GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE CAMARLES – MORA LA NOVA: 09.805.03

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3.OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

2. LOCALIZACIÓN

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

7. COLUMNA LITOLÓGICA

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

10.CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

11.HIDROQUÍMICA

12.CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO Nº 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 4: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 5: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

En 1992, la D.G.O.H. Y C.A. realizó el estudio "Establecimiento y explotación de redes oficiales de control de aguas subterráneas", en el que se establecen los criterios generales de uniformidad para el diseño y operación de las redes de observación en las cuencas intercomunitarias. A partir de este marco de referencia, este mismo organismo realizó en 1996 el "Proyecto de instalación, mantenimiento y operación de redes oficiales de control de aguas subterráneas. Piezometría, hidrometría y calidad, Cuenca del Ebro", en el que se proyectó una red piezométrica constituida por 178 puntos, de los cuales 107 eran de nueva construcción y el resto puntos ya existentes.

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del parque de maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, que se ha convertido en el proyecto constructivo.

Se han diseñado 80 sondeos. En total suponen 18.450 m de perforación, de los que 14.375 se realizan mediante rotopercusión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

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

por las empresas MICROTEC AMBIENTE, S.A.U. y SACYR, S.A.U. El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

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

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

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

- *Anteriores a la perforación*
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos

- *Durante la 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.

- *En el 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 han ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Piezómetro ubicado en el resalte entre el Delta del Ebro y el piedemonte de las sierras de Boix y Cardó al SO de Camarles en los límites de la masa de agua subterránea 105 Delta del Ebro. Los límites de la masa comprenden las marismas, canales abandonados, terrazas y depósitos aluviales del Ebro desde La Cava hasta su desembocadura en mar Mediterráneo.

Geologicamente la masa de agua subterránea está constituida por formaciones de piedemonte, abanicos aluviales y depósitos marinos. Las arenas y gravas fluviomarinas aparecen adosadas al sustrato constituido por depósitos poligénicos del Plioceno y piedemontes originados en los relieves mesozoicos situados al E. Sus espesores en las zonas proximales son de 25-30 metros disminuyendo hacia el frente deltaico. Aparecen cuerpos lenticulares, correspondientes a paleocauces, con granulometrías más finas hacia zonas distales, y situados sobre materiales limosos y arcillosos. El zócalo está formado por materiales mesozoicos afectados por importantes accidentes tectónicos.

El objetivo del sondeo es alcanzar el sustrato mesozoico tras atravesar los depósitos poligénicos del Plioceno. Todas las formaciones que alberga el delta del Ebro constituyen un solo sistema hidrogeológico interconectado, de forma que no puede hablarse de diferentes acuíferos, si bien con grandes variaciones en sus parámetros hidrodinámicos.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado al SW de Camarles, a unos 500 m del municipio.

El sondeo se ubica en la parcela de morfología triangular que hay junto al instituto de Camarles. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 809.046 Y= 4.519.572 Z= 10 msnm

Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Camarles-Mora La Nova

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

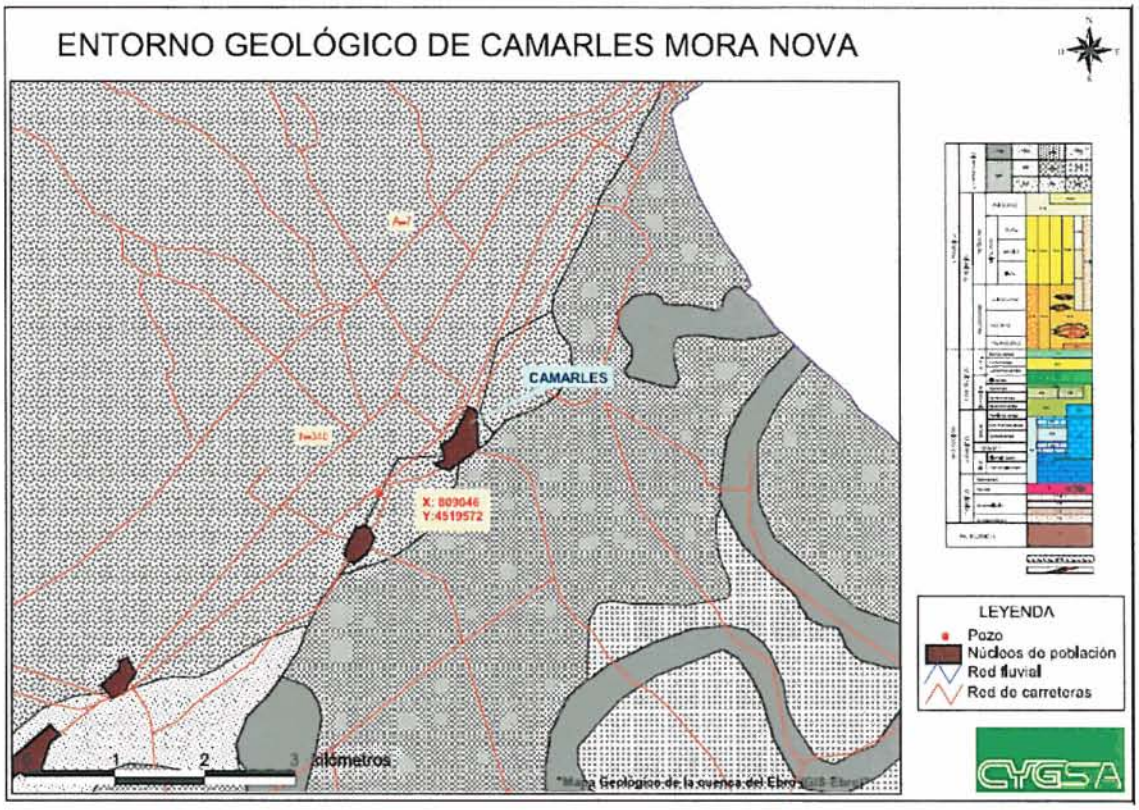


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Camarles-Mora La Nova

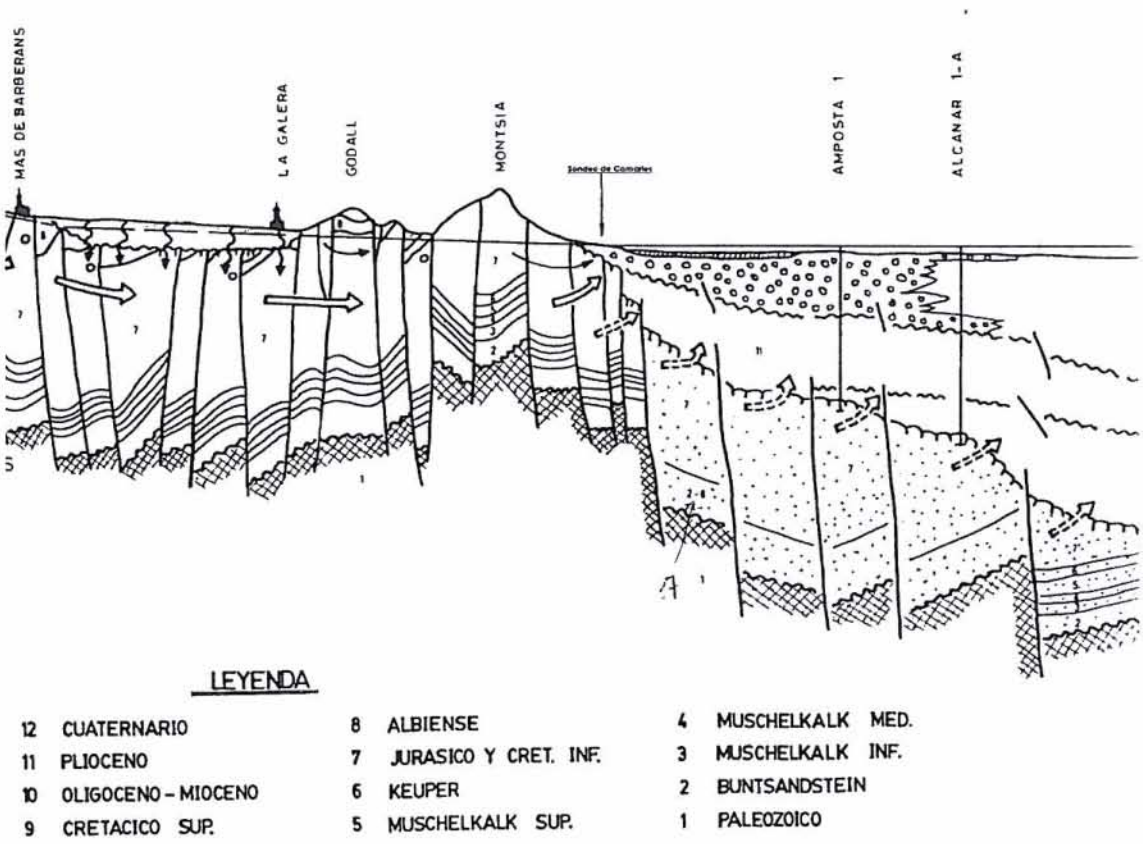


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Camarles-Mora La Nova

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El piezómetro 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 805 "Fosa de Mora", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.105 también denominada "Delta del Ebro", y el acuífero a controlar son los conglomerados poligénicos del Plioceno.

El acuífero de la masa de agua 090.105 es un acuífero detrítico no aluvial predominantemente libre. Está constituido por formaciones de piedemonte, abanicos aluviales y depósitos marinos. Las arenas y gravas fluviomarinas aparecen adosadas al sustrato integrado por depósitos poligénicos del Plioceno y piedemontes originados en los relieves mesozoicos situados al E. Sus espesores en las zonas proximales son de 25-30 metros disminuyendo hacia el frente deltaico. Aparecen cuerpos lenticulares, correspondientes a paleocauces, con granulometrías más finas hacia zonas distales, y situados sobre materiales limosos y arcillosos. El zócalo está formado por materiales mesozoicos afectados por importantes accidentes tectónicos. El principal mecanismo de

alimentación son los riegos de arrozales y cultivos, aunque también tienen un papel importante la alimentación subterránea marina, la transferencia subterránea de las masas adyacentes y las precipitaciones. En la zona proximal se realiza mediante el drenaje por acequias. En el resto del delta la descarga se efectúa por flujo subterráneo hacia el Ebro, el mar y lagunas.

El piezómetro se encuentra situado directamente sobre los conglomerados poligénicos, que son el acuífero a controlar.

(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 rotopercusión neumática a circulación inversa ST30/1400 sobre camión.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 18 de octubre de 2006 y se terminó el 24 de octubre de 2006.

Se realizó un emboquille de 3 m de profundidad, perforado con un diámetro de 600 mm y entubado con tubería metálica ciega de 600 mm de diámetro y 8 mm de espesor. De 3 m a 24 m se perforó con diámetro de 500 mm y se entubó con tubería metálica ciega de 500 mm de diámetro y 6 mm de espesor.

De 24 m a 90 m de profundidad se perforó con diámetro 444 mm y se entubó con tubería metálica ciega de 350 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Con esta entubación se ha conseguido detener los continuos derrumbes provocados por las capas de arenas del tramo entre 50 y 60 metros de profundidad.

Los 80 m restantes se perforaron con el martillo de 300 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. La velocidad media de avance durante la perforación fue de 1-2 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

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

Tabla 1. Descripción de campo de la columna perforada:

0-18 m	Conglomerados poligénicos con cemento calcáreo y algún nivel arcilloso.
18-35 m	Limo arcilloso marrón con bastante grava media-fina.
36-38 m	Conglomerado poligénico con matriz arenosa.
39-41 m	Arenisca marrón de grano medio.
42-51 m	Limo arcilloso marrón con cementaciones localizadas (caliches).
52-54 m	Arena media.
55-58 m	Arcilla limosa marrón con arena.
59-61 m	Arena media.
62-68 m	Arcilla marrón con clastos poligénicos.
69-77 m	Arcilla limosa marrón.
78-96 m	Margas bituminosas oscuras con niveles carbonosos.
96-170 m	Alternancia de conglomerados poligénicos con matriz arenolimosa marrón y conglomerados poligénicos, predominantemente calcareos, con cemento calcáreo.

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, efectuó una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas.

(El informe correspondiente se recoge en el Anejo 2.)

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 25 de octubre de 2006 se realiza la testificación geofísica del sondeo. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

La sonda baja hasta los 163,95 m de profundidad.

Existe un salto de resistividades a los 90 metros de profundidad debido a la entubación que existe hasta esa profundidad, no es indicativo de tramo aportante de agua alguno.

Existe un importante aporte a los 140 m y otros menores desde 140 a 150 m. También habría otro aporte, menos claro, entre 110 y 120 m.

La conductividad media es del orden de 6200 *µS/ cm,*. y a partir de los 140 se incrementa hasta los 6500 máximo en el metro 150.

El sondeo se ha inclinado unos 2º.

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

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 3 y de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 600 mm, de 500 mm, 350 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 8 mm, de 6 mm, 5 mm y 4 mm respectivamente.

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

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-3	600	8	Acero al carbono	Ciega
0-24	500	6	Acero al carbono	Ciega
0-90	350	5	Acero al carbono	Ciega
0-110	180	4	Acero al carbono	Ciega
110-122	180	4	Acero al carbono	Puente
122-140	180	4	Acero al carbono	Ciega
140-152	180	4	Acero al carbono	Puente
152-170	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el "colgado" y sujeción de la tubería de 180 mm de diámetro a la de 300 mm del emboquille.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica. La arqueta, a su vez, queda protegida por un dado de hormigón de 1X1X0.7m, que se construye a su alrededor.

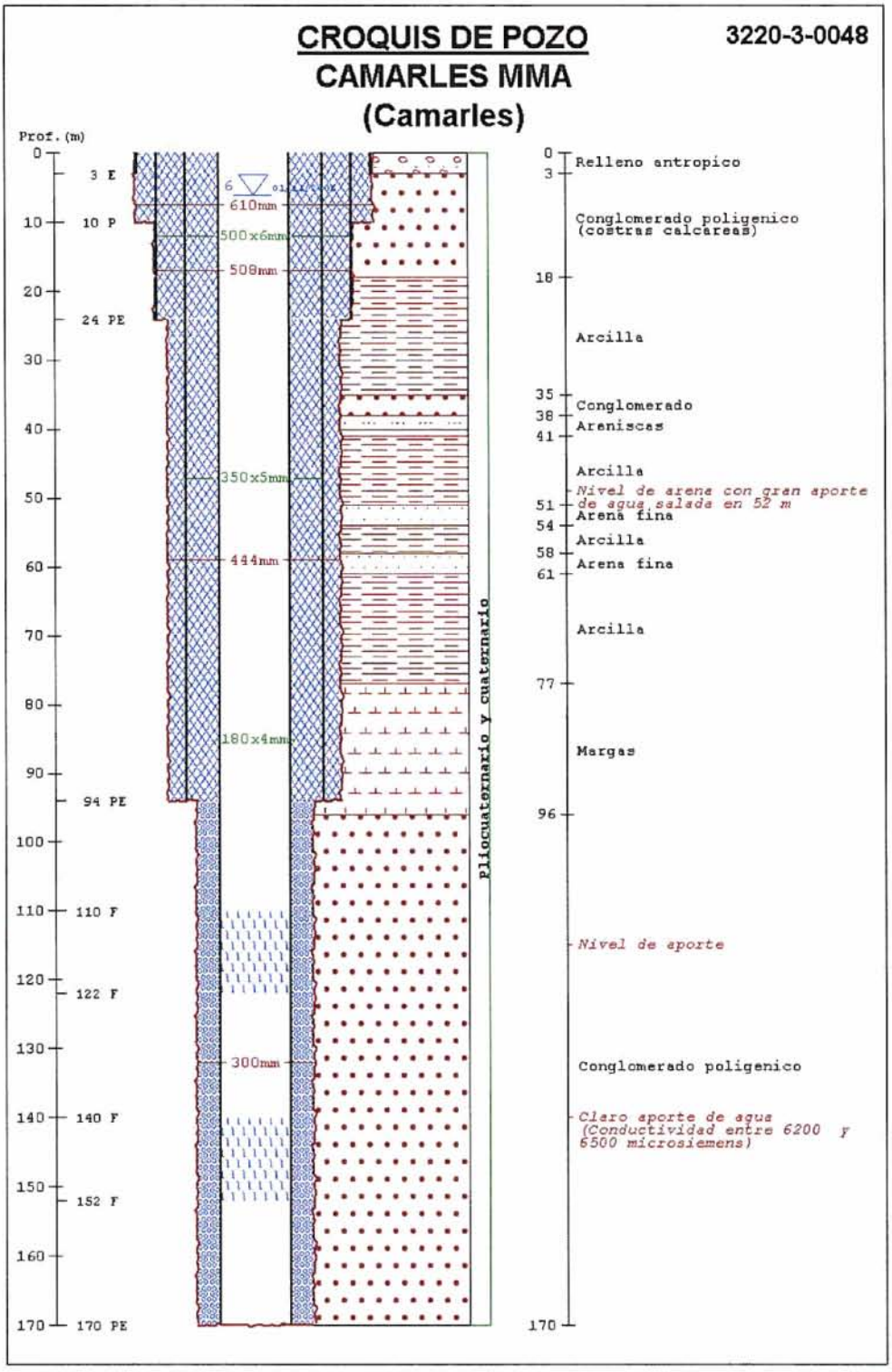


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero perforado está constituido por conglomerados poligénicos Terciarios.

