Llet (Barranco de la Leche) el cual se remonta por espacio de 1.450 metros por un camino paralelo al mismo hasta acceder al piezómetro (Figuras 1, 2 y 3)
- Referencia catastral. Polígono 144, Parcela 9001.
- Coordenadas UTM:

HUSO: 31T

X: 292519

Y: 4.519.400

Z: 74 msnm..



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



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

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la Unidad Hidrogeológica nº 821 (Bajo Ebro-Monsiá) que se corresponde con la masa de agua subterránea nº 09.100 denominada Boix-Cardó, asentada sobre las formaciones mesozoicas de la Sierra de Boix en sus vertientes hacia el río Ebro y Mediterráneo, las terrazas del Ebro y piedemontes asociados en el tramo Tivenys a Campredó y el cuaternario de L'Aldea-Apolla.

La alimentación se produce en este sector por infiltración del agua de lluvia sobre los afloramientos calcáreos de la sierra y la infiltración de la escorrentía superficial proveniente de la sierra al atravesar los materiales cuaternarios. La descarga del acuífero mesozoico se produce por salidas difusas hacia el Ebro a través de los cuaternarios de Tivenys-Campredó, y hacia el mar a través de los cuaternarios de L'Ametlla y L'Aldea..

La explotación mediante bombes es importantes a lo largo del aluvial entre Tivenys-Campredó.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo tiene 200 metros de profundidad y emboquillado en materiales del Cretácico Inferior identificados en la Hoja MAGNA nº 522 como unidad C_{14m}, de edad Barremiense, que afloran en una serie monoclinual de dirección NE-SO, de 030 a 045, con buzamientos de 25 a 30° hacia el Noroeste. Estos materiales son los únicos atravesados por el sondeo.



Figura 4. Situación Geológica en el Mapa Geológico 1:50.000 nº 522 (Tortosa)

El sondeo permanece en toda su profundidad en estos materiales, que pueden atribuirse por facies y por posición estratigráfica a la Fm. Artoles, que se encuentra en el Maestrazgo y la Cadena Costero-Catalana y abarca desde el Barremiense medio-superior al Aptiense inferior. Presentan una notoria dolomitización, como se ha comprobado en el sondeo, que se atribuye a la mezcla de aguas marinas y meteóricas en un estado de enterramiento incipiente, poco después de la sedimentación (Nadal, 2004). Los espesores en la zona son de 300 a 400 metros, los máximos de la formación.

Hacia la parte superior, y después de los primeros 10 metros de caliza micríticas y bioclásticas, se cortan hasta el metro 20 una serie de margas grises con margocalizas laminadas y entre el metro 20 y 115, calizas bioclásticas que se presenta recrystalizadas y dolomitizadas. Desde el metro 115 hasta el final predominan los niveles de calizas micríticas, calizas margosas y margas.

Los principales aportes de agua durante la perforación se detectaron hacia el metro 60, del orden de 7 l/s, y, sobretudo, hacia el metro 150, con un aporte estimado en 20 L/seg. Sin embargo, la testificación geofísica no confirmó ninguno de ellos, de manera que ninguno de los tramos filtrantes de la entubación quedó enfrentado a estas supuestas zonas productivas.

La entubación del sondeo quedó como sigue:



ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Hierro	Ciega
0-80	180	4	Hierro	Ciega
80-86	180	4	Hierro	Filtro puente
86-104	180	4	Hierro	Ciega
104-110	180	4	Hierro	Filtro puente
110-158	180	4	Hierro	Ciega
158-164	180	4	Hierro	Filtro puente
164-182	180	4	Hierro	Ciega
182-188	180	4	Hierro	Filtro puente
188-200	180	4	Hierro	Ciega

El nivel piezométrico una vez finalizado el sondeo quedó a 45,19 metros de profundidad

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo de bombeo comenzó el 28 de junio de 2005, a las 12:00 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo, así como en un sondeo de la Comunidad de Regantes "Mig Camí" (3220-10101), situado a 446 metros en dirección OSO. Dicho sondeo entró en funcionamiento entre 18:00h y 20:00h del día 27 y entre 0:00h y 04:03h del día 28, sin que se detectara afección mutua entre ambos bombeos.

La aspiración se situó a 170,5 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot calibrado para diferentes diámetros de diafragma. El agua se arrojó al Bco. de la Llet.