Hacia los 70 metros de profundidad el aporte de agua es muy elevado, de manera que la densidad de la bentonita disminuye bruscamente. Durante toda la perforación se controla la densidad y viscosidad de la bentonita.

Tabla 3. Viscosidad, densidad y conductividad de la bentonita en función de los metros perforados:

DÍA	HORA	METROS PERFORADOS	VISCOSIDAD	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD
18-10-06	12:30	5	48 s	1,09 g/cm^3	2150 µS/cm
20-10-06	10:30	24	34 s	1,07 g/cm3	2820 µS/cm
21-10-06	18:45	90	32 s	1,07 g/cm3	3459 µS/cm
22-10-06	19:40	108	23 s	1,05 g/cm3	5325 µS/cm
23-10-06	23:00	128	18 s	1,03 g/cm3	5528 µS/ cm
24-10-06	20:00	150	19 s	1,02 g/cm3	6120 µS/ cm

Como se observa en la tabla anterior, la conductividad de la bentonita fue aumentando en profundidad, igual que fue aumentando la conductividad del agua.

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 19 y 20 de marzo de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 600 minutos, el caudal medio extraído fue de 5 l/s y el descenso del nivel fue de 2,03 m. El segundo escalón duró 6 minutos. El caudal

medio extraído fue de 8,2 l/s y el descenso parcial del nivel fue de 1,75 m. El tercer escalón duró 54 minutos. El caudal medio extraído fue de 14 l/s y el descenso parcial del nivel fue de 4,85 m. El cuarto y último escalón duró los 780 últimos minutos. El caudal medio fue de 20,5 l/s y el descenso parcial del nivel fue de 7,86 m. El descenso total del nivel fue de 16,49 m.

El agua salió totalmente clara a partir de las 5 horas de bombeo. Al aumentar el caudal el agua volvía a enturbiar. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo aumentó de 9130 a 13000 µS/cm, el pH medio fue de 7,4 y la temperatura de 21º C. Se tomaron tres muestras de agua para analizar, una a las 6 horas de bombeo, otra a las 12 horas y la última a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. Al final de ese tiempo el descenso residual del nivel fue de 13 cm. 14 horas más tarde se midió el nivel. Quedaron 9 cm por recuperar.

Durante el ensayo de bombeo se controló el nivel del primer piezómetro que se construyó. No se observó la variación del nivel en todo el ensayo.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	**Profundidad (metros)**	**Descenso (metros)**	**Caudal (l/s)**
0	6,40	0,00	0,00
1	8,34	1,94	5,00
5	8,32	1,92	5,00
30	8,64	2,24	5,00
60	8,43	2,03	5,00
120	8,35	1,95	5,00
300	8,39	1,99	5,00
600	8,43	2,03	5,00

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
601	10,38	3,98	8,20
608	10,18	3,78	8,20
609	13,21	6,81	14,00
615	14,75	8,35	14,00
630	14,76	8,36	14,00
660	15,03	8,63	14,00
661	19,54	13,14	20,5
700	20,71	14,31	20,5
840	21,67	15,27	20,5
1080	22,03	15,63	20,5
1440	22,89	16,49	20,5
1441	9,48	3,08	0
1445	7,35	0,95	0
1450	6,57	0,17	0
1470	6,53	0,13	0
1500	6,53	0,13	0
2340	6,49	0,09	0

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

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

11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos in situ de conductividad eléctrica, pH y temperatura; también se tomaron 3 muestras de agua, para su posterior análisis, procedentes de las siguientes fases de la obra:

- Muestra tomada a las 6 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 7750 µS/cm, pH: 7,71.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 8450 µS/cm, pH: 7,48.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 5580 µS/cm, pH: 7,80.)

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 SALADA (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 EXTREMADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA CLORURADA – SÓDICA (según clasificación de Pipper, 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.

Respecto a los iones mayoritarios se sobrepasa el contenido en sulfatos (mayor a los 250 mg/l establecido en la legislación vigente), en cloruros (superior a los 250 mg/l), en sodio (por encima de 200 mg/l) marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003. Además el contenido en calcio y en magnesio también es superior a los valores habituales enaguas subterránea (según Custodio y Llamas, ed. 1996).

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	**Muestra 1 Ensayo de bombeo**	**Muestra 2 Ensayo de bombeo**	**Muestra 3 Ensayo de bombeo**
Cloruros	2809.17 mg/l	2958.51 mg/l	1927.30 mg/l
Sulfatos	396.8 mg/l	422.4 mg/l	247.9 mg/l
Bicarbonatos	145.70 mg/l	137.13 mg/l	128.56 mg/l
Carbonatos	<5 mg/l	<5 mg/l	<5 mg/l
Nitratos	1.047 mg/l	<1 mg/l	1.068 mg/l
Sodio	1279.01 mg/l	1239.39 mg/l	874.54 mg/l
Magnesio	182.25 mg/l	186.29 mg/l	125.18 mg/l
Calcio	288.81 mg/l	380.85 mg/l	195.37 mg/l
Potasio	16.02 mg/l	20.08 mg/l	10.66 mg/l
Nitritos	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l
Amonio	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l
Boro	0.16 mg/l	0.16 mg/l	0.09 mg/l
Fosfato	<0.05 mg/l	0.07 mg/l	0.18 mg/l
Hidróxido	0 mg/l	0 mg/l	0 mg/l
Anhídrido Silícico	3.64 mg/l	2.54 mg/l	3.63 mg/l
Hierro	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l
Manganeso	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Camarles con el objeto de valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo.

El sondeo se ha realizado por el método de rotopercusión a circulación inversa. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 170 m. El acuífero atravesado son los conglomerados poligénicos del Plioceno.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 20,5 l/s.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua salada, extremadamente dura, y se clasifica como clorurada – sódica (según clasificación de Pipper).

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PIEZOMETRO: CAMARLES

SITUACION: CAMARLES (TARRAGONA)

El día 14 de Abril me reuno con el alcalde de Camarles D.Carmelo Redó para ver las posibles ubicaciones para un piezómetro según lo comentado anteriormente con Carlos Loaso.
El objetivo hidrogeológico es el control de la intrusión marina en el límite continental-delta, el vaciado y rellenado del delta en época de riego y la movilidad del agua salobre.

UBICACIÓN 1. DEPURADORA MUNICIPAL.

Coordenadas 0303338, 4514756. Se trata de los terrenos de la antigua depuradora municipal que está pendiente de reconstrucción. El alcalde nos ofrece un punto en la esquina de la parcela dentro de la finca y con un antiguo depósito de decantación que podría servir, colocando un plástico impermeabilizante, para la balsa de lodos.
El ayuntamiento comenta que dejaría a la Confederación una llave para poder realizar las mediciones; le comento la posibilidad de que la arqueta quede fuera de la valla. En la ortofoto se observa como este punto se ubica claramente en el delta.

UBICACIÓN 2. (Instituto).

Coordenadas 0302612, 4515751. Se ubicaría también sobre terreno municipal. Este punto se ubica en zona continental, sobre una terraza fluvial, al lado de un cauce torrencial.
El posible emplazamiento se sitúa en la margen derecha de dicho cauce; el alcalde me comenta que el nivel del agua en esta zona está a menos de 5 metros.

La decisión sobre la ubicación en cualquiera de las dos ubicaciones queda pendiente de concretarla con Carlos Loaso de la Agencia Catalana del Agua.

El permiso, cuando se lance, se enviará al ayuntamiento de Camarles:

AYUNTAMIENTO DE CAMARLES
A/A: Sr. ALCALDE D. CARMELO REDÓ BORRÁS
Carrer VINT nº 2. 43894 CAMARLES (TARRAGONA).

Tlfno: 977 47 00 07 977 47 04 89 Fax: 977 47 05 15

AJUNTAMENT
DE
CAMARLES
BAIX EBRE - TERRES DE L'EBRE

SECRETARIA

AJUNTAMENT CAMARLES
E 1194 R
26 OCT 2005

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Confederación Hidrográfica del Ebro
A la atención de Teresa Carceller
Paseo de Sagasti 24-28
50071 ZARAGOZA

Adjunto le remito acuerdo del Pleno municipal de fecha 29 de septiembre de 2005, referente a la autorización a la Confederación Hidrográfica del Ebro para la disponibilidad de terrenos para la construcción de un piezómetro en la parcela municipal, al lado del instituto de enseñanza secundaria.

Camarles, 25 de octubre de 2005
El Alcalde,

Carmelo Redó Borras

AJUNTAMENT DE CAMARLES

Carrer vint, 20 • Tels. 977 470 007 • 977 470 489 • Fax 977 470 515 • Aj.camarles@altanet.org • 43894 CAMARLES

AJUNTAMENT
DE
CAMARLES
BAIX EBRE - TERRES DE L'EBRE

SECRETARIA

NA TERESA ROCA CASTELL, SECRETARIA-INTERVENTORA DE L'AJUNTAMENT DE CAMARLES, BAIX EBRE,

CERTIFICO: Que al Ple municipal de data 29 de setembre de 2005, es va adoptar entre altres el següent acord:

05.-AUTORITZACIÓ A LA CONFEDERACIÓ HIDROGRAFICA DE L'EBRE, PER A LA DISPONIBILITAT DE TERRENYS PER A LA CONSTRUCCIÓ D'UN PIEZOMETRO A LA PARCEL.LA MUNICIPAL, AL COSTAT DE L'INSTITUT (I.E.S).

Atès l'escrit de l'oficina de planificació hidrològica de la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre, referent a la sol·licitud de disponibilitat de terrenys per a la construcció i observació d'un " Piezómetro";

El Ple municipal, per unanimitat acorda:
Primer.- Autoritzar a la Confederació Hidrográfica de l'Ebre l'ocupació, de manera transitòria, mentre duri l'execució de l'obra, d'una extensió aproximada de 100 m2, necessaris per a construir el sondeig 09.805.03 en terreny públic d'aquest municipi, a la parcel·la municipal que es troba al costat de l'Institut.

Segon.- L'Ocupació durant un període de trenta anys, prorrogable al termini del mateix, d'un espai d' 1 m2, en que estarà situat el sondeig i l'arqueta de protecció del mateix.

Tercer.- L'accés, per funcionari públic o persona delegada, fins el recinte anterior, amb l'objecte de realitzar les mesures o mostrejos inherents a l'operació de control, així com a realitzar els treballs de reparació o manteniment que siguin necessaris.

I perquè així consti lliuro la present a Camarles, vint-i-cinc d'octubre de dos mil-cinc.

Vist i plau
L'ALCALDE

Carmelo Redó Borràs

AJUNTAMENT CAMARLES

LA SECRETARIA

Teresa Roca Castell

Carrer vint, 20 • Tels. 977 470 007 • 977 470 489 • Fax 977 470 515 • Aj.camarles@altanet.org • 43894 CAMARLES

ANEJO 1

INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 19/08/06 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.805.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona) **PROF.: 220 m**

PERFORACIÓN
INICIO: **SISTEMA:** ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 500 y 300 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo 4 de CIRCULACION INVERSA de SACYR MICROTEC. (SEGOQUI 1900 sobre camión).

Actividades realizadas:

A lo largo del sábado, se emplaza la sonda en el lugar previsto (en un extremo de la finca en la margen derecha de la rambla). El jefe de obra me confirma que ha estado en el ayuntamiento para confirmar el punto del emplazamiento.

También durante la tarde del viernes y parte del sábado, se excava la balsa para los lodos de perforación. Debido a que existe un relleno antrópico constituido por restos de obra, se hace necesario revestir con plástico toda la balsa para evitar fugas. A pesar de ésto, no se ha conseguido todavía su total impermeabilización por lo que se seguirá con su tratamiento a lo largo del domingo.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 1 de septiembre de 2006	**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.805.03 **POBLACIÓN: CAMARLES (TARRAGONA)**	**PROF.: 4 m**
PERFORACIÓN **INICIO: 31/08/06** **SISTEMA:** CIRCULACIÓN INVERSA **DIAMETRO:** 600 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada:

A las 14 horas se llevan perforados 4 m.

Estado de la perforación:

El equipo de perforación vuelve a la obra el día 30 de agosto de 2006; cuando esta A.T. se persona en la obra, se nos comunica que no se ha iniciado la perforación debido a los trabajos de reacondicionamiento de la balsa y por la falta de sonda helicoidal de 600 mm necesaria para el inicio del emboquille.

El día 31 por la mañana, Carmen Gómez nos informa telefónicamente que se ha iniciado la perforación del emboquille con la herramienta prevista. Por la tarde se produce una avería hidráulica en la sonda de perforación que paraliza la misma con 4 metros perforados.

El día 1, con la avería solventada, se procede al reinicio de los trabajos comprobando que la perforación realizada hasta el momento se ha derrumbado y ha atrapado al varillaje y herramienta de perforación. Debido a la imposibilidad de sacarlo con la máquina, se realiza una excavación con una pala mixta al lado del pozo perforado. El proceso es laborioso debido a la necesidad de combinar el cazo de la pala y el martillo rompedor. Al mediodía se consigue liberar la maniobra por lo que después de comer se procede a tapar la zanja que se ha realizado para recuperar la herramienta.

CONSULTORES

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

Reconocimiento de las muestras obtenidas:

¡De 0 m a 4 m: Aluvial. Gravas arenosas con niveles de conglomerado calcáreo.

.

Fdo.: Elena Gómez

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 1 de septiembre de 2006	**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.805.03 **POBLACIÓN: CAMARLES (TARRAGONA)**	**PROF.: 4 m**
PERFORACIÓN **INICIO: 31/08/06** **SISTEMA:** CIRCULACIÓN INVERSA **DIAMETRO:** 600 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Reportaje fotográfico de las incidencias ocurridas el 1 de septiembre de 2006

Pala cavando zanja para extraer la sonda atrapada.

CONSULTORES

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

Martillo intentando extraer la sonda atrapada durante la perforación.

Zanja excavada por la pala.

CONSULTORES

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

Extracción de la sonda atrapada.

Entubación del emboquille (7 metros).

Fdo.: Elena Gómez

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 03/09/06	**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona).	**PROF.: 220 m**
PERFORACIÓN **INICIO:** 30/08/06 **DIAMETRO: 500** mm	**SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 3-5 m/hora (con 500 mm).	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada:

Al inicio de la visita (10:30) se llevan perforados 17 m..
A las 18:30 horas, momento en el que esta a.t. finaliza su visita, se llevan perforados 30 metros y se está colocando más tubería de 550 mm para el emboquille por lo que no es previsible que se siga perforando hasta mañana.

Estado de la perforación:

Se está perforando el tricono de 500 mm sobre una secuencia limoarcillosa con diferente porcentaje de grava y arena así como concreciones calcáreas de reducido espesor. Estas litologías ya corresponden a los niveles poligénicos del Delta del Ebro. Hasta los 19 metros se perforó en litologías granulares con niveles cementados y bolos pertenecientes al aluvial; El día anterior se realizó un emboquille de 7,50 m que se revistió con tubería de 550mm.
Durante la perforación, ya dentro de los poligénicos, se observó como los niveles menos cementados del aluvial se caían y además, a favor de estas zonas, el agua de la balsa se pierde rápidamente. Por este motivo, se decide entubar con 550 mm los primeros 18 metros para aislar los niveles granulares más inestables y garantizar el buen funcionamiento del piezómetro tras la perforación.

Características hidrogeológicas:

Aparentemente,no se ha atravesado ningún nivel aportante hasta el momento. Recalcamos "aparentemente" ya que el propietario del equipo de perforación presente en la obra el sábado y en presencia de Carmen, manifiesta que con este sistema no se puede saber donde están los niveles aportantes. Ante esta, ya reiterada afirmación, la A.T. pregunta como saben ellos cuando parar al hacer un pozo a un particular y me responde que "cuando cambía la litología".

CONSULTORES

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

Esta Asistencia Técnica ha manifestado a la representante de Sacyr-Microtec nuestra disconformidad a perforar a ciegas y que debe programarse algún sistema de control periódico de niveles aportantes sin esperar a la finalización de la perforación.

Reconocimiento de las muestras obtenidas:

Se adjunta la descripción de la columna perforada hasta el momento realizada junto con Carmen Gómez:

0-3 m. Relleno antrópico (antigua escombrera).
3-9 m. Grava arenosa gruesa de color claro con niveles cementados.
9-11 m. Grava de tamaño con matriz arcillosa rojiza.
11-14 m. Grava arenosa (seguramente se trata de uno o varios bolos calizos).
14-18 m. Grava poligénica con muy poca proporción de matriz arenosa.
18-28 m. Limo arcilloso marrón con algo de grava y concreciones calcáreas centimétricas.
28-30 m. Limo arcilloso marrón con mayor porcentaje de gravilla.

Perforación y recogida de muestra en el metro 17.

CONSULTORES

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

Entubación con tubería de 550 mm

Muestras extraídas donde se observa el cambio litológico a los 18-19 metros.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 016/09/06 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 220 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 30/08/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 mm (17,5 ")

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15 m/hora

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada:

Al inicio de la visita (17:00) todavía se está limpiando la perforación realizada para poder seguir avanzando.
A las 18:45 horas, se consigue terminar dicha limpieza y se sigue perforando. A las 20:00 horas, al terminar la jornada, se llevan perforados 72 metros.