El caudal inicial fue de 14,01 L/seg y se mantuvo hasta el minuto 12, en el que se aumentó el caudal a 17,99 L/seg, que se mantuvo constante hasta el final del bombeo. Tras completar 24 horas de bombeo se midió la recuperación durante una hora.

El agua extraída estaba muy sucia al inicio de la prueba y en el cambio de caudal. Aunque aclaraba rápidamente, la desaparición total de la turbidez no se constató hasta transcurrido 6 horas de bombeo. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" la temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	pH
180	20,4	900	7,32
360	20,4	854	7,32
540	20,6	879	7,34
720	19,0	832	7,30
1320	19,5	846	7,27
1440	19,3	830	7,31

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

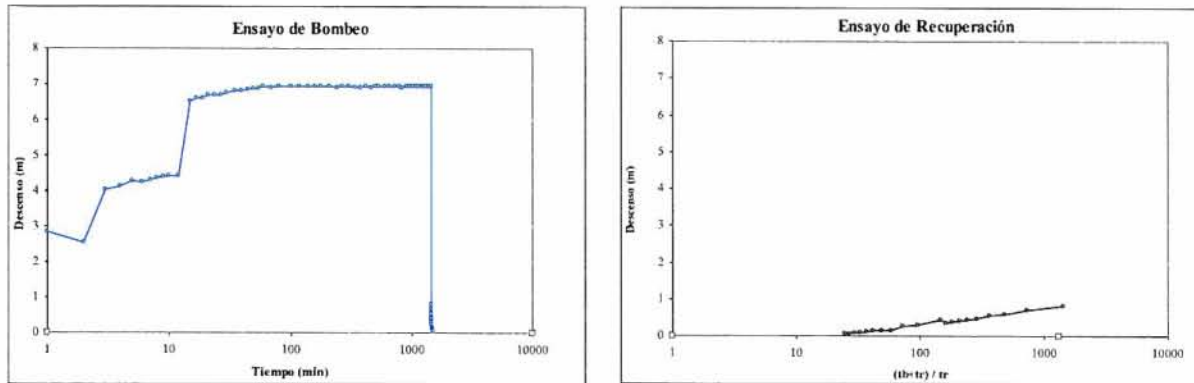


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

INTERPRETACIÓN

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

Recuperación Método de Theis

El resultado obtenido es de $442 \text{ m}^2/\text{día}$. En la figura 7 se representa la recuperación junto a la recta de ajuste, mientras que en la figura 8 se representa los descensos medidos frente a teóricos que corresponderían a esa transmisividad. El ajuste no es bueno y sugiere una transmisividad real superior a la obtenida por este método.

Ello puede ser debido a la no validez de la aproximación logarítmica asumida por este método o, incluso, de la solución de Theis.



Figura 7

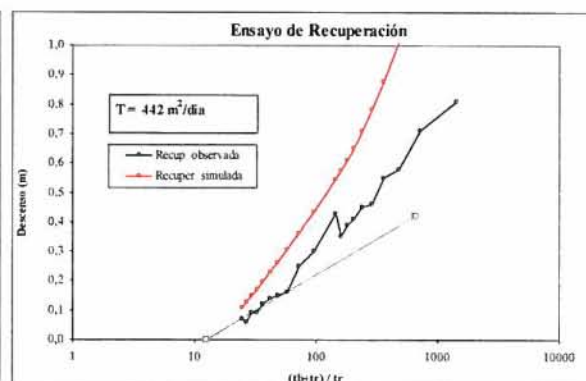


Figura 8

Método directo (MABE)

Se ha intentado la calibración indistintamente con la solución de Theis y la solución de Hantush. La calibración mediante la Solución de Theis es insatisfactoria en ambos casos, confirmando así la no validez de este modelo, sospechada al tratar de simular la recuperación con el valor de la transmisividad obtenido mediante la aproximación logarítmica del método de Recuperación de Theis.

La calibración basada en la solución de Hantush consigue reproducir aceptablemente los niveles del descenso (Figura 9) como los de la recuperación (Figura 10).