Estado de la perforación:

El equipo de perforación reanudó su turno ayer viernes 15 de septiembre. Las intensas lluvias caídas durante la semana en Camarles han provocado encharcamientos en la explanada de la perforación, pequeños daños a la balsa y, sobre todo, hundimientos alrededor de la perforación y de la máquina. Para subsanar esta circunstancia, el sábado se vierte hormigón alrededor del emboquille y sobre las zonas de apoyo de la sonda de perforación para garantizar que no se registrarán hundimientos posteriores.
Parte del pozo perforado se ha derrumbado durante estos días por lo que es necesario su reperforación y limpieza para seguir perforando.

Características hidrogeológicas:

Las intensas lluvias registradas en estos días han hecho que los cauces torrenciales cercanos hayan llevado grandes caudales y provocado daños e inundaciones en la zona.
Se puede observar como los materiales cuaternarios superficiales se encuentran saturados o muy húmedos.

CONSULTORES

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

Reconocimiento de las muestras obtenidas:

0-3 m. Relleno antrópico (antigua escombrera).
3-9 m. Grava arenosa gruesa de color claro con niveles cementados.
9-11 m. Grava de tamaño con matriz arcillosa rojiza.
11-14 m. Grava arenosa (seguramente se trata de uno o varios bolos calizos).
14-18 m. Grava poligénica con muy poca proporción de matriz arenosa.
18-28 m. Limo arcilloso marrón con algo de grava y concreciones calcáreas centimétricas.
28-35 m. Limo arcilloso marrón con mayor porcentaje de gravilla.
35-41 m. Arena-arena limosa marrón clara con bastante grava.
41-45 m. Arcilla limosa gris clara con algo de grava y arena.
45-49 m Arena limosa marrón clara.
49-55 m. Arena fina ("arena de playa") con algo de grava.
55-58 m. Arena limosa con grava y restos carbonosos (parece turba).
58-60 m. Grava-conglomerado poligénico (predominantemente calcáreo pero con cantos cuarcíticos e incluso graníticos. Presenta restos carbonosos.
60-72 m. Arena fina muy seleccionada ("arena de playa") con grava poligénica.

Detalle del hormigón vertido alrededor de la perforación

CONSULTORES

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

Vista de la rambla existente al lado del emplazamiento del sondeo; véase el gran hueco creado por la riada y los árboles arrastrados.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 18 de septiembre de 2006		**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.805.03	**POBLACIÓN: Camarles**	**PROF.: 130 m**
PERFORACIÓN **INICIO:** 30/08/06 **DIAMETRO: 600 / 500 / 450** mm	**SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 1 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada: A las 10:30 horas se llevaban perforados 130 m.

Estado de la perforación: Se está perforando con tricono de 450 mm de diámetro. La velocidad de avance es muy lenta debido a la dureza de la litología que se está atravesando en estos momentos.

Características hidrogeológicas: Un peón comenta que en el sondeo hay mucha agua. Se ha probado a evacuar el agua al barranco y el nivel no se ha deprimido.

Columna litológica: Desde los 72 metros de profundidad hasta los 130 metros que se llevan perforados, las litologías que aparecen son predominantemente margas, a menudo bituminosas, alternantes con conglomerados y calcarenitas.

CONSULTORES

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

Fdo.: Elena Gómez

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 18 - 19/09/06 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 220 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 30/08/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 mm (17,5 ")

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 1 m/hora

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada:

Se inicia la visita a las 17:00 horas del día 18 llevándose perforados en ese momento 137 metros Los trabajos de la jornada se prolongan hasta las 00:00 horas tras aprobar la Dirección de Obra, con el visto bueno del Coordinador de Seguridad y Salud, la solicitud del jefe de obra de realizar trabajos nocturnos.
A las 16:00 horas del día 19 de septiembre se llevan perforados 146 metros

Estado de la perforación:

La perforación avanza muy despacio debido a la compacidad de las calcarenitas y conglomerados poligénicos que se están atravesando.
Por la noche se cae parte de la perforación en su zona superior por lo que fue necesario retirar varias varillas y limpiar de nuevo la perforación.

Características hidrogeológicas:

Desde el sábado 16, no se realiza relleno de la balsa de lodos con la cuba sino que se recircula agua existente ya en la perforación.
Según apreciaciones del segundo maquinista (sr.Juan), comenta que a unos 110-120 metros (coincidiría con el contacto de los poligénicos con las margas), notó un aumento de presión en el manómetro que indica la presión de trabajo de la sonda por lo que, aparentemente, existe un caudal importante en el pozo.
Se indica a los sondistas que a partir de ahora, se recogerá una muestra de agua cada 10 metros y se medirá su conductividad para intentar detectar cualquier variación por aportes diferentes (propuesta acertada de D. Carlos Loaso). Se toma una muestra a los 144 metros: conductividad 1434 microsiemens.

CONSULTORES

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

Reconocimiento de las muestras obtenidas:

Se está perforando sobre areniscas y calcarenitas con conglomerados dispersos de los que se observa incluso fragmentos subredondeados de los mismos..

Evacuación del detritus de la balsa de fangos durante el mediodía.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 21/09/06 **N° pag.:**

N° SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 220 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 30/08/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 mm (17,5 ")

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada:

Ayer por la tarde, se dejo de perforar en 174 m. retirando a continuación todo el varillaje y dejando el pozo sin la maniobra durante toda la noche

Características hidrogeológicas:

Antes de realizar la testificación geofísica se mide el nivel dinámico: 8,39 m (10:30 horas). Se mide la conductividad del agua contenida en la balsa de detritus arrojando un valor superior a 2000 microsiemens (el lector de conductividad utilizado sólo posee de rango de medida hasta 2000).

Testificación geofísica

A las 11:30 h, se inicia el montaje del trípode y de la polea para la testificación geofísica.
Se va a realizar con un nuevo equipo: TALLERES CAYPE S.L. RECONOCIMIENTO DE SONDEOS (Pulpí, Almería). El control de la medición y de su interpretación es realizado por dos geólogos que a su vez efectúan la testificación.
Se van a introducir sucesivamente tres sondas que miden cada una los siguientes parámetros:

Conductividad, pH y temperatura.
Verticalidad y desviación.
Gamma natural, potencial espontáneo, resistividad corta y larga.

Las sondas descienden , dando medición en continuo, a una velocidad de 5 metros/minuto.

CONSULTORES

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

Se introduce en primer lugar la sonda de conductividad, pH y temperatura. Se puede apreciar una conductividad en los primeros 18 metros (conglomerados cementados superficiales) de unos 1450 microsiemens, un pH ligeramente superior a 7 y una temperatura de unos 19ºC. El valor de conductividad aumenta bruscamente hasta 2600 al bajar por debajo de esta zona y aumenta a más de 3000 por debajo de 40 metros (zona de margas y areniscas). Alrededor de los 50 metros, muy cerca de los niveles de arenas, se produce una disminución de conductividad, probablemente debido a un aporte importante.
A una profundidad de 54,50 metros la sonda no puede bajar más. Después de hacer varios intentos, se ratifica la imposibilidad de seguir con el ensayo. Al sacar la sonda, se observa como se cae de su extremo un "plastón" de arena. Para ratificar que el sondeo se ha derrumbado se introduce en el pozo una cuerda con un peso en su extremo para comprobar que se queda en dicha zona. Tras comprobar que no baja más la cuerda, se extrae, se mide y se confirma que la profundidad medida es similar (53,75 m).

Detalle de la primera sonda preparada para su introducción en la perforación.

CONSULTORES

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

Estado de la perforación.

El pozo ha sufrido un importante derrumbe coincidiendo con el nivel de arenas existente entre los 55-60 y los 72 metros lo que lo invalida como piezómetro en este estado.
Se comenta con la constructora las posibles soluciones y se plantea a la empresa subcontratista la posibilidad, ya contemplada por el jefe de obra y esta a.t. el día de antes, de introducir de nuevo el varillaje, limpiar la perforación, comprobar con solo una sonda de geofísica que se ha alcanzado la profundidad requerida y entubar. Los sondistas responden que la maniobra se quedará atrapada debido al gran hueco que se ha ido generando entre los 55 y 72 metros.
Ante esta situación SACYR MICROTEC, propone perforar un nuevo pozo a unos 30 metros de la primera ubicación para de esta manera, evitar perforar dentro del gran hueco que, previsiblemente se habrá generado en la zona de las arenas. La perforación antigua se rellenerará concientemente lo mismo que la primera balsa de lodos. Esta vez, se utilizará bentonita para la formación de los lodos de perforación. Se va a traer un oficial sondista experto para garantizar la ejecución correcta del piezómetro.
Comento esta propuesta con la Directora de Obra la cual le parece adecuada con las siguientes apreciaciones:

Comentar con el ACA (Carlos Loaso) si existe algún protocolo o sistema habitual de sellado de pozos en la zona.

Informar al ayuntamiento de la nueva ubicación.

Dado que este piezómetro tendrá como objetivo los poligénicos (el Cretácico está por debajo de los 175 metros), se perforará un emboquille de una profundidad de 20 metros, para atravesar los conglomerados superficiales, y se entubará con tubería de 500 mm. Se continuará la perforación con diámetro 300 y, finalmente, se entubará con 180 mm con empaque de grava silícea en la zonas de aporte principal.

Por la tarde me traslado al ayuntamiento de Camarles y transmito al Técnico Municipal nuestra intención de realizar una nueva perforación, tapando en condiciones lo anteriormente perforado. No muestran ninguna objeción aunque nos piden que sigamos con una ubicación lo más pegada a la margen izquierda del barranco.
Tras esta confirmación y después de dejar recado en el contestador de Carlos Loaso, marcamos con Carmen Gómez y en presencia de Paco Hidalgo un punto para perforar otra vez; esta ubicación queda justo en un extremo de la zona balizada para la perforación inicial.
Por la tarde se va a desmontar la máquina, se tapará provisionalmente el brocal de la perforación y se empezará a cubrir la balsa de lodos.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 22 de septiembre de 2006		**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.805.03	**POBLACIÓN: Camarles**	**PROF.: 175 m**
PERFORACIÓN **INICIO:** 30/08/06 **DIAMETRO: 600** mm	**SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 1 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:
Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada: A las 12:30 horas se llevaban perforados 6 m.

Estado de la perforación: Se está perforando el emboquille con la sonda helicoidal de 600 mm de diámetro. Se va a realizar un emboquille de 20 m de profundidad.

Se ha rellenado la balsa de perforación del piezómetro antiguo, pero todavía faltan por extender algunos montones de arena mojada. Se comunica que tiene que estar señalizado el perímetro de ésta. Se va a esperar a que se seque esta arena para poder trabajar bien. A la boca del piezómetro antiguo se le ha soldado una tapa para evitar posibles incidencias.

Sobre las 12 de la mañana se inicia la construcción de la nueva balsa para los lodos.

El sábado por la mañana Carmen Gómez se pone en contacto con esta A. T. y nos comunica que después de haber entubado los 6 primeros metros, el equipo de perforación no volverá hasta el martes.

Características hidrogeológicas: No se ha tocado nivel.

CONSULTORES

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

Columna litológica:

De 0 m a 3 m: Relleno antrópico (antigua escombrera).

De 3 m a 6 m: Grava arenosa gruesa con niveles cementados.

Piezómetro antiguo sellado y balsa de lodos rellena.

Perforación emboquille y cazo excavando la balsa de lodos.

CONSULTORES

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

Entubación de los 6 metros perforados.

Fdo.: Elena Gómez

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 27/09/06 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 220 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 25/09/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 3-5 m/hora (con 500 mm).

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada:

Al inicio de la visita (10:30) se acaba de reiniciar la perforación del emboquille (con 550 mm).
A las 18:30 horas, en comunicación telefónica con Carmen Gómez, me informa de que se acaba de terminar la perforación de 24 metros de emboquille por lo que se procederá a continuación a la entubación con tubería de 500 mm.

Estado de la perforación:

Se revisa la instalación preparada para la adición de bentonita al agua de perforación. Se utiliza bentonita SÜD CHEMIE ESPAÑA (YUNCOS, TOLEDO). Para su dosificación se añade con ayuda de un depósito que comunica con el fluido de perforación en movimiento hacia la perforación.
Para controlar la consistencia de los lodos durante la perforación, esta asistencia técnica aporta a la obra un cono de Marsh y su dosificador para realizar varias mediciones diarias que se reflejarán en los parte de perforación de la constructora y la a.t.
También se realizarán mediciones de pH y conductividad de los fangos periódicamente así como algún ensayo de densidad de los mismos. (tomaremos alguna muestra durante la perforación.
Dado que todavía no se ha tocado nivel toda el agua aportada al pozo se suministra con cuba; se toma pH y conductividad de la misma (9,1 y 403 microsiemens). Una vez creada la mezcla se vuelve a medir arrojando 10,0 y 730 uSm.
El primer ensayo de consistencia da un valor muy bajo 16 sg,. Por la tarde, con casi 24 metros perforados, se obtiene un valor de 26,78 sg.

CONSULTORES

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

Características hidrogeológicas:
Con las mediciones de conductividad realizadas por la constructora por la tarde, se observa un claro aumento de la conductividad (de 730 a 1065 uSm). Este aumento es acorde con lo observado durante la testificación geofísica en los primeros metros.

Reconocimiento de las muestras obtenidas:

Se observa como se está perforando sobre los conglomerados cementados más superficiales aunque también se aprecian, aparentemente más niveles arenosos rojizos.

Perforación en 8 metros. Véase la balsa de fangos ya en funcionamiento.

CONSULTORES

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

Dosificador de bentonita al circuito.

Ensayo de consistencia con el cono de Marsh.

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: 28 de septiembre de 2006	**Nº**
Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN: Camarles (Tarragona)**	**PROF.: 30 m**
PERFORACIÓN **INICIO:** 25-9-2006 **SISTEMA: Rotación a circulación inversa** **DIAMETRO:** 500 y 311 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC.

Profundidad alcanzada:

A las 18:30 se han perforado 30 metros. A los 24 m se ha entubado el sondeo con tubería de diámetro 350 mm por haber sido imposible introducir la de 500 mm.

Por debajo de los 24 m se pasa a perforar con diámetro de 311 mm.

Estado de la perforación

Se está perforando con tricono. La velocidad de avance apreciada es bastante lenta.

La conductividad de los lodos bentoníticos con la perforación en 30 m (se extraen unas arcillas o margas amarillentas) es de 2970 microsiemens/cm.

El ensayo de consistencia de los lodos bentoníticos da un valor de 19" un poco bajo por haber añadido agua a la balsa recientemente.

Fdo.: Jesus Serrano Morata

CONSULTORES

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

Sondeo de Camarles en 30 m.

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 29 de septiembre de 2006		**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.805.03	**POBLACIÓN: Camarles**	**PROF.: 175 m**
PERFORACIÓN **INICIO:** 30/08/06 **DIAMETRO: 600 /300** mm	**SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Profundidad alcanzada: A las 12:00 horas se llevaban perforados 86 m.

Estado de la perforación: Se está perforando con el tricono de 300 mm. La velocidad es de unos 3-4 m/h.

Se comprueba la conductividad y el pH de los lodos bentoníticos a los 86 metros. La Ce=3160 µS/cm y el pH= 8,5.

El ensayo de consistencia de los lodos ha dado 19".

Columna litológica:

De 0 m a 3 m: Relleno antrópico (antigua escombrera).

De 3 m a 9 m: Grava arenosa gruesa, de color naranja, con niveles cementados.

De 9 m a 12 m: Grava con matriz arcillosa marrón clara.

De 12 m a 17 m: Grava poligénica arenosa blancuzca, con pasadas de arena.

18 m: Arcilla gris con bastante grava.

De 19 m a 36 m: Limo arcilloso marrón con algo de grava.

37 m: Gravas poligénicas sueltas. Centilo de 2 cm.

De 38 m a 39 m: Arenisca marrón.

De 39 m a 49 m: Arcilla limosa con pasadas de grava y arena.

CONSULTORES

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

De 49 m a 51 m: Arena limosa marrón con bastante grava.

De 51 m a 60 m: Arenas, pero no se puede recoger la muestra con el cazo tomamuestras debido al tamaño de la arena (pasa a través del cazo).

De 60 m a 63 m: Limo arcilloso, marrón claro, con algo de grava.

De 63 m a 73 m: Arenas, pero no se puede recoger la muestra con el cazo tomamuestras debido al tamaño de la arena (pasa a través del cazo).

De 73 m a 79 m: Margas bituminosas con niveles más carbonosos.

De 79 m a 86 m: Arcilla margosa gris.

Últimas muestras recogidas

CONSULTORES

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

Perforación

Fdo.: Elena Gómez

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

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

FECHA: 17/10/06 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 52 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 25/09/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 y 300 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Estado de la perforación:

Se retoma la perforación con la incorporación de dos nuevos miembros al equipo de perforación: D. Florentino Sánchez en calidad de especialista en perforación con rotación a circulación inversa y D. Francisco Belijar como nuevo sondista. Se inician los trabajos a las 15:45 horas.
Dado que anteriormente se había producido un desprendimiento alrededor de los 40 metros, coincidiendo con el inicio de los niveles de arenas, se decide continuar con la perforación añadiendo bentonita directamente al taladro perforado y mezclándola en el dosificación. Se aportan 26000 litros de agua y 2400 kg de bentonita con lo que se consigue una consistencia muy alta (cono de Marsh 1´ 45"). De esta manera se empieza a introducir varillaje hasta 52 metros. (19:00 horas).
A las 20:00 horas, el jefe de obra se pone en contacto con esta a.t. comentando que atravesando la zona de arenas de los 52-55 metros, la consistencia de la bentonita ha bajado bruscamente, a pesar de estar aportando más sacos a la perforación provocando nuevamente el desprendimiento de las paredes de la perforación.