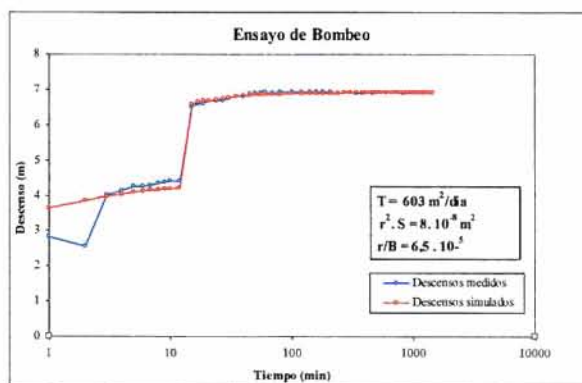


Figura 9

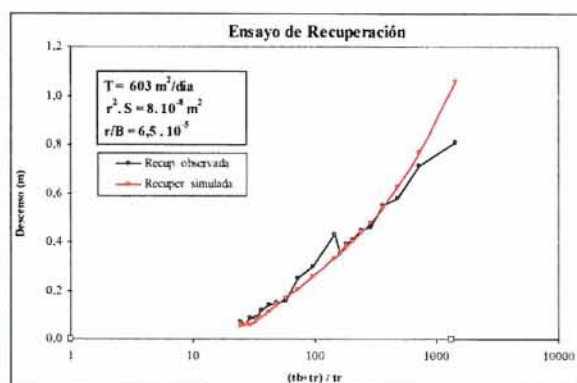


Figura 10

La calibración obtenida se consigue en ambos casos para idénticos parámetros hidráulicos

Transm. m²/día	$r^2.S$ m²	r/B
603	6,61E-06	6,03E-05

DISCUSIÓN

El ensayo pone de manifiesto que el acuífero constituido por los materiales carbonatados de la Fm. Artoles, de edad Barremiense Superior a Aptiense Inferior presenta alta transmisividad y se comporta como débilmente semiconfinado. En este caso concreto, se ignora si se trata de un fenómeno de semiconfinamiento, propiamente dicho, o del tramo de transición de un fenómeno de drenaje diferido propiciado por la doble porosidad de los acuíferos carbonatados.

A destacar la relativamente alta transmisividad obtenida y que no se detecta la existencia de importante almacenamiento cárstico. Se trataría, por tanto, de un acuífero carbonatado de flujo difuso.

No obstante la apariencia de la curva de recuperación, no se detecta consumo de reservas durante el bombeo.

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Poza de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
12:00	0,0	0	46,93	0,00	31,14	0,00	
12:01	14,01	1	49,63	2,70			Agua turbia (marón-naranja).
12:02	14,01	2	49,33	2,40			
12:03	14,01	3	50,82	3,89			Agua sucia (marón-rojiza).
12:04	14,01	4	50,92	3,99			
12:05	14,01	5	51,06	4,13			Agua muy sucia (marón-rojiza).
12:06	14,01	6	51,04	4,11			
12:07	14,01	7	51,09	4,16			
12:08	14,01	8	51,14	4,21			
12:09	14,01	9	51,17	4,24			Agua turbia (marón-naranja).
12:10	14,01	10	51,20	4,27			
12:12	14,01	12	51,21	4,28			
12:15	17,99	15	53,31	6,38			Agua sucia (marón-rojiza).
12:17	17,99	17	53,39	6,46			
12:19	17,99	19	53,40	6,47			
12:21	17,99	21	53,49	6,56			
12:24	17,99	24	53,48	6,55			
12:27	17,99	27	53,48	6,55			Agua turbia (marón-naranja).
12:30	17,99	30	53,55	6,62			
12:35	17,99	35	53,61	6,68			
12:40	17,99	40	53,61	6,68			
12:45	17,99	45	53,65	6,72			
12:50	17,99	50	53,68	6,75			
12:55	17,99	55	53,68	6,75	31,14	0,00	
13:00	17,99	60	53,73	6,80			
13:10	17,99	70	53,70	6,77			Agua turbia (anaranjada).
13:20	17,99	80	53,73	6,80			
13:40	17,99	100	53,73	6,80			Agua turbia (más clara).
14:00	17,99	120	53,73	6,80			
14:20	17,99	140	53,73	6,80			Agua turbia (sin color).
14:40	17,99	160	53,73	6,80			

Localidad: Bco de la Let-Tortosa (Tarragona)
Hoja MTN: 32-20 (522) Tortosa

Nº de Inventario Pozo de bombeo: 3220-10264
Nº de Inventario Piezómetro: 3220-10101
Profundidad del sondeo: 200 m
Nivel estático: 46,93 m
Profundidad lecho Fm. acuífera (m): 20 m
Profundidad muro Fm acuífera (m): 200 m
Longitud del filtro (Screen length): 24 m
Φ perforación (annulus diameter): 220 mm
Φ pantalla (casing diameter): 180 mm