Características hidrogeológicas:
En el entorno de los 50 metros se registra un aporte de caudal suficiente para impedir el sostenimiento de la perforación con bentonita. Según medición realizada por el jefe de obra, la conductividad del lodo es superior a 6000 microsiemens por lo que parece un aporte de agua salobre.

CONSULTORES

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

Propuesta para continuación del sondeo.

La empresa constructora realiza la siguiente propuesta para la continuación de la perforación:

Iniciar un nuevo intento de perforación, perforando un emboquille similar al anterior (24 metros con diámetros 500).

Seguir con la perforación en un diámetro de 400 mm hasta los 84 metros para aislar los niveles arenosos que provocan el derrumbamiento de la perforación mediante la entubación con tubería de 350 mm.

Continuar hasta 175 m con diámetro 300 y entubar finalmente con 180 mm y el correspondiente empaque de grava.

Se comunica esta propuesta a la Directora de Obra aceptando la misma.

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: 18/10/2006 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09-805-03 **POBLACIÓN:** Camarles **PROF.: 3 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 18-10-2006 **SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA
DIAMETRO: 500 Y 300 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC (Equipo rotación a circulación inversa.

Profundidad alcanzada: A las 16:45 del 18/10/06 se han perforado 3 m con la varilla helicoidal. El avance es muy lento por la existencia de una supuesta costra calcárea.

JESÚS SERRANO MORATA

Emboquillando en Camarles (18-10-2006)

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 24/10/06 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 52 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 218/10/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 y 300 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 2-3 m/hora

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación:

Equipo de rotación a circulación inversa de SACYR MICROTEC

Estado de la perforación:

A las 9:30 horas, se llevan perforados 140 m, claramente dentro de los conglomerados poligénicos; se está trabajando durante las 24 horas ya que siguen en la obra dos equipos de sondistas y peón. El avance es muy lento; a las 16:00 horas se llevan perforados 147 metros. A las 21:30 horas, el jefe de obra me comunica telefónicamente que llevamos 156 metros perforados y que se va a seguir perforando toda la noche para poder terminar en dicho turno y extraer el varillaje y testificar por la mañana.
Se ha entubado con tubería de 350 mm hasta los 92 metros y, previamente, se entubaron los primeros 24 metros con tubería de 500 mm para aislar los conglomerados cementados superficiales.

Características hidrogeológicas:

En esta zona ya no es necesario el aporte de agua debido a la gran cantidad existente en la perforación.

Columna litológica atravesada:

0-18 m. Conglomerados poligénicos con cemento calcáreo y algún nivel arcilloso.
18-35 m. Limo arcilloso marrón con bastante grava media-fina.
36-38 m. Conglomerado poligénico con matriz arenosa.
39-41 m. Arenisca marrón de grano medio.
42-51 m. Limo arcilloso marrón con cementaciones localizadas (caliches).
52-54 m. Arena media.
55-58 m. Arcilla limosa marrón con arena.
59-61 m. Arena media.

CONSULTORES

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

62-68 m. Arcilla marrón con clastos poligénicos.
69-77 m Arcilla limosa marrón.
78-96 m. Margas bituminosas oscuras con niveles carbonosos.
96-150 m. Alternancia de conglomerados poligénicos con matriz arenolimosa marrón y conglomerados poligénicos, predominantemente calcareos, con cemento calcáreo.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

CONSULTORES

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: 19 y 20 /9/2006 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN: CAMARLES** **PROF.:**

PERFORACIÓN
INICIO: 30/8/2006 **SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA
DIAMETRO: 500 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 12 m/h

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC Equipo de Rotación a circulación inversa.

Profundidad alcanzada: El 19-9-06 a las 19:00 se han perforado 156 m con diámetro de 500 mm.

El 20-9-06 a las 10:00 se han perforado 160m

Estado de la perforación:

El 20-9-06 a las 9:00 se está procediendo a desencallar el varillaje debido a los derrumbes registrados en el interior del sondeo durante la parada nocturna. La liberación es lenta y costosa.

Se decide continuar la perforación para llegar por debajo de la profundidad prevista para la aparición del acuífero carbonatado mesozoico y si no se alcanza este nivel dar por finalizado el sondeo como punto de control de los niveles poligénicos terciarios que según lo comunicado por Carlos Loaso son de gran interés.

La entubación definitiva se realizará con tubería de 180 mm y se rellenará el espacio anular con la grava silícea utilizada de forma habitual en la obra o si fuera posible algo más fina para evitar la entrada de la arena en el sondeo.

Con el fin de caracterizar el nivel de materiales poligénicos atravesado en la perforación y decidir la ubicación correcta de los tramos de filtro y que coincidan con los tramos aportantes se decide realizar testificación geofísica del sondeo.

Para evitar el derrumbe de las paredes del sondeo hasta la realización de la testificación geofísica se propone al jefe de obra continuar con la perforación hasta la llegada del equipo.

CONSULTORES

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

Tras perforar 174 m de profundidad por vía telefónica se me comunica que por el gran riesgo de que la sarta de perforación quede atrapada en el fondo del sondeo y debido a que se ha alcanzado lo que considerábamos la profundidad mínima a alcanzar (170 m) se propone dar por finalizado el sondeo.

A pesar de la sugerencia de continuar con la perforación algunos metros más debido a que el equipo de sondistas continúa con sus temores al atasque del varillaje se decide extraer el varillaje hasta una profundidad "segura" y que con anterioridad a la realización de la testificación volver a perforar lo que se haya derrumbado y continuar con la perforación hasta la llegada del equipo de testificación (previsto para el mediodía del 21-9-06). Como esta opción tampoco es del agrado del equipo de sondistas en principio y como última decisión se decide extraer el varillaje con el compromiso de que si las sondas de testificación no bajan por debajo de los 120 m (principal aporte observado) se deberá limpiar el sondeo hasta la profundidad de perforación que se ha alcanzado.

Me surge una duda que os quiero transmitir. ¿Qué pasará cuando bajemos al Delta y tengamos una columna de metros y metros de arena suelta?

Fdo. Jesús Serrano Morata.

CONSULTORES

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: 25 /10/2006 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.805.03 C **POBLACIÓN: CAMARLES** **PROF.: 170 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 18/10/2006 **SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA
DIAMETRO: 500 mm y 300 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 2 m/h (últimos metros)

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC Equipo de Rotación a circulación inversa.

Profundidad alcanzada: Se han perforado 170m

Estado de la perforación: Finalizada.

Testificación:

Comienza a las 8:00 y finaliza a las 10:00. De la observación de las diagrafías deduce lo siguiente:

- La sonda de testificación desciende hasta los 160 m.
- El salto de los 97 m se debe a que el sondeo está entubado hasta esa profundidad.
- Existe un importante aporte a los 140 m y otros menores desde 140 a 150 m.
- Otro aporte menos claro enre 110 y 120 m.
- La conductividad del agua es de aproximadamente 6200 microsiemens/cm y a partir de los 140 se incrementa hasta los 6500 máximo en el metro 150.
- El sondeo se ha inclinado unos 2º.

Entubación:

El sondeo está entubado con tubería de 500 mm de diámetro hasta los 24 m y de diámetro de 350 mm hasta los 94 m. Además tiene una tubería de emboquille de 600 mm de diámetro que se va a intentar extraer.

Con los datos disponibles de la perforación y especialmente del registro geofísico se decide la siguiente entubación. .

De 0 – 110 m: Tubería de 180 mm ciega

De 110 a 122 m: Filtro de puentecillo de 180 mm.

CONSULTORES

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

De 122 a 140 m: Tubería de 180 mm ciega

De 140 a 152 m: Filtro de puentecillo de 180 mm.

De 152 a 170 m: Tubería de 180 mm ciega

Durante el 25-10-2006 se introduce la tubería hasta los 170 m (los últimos metros se han hincado en el terreno desprendido.

Acondicionamiento

El espacio anular entre el terreno y la tubería de 180 mm desde el metro 94 hasta el metro 170 se rellenará con gravilla silícea.

El espacio entre las tuberías de 500 y 350 mm y entre la tubería de 350 mm y la de 180 mm se rellenará con hormigón, lo que no esté ya relleno por la decantación de la bentonita.

Fdo. Jesús Serrano Morata.

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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 noviembre de 2006		**Nº pag.:**
Nº SONDEO: P-09.805.03	**POBLACIÓN: Camarles**	**PROF.: 170 m**
PERFORACIÓN **INICIO:** 18/10/2006 **DIAMETRO:** 500 y 300 mm	**SISTEMA:** ROTACIÓN A CIRCULACIÓN INVERSA	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

El 14 de noviembre de 2006, el nivel estático del piezómetro A de Camarles (único piezómetro que se puede medir) está en 8,09 metros.

Piezómetro A

CONSULTORES

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

Piezómetro B

Piezómetro C

CONSULTORES

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

ISO 9001 ISO 14001 EMAS

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

FECHA: 03/04/07 **Nº pag.:**

Nº SONDEO: P-09.305.03 **POBLACIÓN:** Camarles (Tarragona). **PROF.: 220 m**

PERFORACIÓN
INICIO: 30/08/06 **SISTEMA:** ROTACION A CIRCULACION INVERSA
DIAMETRO: 500 mm (17,5 “)

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Se ha medido el nivel de la primera perforación realizada en esta zona. Se introduce la sonda por un lateral del emboquille.
Nivel a las 11:30 h: 8,60 m.
Sigue en el emplazamiento el acopio de tubería y de bentonita. La arqueta que se debía colocar ha desaparecido.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO

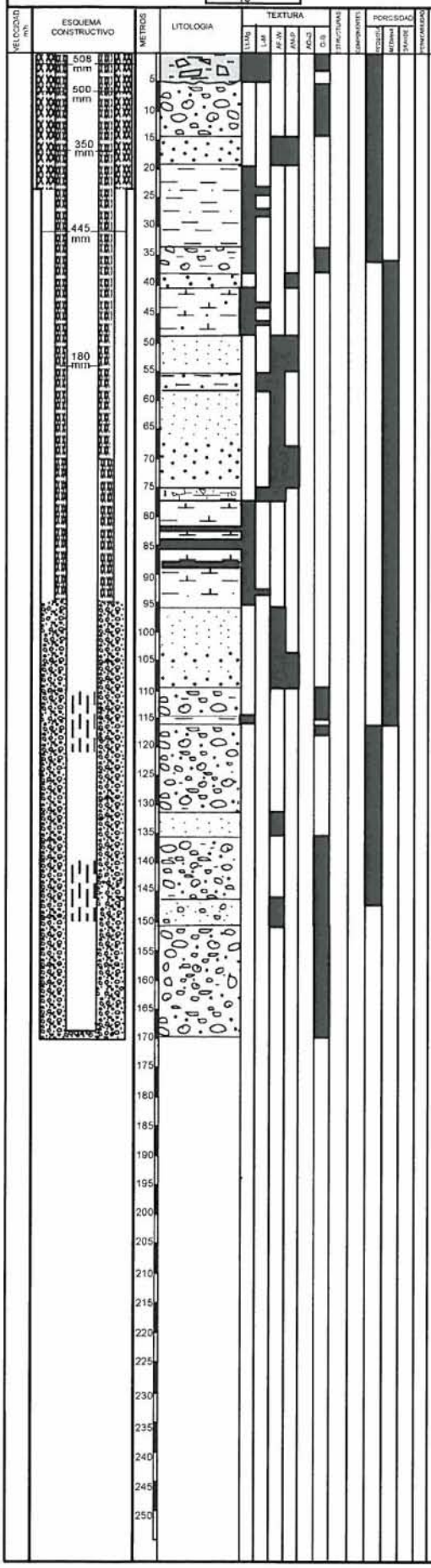
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DE SONDEOS

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

CÓDIGO IPA:	3320-3-0048
CÓDIGO MMA:	(09.805.03C
MUNICIPIO:	CAMARLES
PROVINCIA:	TARRAGONA
PARAJE:	
HOJA Nº	33-10
COORDENADAS UTM HUSO 31	302.612 / 4.515.751 / 10
PRECISIÓN (X,Y)	GPS
PRECISIÓN Z:	GPS
FECHA INICIO:	21/07/2005
FECHA FINAL:	22/07/2005
AUTOR FICHA:	Javier Ramajo



MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO	DESCRIPCIÓN
	1		Q	0-5 m. Relleno antrópico
	2			5-14 m. Conglomerados de color gris a pardo oscuro cementados. Se trata de conglomerados de clastos calcáreos y algunos cuarcíticos, subredondeados a redondeados con matriz arcillo limosa y cemento calcáreo (caliche?)
	3			14-18 m. Areniscas grises de grano fino, sublitoarenitas con cemento calcáreo.
	4			18-34 m. Arcillas marrones con manchas grises y tramos pardos algo limosos.
	5			34-38 m. Conglomerados poligénicos de matriz arcillosa
	6			38-41 m. Areniscas pardas de grano fino a medio
	7			41-49 m. Margas limosas y arcillosas de color gris pardo a marrón con manchas de oxido-reducción, de tonos rojos a grises.
	8			49-75 m. areniscas de tono marrón a pardo de grano medio a fino con una intercalación de limolitas y areniscas de grano fino entre los metros 56 y 58. Se trata de litoarenitas a sublitoarenitas con granos de fragmentos de rocas (calizas), cuarzo, feldepato y escasas micas. Presentan cemento calcáreo
	9			75-77 m. Costra calcárea, caliche con brechas carbonatadas.
	10			77-97 m. Margas grises a pardas plasticas y con niveles de aspecto carbonoso
	11			97-109 m. Areniscas marrones pardas de grano fino a medio Se trata de sublitoarenitas a litoarenitas algo fracturadas, con pátinas rojizas y cemento carbonatado, que hacia la parte inferior del tramo aumentan su tamaño de grano
	12			109-170 m. Conglomerados poligénicos de tonos ocres a pardos Se trata de conglomerados de carácter poligénico formados por granos de calizas y en menor medida cuarcitas y areniscas, de redondeados a subredondeados, con matriz limosa hacia la parte superior y cemento carbonatado en la parte media e inferior del tramo. Se han observado de niveles de areniscas de tamaño de grano fino de tono ocres similares a las cortadas en otros tramos del sondeo. En la parte inferior se observa la presencia de restos de fósiles de gasterópodos marinos, lo que indica el carácter deltaico de estos depósitos

Unidad Poligénica del Delta del Ebro

Plioceno-Cuaternario

MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA

Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

PIEZÓMETRO Nº 3220-3-0048
(09.805.03 C)

CAMARLES (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 realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de Camarles (Tarragona) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de "Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro" del IGME.

El sondeos tiene 170 metros de profundidad perforados a rotación inversa con un diámetro inicial de 600 mm hasta el metro 10; 508 mm hasta el metro 24, y 445 mm desde ahí hasta el final.

La entubación se ha efectuado, con tubería auxiliar de 600 mm en los primeros 3 metros, y otra menor más interna desde el comienzo hasta metro 24 con un diámetro de 500 mm; siendo necesario introducir una tercera desde el inicio hasta el metro 94 con un diámetro de 350. La entubación interior se ha realizado con tubería de 189 mm desde el comienzo hasta le final del sondeo, presentando la siguiente disposición:

0-110: Tubería ciega.
110-122 m: Filtro Puente.
122-140 m: Tubería ciega.
140-152 m: Filtro Puente.
152-170 m: Tubería Ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras únicamente son significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagrafías 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 3220-3-0048 y 09.805.03C, respectivamente, se localizas a unos 500 metros al SW de la población, en una parcela triangular, correspondiente según el catastro al Polígono 13, Parcela 9006, colindante con el instituto de Camarles (fig. 1).

Las coordenadas UTM son las siguientes:

X: 302.612 Y: 4.515.751 Z: 10 m.s.n.m.

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

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del cuaternario correspondientes a depósitos de cono de deyección, que se han denominado Q_2Cd en la cartografía geológica MAGNA de la hoja 522, (Tortosa). Estos depósitos se encuentran recubriendo los materiales más recientes que conforma al delta del ebro de edad Holocena, que han recibido la denominación de Q_2 en la cartografía geológica. Estas unidades cuaternarias presentan una disposición l subhorizontal, solo ligeramente deformadas por acción de la neotectónica y la deformación plástica de los materiales lutíticos del Pleistoceno y del Plioceno, tal y como indican (Somoza *et al.*, 1998).

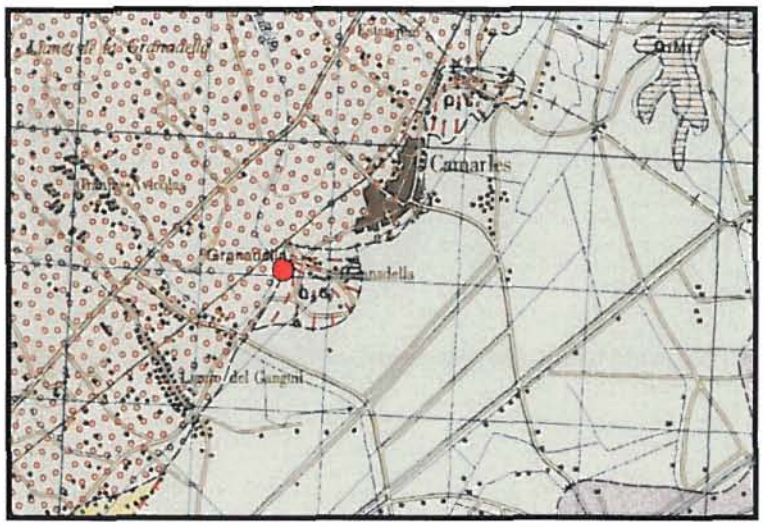


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica de la Hoja Magna-522 (Tortosa).