Nº de Inventario Piezómetro: 292519
Nº de Inventario Piezómetro: 4519400
Distancia del piezómetro: 446 metros a -111 m
Toponimia./Ref.Catastral: Polígono 144, parcela 9001

Fecha ensayo: 27 de junio de 2005
Bomba: CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV
Grupo: DEUSCH 10KVA 150 CV
Profundidad bomba: 170,50 m

ANEXO Nº 1 ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO





Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
15:00	17,99	180	53,73	0,02			Cond: 900µS pH: 7.23 Tª 19.8° C
15:30	17,99	210	53,73	0,02			
16:00	17,99	240	53,71	0,00			
16:30	17,99	270	53,72	0,01			
17:00	17,99	300	53,73	0,02			
17:40	17,99	340	53,71	0,00	31,14	0,00	Agua casi clara.
18:20	17,99	380	53,71	0,00			18:00 Cond: 854µS pH: 7.32 Tª 20.4° C
19:00	17,99	420	53,72	0,01			
19:40	17,99	460	53,71	0,00			
20:20	17,99	500	53,73	0,02			
21:00	17,99	540	53,73	0,02			Cond: 879µS pH: 7.34 Tª 20.6° C
22:00	17,99	600	53,72	0,01			
23:00	17,99	660	53,73	0,02			
0:00	17,99	720	53,72	0,01			MUESTRA 2. Cond: 832µS pH: 7.3 Tª 19° C
1:00	17,99	780	53,72	0,01			
2:00	17,99	840	53,71	0,00			Agua clara.
3:00	17,99	900	53,72	0,01			
4:00	17,99	960	53,73	0,02			
5:00	17,99	1020	53,73	0,02			
6:00	17,99	1080	53,72	0,01			
7:00	17,99	1140	53,73	0,02			
8:00	17,99	1200	53,73	0,02			
9:00	17,99	1260	53,73	0,02			
10:00	17,99	1320	53,73	0,02			Cond: 846µS pH: 7.27 Tª 19.5° C
11:00	17,99	1380	53,73	0,02			
12:00	17,99	1440	53,73	0,02	31,14	0,00	MUESTRA 3. Cond: 830µS pH: 7.31 Tª 19.3° C
12:01	0,00	1441	47,60	-6,11			
12:02	0,00	1442	47,50	-6,21			
12:03	0,00	1443	47,37	-6,34			
12:04	0,00	1444	47,34	-6,37			
12:05	0,00	1445	47,25	-6,46			
12:06	0,00	1446	47,24	-6,47			
12:07	0,00	1447	47,20	-6,51			
12:08	0,00	1448	47,18	-6,53			
12:09	0,00	1449	47,14	-6,57			
12:10	0,00	1450	47,22	-6,49			
12:15	0,00	1455	47,09	-6,62			
12:20	0,00	1460	47,04	-6,67			
12:25	0,00	1465	46,95	-6,76			
12:30	0,00	1470	46,94	-6,77			
12:35	0,00	1475	46,93	-6,78			
12:40	0,00	1480	46,91	-6,80			
12:45	0,00	1485	46,88	-6,83			
12:50	0,00	1490	46,88	-6,83			
12:55	0,00	1495	46,85	-6,86			
13:00	0,00	1500	46,86	-6,85	31,14	0,00	

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE
RESULTADO
DE ENSAYO
solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.

PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA

Denominación
de la muestra:

BARRANCO LALLET.-
09.821.02.-

UTM-X:
UTM-Y:

Matriz AGUA CONTINENTAL

Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 PET 130 ml.

Fecha muestreo 16/03/2005 Hora

Fecha recepción 29/04/2005

Inicio análisis 06/05/2005

Fin análisis 13/05/2005

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA	
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	689	µ S/cm	Electrometría (P.I.E. CO-C)
pH.....	7,62	ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH-C)
CLORUROS.....	113,50	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	48,01	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	236,96	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	5,35	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	46,06	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	20,63	mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	79,25	mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	2,29	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,24	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,08	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AM-C)
BORO.....	0,01	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,18	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FO-C)
ANHÍDRIDO SILÍCO	4,54	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,05	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, 18 de mayo de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el
REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87).
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 Ayilés 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.