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra emboquillado según la cartografía geológica de la Hoja Geológica MAGNA (522-Tortosa) sobre materiales atribuidos al depósitos de un cono de deyección y conglomerados relativamente monogénicos que se cortan hasta el metro 15. A partir de ese punto hasta el metro 75 se ha cortado una serie de depósitos de areniscas de tipo sublitoarenitas, con intercalaciones de niveles margosos, lutíticos o incluso conglomeráticos, que podrían corresponder con depósitos generados por procesos de avulsión, de rellenos de canales inter-distribuitarios y de migración de las barras litorales del delta del Ebro (areniscas y conglomerados); que están interdigitados con depósitos de llanura de deltaica de una menor granulometría (margas y lutitas). A partir del metro 75 y hasta el metro 95 se cortan unas margas grises carbonosas culminadas por un caliche que pueden corresponder a sedimentos de lagunas o charcas efímeras generadas en la llanura de inundación del delta. Entre el metro 95 y hasta el metro 109 se cortan también limos y areniscas similares a las descritas en la parte superior. Todos estos depósitos podrían corresponder a los depósitos generados por el delta holoceno del Ebro (Somoza *et al.*, 1999) si bien en esta área presentan un espesor algo superior al estimado por estos autores, que oscila de entre 50 en el área de Amposta y algo menos de 90 metro en la zona de la desembocadura, debido probablemente a que se encuentren por debajo de los depósitos del cono de deyección y quizás interdigitados con depósitos dístales de los abanicos aluviales procedentes de los relieves cretácico aflorantes al Noroeste de Camarles. De modo general este tramo se podría incluir dentro de la unidad holocena denominada Fangos del Ebro por Arasa (1994, 1996). Por debajo, entre los metros 109 y el final del sondeo se ha cortado una serie de 170 m de conglomerados poligénicos con intercalaciones de niveles de areniscas de tamaño de grano fino, que presentan restos de fósiles marinos (gasterópodos), que pueden corresponder con la unidad de Conglomerados Poligénicos de Aldover, del Pleistoceno medio a superior (Arasa1994, 1996), que son los materiales en donde se ha cortado el agua .

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1
0-5 m. Relleno antrópico

TRAMO 2
5-14 m. Conglomerados de color gris a pardo oscuro cementados. Se trata de conglomerados de clastos calcáreos y algunos cuarcíticos, subredondeados a redondeados con matriz arcillo limosa y cemento calcáreo (caliche).

TRAMO 3
14-18 m. Areniscas grises de grano fino, sublitoarenitas con cemento calcáreo.

TRAMO 4
18-34 m. Arcillas marrones con manchas grises y tramos pardos algo limosos.

MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA
INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

TRAMO 5
34-38 m. Conglomerados poligénicos de matriz arcillosa.

TRAMO 6
38-41 m. Areniscas pardas de grano fino a medio.

TRAMO 7
41-49 m. Margas limosas y arcillosas de color gris pardo a marrón con manchas de oxido-reducción, de tonos rojos a grises.

TRAMO 8
49-75 m. areniscas de tono marrón a pardo de grano medio a fino con una intercalación de limolitas y areniscas de grano fino entre los metros 56 y 58. Se trata de litoarenitas a sublitoarenitas con granos de fragmentos de rocas (calizas), cuarzo, feldespato y escasas micas. Presentan cemento calcáreo

TRAMO 6
75-77 m. Costra calcárea, caliche con brechas carbonatadas.

TRAMO 6
77-97 m. Margas grises a pardas plásticas y con niveles de aspecto carbonoso.

TRAMO 6
97-109 m. Areniscas marrones pardas de grano fino a medio. Se trata de sublitoarenitas a litoarenitas algo fracturadas, con pátinas rojizas y cemento carbonatado, que hacia la parte inferior del tramo aumentan su tamaño de grano.

TRAMO 7
109-170 m. Conglomerados poligénicos de tonos ocres a pardos. Se trata de conglomerados de carácter poligénico formados por granos de calizas y en menor medida cuarcitas y areniscas, de redondeados a subredondeados, con matriz limosa hacia la parte superior y cemento carbonatado en la parte media e inferior del tramo. Se han observado de niveles de areniscas de tamaño de grano fino de tonos ocres similares a las cortadas en otros tramos del sondeo. En la parte inferior se observa la presencia de restos de fósiles de gasterópodos marinos, lo que indica el carácter deltaico de estos depósitos.

REFERENCIAS

ARASA, A. (1994).- Depósitos cuaternarios en el Bajo Ebro: características estratigráficas y deposicionales. *Geogaceta*, 15, 98-101

ARASA, A. (1996). Estratigrafía y sedimentología de los materiales pliocuaternarios del Baix Ebre y sectores adyacentes. *Acta Geológica Hispánica*, v. 30 nº 1-3; 165-168.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 Nº 522-Tortosa.

SOMOZA L., BARNOLAS, A., ARASA, A., MAESTRO, A., REES, J., HERNÁNDEZ-MOLINA, F.J., (1998). Architectural stacking patterns of the Ebro Delta controlled by Holocene high-frequency eustatic fluctuations, delta-lobe switching and subsidence processes. *Sedimentary Geology* 117; 1-2: 11-32.

ANEJO 3
GEOFÍSICA

ANEJO 3

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad	**CAMARLES**
Nº Registro IPA	322030048
Profundidad Sondeo	170 m
Coordenadas UTM	Pozo Piezómetro
X	
Y	
Z	

Fecha Ensayo	19 y 20 de julio de 2007
Nivel estático inicial	6,40
Profund. Aspiración	154 m
Bomba	CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C
Grupo	
Alternador	
Interior tubería impulsión	ϕ 80 mm

Piezómetro (nº IPA)

Profundidad	m
Distancia	0 m
Dirección (norte)	#¡DIV/0! ºE

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min) Total	Duración (min) Parcial	Descenso (m) Total	Descenso (m) Parcial
1	5	600	600	2,03	2,03
2	8,2	606	6	3,78	1,75
3	14	660	54	8,63	4,85
4	20,5	1440	780	16,49	7,86

Síntesis litológica

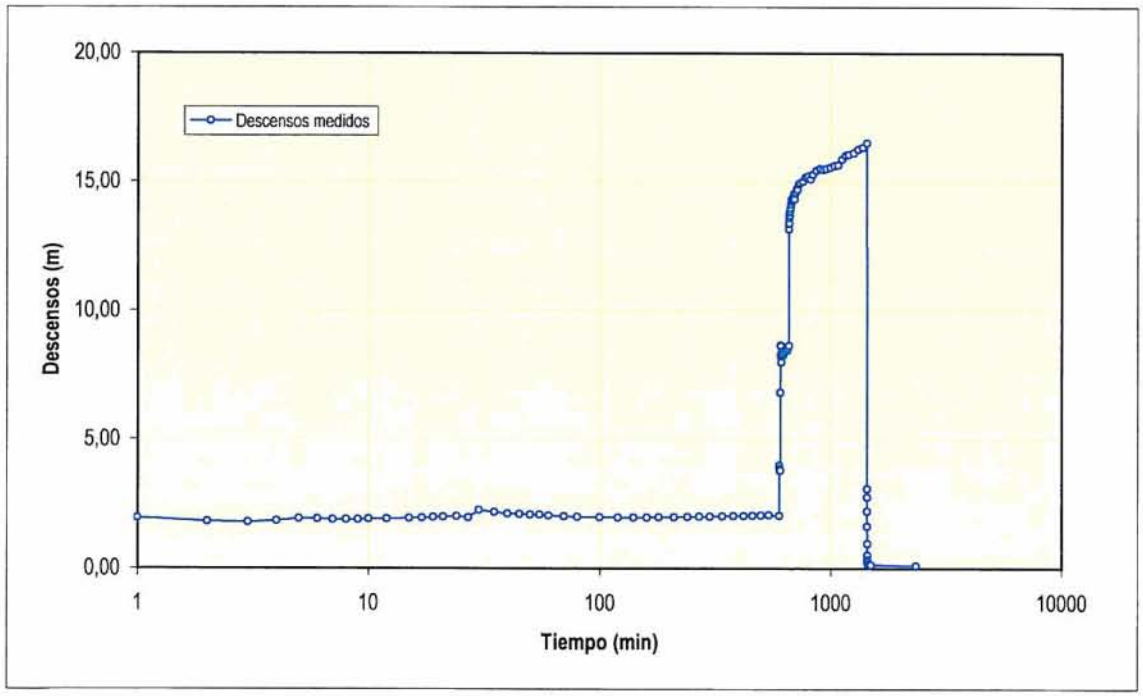
0-3 m Materiales de relleno de naturaleza antrópica.
3-9 m Conglomerados poligénicos.
9-18 m Conglomerados poligénicos con matriz arcillosa de tonos rojizos.
18-35 m Limos y arcillas marrones con pasadas de arenas finas-medias.
35-38 m Conglomerados poligénicos con matriz arcillo-limosa.
38-41 m Arenas de grano fino.
41-51 m Arcillas y limos de tonalidades amarillentas con niveles calcáreos
51-54 m Arenas de tamaño medio.
54-58 m Arcilla limosa marrón con algo de arena.
58-61 m Arena de tamaño medio.
61-68 m Arcillas con clastos poligénicos.
68-77 m Arcilla limosa-arenosa marrón.
77-96 m Margas bituminosas con niveles más carbonosos.
96-170 m Alternancia de conglomerados poligénicos con matriz areno-limosa y conglomerados poligénicos (principalmente calcáreos) y cemento calcáreo.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-3	ϕ 600 mm	0-3	ϕ 600 mm	110-122	4 mm
3-94	ϕ 500 mm	0-24	ϕ 500 mm	140-152	4 mm
94-170	ϕ 300 mm	0-94	ϕ 350 mm		
		0-170	ϕ 180 mm		

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo Profund. (m)	Pozo bombeo Descenso (m)	Piezómetro Profund. (m)	Piezómetro Descenso (m)	Q (l/s)	Observaciones
19/7/07 21:00	0	6,40	0,00	8,27	0,00	0,00	
19/7/07 21:01	1	8,34	1,94			5,00	
19/7/07 21:02	2	8,21	1,81			5,00	Agua muy sucia, color marrón - negruzco.
19/7/07 21:03	3	8,18	1,78			5,00	
19/7/07 21:04	4	8,23	1,83			5,00	
19/7/07 21:05	5	8,32	1,92			5,00	
19/7/07 21:06	6	8,30	1,90			5,00	
19/7/07 21:07	7	8,28	1,88			5,00	
19/7/07 21:08	8	8,28	1,88			5,00	
19/7/07 21:09	9	8,28	1,88			5,00	
19/7/07 21:10	10	8,30	1,90			5,00	
19/7/07 21:12	12	8,30	1,90			5,00	Agua sucia, color marrón claro - amarillento.
19/7/07 21:15	15	8,33	1,93			5,00	
19/7/07 21:17	17	8,34	1,94			5,00	
19/7/07 21:19	19	8,37	1,97			5,00	
19/7/07 21:21	21	8,38	1,98			5,00	Agua turbia, color marrón claro - amarillento.
19/7/07 21:24	24	8,40	2,00			5,00	
19/7/07 21:27	27	8,36	1,96			5,00	
19/7/07 21:30	30	8,64	2,24			5,00	
19/7/07 21:35	35	8,57	2,17			5,00	
19/7/07 21:40	40	8,50	2,10			5,00	
19/7/07 21:45	45	8,49	2,09			5,00	
19/7/07 21:50	50	8,46	2,06			5,00	
19/7/07 21:55	55	8,46	2,06			5,00	
19/7/07 22:00	60	8,43	2,03	8,27	0,00	5,00	
19/7/07 22:10	70	8,40	2,00			5,00	
19/7/07 22:20	80	8,38	1,98			5,00	
19/7/07 22:40	100	8,37	1,97			5,00	

19/7/07 23:00	120	8,35	1,95			5,00	
19/7/07 23:20	140	8,36	1,96			5,00	
19/7/07 23:40	160	8,36	1,96			5,00	
20/7/07 0:00	180	8,37	1,97			5,00	
20/7/07 0:30	210	8,37	1,97			5,00	
20/7/07 1:00	240	8,38	1,98			5,00	
20/7/07 1:30	270	8,39	1,99			5,00	
20/7/07 2:00	300	8,39	1,99			5,00	Agua clara.
20/7/07 2:40	340	8,40	2,00			5,00	MUESTRA 1.
20/7/07 3:20	380	8,41	2,01			5,00	
20/7/07 4:00	420	8,42	2,02			5,00	Cond: 9130 µS/cm pH: 7.4 Tª 21º C
20/7/07 4:40	460	8,43	2,03			5,00	
20/7/07 5:20	500	8,44	2,04			5,00	
20/7/07 6:00	540	8,45	2,05			5,00	
20/7/07 7:00	600	8,43	2,03	8,27	0,00	5,00	Agua clara.
20/7/07 7:01	601	10,38	3,98			8,20	Se enturbia el agua. De color marrón claro.
20/7/07 7:02	602	10,26	3,86			8,20	
20/7/07 7:03	603	10,25	3,85			8,20	
20/7/07 7:04	604	10,17	3,77			8,20	
20/7/07 7:05	605	10,18	3,78			8,20	
20/7/07 7:06	606	10,18	3,78			8,20	
20/7/07 7:07	607	13,21	6,81			14,00	
20/7/07 7:08	608	14,64	8,24			14,00	
20/7/07 7:09	609	15,04	8,64			14,00	
20/7/07 7:10	610	15,01	8,61			14,00	
20/7/07 7:12	612	14,38	7,98			14,00	Agua muy sucia, de color marrón oscuro.
20/7/07 7:15	615	14,75	8,35			14,00	
20/7/07 7:17	617	14,76	8,36			14,00	Agua turbia, color marrón claro - amarillento.
20/7/07 7:19	619	14,79	8,39			14,00	
20/7/07 7:21	621	14,80	8,40			14,00	
20/7/07 7:24	624	14,64	8,24			14,00	Cond: 9470 µS/cm pH: 7.4 Tª 20º C
20/7/07 7:27	627	14,68	8,28			14,00	
20/7/07 7:30	630	14,76	8,36			14,00	
20/7/07 7:35	635	14,86	8,46			14,00	
20/7/07 7:40	640	14,84	8,44			14,00	
20/7/07 7:45	645	14,86	8,46			14,00	
20/7/07 7:50	650	14,84	8,44			14,00	
20/7/07 7:55	655	14,92	8,52			14,00	
20/7/07 8:00	660	15,03	8,63	8,27	0,00	14,00	
20/7/07 8:01	661	19,54	13,14			20,50	Agua sucia, de color marrón claro - amarillento.
20/7/07 8:02	662	19,76	13,36			20,50	
20/7/07 8:03	663	19,78	13,38			20,50	
20/7/07 8:04	664	19,98	13,58			20,50	
20/7/07 8:05	665	20,08	13,68			20,50	
20/7/07 8:06	666	20,15	13,75			20,50	
20/7/07 8:07	667	20,08	13,68			20,50	
20/7/07 8:08	668	20,21	13,81			20,50	
20/7/07 8:09	669	20,26	13,86			20,50	
20/7/07 8:10	670	20,27	13,87			20,50	
20/7/07 8:12	672	20,38	13,98			20,50	Agua sucia, color marrón claro - amarillento.
20/7/07 8:15	675	20,51	14,11			20,50	
20/7/07 8:17	677	20,63	14,23			20,50	
20/7/07 8:19	679	20,70	14,30			20,50	
20/7/07 8:21	681	20,71	14,31			20,50	
20/7/07 8:24	684	20,74	14,34			20,50	
20/7/07 8:27	687	20,72	14,32			20,50	
20/7/07 8:30	690	20,80	14,40			20,50	
20/7/07 8:35	695	20,92	14,52			20,50	
20/7/07 8:40	700	20,71	14,31			20,50	
20/7/07 8:45	705	20,94	14,54			20,50	
20/7/07 8:50	710	20,98	14,58			20,50	
20/7/07 8:55	715	21,12	14,72			20,50	Agua turbia, color marrón claro - amarillento.
20/7/07 9:00	720	21,08	14,68			20,50	MUESTRA 2. Cond: 9920 µS/cm pH: 7.5 Tª 21ºC
20/7/07 9:10	730	21,30	14,90			20,50	Agua turbia, color amarillento.
20/7/07 9:20	740	21,33	14,93			20,50	
20/7/07 9:40	760	21,40	15,00			20,50	