Nº Registro: CAA/GE- 999 - 05

Página 1 de 1

TIPO de MUESTRA: **agua subterránea**

N/REF: **52923**

S/REF: **Barranco de la Llet (Tarragona).- muestra 2**

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO
pH	ud pH	7,4
conductividad	µS/cm, 20°C	781
calcio	mg/L Ca	102,2
magnesio	mg/L Mg	15,8
sodio	mg/L Na	45,0
potasio	mg/L K	1,5
sulfatos	mg/L SO ₄	45,8
cloruros	mg/L Cl	122,3
nitratos	mg/L NO ₃	5,90
carbonatos	mg/L CaCO ₃	0,0
bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	220,0

OBSERVACIONES:

Zaragoza, 8 de julio de 2005

Fdo. Javier Gracia Abadías
Director Laboratorio



Fdo. Eva Perise
Jefe Área Medioambiente

Los resultados sólo afectan a la muestra sometida a ensayo

El contenido de este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito de CONTROL 7

Las incertidumbres asociadas a los resultados se encuentran a disposición del cliente

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

LABORATORIO: Avda. Europa, s/n Polig. Ind. Base 2000
30064 LORQUÍ (MURCIA)
Tel: 968 693 711 Fax: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**
PLATERÍA, 6, 3°.
30004 MURCIA

Denominación de la muestra: **TORTOSA. BARRANCO DE LA LLET. ENSAYO DE BOMBEO. MUESTRA 3.-**

UTM-X:

UTM-Y:

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

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **28/06/2005** Hora **12:00** Fecha recepción **11/07/2005** Inicio análisis **11/07/2005** Fin análisis **19/07/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	764 μ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,56 ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	115,41 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	30,50 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	270,82 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS	6,23 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	44,26 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	19,82 mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	94,08 mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,32 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,02 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	0,35 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	6,81 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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

jueves, 28 de julio de 2005

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

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

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

N° Registro: CAA/GE-**1.770**-05

Página 1 de 1

ANEJO 6
FICHA IPA Y FICHA MMA

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezométr.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
27-06-2005	53.77	17.62		0.3	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Agua turbia (marrom-naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.74	17.59		0.27	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.68	17.59		0.32	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.66	17.59		0.32	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.65	17.59		0.33	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.61	17.59		0.39	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.55	17.59		0.45	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.49	17.59		0.52	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Agua turbia (marrom-naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.48	17.59		0.52	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.45	17.60		0.51	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.4	17.59		0.6	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.36	17.59		0.61	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.31	17.59		0.64	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Agua sucia (marrom-naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.21	14.01		0.79	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.2	14.01		0.8	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.17	14.01		0.83	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Agua turbia (marrom-naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.14	14.01		0.85	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.09	14.01		0.91	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.04	14.01		0.95	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	53.02	14.01		0.94	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezométr.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
27-06-2005	53.82	14.01		9.18	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Agua sucia (marrom-naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	49.55	14.01		10.67	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
27-06-2005	49.63	14.01		10.37	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Agua turbia (marrom-naranja). Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica. Nivel estacionado medido con la sonda del equipo de levante 48-83-84									
27-06-2005	46.91	0		13.07	Nivel Dinámico	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones:									
07-06-2005	45.64			14.36	Nivel Estacion	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones:									
05-05-2005	45.32			14.68	Nivel Estacion	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones:									
01-04-2005	44.95			15.05	Nivel Estacion	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Jesús Serrano. Red NDA.									
18-03-2005	45.39			14.43	Nivel Estacion	SONDA MANS'AL	CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Jesús Serrano. Primera medida con el sondido terminado									
16-02-2005	45.19			14.309 04	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	5
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
11-01-2005	44.84			15.1045 28	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
09-12-2004	45.29			14.735 06	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05-11-2004	45.12			14.8764 42	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05-10-2004	44.94			15.0352 54	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
18-09-2004	44.65			15.332 74	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
18-08-2004	44.72			15.2017 38	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
21-07-2004	44.59			15.4128 76	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
09-06-2004	43.84			16.1379 28	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
07-06-2004	42.46			17.3307 84	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	1
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
07-04-2004	41.4			18.9259 24	Extrapolado		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezométr.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
17-03-2004	44.14			15.8536 05	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
15-02-2004	44.45			15.8221 52	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
21-01-2004	44.02			15.9791 16	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
26-10-2003	45.05			14.9104 78	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
11-09-2003	45.2			14.7269 10	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10-07-2003	44.91			15.0049 9	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
20-05-2003	43.04			16.9928 62	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
12-04-2003	46.16			15.8433 66	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05-01-2003	44.49			15.3122 18	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
08-11-2002	45.55			14.4691 45	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
07-10-2002	45.00			14.9962 44	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
04-09-2002	44.79			15.2141 98	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01-09-2002	44.57			15.1347 26	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
14-08-2002	44.93			15.0051 88	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
23-07-2002	44.57			15.4327 45	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
09-07-2002	44.55			15.4724 32	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
21-06-2002	44.35			15.0512 94	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezométr.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
16-05-2002	43.06			16.9127 12	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10-05-2002	40.97			19.9328 48	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	5
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
11-04-2002	45.21			14.7671 68	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
21-03-2002	45.67			14.3166 72	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
14-03-2002	45.51			14.4900 10	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
14-02-2002	45.72			14.2304 02	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
25-01-2002	45.01			14.3305 70	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
24-01-2002	45.3			14.4939 5	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
15-12-2001	45.04			14.5508 74	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
18-11-2001	45.55			14.4402 8	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
16-10-2001	45.48			14.3188 18	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
25-09-2001	44.50			15.4427 8	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
16-08-2001	45.15			14.6181 58	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
13-07-2001	45.21			14.7879 16	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
19-06-2001	45.28			14.7174 50	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
15-05-2001	44.47			15.5520 86	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
11-04-2001	44.91			15.3930 1	Extrap. del 1		CHE (0.9H)	BRO'CAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

3220-1-0264

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezómetro	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
21/03/2011	43,45		16,545 ⁵ ₅₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
20/02/2011	43,9		16,090 ³ ₂₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
15/01/2011	43,14		16,101 ² ₄₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/12/2010	43,68		16,316 ⁰ ₇₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
20/11/2010	43,95		16,030 ⁷ ₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
04/10/2010	43,85		16,131 ² ₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
13/09/2010	45,83		14,171 ¹ ₂₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
07/08/2010	45,65		14,309 ⁹ ₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/07/2010	45,47		14,320 ⁷ ₈₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
19/06/2010	45,14		14,326 ⁵ ₇₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
22/05/2010	44,8		15,204 ² ₀₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
12/05/2010	45,15		14,346 ⁶ ₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
12/04/2010	45,85		14,220 ⁴ ₁₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
02/03/2010	45,01		14,330 ⁰ ₇₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
28/02/2010	45,87		14,113 ¹ ₉₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
04/02/2010	45,36		14,430 ³ ₄₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/01/2010	45,12		14,370 ⁴ ₄₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

3220-1-0264

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezómetro	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
11/12/1999	45,37		14,420 ³ ₄₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
22/11/1999	45,38		14,030 ¹ ₅₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/10/1999	45,41		14,500 ³ ₄₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/09/1999	45,45		14,200 ² ₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
02/08/1999	45,33		14,607 ⁶ ₂₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/07/1999	45,3		14,407 ⁰ ₃		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/06/1999	44,83		15,472 ⁴ ₈₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
04/05/1999	44,57		15,493 ² ₄₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
07/04/1999	44,02		15,070 ¹ ₂₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
03/03/1999	45,33		14,007 ⁶ ₂₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/02/1999	45,20		14,707 ⁴ ₀₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
03/01/1999	45,08		14,010 ¹ ₇₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
02/12/1998	45,84		14,760 ⁶ ₇₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
02/11/1998	45,58		14,404 ⁴ ₇₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/10/1998	45,87		14,420 ⁴ ₁₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
04/09/1998	45,85		14,340 ⁰ ₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
13/01/1998	45,87		16,020 ⁷ ₈₀		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

3220-1-0264

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezómetro	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
10/11/1997	42,43		17,570 ⁵ ₈₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10/12/1996	44,02		15,070 ¹ ₁₅		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10/01/1996	44,60		15,310 ³ ₃₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/12/1995	45,90		14,012 ¹ ₈₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
08/08/1995	46,01		13,992 ³ ₁₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
11/07/1995	45,68		14,022 ¹ ₁₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
03/04/1995	45,35		14,047 ⁰ ₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
07/02/1995	44,65		15,352 ² ₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10/01/1995	44,47		15,320 ⁰ ₈₅		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
06/10/1994	44,86		15,144 ⁵ ₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/07/1994	46,64		15,025 ² ₁₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/04/1994	45,35		14,469 ¹ ₄₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
11/01/1994	44,15		15,840 ⁶ ₇₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
06/10/1993	45,37		14,420 ⁴ ₁₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
06/07/1993	45,36		14,439 ⁷ ₄₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/04/1993	44,78		15,220 ¹ ₃₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/01/1993	44,06		15,009 ⁷ ₉₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

3220-1-0264

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezómetro	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
02/10/1992	44,4		15,104 ⁴ ₂₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
01/07/1992	44,94		15,652 ⁵ ₅₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
20/03/1992	45,72		14,204 ⁰ ₀₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
28/01/1992	45,13		14,860 ⁸ ₀₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
23/12/1991	44,71		15,200 ⁸ ₆		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
29/10/1991	45,17		14,850 ⁷ ₇₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
20/06/1991	45,23		14,707 ¹ ₆₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
05/08/1991	44,99		15,605 ³ ₈₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10/07/1991	44,85		15,144 ⁵ ₉₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
04/06/1991	45,58		16,010 ³ ₅₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
06/05/1991	43,06		16,012 ⁰ ₁₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
21/02/1991	44,46		15,342 ⁰ ₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
25/01/1991	44,53		15,601 ¹ ₈₈		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
20/12/1990	44,8		15,204 ² ₆₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
25/11/1990	44,8		15,204 ² ₆₄		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
24/10/1990	44,08		15,324 ⁴ ₇₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
24/09/1990	45,17		14,820 ⁷ ₇₂		Extrapolado		CHE (OPH)	BROCAI	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

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
21/8/1999	44.89			15.1149	59	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
24/07/1999	45			14.9956	5	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
12/6/1999	44.64			15.5512	68	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
15/05/1999	44.44			15.5018	55	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10/01/1999	44.14			15.3300	68	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
10/01/1999	43.88			15.0228	47	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
22/12/1999	43.55			15.0490	14	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
26/10/1999	42.9			15.1040	24	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
28/09/1999	44.95			15.0151	56	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
09/09/1999	45.16			14.8357	66	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
17/07/1999	45.14			14.8358	71	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									
25/05/1999	44.92			15.1643	86	Extrap-lado	CIB (09H)	BROCAL	0
Observaciones: Extrapolado del 322010101									

OTRAS FOTOS



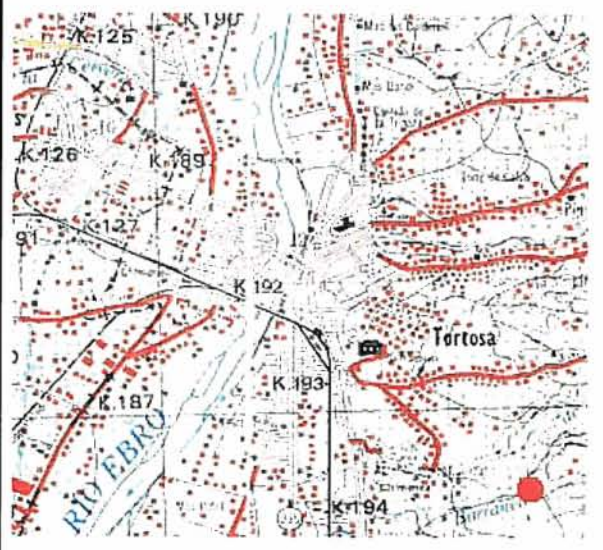
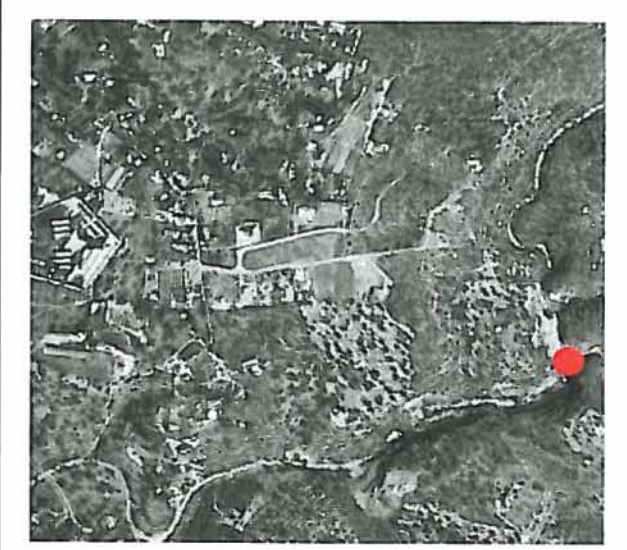
TortosaFmTotal2 (06/04/2005)