20/7/07 10:00	780	21,56	15,16			20,50	
20/7/07 10:20	800	21,60	15,20			20,50	
20/7/07 10:40	820	21,50	15,10			20,50	
20/7/07 11:00	840	21,67	15,27	8,27	0,00	20,50	
20/7/07 11:30	870	21,82	15,42			20,50	
20/7/07 12:00	900	21,89	15,49			20,50	
20/7/07 12:30	930	21,86	15,46			20,50	
20/7/07 13:00	960	21,90	15,50			20,50	
20/7/07 13:40	1000	21,95	15,55			20,50	
20/7/07 14:20	1040	22,01	15,61			20,50	
20/7/07 15:00	1080	22,03	15,63	8,27	0,00	20,50	Agua turbia, ligero tono amarillento.
20/7/07 15:40	1120	22,26	15,86			20,50	Cond: 13000 µS/cm pH: 7.4 Tª 21º C
20/7/07 16:20	1160	22,41	16,01			20,50	
20/7/07 17:00	1200	22,44	16,04			20,50	
20/7/07 18:00	1260	22,51	16,11			20,50	
20/7/07 19:00	1320	22,64	16,24			20,50	
20/7/07 20:00	1380	22,71	16,31			20,50	
20/7/07 21:00	1440	22,89	16,49	8,27	0,00	20,50	MUESTRA 3. Agua turbia, ligero tono amarillento.
20/7/07 21:01	1441	9,48	3,08			0,00	
20/7/07 21:02	1442	9,15	2,75			0,00	
20/7/07 21:03	1443	8,60	2,20			0,00	
20/7/07 21:04	1444	8,02	1,62			0,00	
20/7/07 21:05	1445	7,35	0,95			0,00	
20/7/07 21:06	1446	6,90	0,50			0,00	
20/7/07 21:07	1447	6,72	0,32			0,00	
20/7/07 21:08	1448	6,65	0,25			0,00	
20/7/07 21:09	1449	6,62	0,22			0,00	
20/7/07 21:10	1450	6,57	0,17			0,00	
20/7/07 21:15	1455	6,54	0,14			0,00	
20/7/07 21:20	1460	6,54	0,14			0,00	
20/7/07 21:25	1465	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 21:30	1470	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 21:35	1475	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 21:40	1480	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 21:45	1485	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 21:50	1490	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 21:55	1495	6,53	0,13			0,00	
20/7/07 22:00	1500	6,53	0,13	8,27	0,00	0,00	
21/7/07 12:00	2340	6,49	0,09	8,27	0,00	0,00	



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA

Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

PIEZÓMETRO Nº 3220-3-0048
(09.805.03 C)

CAMARLES (TARRAGONA)

CORREO
a.azcon@igme.es

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

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Camarles (Tarragona), de 170 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) "Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro", mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

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

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

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

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

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

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

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

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 32-20 (522) Tortosa.
- Término municipal de Camarles (Tarragona). El sondeo, de 170 metros de profundidad, se sitúa está situado a unos 500 metros al SW de la población, en una parcela triangular lindante con el instituto de Camarles.
- Referencia catastral. Polígono 13, Parcela 9006.
- Coordenadas UTM: **USO**: 31T **X**: 302.612 **Y**: 4.515.751 **Z:** 10 msnm.

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

Figura 3. Panorámica dirección este de la ubicación del sondeo. (Fuente: Google Earth).

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en el sector norte de la masa de agua subterránea (m.a.s.) Delta del Ebro (09.105), definida íntegramente sobre la formación que le da nombre. Está constituido por formaciones de piedemonte, abanicos aluviales y depósitos marinos. Las arenas y gravas fluviomarinas aparecen adosadas al sustrato constituido por depósitos poligénicos del Plioceno y piedemontes originados en los relieves mesozoicos situados al E. Sus espesores en las zonas proximales son de 25-30 metros disminuyendo hacia el frente deltáico. Aparecen cuerpos lenticulares, correspondientes a paleocauces, con granulometrías más finas hacia zonas distales. El zócalo está formado por materiales mesozoicos afectados por importantes accidentes tectónicos.

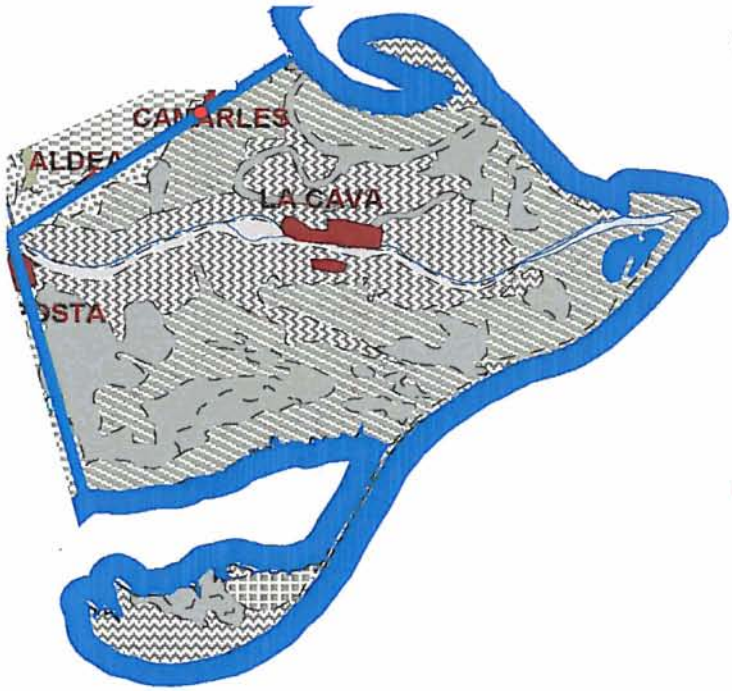


Figura 4. Masa de Agua Subterránea Delta del Ebro (09.105)

Todas las formaciones del delta constituyen un solo sistema hidrogeológico interconectado, de forma que no puede hablarse de diferentes acuíferos, si bien con grandes variaciones en sus parámetros hidrodinámicos. Caben diferenciar:

- Arenas y gravas fluviomarinas: adosadas al sustrato poligénico del Plioceno y piedemonte, con los que presentan continuidad hidráulica y a través de ellos con el Mesozoico. Se localizan en el delta proximal.
- Paleocauces: representan cuerpos de elevada permeabilidad que en general están aislados en un entorno muy lutítico. Su configuración y distribución espacial es imprecisa.
- Diques y áreas de derrame: en conexión directa con el cauce del Ebro, del que se alimentan y al que transmiten las descargas de las formaciones adyacentes. Están formados por arenas con una componente de arcillas y limos variable y creciente en las zonas más alejadas del cauce.

La explotación para arrozales de la llanura deltáica con aguas de los canales del Azud de Cherta condiciona su funcionamiento piezométrico, ya que es el riego el principal suministrador de recursos de esta masa de agua. También tienen un papel importante la transferencia subterránea de las masas adyacentes y, en sentido opuesto, la cuña de agua marina.

En las zonas más proximales del delta existen acequias de drenaje que interceptan buena parte del flujo subterráneo procedente del continente y mantienen un nivel piezométrico en el delta compatible con su explotación.

Apenas se realizan extracciones en esta masa de agua. Toda la zona se abastece de agua superficial procedente de los sistemas de canales y acequias que se distribuyen por el delta del Ebro.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo tiene por objeto monitorizar el acuífero compuesto por los conglomerados poligénicos y está emplazado directamente sobre esa formación.

La perforación se realizó a rotación con circulación inversa y resultó muy problemática debido a la inestabilidad de las paredes. Se realizó un emboquille de 3 m de profundidad, perforado con un diámetro de 600 mm y entubado con tubería metálica ciega de 600 mm de diámetro y 8 mm de espesor.

De 3 m a 24 m se perforó con diámetro de 500 mm y se entubó con tubería metálica ciega de 500 mm de diámetro y 6 mm de espesor. De 24 m a 90 m de profundidad se perforó con diámetro 444 mm y se entubó con tubería metálica ciega de 350 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Con esta entubación se ha conseguido detener los continuos derrumbes provocados por las capas de arenas del tramo entre 50 y 60 metros de profundidad. Los 80 m restantes se perforaron con el martillo de 300 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. La velocidad media de avance durante la perforación fue de 1-2 m/h.

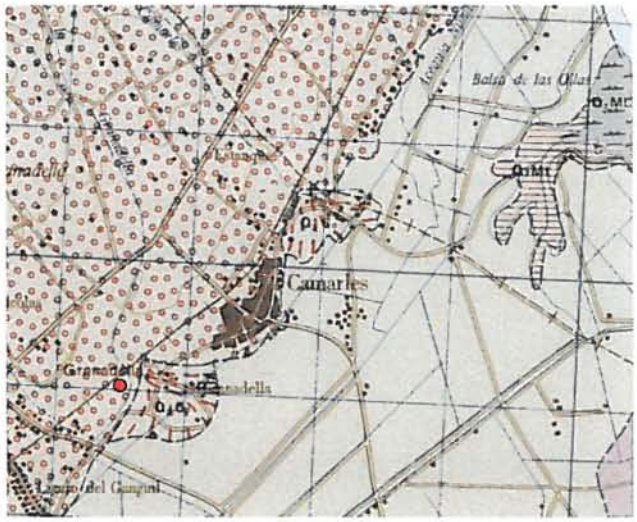


Figura 5. Situación del sondeo en la hoja geológica 522 (Tortosa.)

La columna estratigráfica es la siguiente:

0 - 18 m	Conglomerados poligénicos con cemento calcáreo y algún nivel arcilloso
18 - 35 m	Limo arcilloso marrón con bastante grava media-fina.
35 - 38 m	Conglomerado poligénico con matriz arenosa.
38 - 41 m	Arenisca marrón de grano medio.
41 - 51 m	Limo arcilloso marrón con cementaciones localizadas (caliche).
51 - 54 m	Arena media.
54 - 58 m	Arcilla limosa marrón con arena.
58 - 61 m	Arena media.
61 - 68 m	Arcilla marrón con clastos poligénicos.
68 - 77 m	Arcilla limosa marrón.
77 - 96 m	Margas bituminosas oscuras con niveles carbonosos.
96 -170m	Alternancia de conglomerados poligénicos con matriz arenolimosa marrón y conglomerados poligénicos predominantemente calcáreos.

La totalidad del sondeo se encuentra en la Unidad Poligénica del Delta del Ebro.

La testificación geofísica en base a gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, puso de manifiesto tramos de probables aportes entre 110 y 120 metros, a los 140 m –el más importante– y entre 140 a 150 m. .También habría otro aporte, menos claro, entre 110 y 120 m. El salto de resistividades a los 90 metros de profundidad es debido a la entubación que existe hasta esa profundidad, y no es indicativo de tramo aportante de agua alguno.

La entubación del sondeo quedó como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-3	600	8	Acero al carbono	Ciega
0-24	500	6	Acero al carbono	Ciega
0-90	350	5	Acero al carbono	Ciega
0-110	180	4	Acero al carbono	Ciega
110-122	180	4	Acero al carbono	Puente
122-140	180	4	Acero al carbono	Ciega
140-152	180	4	Acero al carbono	Puente
152-170	180	4	Acero al carbono	Ciega

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 19 de julio de 2007 a las 21:00 horas. El control de niveles se efectuó en el propio pozo de bombeo, y el agua se vertió a un barranco próximo. Para ello, se intercaló dos tubos de PVC entre el sondeo y el aforador Pitot. El nivel estático inicial se situaba a 6,40 m.

El equipo de bombeo consistió en un consistió en un grupo DEUSCH 100KVA 150 CV y bomba de aspiración marca CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, instalada a 154 m. de profundidad. La tubería de impulsión era de 80 mm de diámetro interior.

El ensayo fue escalonado con un caudal inicial de 5 L/seg. que se mantuvo durante diez horas con objeto de limpiar el sondeo. Una hora mas tarde, tras dos breves aumentos de caudal a 8,2 y 14 L/seg, se pasó a bombear 20,5 L/seg que se mantuvo hasta completar 24 horas desde nel inicio, con un descenso total de16,49 m. Una vez finalizado se midió la recuperación durante una hora, al cabo de la cual el déficit de recuperación era de 13 cm.

Caudal (L/seg)	Tiempo (min)	Descenso (m)
5,0	600	2,03
8,2	606	3,78
14,0	660	8,63
20,5	1440	16,49

El agua aclaró a partir de las seis horas de bombeo, pero al aumentar el caudal enturbió bruscamente y no volvió a aclarar totalmente durante el resto de la prueba. Durante el bombeo se tomo datos de pH, temperatura y conductividad, con los siguientes resultados:

Tiempo (min)	Temperatura (ºC)	Conductividad (µS/cm)	pH
420	21	9130	7,4
624	20	9470	7,4
720	21	9920	7,5
1120	21	13000	7,4

También se recogió muestras de agua a 340, 720 y 1440 minutos, para su análisis, con los siguientes resultados:

	Minuto 340	Minuto 720	Minuto 1440
CL^-	2809.17 mg/l	2958.51 mg/l	1927.30 mg/l
$SO_4^=$	396 8 mg/l	422.4 mg/l	247.9 mg/l
CO_3H^-	145.70 mg/l	137.13 mg/l	128.56 mg/l
$CO_3^=$	<5 mg/l	<5 mg/l	<5 mg/l
NO_3^-	1.047 mg/l	<1 mg/l	1.068 mg/l
Na^+	1279.01 mg/l	1239.39 mg/l	874 54 mg/l
Mg^{++}	182.25 mg/l	186.29 mg/l	125.18 mg/l
Ca^{++}	288.81 mg/l	380.85 mg/l	195.37 mg/l
K^+	16 02 mg/l	20.08 mg/l	10.66 mg/l
NO_2^-	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l	<0.04 mg/l
NH_4^-	<0.04 mg/l	<0 04 mg/l	<0.04 mg/l
Boro	0.16 mg/l	0.16 mg/l	0.09 mg/l
Fosfato	<0.05 mg/l	0.07 mg/l	0.18 mg/l
SiO_2	3.64 mg/l	2.54 mg/l	3.63 mg/l
Hierro	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l
Manganeso	<0.04 mg/l	<0 04 mg/l	<0.04 mg/l

INTERPRETACIÓN

La forma de las curvas de descensos y recuperación no permite asignar un comportamiento inequívoco, por cuanto la primera sugiere inexistencia de estabilización, aparentemente compatible con la solución de Theis, en tanto que la rápida recuperación de niveles tras el cese del bombeo sugiere semiconfinamiento con alto valor de r/B.

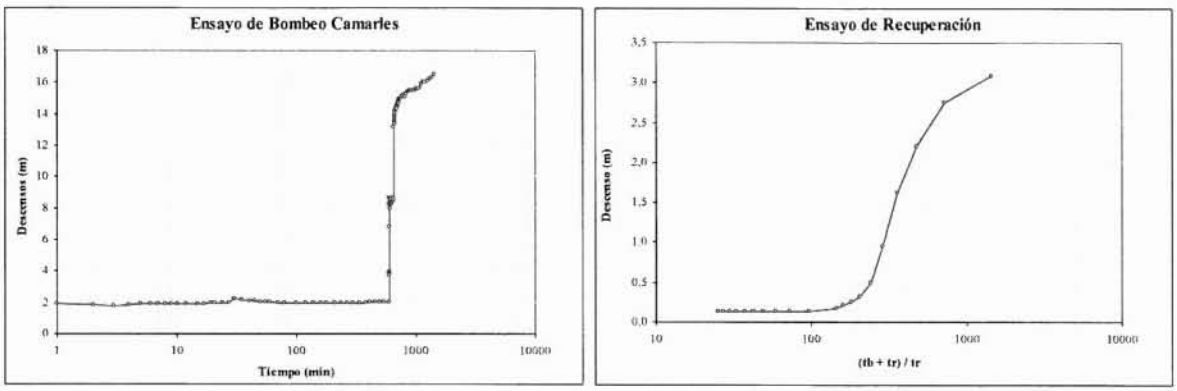


Figura 6 y 7. Curvas de descenso-tiempo en bombeo y recuperación.

Ante la incertidumbre, el ensayo se ha interpretado tanto por métodos basados en la aproximación logarítmica, y en la calibración prueba-error (metodo directo) con las soluciones de Theis y Hantush.

Aproximación logarítmica (Métodos de Jacob y Lee)

Se ha identificado dos posibles tramos rectilíneos: uno correspondiente al final del primer escalón, y el otro al último escalón. En el primer caso es posible aplicar el método de Jacob, en tanto que en el último esto no es posible debido a que hasta ese escalón el bombeo no ha sido, obviamente a caudal constante, por lo que habría que corregir la escalas de tiempos. Por este motivo se ha aplicado el método de Jacob al primer escalón y el de Lee al último, ya que este método incluye esta corrección.

El método de Lee para bombeos escalonados se basa en la representación del descenso específico en función del tiempo de bombeo corregido:

$$\frac{s}{Q_i} \quad \text{vs} \quad \sum_{1}^{i} \frac{\log(\Delta t_i)\Delta Q_i}{Q_i}$$

donde Q_i es el caudal del escalón i, ΔQ_i el incremento de caudal respecto al escalón precedente, y Δt_i el tiempo trascurrido desde del inicio del escalón i. La transmisvidad viene dada por la expresión:

$$T\ (m^2/día) = 0{,}183\ .\ \Delta m$$

Donde Δm es la pendiente de la recta ajustada en esa representación.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 8 y 10, y son coherentes entre sí.

En las figuras 9 y 11 se muestra la simulación de los niveles mediante la solución de Theis con la transmisividad obtenida y valor de r^2.S tanteado para conseguir la mejor calibración posible. Los resultados son aceptables, mejor los correspondientes al método de Lee; si bien, en ambos casos, queda sin calibrar los descensos posteriores al minuto 1000, lo que sugiere la presencia de barreras o incremento de caudal no detectada durante el ensayo.