FICHA DE PIEZÓMETRO

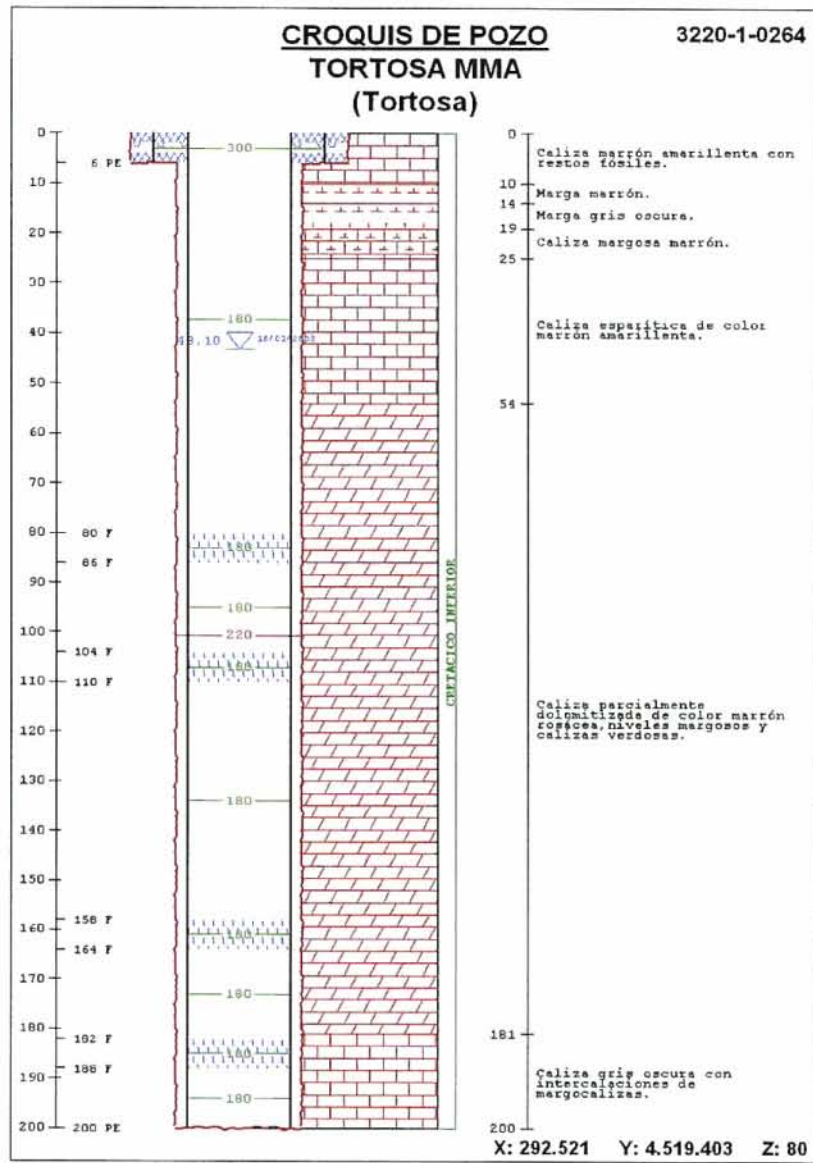
TOPONIMIA		TORTOSA MMA. BARRANCO DE LA LECHE		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.821.12	
CÓDIGO IPA		322010264	Nº MTN 1:50.000 3220	MUNICIPIO TORTOSA		PROVINCIA TARRAGONA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		100 BOIX-CARDÓ					
U. HIDROGEOLÓGICA		821 Bajo Ebro - Montsiá (Dominio 8 Maestrazgo - Catalánides)					
ACUÍFERO(S)		100-04: Cretácico inferior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	798721	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4522525					
COTA DEL SUELO msnm	Z	60	DATOS OBTENIDOS DE:	1:50000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		PARCELA					
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Tortosa					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO												
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						200		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	380	0	6	300	Metálica	80	86	Puntecillo	0	2	
6	200	220	0	80	180	Metálica	104	110	Puntecillo	4	6	
			86	104	180	Metálica	158	164	Puntecillo			
			110	158	180	Metálica	182	188	Puntecillo			
			164	182	180	Metálica						
			188	200	180	Metálica						

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	16/03/2005
ORGANISMO	CHE (OPH)		

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

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