Sin embargo, en ningún caso los parámetros obtenidos justifican la recuperación observada.

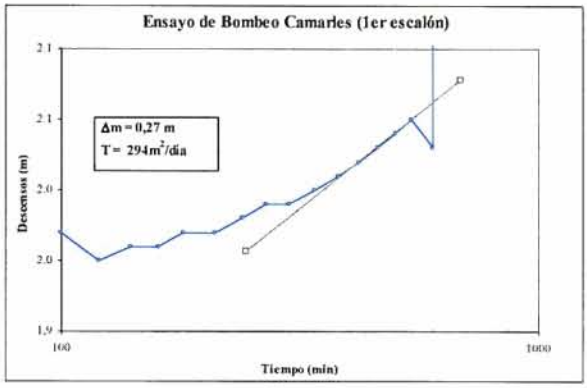


Figura 8

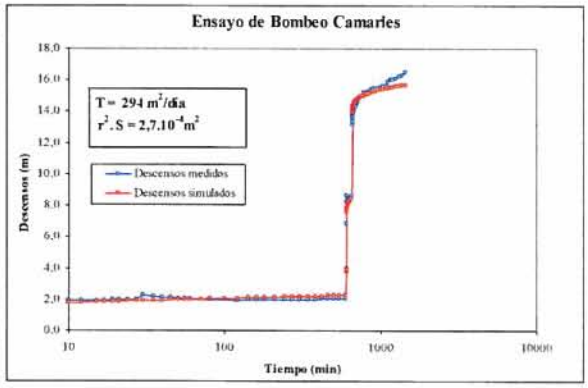


Figura 9

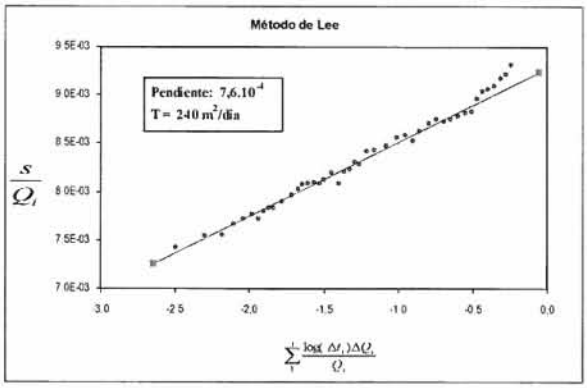


Figura 10

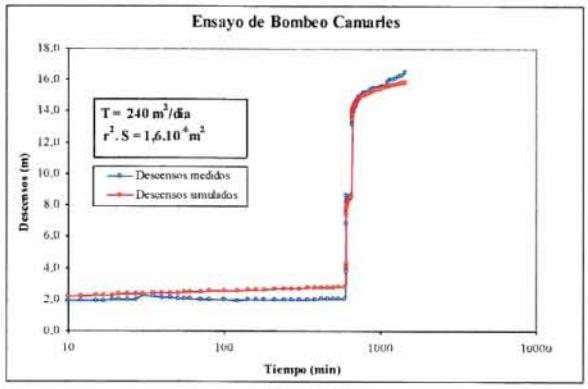


Figura 11

Método directo

No se ha conseguido calibrar con el mismo método simultáneamente descensos y recuperaciones. Así, con la solución de Theis se ha conseguido una correcta calibración de los descensos (figura 14), pero no la recuperación. Para ello se ha requerido admitir la existencia de barreras impermeables a una distancia próxima a 960 metros.

Recíprocamente, con la solución de Hantush sólo se ha conseguido simular la recuperación -de manera poco satisfactoria- con valores de la transmisividad netamente inferiores, en tanto que los valores del coeficiente de almacenamiento que se deduce del valor de r^2.S son absurdos por ser mayor que la unidad.

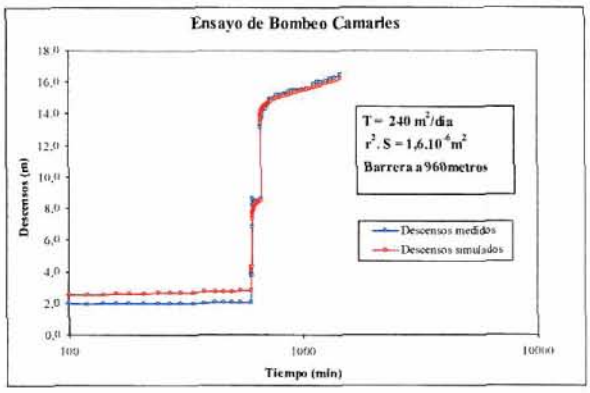


Figura 12

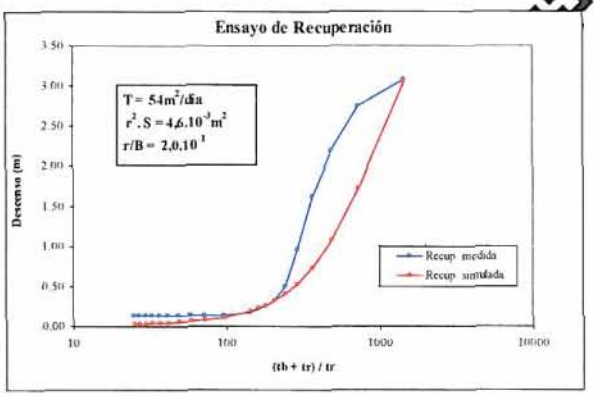


Figura 13

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenido se sintetizan en el siguiente cuadro:

Metodo de interpretación	Transmisividad m^2/dia	r2.S m2	r/B	Δ h m
Aproximación logaritmica (Método de Lee)	240	--	--	7,6E-04
Aproximación logaritmica de Jacob (1 er escalón)	290	--	--	0,27
Aproximación logaritmica Recuperación Theis	50	--	--	6,50
Simulación bombeo (Theis)	240	1,6E-06	--	--
Simulación Recuperación (Hantush)	54	4,6E-03	2,0E-01	--

La calibración mas satisfactoria es la correspondiente a la simulación del bombeo mediante la solución de Theis.

Transmisividad: 240 m^2/día.
r^2.S: $1,6.10^{-6}$ m^2.

Para esa calibración se ha requerido admitir la existencia de unas supuestas barreras hidrogeológicas situadas a 960 metros de distancia.

Las pérdidas de carga en el sondeo responden a la expresión:

$$3,6.10^{-9}.Q(m^3/d)^{2,8}$$

El fenómeno mas destacable en es la imposibilidad de calibrar satisfactoriamente la recuperación, lo que posiblemente refleje un modelo conceptual de funcionamiento mucho mas complejo que el adoptado.

ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Camarles (Tarragona)**
Hoja MTN **32-20 (522) Tortosa**

			Longitud	Latitud	Cota
Nº de Inventario Pozo de bombeo:	**3220-3-0048**	Coordenadas sondeo:	**302612**	**4515751**	**10**
Nº de Inventario Piezómetro:	-----	Coordenadas Piezómetro:			
Profundidad del sondeo:	**170 m**	Distancia del piezómetro:			
Nivel estático:	**6,40 m**	Toponimia./Ref.Catastral.	**Polígono 13, parcela 9006**		
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	**96 m**				
Profundidad muro Fm acuífera (m)	**170 m**	Fecha ensayo:	**19 de julio de 2007**		
Longitud del filtro (Screen lenght)	**24 m**	Bomba:	**CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**		
Φperforación (annulus diameter)	**500 mm**	Grupo :	**DEUSCH 100KVA 150 CV**		
Φ pantalla (casing diameter)	**180 mm**	Profundidad bomba:	**154 m**		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
21:00	0	0	6,40	0			
21:01	5	1	8,34	1,94			
21:02	5	2	8,21	1,81			Agua muy sucia, color marrón - negruzco.
21:03	5	3	8,18	1,78			
21:04	5	4	8,23	1,83			
21:05	5	5	8,32	1,92			
21:06	5	6	8,30	1,90			
21:07	5	7	8,28	1,88			
21:08	5	8	8,28	1,88			
21:09	5	9	8,28	1,88			
21:10	5	10	8,30	1,90			
21:12	5	12	8,30	1,90			Agua sucia, color marrón claro - amarillento.
21:15	5	15	8,33	1,93			
21:17	5	17	8,34	1,94			
21:19	5	19	8,37	1,97			
21:21	5	21	8,38	1,98			Agua turbia, color marrón claro - amarillento.
21:24	5	24	8,40	2,00			
21:27	5	27	8,36	1,96			
21:30	5	30	8,64	2,24			
21:35	5	35	8,57	2,17			
21:40	5	40	8,50	2,10			
21:45	5	45	8,49	2,09			
21:50	5	50	8,46	2,06			
21:55	5	55	8,46	2,06			
22:00	5	60	8,43	2,03			
22:10	5	70	8,40	2,00			
22:20	5	80	8,38	1,98			
22:40	5	100	8,37	1,97			
23:00	5	120	8,35	1,95			
23:20	5	140	8,36	1,96			
23:40	5	160	8,36	1,96			
0:00	5	180	8,37	1,97			
0:30	5	210	8,37	1,97			
1:00	5	240	8,38	1,98			
1:30	5	270	8,39	1,99			
2:00	5	300	8,39	1,99			Agua clara.
2:40	5	340	8,40	2,00			MUESTRA 1.
3:20	5	380	8,41	2,01			

MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA
INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
4:00	5,0	420	8,42	2,02			Cond: 9130 µS/cm pH: 7.4 Tª 21º C
4:40	5,0	460	8,43	2,03			
5:20	5,0	500	8,44	2,04			
6:00	5,0	540	8,45	2,05			
7:00	5,0	600	8,43	2,03			Agua clara.
7:01	8,2	601	10,38	3,98			Se enturbia el agua. De color marrón claro.
7:02	8,2	602	10,26	3,86			
7:03	8,2	603	10,25	3,85			
7:04	8,2	604	10,17	3,77			
7:05	8,2	605	10,18	3,78			
7:06	8,2	606	10,18	3,78			
7:07	14,0	607	13,21	6,81			
7:08	14,0	608	14,64	8,24			
7:09	14,0	609	15,04	8,64			
7:10	14,0	610	15,01	8,61			
7:12	14,0	612	14,38	7,98			Agua muy sucia, de color marrón oscuro.
7:15	14,0	615	14,75	8,35			
7:17	14,0	617	14,76	8,36			Agua turbia, color marrón claro - amarillento.
7:19	14,0	619	14,79	8,39			
7:21	14,0	621	14,80	8,40			
7:24	14,0	624	14,64	8,24			Cond: 9470 µS/cm pH: 7.4 Tª 20º C
7:27	14,0	627	14,68	8,28			
7:30	14,0	630	14,76	8,36			
7:35	14,0	635	14,86	8,46			
7:40	14,0	640	14,84	8,44			
7:45	14,0	645	14,86	8,46			
7:50	14,0	650	14,84	8,44			
7:55	14,0	655	14,92	8,52			
8:00	14,0	660	15,03	8,63			
8:01	20,5	661	19,54	13,14			Agua sucia, de color marrón claro - amarillento.
8:02	20,5	662	19,76	13,36			
8:03	20,5	663	19,78	13,38			
8:04	20,5	664	19,98	13,58			
8:05	20,5	665	20,08	13,68			
8:06	20,5	666	20,15	13,75			
8:07	20,5	667	20,08	13,68			
8:08	20,5	668	20,21	13,81			
8:09	20,5	669	20,26	13,86			
8:10	20,5	670	20,27	13,87			
8:12	20,5	672	20,38	13,98			Agua sucia, color marrón claro - amarillento.
8:15	20,5	675	20,51	14,11			
8:17	20,5	677	20,63	14,23			
8:19	20,5	679	20,70	14,30			
8:21	20,5	681	20,71	14,31			
8:24	20,5	684	20,74	14,34			
8:27	20,5	687	20,72	14,32			
8:30	20,5	690	20,80	14,40			
8:35	20,5	695	20,92	14,52			
8:40	20,5	700	20,71	14,31			
8:45	20,5	705	20,94	14,54			
8:50	20,5	710	20,98	14,58			
8:55	20,5	715	21,12	14,72			Agua turbia, color marrón claro - amarillento.
9:00	20,5	720	21,08	14,68			MUESTRA 2. Cond: 9920 µS/cm pH: 7.5 Tª 21ºC
9:10	20,5	730	21,30	14,90			Agua turbia, color amarillento.
9:20	20,5	740	21,33	14,93			
9:40	20,5	760	21,40	15,00			

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
10:00	20,5	780	21,56	15,16			
10:20	20,5	800	21,60	15,20			
10:40	20,5	820	21,50	15,10			
11:00	20,5	840	21,67	15,27			
11:30	20,5	870	21,82	15,42			
12:00	20,5	900	21,89	15,49			
12:30	20,5	930	21,86	15,46			
13:00	20,5	960	21,90	15,50			
13:40	20,5	1000	21,95	15,55			
14:20	20,5	1040	22,01	15,61			
15:00	20,5	1080	22,03	15,63			Agua turbia, ligero tono amarillento.
15:40	20,5	1120	22,26	15,86			Cond: 13000 µS/cm pH: 7.4 Tª 21° C
16:20	20,5	1160	22,41	16,01			
17:00	20,5	1200	22,44	16,04			
18:00	20,5	1260	22,51	16,11			
19:00	20,5	1320	22,64	16,24			
20:00	20,5	1380	22,71	16,31			
21:00	20,5	1440	22,89	16,49			MUESTRA 3. Agua turbia, ligero tono amarillento.
21:01	0,0	1441	9,48	3,08			
21:02	0,0	1442	9,15	2,75			
21:03	0,0	1443	8,60	2,20			
21:04	0,0	1444	8,02	1,62			
21:05	0,0	1445	7,35	0,95			
21:06	0,0	1446	6,90	0,50			
21:07	0,0	1447	6,72	0,32			
21:08	0,0	1448	6,65	0,25			
21:09	0,0	1449	6,62	0,22			
21:10	0,0	1450	6,57	0,17			
21:15	0,0	1455	6,54	0,14			
21:20	0,0	1460	6,54	0,14			
21:25	0,0	1465	6,53	0,13			
21:30	0,0	1470	6,53	0,13			
21:35	0,0	1475	6,53	0,13			
21:40	0,0	1480	6,53	0,13			
21:45	0,0	1485	6,53	0,13			
21:50	0,0	1490	6,53	0,13			
21:55	0,0	1495	6,53	0,13			
22:00	0,0	1500	6,53	0,13			
12:00	0,0	2340	6,49	0,09			

ANEJO 4
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

ENAC
ENSAYOS
Nº 486 / LE1065

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000007036

Solicitado por:	**VALORIZA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.** **NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID ()**
Denominación de la muestra:	**CAMARLES MMA ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 1 (6 HORAS)**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000006547**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **20/07/2007** Fecha recepción: **03/08/2007** Inicio análisis: **03/08/2007** Fin análisis: **17/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO		METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	3,64	mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	145,70	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,16	mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	288,81	mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5	mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	2809,17	mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 ºC	7750	µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05	mg P-PO4 ^{3}-/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0	mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05	mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	182,25	mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-MANG)
*NITRATOS	1,047	mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,71	ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	16,02	mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	1279,01	mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	396,8	mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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), incluido en el alcance de esta acreditación
Los ensayos marcados en este informe (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.
CENTRO DE ANALISIS 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.

21 de agosto de 2007

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

Avda. Europa s/n. Pol. Ind. Base 2000. 30564 LORQUÍ (Murcia). Tel.: 968 693 711 Fax: 968 690 691 e-mail: caasa@caasa-lab.com web: www.caasa-lab.com
Insc. Reg. Merc. de Murcia, Hoja 939, Folio 146, Libro 58, Sec. 3ª, Ins. 1ª - C.I.F. A-30020192

ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	mg/l	meq/l	% meq/l
CLORUROS	**2809,17**	**79,24**	**88,14**
SULFATOS	**396,80**	**8,26**	**9,19**
BICARBONATOS	**145,70**	**2,39**	**2,66**
CARBONATOS	**0,00**	**0,00**	**0,00**
NITRATOS	**1,05**	**0,02**	**0,02**
SODIO	**1279,01**	**55,63**	**65,10**
MAGNESIO	**182,25**	**15,00**	**17,55**
CALCIO	**288,81**	**14,41**	**16,87**
POTASIO	**16,02**	**0,41**	**0,48**

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **CLORURADA - SÓDICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	**-0,21** ºC
Sólidos disueltos	**5122,61** mg/l
CO2 libre	**4,53** mg/l
Dureza total	**147,17** ºFrancés
Dureza total	**1471,66** mg/l de CO_3Ca
Dureza permanente	**1352,23** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	**119,50** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de carbonatos	**0,00** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de hidróxidos	**0,00** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad total	**119,50** mg/l de CO_3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	**36,64**
rNa+rK/rCa+rMg	**1,91**
rNa/rK	**135,78**
rNa/rCa	**3,86**
rCa/rMg	**0,96**
$rCl/rHCO_3$	**33,18**
rSO_4/rCl	**0,10**
rMg/rCa	**1,04**
i.c.b.	**0,29**
i.d.d.	**2,17**

Nº Registro: 6547

CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

ENAC
ENSAYOS
Nº 486 / LE1065

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006927

Solicitado por:	CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA) PASEO ROSALES, Nº 26 - PLANTA 1ª - OF. Nº 6 - ESC. 4 50008 ZARAGOZA ()
Denominación de la muestra:	CAMARLES MMA ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 2 (12 HORAS)

Matriz: **Agua continental** Nº de muestra: **000006541**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **20/07/2007** Hora: **9:00** Fecha recepción: **03/08/2007** Inicio análisis: **03/08/2007** Fin análisis: **14/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometria de absorcion molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,54 mg/l	Espectrofotometria de absorcion molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	137,13 mg/l	Acidimetria, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,16 mg/l	Espectrofotometria de absorcion molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	380,85 mg/l	Espectrometria de absorcion atomica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetria, con fenoltaleina (PIE-ALCA)
*CLORUROS	2958,51 mg/l	Metodo Argentometrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 ºC	8450 µS/cm	Electrometria (PIE-COND)
FOSFATOS	0,07 mg P-PO4 ³-/l	Espectrofotometria de absorcion molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetria (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometria de absorcion atomica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	186,29 mg/l	Espectrometria de absorcion atomica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometria de absorcion molecular (PIE-MANG)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometria de absorcion (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometria de absorcion (PIE-NITI)
pH	7,48 ud. de pH	Electrometria (PIE-PH)
*POTASIO	20,08 mg/l	Espectrometria de absorcion atomica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	1239,39 mg/l	Espectrometria de absorcion atomica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	422,4 mg/l	Espectrofotometria de absorcion (PIE-SULF)

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-015), incluido en el alcance de esta acreditación
Los ensayos marcados en este informe (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.
CENTRO DE ANALISIS 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

20 de agosto de 2007

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

Avda Europa s/n. Pol. Ind Base 2000 30564 LORQUÍ (Murcia). Tel. 968 693 711 Fax 968 690 691 e-mail. caasa@caasa-lab.com web www.caasa-lab.com
Insc Reg Merc de Murcia, Hoja 939, Folio 146, Libro 58, Sec. 3ª, Ins. 1ª - C I F A-30020192

ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	mg/l	meq/l	% meq/l
CLORUROS	**2958,51**	**83,45**	**88,31**
SULFATOS	**422,40**	**8,79**	**9,31**
BICARBONATOS	**137,13**	**2,25**	**2,38**
CARBONATOS	**0,00**	**0,00**	**0,00**
NITRATOS	**0,00**	**0,00**	**0,00**
SODIO	**1239,39**	**53,91**	**60,74**
MAGNESIO	**186,29**	**15,33**	**17,27**
CALCIO	**380,85**	**19,01**	**21,41**
POTASIO	**20,08**	**0,51**	**0,58**

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **CLORURADA - SÓDICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	**-0,23** °C
Sólidos disueltos	**5347,45** mg/l
CO2 libre	**7,23** mg/l
Dureza total	**171,81** °Francés
Dureza total	**1718,12** mg/l de CO_3Ca
Dureza permanente	**1605,72** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	**112,47** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de carbonatos	**0,00** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de hidróxidos	**0,00** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad total	**112,47** mg/l de CO_3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	**41,04**
rNa+rK/rCa+rMg	**1,59**
rNa/rK	**104,97**
rNa/rCa	**2,84**
rCa/rMg	**1,24**
$rCl/rHCO_3$	**37,13**
rSO_4/rCl	**0,11**
rMg/rCa	**0,81**
i.c.b.	**0,35**
i.d.d.	**2,63**

Nº Registro: 6541

CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

ENAC
ENSAYOS
Nº 486 / LE1065

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006932

Solicitado por:	**VALORIZA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.** **NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID ()**
Denominación de la muestra:	**CAMARLES MMA ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 3 (24 HORAS)**

Matríz: **Agua continental** Nº de muestra: **000006546**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **20/07/2007** Hora: **21:00** Fecha recepción. **03/08/2007** Inicio análisis: **03/08/2007** Fin análisis: **14/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	3,63 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	128,56 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	195,37 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	1927,30 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	5580 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,18 mg P-PO4 ^{3}-/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	125,18 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-MANG)
*NITRATOS	1,068 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,80 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	10,66 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	874,54 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	247,9 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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), incluido en el alcance de esta acreditación.
Los ensayos marcados en este informe (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.
CENTRO DE ANALISIS 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.

20 de agosto de 2007

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

Avda Europa s/n. Pol. Ind. Base 2000. 30564 LORQUÍ (Murcia). Tel.: 968 693 711 Fax: 968 690 691 e-mail: caasa@caasa-lab.com web: www.caasa-lab.com
Insc. Reg. Merc. de Murcia, Hoja 939, Folio 146, Libro 58, Sec. 3ª, Ins. 1ª - C.I.F. A-30020192

ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	mg/l	meq/l	% meq/l
CLORUROS	**1927,30**	**54,36**	**88,18**
SULFATOS	**247,90**	**5,16**	**8,37**
BICARBONATOS	**128,56**	**2,11**	**3,42**
CARBONATOS	**0,00**	**0,00**	**0,00**
NITRATOS	**1,07**	**0,02**	**0,03**
SODIO	**874,54**	**38,04**	**65,18**
MAGNESIO	**125,18**	**10,30**	**17,65**
CALCIO	**195,37**	**9,75**	**16,70**
POTASIO	**10,66**	**0,27**	**0,47**

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **CLORURADA - SÓDICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	**-0,15** °C
Sólidos disueltos	**3514,48** mg/l
CO2 libre	**3,25** mg/l
Dureza total	**100,33** °Francés
Dureza total	**1003,33** mg/l de CO_3Ca
Dureza permanente	**897,95** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	**105,44** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de carbonatos	**0,00** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad de hidróxidos	**0,00** mg/l de CO_3Ca
Alcalinidad total	**105,44** mg/l de CO_3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	**28,25**
rNa+rK/rCa+rMg	**1,91**
rNa/rK	**139,52**
rNa/rCa	**3,90**
rCa/rMg	**0,95**
$rCl/rHCO_3$	**25,80**
rSO_4/rCl	**0,09**
rMg/rCa	**1,06**
i.c.b.	**0,30**
i.d.d.	**2,20**

Nº Registro: 6546

ANEJO 5

FICHA IPA Y FICHA MMA

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

Tipo: SONDEO **Fuente de información:** CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (3220) TORTOSA **UTMX:** 302612 **UTMY:** 4515751 **COTA:** 10

Provincia: TARRAGONA **Municipio:** CAMARLES

Localidad: **Paraje:** CAMARLES MMA POLIGENICOS

Dominio Hidrogeológico: Maestrazgo - Catalánides **Unidad:** Bajo Ebro - Montsia

Acuífero:

Masa Subterránea A: DELTA DEL EBRO **Masa Subterránea B:**

Acuífero: **Redes:**

PG	PL	PH	CG	CL	CH	CE	L	T	LH	I	OT
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Río: EBRO **Cuenca:** EBRO

Observaciones: A los 52 m de profundidad se registra un importantisimo aporte de agua salada que obliga a entubar y cementar para continuar la perforacion. Tras el sellado existe un importante aporte a los 140 m y otros menores desde 140 a 150 m y otro aporte menos claro entre 110 y 120 m

'3220\0048\Camarles (18/12/2007)

3220-3-0048

Nº	RealizacionFicha	Fuente de Informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	09/05/2003		CREACION DEL PUNTO
20	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	19/08/2008		Rubén Orlsans Red MMA

3220-3-0048

PERFORACIÓN

Contratista: SACYR MICROTEC **Año:** 2006

Tipo perforación: ROTACION A CIRCULACION INVERSA **Profundidad total:** 170

Observaciones: Se tuvieron que abandonar dos intentos por derrumbes generalizados de los sondeos

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	10	600
10	24	508
24	94	444
94	170	300

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	3	600	8	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	24	500	6	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	94	350	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	94	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
94	110	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
110	122	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
122	140	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
140	152	180	4	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
152	170	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
25/10/2006	Inclinación
25/10/2006	Conductividad
25/10/2006	Temperatura
25/10/2006	Resistividad
25/10/2006	Gamma natural

3220-3-0048

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	3	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO NO ALUVIAL	
Observaciones: Materiales de relleno de naturaleza antrópica (escombros)				
3	9	CONGLOMERADOS	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Conglomerados poligénicos muy cementados				
9	18	CONGLOMERADOS	CUATERNARIO INDIFERENCIADO	
Observaciones: Conglomerados poligénicos con matriz arcillosa y tonalidades rojizas				
18	35	ARCILLAS		ACUICLUDO
Observaciones: Limos y arcillas marrones con pasadas de arenas fina-media				
35	38	CONGLOMERADOS		
Observaciones: Conglomerados poligénicos con matriz arcillosa-limosa.				
38	41	ARENISCAS		
Observaciones: Areniscas de grano medio				
41	51	ARCILLAS		
Observaciones: Arcillas y limos de tonalidades amarillentas con nivelillos calcareos				
51	54	ARENAS		
Observaciones: Arenas de tamaño medio				
54	58	ARCILLAS		
Observaciones: Arcilla limosa marrón con algo de arena				
58	61	ARENAS		
Observaciones: Arena de tamaño medio				
61	68	ARCILLAS Y GRAVAS		
Observaciones: Arcillas con clastos poligénicos				
68	77	ARCILLAS		
Observaciones: Arcilla limosa-arenosa marrón				
77	96	MARGAS		
Observaciones: Margas bituminosas con niveles mas carbonosos				
96	170	CONGLOMERADOS		
Observaciones: Alternancia de conglomerados poligénicos con matriz arenolimosa con conglomerados poligénicos (principalmentecalcáreos) y cemento calcáreo				

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
13	6.74	6.05	0.69	6.3902	0.2435

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
07/08/2008	6.28			3.72	Nivel Estatico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/07/2008	6.09			3.91	Nivel Estatico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezolídro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
05/06/2008	6.05			3.95	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/05/2008	6.46			3.54	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
04/04/2008	6.47			3.53	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/03/2008	6.22			3.78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
01/02/2008	6.21			3.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
11/01/2008	6.17			3.83	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/12/2007	6.64			3.36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/11/2007	6.55			3.45	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
04/10/2007	6.73			3.27	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
06/09/2007	6.74			3.26	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
09/08/2007	6.58			3.42	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									

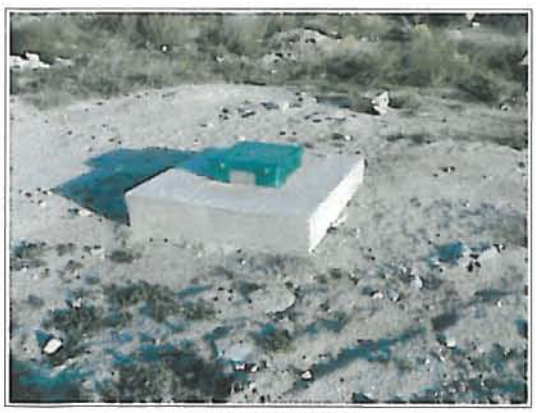
3220-3-0048

OTRAS FOTOS

322030048Camarlesbisbis (15/10/2006)

3220-3-0048

Entubacion (15/10/2006)



322030048Camarles(1) (18/12/2007)

3220-3-0048

322030048Camarles(2) (18/12/2007)

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA	CAMARLES MMA POLIGÉNICOS			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.821.013
CÓDIGO IPA	322030048	Nº MTN 1:50.000 3220	MUNICIPIO CAMARLES		PROVINCIA TARRAGONA	
CUENCA HIDROGRÁFICA	EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA	105 | DELTA DEL EBRO					
U. HIDROGEOLÓGICA	821 | Bajo Ebro Montsiá					
ACUÍFERO(S)	105-02 Delta del Ebro					
COORDENADAS UTM HUSO 30 X	809046	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
COORDENADAS UTM HUSO 30 Y	4519572					
COTA DEL SUELO msnm Z	10	DATOS OBTENIDOS DE:	1:50000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO	13		PARCELA	9006		
TITULARIDAD DEL TERRENO	Ayuntamiento de Camarles					
PERSONA DE CONTACTO						
ACCESO						

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO: Rotación a circulación inversa — PROFUNDIDAD DEL SONDEO: 170 m — EMPAQUE: Si

PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	10	600	0	3	600	Metálica	110	122	Puentecillo	0	94
10	24	508	0	24	500	Metálica	140	152	Puentecillo		
24	94	444	0	170	180	Metálica					
94	170	300									

HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000

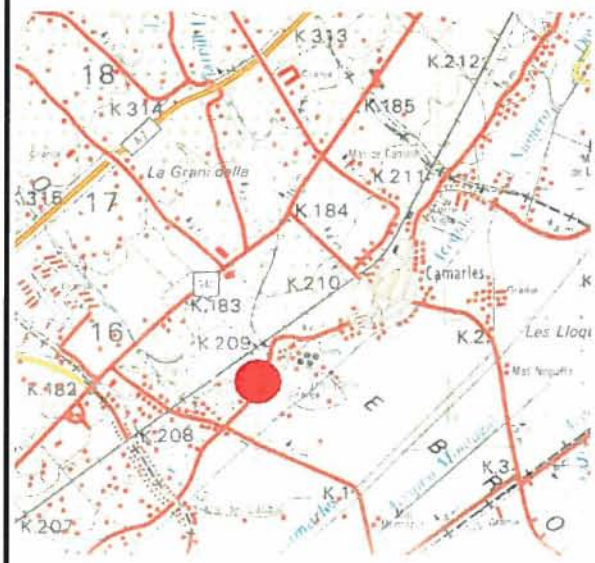
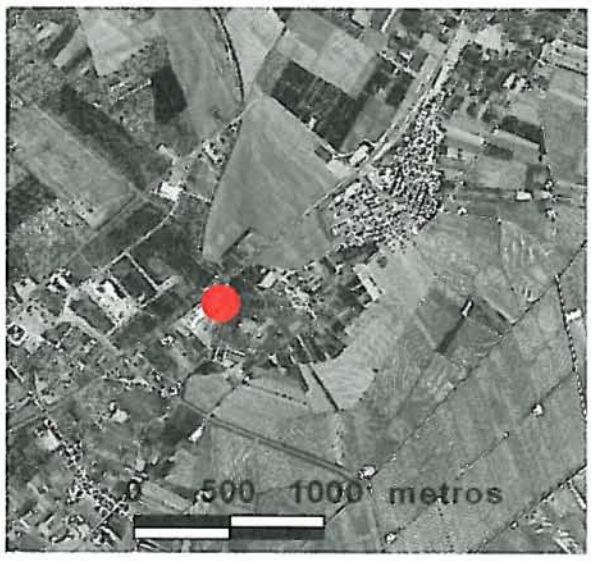
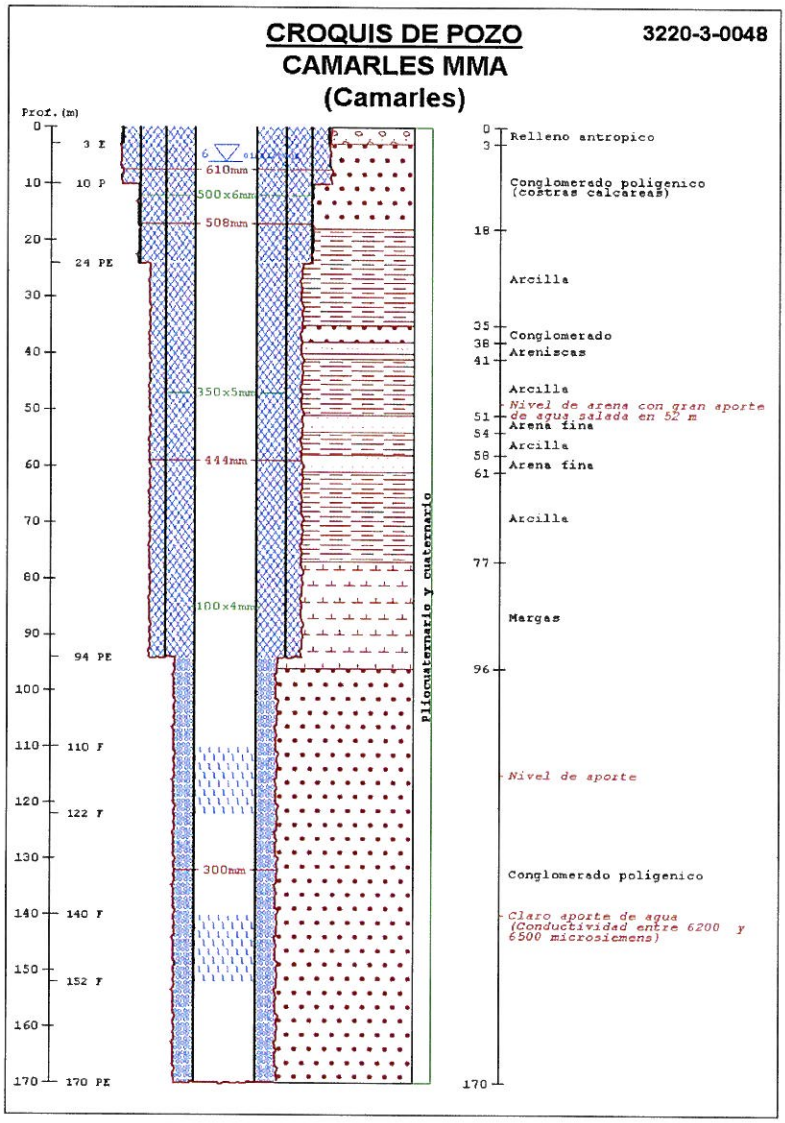


FOTO AÉREA



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE