

INFORME PIEZÓMETRO DE LA CUBA: 09.822.004



ÍNDICE

1.	PROYECTO	1
1.1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.2.	METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA	2
1.3.	OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO	3
2.	LOCALIZACIÓN	4
3.	SITUACIÓN GEOLÓGICA	5
4.	MARCO HIDROGEOLÓGICO.....	6
5.	EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	7
6.	DATOS DE LA PERFORACIÓN	7
7.	COLUMNA LITOLÓGICA.....	8
8.	TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA.....	10
9.	ENTUBACIÓN REALIZADA	11
10.	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	13
11.	HIDROQUÍMICA	17
12.	CONCLUSIONES	19

ANEJOS:

ANEJO Nº 0.: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1.: INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2.: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3.: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4.: INFORME DE ENTUBACIÓN

ANEJO 4B: VIDEORREGISTRO Y ENTUBACIÓN EN PVC

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6.: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7.: FICHA MARM Y FICHA I.P.A.

1. **PROYECTO**

1.1. **ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

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

La investigación hidrogeológica realizada desde entonces y la construcción por parte del parque de maquinaria del MIMAM de diversos sondeos, llevaron a la Oficina de Planificación Hidrográfica del Ebro a realizar una actualización del proyecto original, transformándose en varios Proyectos de obra.

En el Proyecto constructivo de esta fase, se proyectaron 23 sondeos con un total de 5.275 m de perforación, de los que 4.535 m se realizarían mediante rotoperCUSión (19 sondeos) y 740 m mediante rotación con circulación inversa (4 sondeos). En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

Con fecha 27 de marzo de 2006 fueron adjudicadas, por el procedimiento de Concurso Abierto las obras correspondientes al PROYECTO de CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE (Clave: 09.820.031/2111), por un presupuesto de adjudicación de 867.106,07 euros, a la empresa “Compañía General de Sondeos, S.A. (CGS). El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 24 meses.

El contrato se firmó el 23 de mayo de 2006, el Acta de Replanteo se firmó y se remitió a la Dirección General del agua del Ministerio de Medio Ambiente, dando comienzo las obras el 21 de octubre de 2006.

Con fecha 20 de junio de 2006 se contrató a la empresa EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A., 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 SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE, TT.MM. VARIOS Clave: 09.820.032/0411.

Dentro de los trabajos a realizar por EPTISA, se encuentra la redacción de un informe final para 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
 - o Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos).
 - o Comprobación de accesos.
- Durante la perforación
 - o Seguimiento de la perforación.
 - o Interpretación de la testificación geofísica.
 - o Propuesta de entubación a la Dirección de Obra.
 - o 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 ensayo de bombeo
 - o Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
 - o Representación e interpretación de datos obtenidos.
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
 - o Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
 - o Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
 - o Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
 - o Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Se proyecta construir un piezómetro en el término municipal de La Cuba con el objeto de sustituir un sondeo de abastecimiento del municipio, con número de inventario 292130004 que se venía utilizando como piezómetro para controlar el acuífero formado por litologías calcáreas del Malm (Fm. Higuieruelas), de la masa de agua subterránea 090.028 Alto Maestrazgo.

El nuevo piezómetro, controlara las Calizas del Malm en la zona de recarga y tránsito hacia el mar Mediterráneo en la zona de Alcocever - Peñíscola, además 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, con el fin de observar su evolución piezométrica.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a unos 700 m al Sur de la localidad de La Cuba. En el barranco del Río de La Cuba por su margen izquierda (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento, desde Teruel, se toma la A-226 en dirección La Mata de Morella. 1 Km antes de llegar a esta localidad, tomamos el desvío hacia La Cuba. Unos 900 m antes de llegar a La Cuba enlazamos con la Ctra. Local hacia Portell de Morella, y a 1 km nos desviamos por un camino que saldrá a nuestra izquierda frente a una granja. Avanzando unos 300 m por este camino encontraremos el piezómetro. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 729041

Y= 4496357

Z= 852 msnm

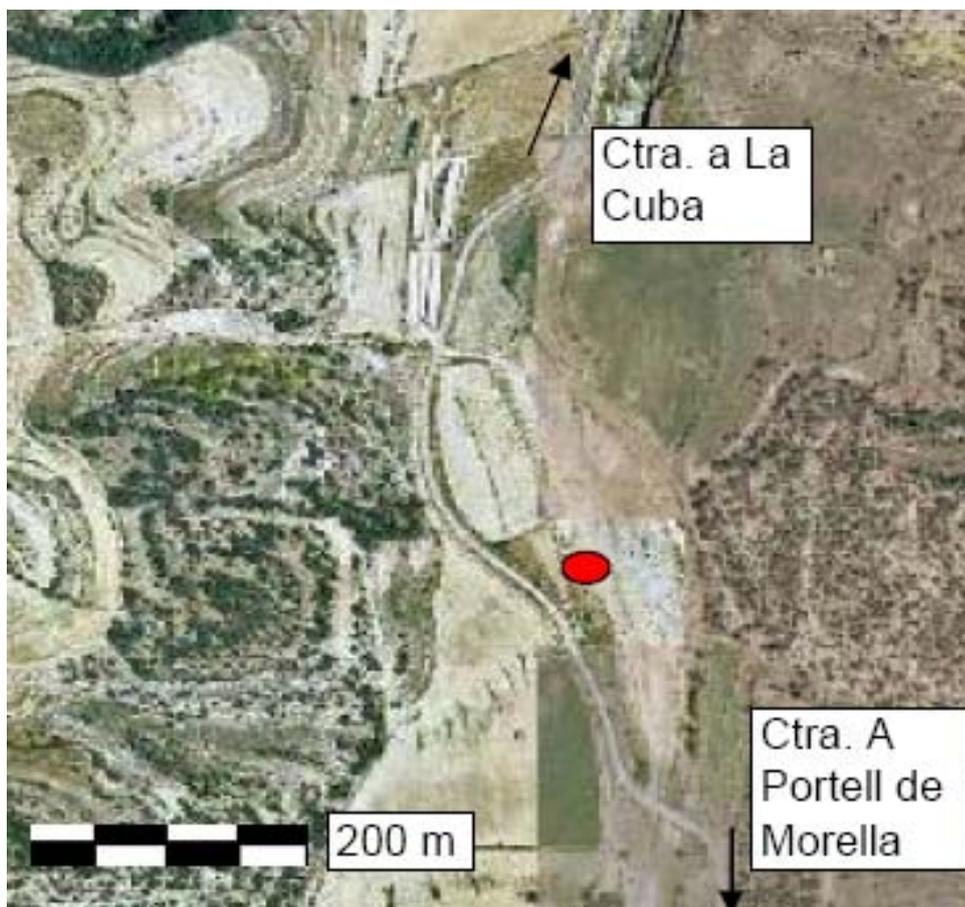


Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de La Cuba

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado en sus tres primeros metros sobre gravas aluviales cuaternarias. El resto tanto del emboquille como del total del sondeo ha discurrido sobre materiales del Jurásico Superior (Malm).

La zona queda enmarcada en la Cuenca Mesozoica del Maestrazgo, al W del Anticlinal de Bovalar. Se caracteriza por el afloramiento de litologías mesozoicas calcáreas de buzamientos suaves a moderados y del afloramiento de materiales detríticos aluviales del río Cantavieja.



Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de La Cuba

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El piezómetro se ha construido en la Unidad Hidrogeológica Intercuenca 822 “Alto Maestrazgo”, en la cual se incluyen las zonas de la parte suroriental de la cuenca que drenan sus recursos subterráneos hacia el mediterráneo, entre Castellón y el Delta del Ebro. Estas zonas pertenecen a las provincias de Teruel y Castellón, dentro de la comarca del Maestrazgo.

Esta unidad hidrogeológica se corresponde con la masa de agua subterránea con Código 090.028 denominada “Alto Maestrazgo”, y el acuífero a controlar son las litologías calcáreas del Malm (Fm. Higuieruelas).

El acuífero carbonatado Jurásico Superior de la masa de agua subterránea 090.028 es un acuífero libre de 862,51 km² de superficie.

La geometría de los acuíferos en el Maestrazgo es muy compleja debido a la confluencia de las directrices Ibérica y catalana que dan lugar a una gran acumulación de materiales carbonatados fuertemente imbricados entre sí. El conjunto está afectado por apretados pliegues, frecuentemente basculados, que dan lugar a escamas cabalgantes en muchas ocasiones. En consecuencia existe un elevado número de niveles piezométricos individuales, aunque con una orientación de flujo general hacia el Mediterráneo.

El funcionamiento de la unidad obedece a un esquema de recarga en los afloramientos permeables, pequeñas descargas por control geológico (colgadas respecto al nivel regional), infiltración y descarga en la zona litoral, bien lateralmente a otros acuíferos, bien de manera subterránea al mar.

(Entorno 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 CGS, SA. mediante la subcontratación de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL, SL.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperusión neumática a circulación directa máquina F.D.O. 400 con capacidad de tiro de 20 toneladas montada sobre camión 4x4. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170..

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 8 de junio de 2007 a las 11:00 horas y terminó el 1 de julio de 2007 a las 19:25 horas.

Se realizó un emboquille de 18 m de profundidad perforado con un diámetro de 324 mm y entubado un primer tramo de 0-3 m en tubería ciega de 400 mm de diámetro y 4 mm de espesor (esta tubería evitará el derrumbe de las gravas aluviales superficiales), el segundo entubado llegará hasta los 18 m (evitando el derrumbe de las arcillas y arenas que hay entre 3 y 15 m), será tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

Para evitar posibles filtraciones de los niveles provenientes del río, una vez colocadas las tuberías ciegas de 400 y 300 mm de diámetro, se perforó hasta 20 m de profundidad con un diámetro de 220 mm y a continuación, se cementó el espacio entre la tubería y la pared, desde 20 m de profundidad hasta 14 m.

Hasta 285 m se perforó con un diámetro de 220 mm de diámetro, entubándose hasta esa profundidad con tubería metálica ciega y tubería metálica ranurada de 180 mm de diámetro y 4 mm de espesor.

De 285 m hasta el final (411 m), se perforó con un diámetro de 165 mm y sin entubarse.

El primer aporte observado durante la perforación se produjo a los 45 m de profundidad, en el contacto entre las calizas micríticas y las calizas y margas grises, ambas pertenecientes al Malm. El caudal es muy escaso, empapando únicamente el ripio de perforación.

A los 164 m, debido a una fractura en la columna de perforación se produce la pérdida del barrido, por lo que no se obtiene muestra del material que se va penetrando.

Durante la reperforación desde 285 m hasta 411 m, se recuperó parte del barrido, aunque no lo suficiente como para poder distinguir las posibles zonas aportantes.

En el Anejo 1, se adjuntan los informes diarios de perforación, que describen más ampliamente lo sintetizado en este apartado, así como las incidencias y detalles de la 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 a la litoteca del IGME, para su preservación y archivo tras su análisis litoestratigráfico mediante lupa en gabinete.

Síntesis de la columna perforada (Tabla 1.: Descripción en campo):

0-3 m.	Gravas aluviales
3-15 m	Arcillas grises y algo de arenas de grano fino.
15-20 m	Marga-caliza gris.
20-31 m	Caliza micrítica gris.
31-43 m	Caliza micrítica gris y marrón grisácea.
43-50 m	Caliza y marga gris.
50-95 m	Marga gris oscuro con algo de caliza gris.
95-133 m	Caliza gris oscura.
133-151 m	Caliza gris con abundantes oolitos.
151-162 m	Caliza gris con algunos oolitos y caliza amarillenta.
162-164 m	Caliza gris con oolitos.
164-285 m	Sin muestra por pérdida de barrido.
285-290 m	Margo-caliza y caliza gris oscura.
290-298 m	Caliza gris oscura.
298-302 m	Margo-caliza gris oscura y algo de caliza negra.
302-331 m	Caliza marrón oscura arenosa bioclástica.
331-374 m	Caliza marrón oscura.
374-377 m	Caliza beige y caliza marrón.
377-392 m	Caliza beige algo arenosa.
392-411 m	Dolomías amarillentas.

Se han tenido en cuenta las litologías descritas en las perforaciones cercanas de la zona. Concretamente, la serie atravesada en el cercano sondeo de abastecimiento de la localidad de La Cuba (a unos a 200 m de distancia) es similar a grandes rasgos, a la descrita. La serie de éste último es:

- 0-5 m.- Gravas (Cuaternario aluvial).
- 5-40 m.- Calizas (Malm).
- 40-50 m.- Calizas margosas (Malm).
- 50-130 m.- Calizas con oolitos (Malm).
- 130-305 m.- Calizas (Malm).
- 305-335 m.- Calizas arenosas (Malm).
- 335-360 m.- Calizas, margas y arcillas (Malm).

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

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

- De 0 a 15 m, materiales de fondo de valle, edad Cuaternario.
- De 15 a 55 m, Fm. Cantaperdius, edad Barremiense.
- De 55 a 130 m, Fm. Pleta, edad Titónico medio-superior a Berriasiense basal.
- De 130 a 375 m, calizas oolíticas de la Fm. Bovalar.
- De 375 a 411 m, dolomías de la Fm. Talaies.

En el Anejo 2, se incluye el informe geológico-columna litoestratigráfica realizado por el IGME.

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 19 de junio de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo. Se realiza cuando se llevaban perforados 337 m y entubados hasta 285 m.

Durante la testificación, se registraron los parámetros de gamma natural potencial espontáneo y resistividad así como la inclinación de la perforación (no se obtendrán datos de la desviación pues el sondeo está entubado hasta 285 m). Se detectan las siguientes zonas aportantes:

Las fracturas más importantes, se encuentran entre 285-287 m, y 289-290 m, (poseen un importante cambio en la Tª), ambas en el paquete de margo-caliza y caliza grisácea.

El resto de las fracturas, se encuentran entre:

297-299 m, caliza gris oscura.

301-302 m, margo-caliza gris oscura y algo de caliza negra.

313 -315 m, 317-318 m y 322-326 m, caliza marrón oscura arenosa bioclástica.

333,5-335,5 m, caliza marrón oscura.

El nivel del agua se encuentra a 168 m, con una conductividad entorno a los 2200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La inclinación del sondeo respecto a la vertical, es de $0,8^\circ$ (la sonda mide la desviación con brújula, al estar entubado el sondeo, este parámetro no puede obtenerse).

El caudal aportado por el sondeo está en torno a 1-2 l/s.

En el Anejo 3, se incluye el informe completo de la testificación geofísica realizada en el sondeo, con los datos y gráficos obtenidos.

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 y 3 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 400 mm, 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería ciega ranurada de 180 mm de diámetro, con objeto de minimizar el rozamiento de la entubación con la pared del sondeo y aumentar la fuerza de la columna de entubación. Los tramos de tubería ranurada, se colocan alternos en la parte final de lo hasta entonces perforado (267-273 y 279-285 m) con vistas a que no quede el sondeo seco en el caso de que no se pudiese seguir perforando por la no recuperación del barrido.

Tabla 2 entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-3	400	4	Acero	Ciega
0-18	300	5	Acero	Ciega
0-267	180	4	Acero	Ciega
267-273	180	4	Acero	ranurada
273-279	180	4	Acero	Ciega
279-285	180	4	Acero	ranurada

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, mediante una serie de orejetas soldadas entre ambas tuberías.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica, que queda anclada, mediante un dado de hormigón de dimensiones 1x1x0.7 m, que la envuelve y que a su vez queda cementado al emboquille del sondeo.

En el Anejo 4, se incluye el informe de entubación realizado durante su ejecución

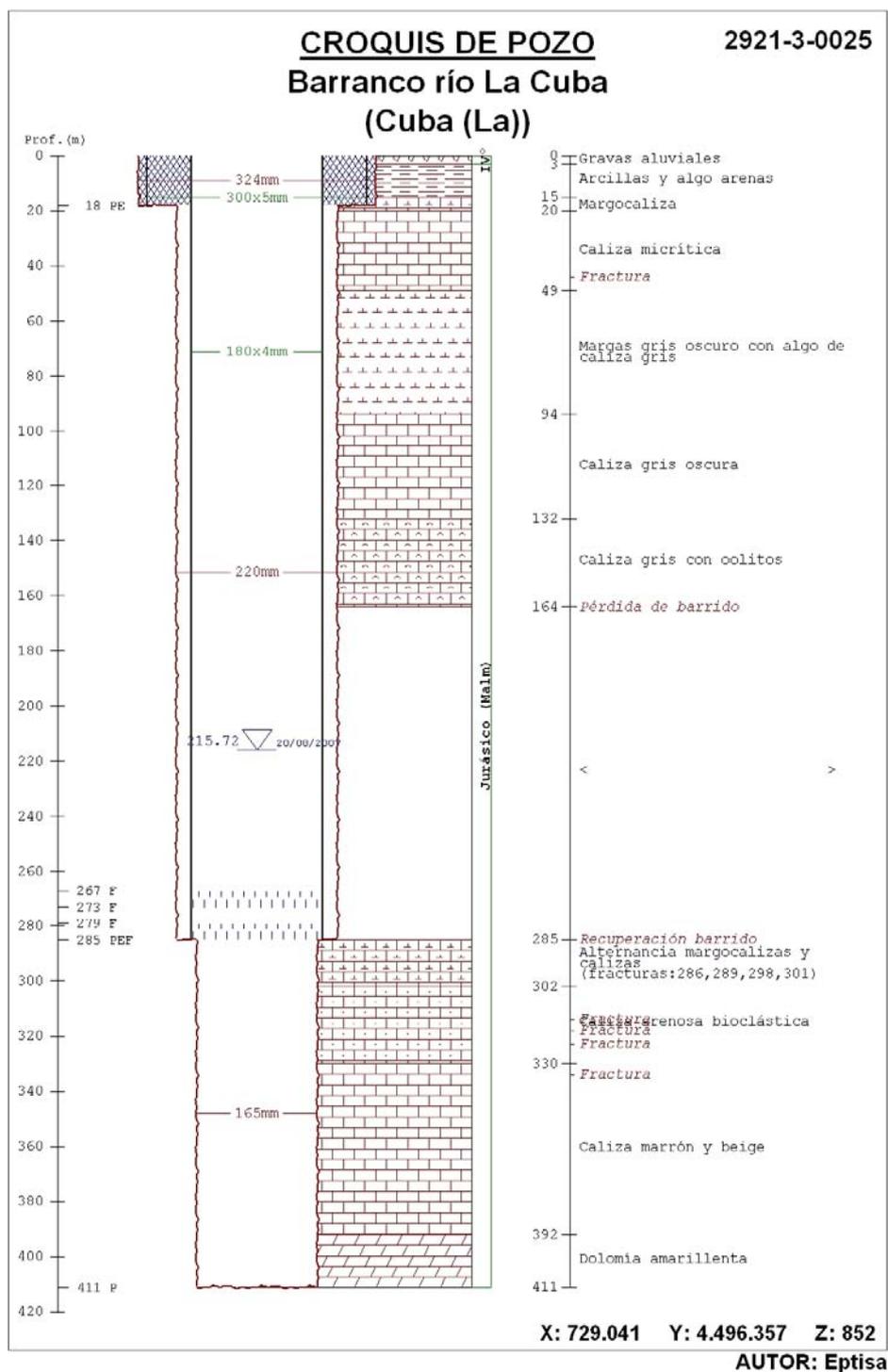


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son de edad Jurásico Superior (Malm), Formación Higuieruelas.

El primer aporte (de escaso caudal), se produce a los 45 m de profundidad, en el contacto entre las calizas micríticas y las calizas y margas grises, ambas pertenecientes al Malm.

A los 164 m, se perdió el barrido, no recuperándose hasta los 285 m, por lo que no se tienen datos ni litológicos ni hidrogeológicos de esas profundidades.

Entre 285 y 290 m, se producen los aportes más importantes (no superando en ningún caso los 2 l/s).

El 1 de julio de 2007, tras la reperforación definitiva (hasta 411 m), se realizó la limpieza del sondeo, tras la cual se tomó muestra de agua para analizar, cuya conductividad es de: 460 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Tª: 21 °C.

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 29 y 30 de octubre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 270 m de profundidad.

El primer escalón duró 300 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,3 l/s y el descenso del nivel fue de 39 m.

A continuación, se midió una recuperación de 60 minutos, tras la cual el nivel pasó de 254,72 m a 223,16 m.

El segundo de los escalones, duró 5 minutos, el caudal medio extraído fue de 1 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 46,84 m en total (llegando hasta la bomba de impulsión).

El tercer y último escalón, duró las 18 horas restantes, el caudal medio extraído fue de 0,3 l/s y se produjo un ascenso del nivel de 14,11 m.

El agua únicamente no salió clara durante las 2,5-3 primeras horas del primer y tercer escalón.

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la temperatura de 28°C y el Ph de 6,80. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una durante el primer escalón y la otra al finalizar la prueba (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).

Al finalizar el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. En ese tiempo, el nivel pasó del metro 255,89 al 223,21.

Tabla 3. Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	215,72		
3	248,43	32,71	0,3
5	249,05	33,33	0,3
10	250,55	34,83	0,3
15	251,26	35,54	0,3
30	252,35	36,63	0,3
60	254,48	38,76	0,3
120	254,69	38,97	0,3
180	254,72	39,00	0,3
240	254,72	39,00	0,3
300	254,72	39,00	0,3
301	251,08	35,36	0
302	246,49	30,77	0
305	231,25	15,53	0
310	223,45	7,73	0
315	223,36	7,64	0
330	223,23	7,51	0
340	223,20	7,48	0
350	223,18	7,46	0
360	223,16	7,44	0
363	258,38	42,66	1
365	270,00	54,28	1
367	260,83	45,11	0,3
370	258,48	42,76	0,3
375	257,61	41,89	0,3
390	256,38	40,66	0,3
420	256,00	40,28	0,3
480	255,91	40,19	0,3
540	255,89	40,17	0,3

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
600	255,89	40,17	0,3
660	255,89	40,17	0,3
780	255,89	40,17	0,3
900	255,89	40,17	0,3
1020	255,89	40,17	0,3
1140	255,89	40,17	0,3
1260	255,89	40,17	0,3
1380	255,89	40,17	0,3
1440	255,89	40,17	0,3
1441	250,43	34,71	0
1442	243,81	28,09	0
1445	230,96	15,24	0
1450	224,17	8,45	0
1455	223,82	8,10	0
1470	223,38	7,66	0
1480	223,25	7,53	0
1490	223,22	7,50	0
1500	223,21	7,49	0

Durante el ensayo, se controló el sondeo de abastecimiento de la localidad (IPA: 3011-7-0010), situado a 198 m de distancia hacia el SE, éste posee una profundidad de 215 m, y el nivel freático inicial a 151,80 m, no llegándosele a afectar en ninguna de las mediciones realizadas a lo largo del ensayo de bombeo.

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

La interpretación se ha realizado mediante la simulación del bombeo y la recuperación del 1^{er} y 2^o escalón, mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo), utilizando la solución de Hantush.

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

Método	Transm. (m ² /día)	r ² .S (m ²)	r/B	R. Equiv.	P. Carga (BQ ⁿ)	
					B	n
Simulación de bombeo 1º escalón. Solución de Hantush (MABE)	0,75	1,4.10 ⁻³	3,1.10 ⁻¹	0,11	1,1.10 ⁺¹	3,3.10 ⁻¹
Simulación recuperación 1º escalón. Solución de Hantush (MABE)	0,13	4,4.10 ⁻⁵	3,1.10 ⁻¹	0,02		
Simulación de bombeo 2º escalón. Solución de Hantush (MABE)	0,18	1,3.10 ⁻⁴	3,1.10 ⁻¹	0,01		
Simulación recuperación 2º escalón. Solución de Hantush (MABE)	0,13	4,8.10 ⁻⁵	3,1.10 ⁻¹	0,01		

En el Anejo 5, se incluye el informe del desarrollo del ensayo y los partes con los datos del bombeo.

11. HIDROQUÍMICA

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

- Muestra tomada durante el primer escalón en el ensayo de bombeo (a los 300 minutos de bombeo)
(Conductividad: 1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Tª: 27,9°C, pH: 6,79.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a los 1380 minutos de bombeo).
(Conductividad: 1025 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Tª: 28,2°C, pH: 6,74.)

De todas las muestras de agua, se ha efectuado un análisis de parámetros fisicoquímicos, constituyentes mayoritarios y minoritarios para su caracterización hidroquímica.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R.D. 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza (cantidad de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como **SULFATADA-CÁLCICA** (según clasificación de Piper, en función del porcentaje en iones mayoritarios).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por el R.D. 140/2003 de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Tabla 8. Resultados de los análisis de agua, realizados en el Centro de Análisis de Agua, S.A. (CAASA) de Murcia (noviembre, 2007). Datos en mg/l, excepto conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y pH:

Determinación	Muestra 1. Ensayo de bombeo (300 minutos)	Muestra 2. Ensayo de bombeo (1380 minutos)
Conductividad	915	906
pH	7,44	7,80
Cloruros	13,00	11,42
Sulfatos	314,2	291,4
Bicarbonatos	339,15	292,62
Carbonatos	<5	<5
Nitratos	16,83	12,73
Sodio	6,12	6,31
Magnesio	54,16	60,65
Calcio	154,99	103,59
Potasio	4,05	4,27
Nitritos	<0,04	<0,04
Amonio	0,05	<0,04
Boro	0,11	<0,01
Fosfatos	<0,05	<0,05
Anhídrido Silícico	7,23	6,51
Hierro	<0,05	<0,05
Manganeso	<0,02	<0,02

En el Anejo 6, se incluye los boletines de los análisis de agua realizados en el laboratorio.

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de La Cuba con el objeto de sustituir un sondeo de abastecimiento del municipio, con número de inventario 292130004 que se venía utilizando como piezómetro para controlar el acuífero formado por litologías calcáreas del Malm (Fm. Higuieruelas), de la masa de agua subterránea 090.028 Alto Maestrazgo.

El nuevo piezómetro, controlara las Calizas del Malm en la zona de recarga y tránsito hacia el mar Mediterráneo en la zona de Alcocever - Peñíscola, además 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, con el fin de observar su evolución piezométrica.

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm hasta 285 m de profundidad y de 165 mm hasta 411 m (profundidad total del sondeo). Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas y margocalizas de edad Jurásico Superior (Malm). El nivel se encuentra a 215,72 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 0,3 l/s. Los parámetros hidrogeológicos que mejor se ajustan a las curvas experimentales del ensayo, obtenidos mediante simulación de la recuperación durante el segundo escalón, con programa MABE utilizando la solución de Hantush son: $T= 0,13 \text{ m}^2/\text{día}$, $r^2.S= 4,8.10^{-5} \text{ m}^2$, $r/B= 3,1.10^{-1}$, $R. \text{Equiv} = 0,01$.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza se considera un agua MUY DURA (cantidad de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} en solución) y por su composición se clasifica como SULFATADA-CÁLCICA (según clasificación de Piper).



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

ANEJOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

ANEJO 0

PERMISOS Y REPLANTEO

PROVINCIA: TERUEL
MUNICIPIO: LA CUBA

Se realiza la visita al campo el 5 de diciembre de 2005. Se habla con el alcalde, D. Ángel Gil, quien me acompaña a visitar los posibles emplazamientos, y se le entrega un modelo de disponibilidad de terrenos. Se visitan 2 posibles emplazamientos:

El primero, a unos 100 -150 m del pozo de abastecimiento del pueblo. En la misma parcela. Este emplazamiento está situado a unos 900 m del cruce que hay antes de entrar al pueblo, dirección Portell de Morella. A mano derecha quedan unas granjas y a mano izquierda está el pozo. Se pasa por delante de él y se avanzan unos metros. La parcela, como está en un barranco, es Dominio Público Hidráulico. Sus coordenadas son:

X: 729043

Y: 4496337

Polígono 14, parcela 60003.



Posible ubicación del piezómetro. Al fondo se observa el pozo de abastecimiento.

El segundo posible emplazamiento se ubica en un cruce de caminos situado al Oeste del pueblo. Para acceder, se entra al pueblo y se continúa todo recto hasta que se acaba la calle, después se coge la calle de la derecha, y, cuando ésta se acaba, se coge el camino de la izquierda hasta llegar al cruce. El emplazamiento se ubicaría en el camino que va hacia el Norte. El alcalde comenta que este segundo emplazamiento interesa al pueblo, por si algún día tuviesen que construir algún otro pozo. Sus coordenadas son:

X: 729242

Y: 4497088

Polígono 8, parcela 32.



El piezómetro se ubicaría en un sobreebanco de este cruce de caminos.

PERFORACIÓN

Ambos emplazamientos se ubican sobre las calizas del Malm, con algo de relleno aluvial cuaternario por encima. La perforación será de unos 350 m. El nivel, por lo menos al lado del pozo de abastecimiento estará en unos 270 m.

El acceso al segundo emplazamiento es más complicado, ya que habría que pasar por dentro del pueblo, no obstante, camiones que van a granjas pasan sin problemas. Además el segundo emplazamiento está más alto en cota que el primero.

PERMISOS

Alcalde: D. Ángel Gil
Ayuntamiento de La Cuba
Calle En medio, 16
44141 – La Cuba (Teruel)
Teléfono: 964 18 00 08
Teléfono alcalde particular: 964 18 00 09
Ayuntamiento abierto lunes y viernes por la mañana.
Secretario: Paco / Teléfono: 679 43 11 11

Ninguna de estas parcelas está protegida.



DESTINATARIO

FECHA: 16 de diciembre de 2005

Ilmo. Sr. Comisario de Aguas
Centro

SU/REF.:

N/REF.:

ASUNTO

Notificación de la construcción de un piezómetro nuevo

La Confederación Hidrográfica del Ebro siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General del Agua, ha programado la mejora y ampliación de la red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro. La obra proyectada consta de un total de 100 nuevos sondeos, un cierto número de ellos tiene el objetivo de reemplazar a piezómetros antiguos actualmente en uso y que no reúnen las características que ahora exigimos a los puntos de la red; otros serán sondeos nuevos que tienen por objeto mejorar la cobertura geográfica.

Las características principales de ubicación del nuevo piezómetro proyectado se detallan en la siguiente tabla:

Municipio	Provincia	X	Y	Toponimia / Paraje	Unidad
LA CUBA	TERUEL	729043	4496337	Parcela 60003 Polígono 14	MAESTRAZGO-CATALÁNIDES

Este piezómetro se encuentra ubicado en las inmediaciones del río de La Cuba en la cuenca del Guadalope. Por tanto, dentro del Dominio Público Hidráulico por lo que solicita a esa Comisaría el correspondiente permiso para realizar las obras.

Toda la información que resulte de esta investigación hidrogeológica realizada será comunicada a esa Comisaría y el registro de medidas se encontrará disponible en la página web de la Red de Información de Agua, en www.oph.chebro.es junto a los datos de otros piezómetros actualmente operativos.



El Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica

P.A.: Manuel Omedas Margeli



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

ANEJO 1

INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)		
FECHA: 01/07/07		Nº pág:
Nº SONDEO: La Cuba	POBLACIÓN: La Cuba	PROFUNDIDAD: 411 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 08/06/07	SISTEMA: RotoperCUSión	
DIÁMETRO: 324 mm y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 8 m/h		

INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

08/06/07

Características de la maquina de perforación

Sonda de la empresa Perforaciones Jiennenses MARCHAL S.L.

Maquina F.D.O. 400 con capacidad de tiro de 20 toneladas montada sobre camión 4x4. Compresor de 25 bares INGERSOLL-RAND de 1170.

Estado de la perforación

A la 10:00 llega la maquina perforadora al emplazamiento.

A las 11:00 comienza a perforarse el emboquille.

A los 2 m de profundidad ya hay un pequeño aporte de agua proveniente del río que corre por la superficie del barranco debido probablemente a las tormentas de los últimos días.

A causa de la inestabilidad de los depósitos aluviales del barranco, se inyecta agua y espumante.



Perforando a 324 mm, inyectando agua y espumante

Se llega a perforar hasta 8 m, siendo los primeros 4-5 m de perforación gravas del río, y los siguientes 4 m arcillas.

No se puede avanzar más en la perforación del emboquille pues las gravas cuaternarias se derrumban constantemente.



Vista del interior de la perforación (obsérvese las gravas del río)

Asistencia Técnica y contratista en contacto con la dirección de obra, deciden emboquillar los 4-5 m de gravas cuaternarias con tubería de 400 mm y las arcillas inferiores con tubería de 300 mm hasta llegar a un nivel resistente (calizas Jurásicas).

Conforme se vaya perforando, se irá introduciendo la tubería para así evitar derrumbes.

Esta tarea se llevará a cabo tras el descanso del personal (martes 12 de junio).

13/06/07

Estado de la perforación

Tras el descanso del equipo, se reanudan las tareas de perforación el miércoles 13 de junio a las 16:30.

Se comienza a perforar con el martillo de 324 mm.



Comienzo de la perforación a 324 mm (perforando en las gravas cuaternarias)

A los pocos metros de perforación, se detectan aportes provenientes del nivel del río que corre por el barranco (Río "La Cuba").

Una vez perforados los 3 m iniciales de gravas cuaternarias, para evitar su derrumbe, se introducen 3 m de tubería de 400 mm de diámetro y 4 mm de grosor.

A continuación, se prosigue perforando por el interior a 324 mm.

Desde 3 m hasta 15 m encontramos arcillas grises, y a partir de aquí, entramos en terreno más firme, (calizas).



Momento en que se comienzan a perforar las arcillas grises (unos 4 m de profundidad)

Se perfora hasta 18 m, y se introducen 18 m de tubería de 300 mm de diámetro (por tanto, la tubería de 300 mm queda introducida 3 m dentro de la calizas).



Introduciendo la tubería de 300 mm por el interior de la de 400 mm



Soldando 2 tramos de tubería ciega de 300 mm de diámetro

Una vez colocada la tubería de 300 mm, se introduce el martillo de 220 mm y se perforan 2 m más (20 m en total).

Por último, para evitar la entrada de los aportes provenientes del nivel del río, se cementa por gravedad el espacio entre la pared del sondeo y la tubería de 300 mm desde los 20 m de profundidad hasta los 14 m.



Cementando el espacio entre la pared y la tubería de 300 mm

La jornada de trabajo concluye a las 21:30 h.

14/06/07

Estado de la perforación

A las 8:00 se continúa perforando desde los 20 m del día anterior.



Vista general del emplazamiento

A los 44 m se detecta una fractura con aporte de agua (aporte poco abundante que empapa el ripio de perforación).



Margas grises empapadas en agua por el aporte de los 44 m



Perforando a 150 m de profundidad

A los 164 m, debido a una fractura en la columna de perforación se produce pérdida de barrido, por lo que no se obtiene muestra del material que se va penetrando.

El día de perforación concluye a las 20:00 con 187 m perforados.

Columna litológica

Los materiales atravesados durante el día, hasta el momento de perderse el barrido, han sido los siguientes:

De 20 a 31 m, caliza micrítica gris.

De 31 a 43 m, caliza micrítica gris y marrón grisácea.

De 43 a 50 m, calizas y margas grises.

De 50 a 95 m, margas gris oscuro con algo de caliza gris.

De 95 a 133 m, caliza gris oscura.

De 133 a 151 m, caliza gris con abundantes oolitos.

De 151 a 162 m, caliza gris con algunos oolitos y caliza amarillenta.

De 162 a 164 m, caliza gris con oolitos.

15/06/07

Estado de la perforación

Al as 8:15 h se continúa perforando desde los 187 m del día anterior.



Perforando a 230 m de profundidad (sin barrido)

Entre 280 y 285 m, se detecta una zona fracturada pues el martillo perfora esta zona a mayor velocidad, pero cuando se introduce la siguiente barra, únicamente se puede avanzar 3 m más (hasta 288 m), el martillo no pica y únicamente puede ser extraído con rotación y muy lentamente.

Se libera el martillo mediante la extracción de 2 barras y se vuelve a intentar seguir perforando, pero no se puede, en esta última zona fracturada se pierde parte del aire, agua y espumante necesario para poder evacuar el ripio hasta por lo menos la zona fracturada a unos 160 m.

Asistencia Técnica y contratista en contacto con la dirección de obra deciden detener la perforación y entubar en 180 mm hasta los 288 m, poniendo 2 tuberías ciegas ranuradas de 6 m (la tubería ranurada se atranca menos que la de puentecillo), un tramo entre 270-276 m y otro entre 282-288 m, para a continuación intentar reperforar con el martillo de 165 mm hasta los 350 m de profundidad (no hay garantías de que se pueda reperforar, es por esto por lo que se colocan 2 tramos de tubería ciegas ranuradas de 180 mm, para no perder el sondeo en caso de no poder continuar).

Después se testificaría y de acuerdo con los datos obtenidos, se entubaría en 140 mm en acero o en PVC.

El nivel estático medido en el cercano pozo de abastecimiento (a unos 200 m de distancia) se sitúa en 262,9 m, por lo que para el sondeo en construcción, los actuales 288 m de la perforación no representan una penetración clara en el acuífero objetivo (Malm).

16/06/07

Estado de la perforación

A las 8:15 h comienza a extraerse la maniobra, tarea que ocupa hasta las 10:30 h.

Se mide nivel con sonda manual, situándose éste a 156 m de profundidad (zona fracturada en la que se perdió el barrido durante la perforación).

El sondeo posee fracturas con abundante circulación de agua pues se oye su movimiento desde la superficie.

A las 12:30 se ranuran los 2 tramos de 6 m de tubería ciega (se practican 3 filas de ranuras en vertical a cada tramo de tubería ciega).



Ranurando un tramo de tubería ciega con la radial



Tubería ciega ranurada

A las 13:00 se comienza a entubar en 180 mm.



Primer tramo de tubería ciega ranurada introducido (obsérvese una de las ranuras)



Soldando un tramo de tubería ciega al segundo tramo ranurado

A las 19:30 concluye la jornada de trabajo con 150 m entubados.

17/06/07

Estado de la perforación

A las 8:30 se continúa entubando desde los 150 m del día anterior.



Elevando un tramo de 6 m de tubería ciega



Colocando un tramo de tubería ciega para ser soldado



Martillo de 165 mm de diámetro antes de ser introducido

La limpieza comienza a las 15:15.

Al comenzar la limpieza se obtiene algo de agua, pero enseguida desaparece y a partir de ahí, no se obtiene tampoco nada de ripio, únicamente sale al exterior algo de aire (el agua, el ripio y parte del aire deben perderse por las fracturas).



Comienzo de la limpieza (se obtiene agua solo al comenzar, durante unos 30 segundos)

A las 18:00, se consigue contactar con la dirección de obra, y se decide comenzar la reperforación (ganar profundidad en el acuífero por si el nivel desciende hasta el entorno de los 260 m) y una vez reperforado hacer testificación geofísica pero no entubación (no se entubará pues la litología al ser caliza es bastante estable, además de que la tubería de 140 mm no está contemplada en las unidades de obra y tardaría varios días en estar disponible pues tendrían que hacerla en fábrica).

A las 18:15 tras detenerse la limpieza, se comienza a reperforar a 165 mm de diámetro.



Perforando a 290 m de profundidad

Se perfora hasta los 302 m, expulsándose al exterior agua, espumante, aire y ripio.

Columna litológica

Los materiales atravesados durante el día, han sido los siguientes:

De 285 a 290 m, margo-caliza y caliza gris oscura.

De 290 a 298 m, caliza gris oscura.

De 298 a 302 m, margo-caliza gris oscura y algo de caliza negra.

18/06/07

Estado de la perforación

A las 9:30 se continúa perforando a 165 mm de diámetro desde los 302 m del día anterior.

A la superficie se expulsa aunque en pequeña cantidad, agua, espumante y ripio.



Perforando a 320 m de profundidad (el color blanco se debe al espumante)

Se toma muestra de agua del sondeo a los 320 m de profundidad con una conductividad de 744 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

También se toma muestra del agua inyectada al sondeo con una conductividad de 767 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La perforación se da por concluida a los 337 m de profundidad (15:00 h) pues ya se ha alcanzado suficiente potencia dentro del acuífero en caso de obtener el nivel en el entorno de los 260-270 m.

A continuación se extrae varillaje hasta quedar el martillo a la profundidad de los filtros (267-273 m y 279-285 m) y se intenta la limpieza del sondeo inyectando aire, pero al no aflorar agua a superficie se decide no continuar, pues realmente no se estaría limpiando el pozo (el ripio en vez de ser expulsado, se estaría introduciendo en las fracturas).

Por último, se extrae la totalidad del varillaje y se tapa el sondeo a la espera de la testificación geofísica que se realizará al día siguiente (concluyendo la jornada a las 20:00 h).



Extrayendo el martillo de 165 mm de diámetro



Sondeo tapado a la espera de la testificación geofísica y el engravillado

Columna litológica

Los materiales atravesados durante el día, han sido los siguientes:

De 302 a 326 m, caliza marrón oscura arenosa bioclástica.

De 326 a 331 m, caliza marrón oscura arenosa bioclástica y algo de caliza marrón claro.

De 331 a 337 m, caliza marrón-oscura.

19/06/07

Estado de la perforación

A las 11:20 llega el equipo de testificación geofísica al sondeo, introduciendo la primera sonda (sonda hidrogeológica) a las 11:30.



Introduciendo la sonda hidrogeológica

A continuación, se introduce la sonda de desviación (en este caso al estar entubado el sondeo hasta 285 m, únicamente obtendremos medida de la inclinación y no de la desviación).



Testificación geofísica

Ambas sondas, arrojan los siguientes datos:

El nivel del agua se encuentra a 168 m, con una conductividad entorno a los 2200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Existen varias zonas fracturadas, las cuales vienen marcadas por una bajada en la resistividad, baja resistencia, gamma natural bajo (lo que indica que son calizas) y poco relleno por arcillas.

Las fracturas más importante son las más superficiales, se encuentran entre 285-287 m, y 289-290 m, (poseen un importante cambio en la T^a).

El resto de las fracturas, se encuentran entre 297-299 m, 301-302 m, 313 -315 m, 317-318 m, 322-326 m y 333,5-335,5 m.

La inclinación del sondeo respecto a la vertical, es de $0,8^\circ$ (la sonda mide la desviación con brújula, al estar entubado el sondeo, este parámetro no puede obtenerse).

La profundidad total del sondeo según la testificación, es de 338 m.

A las 17:00 se engravilla en cabeza de sondeo y se tapa provisionalmente con chapa metálica a la espera de la instalación del dado y la arqueta.

25/06/07

Al encontrarnos en el cercano emplazamiento de Olocau del Rey, nos acercamos a La Cuba para medir nivel con sonda manual, situándose éste en 157,75 m.

28/06/07

Nueva medida con sonda manual: 157,76 m.

29/06/07

El objetivo de este piezómetro, es la sustitución en la medida de niveles del cercano pozo de abastecimiento. Tras observar la estabilización del nivel alrededor de los 157,75 m, muy lejano del nivel en el pozo de abastecimiento (en torno a los 260 m de profundidad), la dirección de obra en comunicación con la Asistencia Técnica y el Contratista, decide profundizar la actual perforación hasta una profundidad similar a la del pozo de abastecimiento (400-410 m).

A las 17:00 h, se emplaza la maquinaria de nuevo en La Cuba, pero no se empieza aún a perforar pues se está a la espera de recibir un nuevo martillo y tallante de 165 mm de diámetro.



Maquinaria en el emplazamiento de nuevo

30/06/07

Estado de la perforación

A las 16:00 h, se comienza a introducir la maniobra con el tallante de 165 mm.



Introduciendo el varillaje

A las 19:45 h, se comienza a perforar.

Al comenzar a inyectar aire, sale una gran columna de agua acompañada de abundante ripio.

A continuación, conforme se perfora se regula el volumen de agua y ripio expulsado (siendo no muy abundante).



Momento en que se comienza a inyectar aire (abundante agua y ripio)



Perforando a 342 m de profundidad

A las 20:15 h, habiendo perforado 5 m, (343 m en total), concluye la jornada.

Columna litológica

Los materiales atravesados durante la jornada, han sido los siguientes:

De 338 a 344 m, caliza marrón oscura.

01/07/07

Estado de la perforación

A las 8:30 h, se continúa perforando desde los 344 m del día anterior.

A los 365 m de profundidad, se toma muestra del agua que expulsa el sondeo con una conductividad de 1025 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Perforando a 366 m de profundidad

Entre los 368 y los 374 m, se encuentra dificultad para expulsar al exterior y el martillo queda aprisionado, aunque finalmente se supera este tramo y se recupera parte del barrido.



Perforando a 387 m de profundidad (color blanquecino debido al espumante inyectado)

A los 401 m de profundidad, se toma muestra de agua con una conductividad de 773 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Durante la perforación, el caudal aportado por el sondeo puede rondar los 2 l/s.

A las 19:25 h, con 411 m se detiene la perforación pues nos encontramos ya a la profundidad acordada con la dirección de obra el día previo al comienzo de la actual reperfuración (profundidad similar a la que posee el pozo de abastecimiento).

A las 19:30 h, comienza la limpieza obteniéndose un agua de color marrón-blanquecino con una turbidez media. Se toma muestra de agua: Conductividad: 537 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y T^{a} : 25 °C.



19:30 h, comienzo de la limpieza.

A los 30 minutos, el agua ya ha aclarado presentando una turbidez media-baja y un color amarillo-pálido.



20:00 h. Agua menos turbia que al comenzar.

Durante la limpieza el caudal obtenido pueda estar en torno a 1 l/s.

A las 9:30, tras 2 horas de limpieza, el agua ha aclarado mucho, presenta una turbidez baja y un color algo blanquecino. Se toma muestra de agua con una conductividad de 437 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una T° de 25 $^{\circ}\text{C}$.



9:30 h. Limpieza

A las 11:30 h tras cuatro horas finalizan las labores de limpieza.

El agua presenta una turbidez baja y un color algo amarillento. Conductividad: 460 $\mu\text{S}/\text{cm}$. T^a: 21°C.



23:30 h. Fin limpieza

Columna litológica

Los materiales atravesados durante la jornada, han sido los siguientes:

De 344 a 347 m, caliza marrón oscura.

De 347 a 350 m, caliza marrón oscura y algo de arcillas naranjas.

De 350 a 374 m, caliza marrón oscura.

De 374 a 377 m, caliza beige y caliza marrón.

De 377 a 392 m, caliza beige algo arenosa.

De 392 a 411 m, dolomías amarillentas.

02/07/07

Estado de la perforación

Por problemas técnicos, la extracción del varillaje se prolonga hasta las 18:00 h.

A continuación se intenta medir el nivel del sondeo pero no se puede pues la sonda pita

Fdo: Luis Almansa Calzado



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 2921-3-0025
(P-09.822.004)**

LA CUBA (TERUEL)

CORREO

zaragoza@igme.es

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



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

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

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros de media. Se realizó un emboquille de 18 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 3 primeros metros debido a los constantes derrumbes de las gravas se entuban con diámetro 400 mm. Hasta 285 metros de profundidad se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica ciega ranurada de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor. Se entubó hasta 285 metros. Posteriormente se profundizó hasta 411 metros a 165 mm de diámetros, quedando esta parte sin entubar.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 267 m tubería ciega. De 267 m a 273 m tubería ciega ranurada. De 273 m a 279 m tubería ciega. De 279 m a 285 m tubería ciega ranurada.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de unos 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas 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 diagráfias 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 del sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 2921-3-0025 (P-09.822.004) se localiza en el término municipal de La Cuba (Teruel).

El piezómetro se sitúa a unos 100 -150 m del pozo de abastecimiento del pueblo, en la misma parcela. Este emplazamiento está situado a unos 900 m del cruce que hay antes de entrar al pueblo, dirección Portell de Morella. A mano derecha quedan unas granjas y a mano izquierda está el pozo. Se pasa por delante de él y se avanzan unos metros. La parcela se sitúa en un barranco.

Las coordenadas exactas del punto son: X= 729038, Y= 4496336, Z= 850 m.s.n.m. (Fig.1).

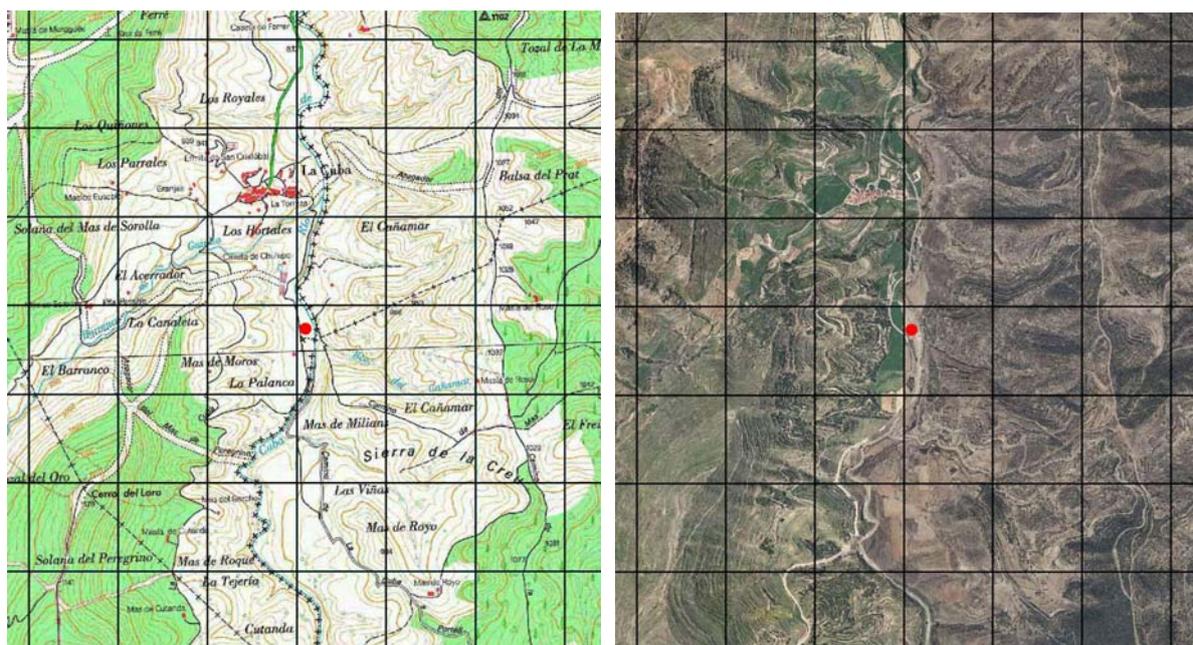


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 500 metros.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Cretácico Inferior que se diferencian como unidad C₁₃₋₁₄ en el Mapa Geológico MAGNA 544 (Forcall). No obstante, de la testificación se deduce que los 15 metros iniciales, se corresponden a depósitos de Cuaternario, relacionados con el Río Cuba,

que no se encuentran representados en la cartografía MAGNA.

La zona queda enmarcada en la Cuenca Mesozoica del Maestrazgo, al W del Anticlinal de Bovalar, y en una zona escasamente plegada, con pliegues laxos, y valores bajos de buzamiento.

Los materiales del Cretácico Inferior subyacentes al Cuaternario se presentan subhorizontales, con valores de buzamiento inferiores a los 10°.

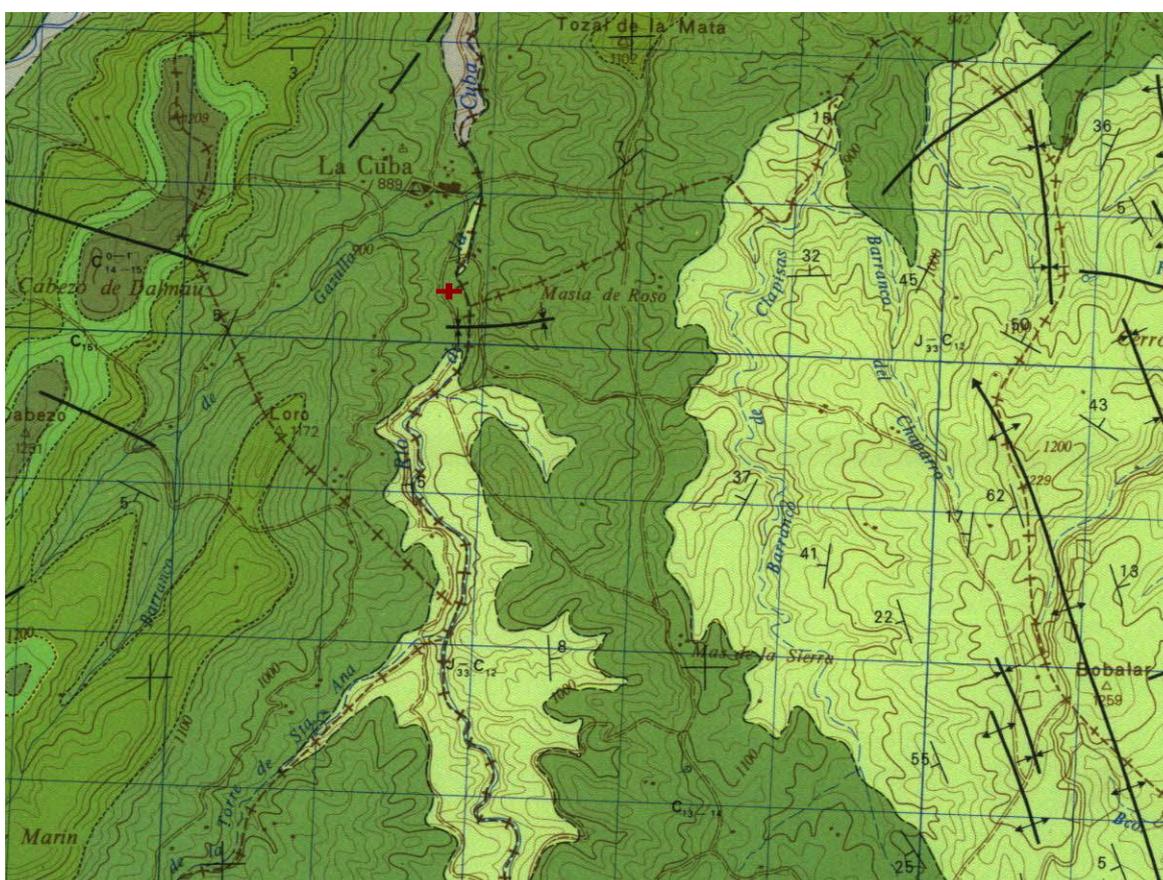


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra situado directamente sobre materiales del Cuaternario de fondo de valle compuestos por gravas y limos fundamentalmente. Este recubrimiento se corta hasta aproximadamente el metro 15 de la sucesión.



Por debajo, hasta el final del sondeo se corta una sucesión de naturaleza carbonatada integrada por calizas y margas de edades Cretácico Inferior y Jurásico Superior (Malm).

Entre los metros 15 y 55 se corta una sucesión predominantemente carbonatada, si bien presenta interestratos a intercalaciones margosas de menor importancia. Presentan texturas generalmente no granosostenidas, abundando los términos bioclásticos, si bien son muy frecuentes los cantos negros (*black pebbles*) y otros componentes no esqueléticos. Entre los bioclastos destacar la presencia de charáceas. Este tramo de sondeo puede atribuirse a la Fm. Cantaperdius del Barremiense (Salas, 1987; Más *et al.*, 2004).

Del metro 55 al metro 130, la sucesión se compone de calizas con abundantes intercalaciones margosas. Las calizas presentan texturas muy variables, tanto granudas como no granosostenidas y con componentes tanto de medios salobres como marinos. Este tramo de columna puede atribuirse a la Fm. Pleta en su tramo superior, con una edad Titónico medio-superior a Berriasiense basal (Ipas *et al.*, 2007).

Desde el metro 130 hasta la pérdida de barrido del metro 164 la sucesión es más carbonatada, con abundantes calizas de texturas granosostenidas y facies oolíticas muy características. Este tramo con estas características es constitutivo de la Fm. Bovalar.

Entre los metros 164 y 285 se produce una pérdida de barrido. No obstante, del conocimiento regional (Nadal, 2001; Ipas *et al.*, 2007; Ipas *et al.*, 2008) se deduce que esta parte de la columna tiene que corresponderse al igual que el tramo anterior con la Fm. Bovalar, que en esta zona llega a alcanzar espesores de incluso más de 300 metros.

En el metro 285 se recupera el barrido y hasta el metro 375, por las características de las facies, con abundancia de términos granosostenidos, se puede considerar que se continúa cortando la Fm. Bovalar.

Desde el metro 375 y hasta el metro 411 se corta una sucesión dolomítica importante. Esta dolomía puede interpretarse como perteneciente a la Fm. Talaies, de composición dolomítica y que posiblemente se desarrollase sobre calizas fangosas de la Fm. Loriguilla o su equivalente lateral granosostenido en esta zona, la Fm. Higuieruelas (Gómez, 1978; Gómez y Goy, 1979; Ipas *et al.*, 2007)

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-15 m. Gravas y limos correspondientes a depósitos aluviales actuales del Río Cuba. Los cantos son casi todos de calizas del Malm y se encuentran bien redondeados, con tamaños



centimétricos a decimétrico. Los limos son grises a negruzcos. Entre los metros 4 y 10 se corta un intervalo arcilloso con muchas menos gravas.

TRAMO 2

15-55 m. Calizas grises con ocasionales dolomías algo más oscuras y eventuales intercalaciones margosas.

Las calizas presentan en general texturas de *mudstone* a *wackestone* de bioclastos, entre los que destacan bivalvos y de manera ocasional charáceas. En general la facies se encuentra algo recristalizada, de modo que la facies no se observa con claridad.

Hacia la parte basal del tramo son frecuentes las calizas con cantos negros (*black pebbles*) a peloidales, con bioclastos en menor medida.

Las dolomías son de grano fino, microcristalinas.

En el metro 40 se detecta un pequeño aporte que empapa los ripios del sondeo durante la perforación.

TRAMO 3

56-80 m. Calizas, dolomías y margas. Presentan tonos de grises a algo amarillentos.

Las calizas presentan textura desde *wackestone* hasta *mudstone*, con algunos bioclastos, entre los que destacan los miliólidos. Hacia la parte basal del tramo, también son abundantes las calizas granudas en facies bioclásticas de bivalvos o peloidales-intraclásticas. Entre estas facies, se intercalan algunas bioclásticas no granosostenidas con posibles charáceas.

Las dolomías son de tonos algo más oscuros y de grano medio, con romboedros bien desarrollados que resaltan en la facies.

Aparecen acumulaciones locales de óxidos de hierro, sobre todo en relación con calizas que presentan un aspecto algo más arenoso.

TRAMO 4

80-95 m. Dolomías con calizas y escasas margas. Las calizas presentan texturas muy variadas, desde *mudstone* bastante puro hasta *grainstone* peloidal-oolítico, si bien lo más frecuente son las calizas *wackestone*, con peloides, bioclastos y ocasionales cantos negros (*black pebbles*).



TRAMO 5

95-130 m. Calizas grises con puntuales intercalaciones o interestratos margosos.

Hacia la parte superior se observa una alternancia muy marcada entre términos *mudstone*, que presentan colores algo más claros, con otros *grainstone* en general peloidales a oolíticos, mostrando una posible ordenación en secuencias de mayor orden (escala decimétrica a métrica).

Hacia la parte basal del tramo dominan las calizas no granosostenidas, que además de manera puntual, se encuentran incipientemente dolomitizadas. En esta parte dominan las calizas *mudstone* con escasos bioclastos (bivalvos).

Las dolomías son de grano fino, microcristalinas.

TRAMO 6

130-150 m. Calizas grises con dolomías.

Las calizas presentan textura *packstone* a *grainstone* y compuestas mayormente por ooides, mal clasificados y de diferentes tipos, probablemente de ambientes de zonas protegidas de bajío. Los bioclastos son bastante escasos, destacando los miliólidos y lituólidos. De manera puntual aparecen *grainstone* peloidales a intraclásticos.

Las dolomías son de grano medio y se observan fantasmas de granos no esqueletales, de manera que aparentemente está sustituyendo a una caliza granuda.

TRAMO 7

150-164 m. Dolomías de colores grises a gris oscuro. De manera puntual, a la base del tramo aparecen algunos *grainstone* oolíticos, *packstone* peloidales y *mudstone* con escasos bivalvos.

Las dolomías son de grano fino a medio y sólo de manera esporádica presentan fantasmas de granos. Las de grano medio, presentan un aspecto algo arenoso.

TRAMO 8

164-285 m. Perdida de barrido debido a la fracturación de la roca.



TRAMO 9

285-301 m. Dolomías de grano fino de color gris claro. En general se encuentran bastante dedolomitizadas y recristalizadas a esparita. Intercaladas aparecen calizas de color gris, de textura *mudstone* a *wackestone* de bivalvos, en un estado incipiente de dolomitización. Hacia la base del tramo se invierte la tendencia y las calizas dominan sobre las dolomías.

TRAMO 10

301-349 m. Calizas *mudstone* casi puras, con ocasionales espículas de equinodermos y fragmentos de bivalvos de tipo filamentoso. Puntualmente aparecen serpúlidos y algas calcáreas. Intercaladas entre estas calizas fangosas, aparecen calizas granudas, en facies de *packstone* peloidal a oolítico que se encuentra en un estado variable de dolomitización, desde incipiente a muy avanzada.

Hacia la parte basal del tramo aumentan en proporción las calizas granosostenidas, pasando a ser una alternancia entre fangosas y granudas, posiblemente reflejo de la ordenación de la serie en secuencias de alta frecuencia.

El tramo se encuentra bastante fracturado, con acumulaciones de óxidos de hierro en las fracturas.

TRAMO 11

349-374 m. Dolomías gris amarillentas y calizas grises.

Las dolomías son de grano fino a medio de manera general, si bien aparecen esporádicamente dolomías de grano grueso y aspecto sacaroideo. Las de grano fino son microcristalinas y de manera ocasional muestran algunos fantasmas de bioclastos.

Las calizas presentan la variación de texturas comentadas en el tramo anterior y se subordinan a las dolomías en la parte superior del tramo, mientras que hacia la base van aumentando su proporción.

Se trata de un tramo bastante fracturado, con acumulación de alguna arcilla roja en grietas abiertas.



TRAMO 12

374-411 m. Dolomías amarillentas, de grano fino a medio. Se trata de una facies totalmente recristalizada, de origen diagenético. En esta facies se observan los romboedros bien desarrollados e individualizados.

Sólo de manera puntual se observan calizas *mudstone* hacia la parte media del tramo y ocasionalmente algún fantasma de grano no esqueletal en la facies dolomitizada.

REFERENCIAS

GÓMEZ, J. J. (1978). *EL JURASICO EN FACIES CARBONATADAS DEL SECTOR LEVANTINO DE LA CORDILLERA IBÉRICA. SEMINARIOS. DE ESTRATIGRAFÍA. SERIE MONOGRAFÍAS*, 4, 1-683

GÓMEZ, J. J. Y GOY, A. (1979) - LAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DEL JURÁSICO MEDIO Y SUPERIOR, EN FACIES CARBONATADAS DEL SECTOR LEVANTINO DE LA CORDILLERA IBÉRICA. *ESTUDIOS GEOLÓGICOS*, 35, pp. 596-598.

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

IPAS, J., AURELL, M. Y BÁDENAS, B. (2007): FROM PERITIDAL TO OPEN MARINE, FROM CARBONATES TO SILICICLASTICS: DIFFERENT EXPRESSION OF SEDIMENTARY CYCLES (TITHONIAN, NE SPAIN). EGU2007-A-08830. ABS.

IPAS, J., RAMAJO, J., AURELL, M., BÁDENAS, B. Y BARNOLAS, A. (2008): INTEGRACIÓN DE NUEVOS DATOS DEL SUBSUELO EN EL CONOCIMIENTO DEL JURÁSICO SUPERIOR (TITÓNICO) EN LA CUENCA DEL MAESTRAZGO (PUERTOS DE MORELLA, CASTELLÓN). GEOTEMAS 10 EDICIÓN DVD.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 544. Forcall (1978).

MAS, R.; GARCÍA, A.; SALAS, R.; MELÉNDEZ, A.; ALONSO, A.; AURELL, M.; BÁDENAS, B.; BENITO, M.I.; CARENAS, B.; GARCÍA-HIDALGO, J.F.; GIL, J.; SEGURA, M. (2004): SEGUNDA FASE DE RIFTING: JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO INFERIOR. *GEOLOGÍA DE ESPAÑA* (J. A. VERA ED.). 503-513.

NADAL, J. (2001): ESTUDI DE LA DOLOMITZACIÓ DEL JURÀSSIC SUPERIOR-CRETACI INFERIOR DE LA CADENA IBÈRICA ORIENTAL I LA CADENA COSTANERA CATALANA. RELACIÓ AMB LA SEGONA ETAPA DE RIFT MESOZOICA. TESIS DOCTORAL UNIV. BARCELONA. 416 PP.

SALAS, R. (1987): EL MALM I EL CRETACI INFERIOR ENTRE EL MASSIS DE GARRAF I LA SERRA D'ESPADÁ. ANALISI DE CONCA. TESIS DOCTORAL. UNIVERSITAT DE BARCELONA: 345 PP.

CÓDIGO IPA: 2921-3-0025
CÓDIGO MMA: 09.822.004

MUNICIPIO: LA CUBA
PROVINCIA: TERUEL

HOJA Nº 2921

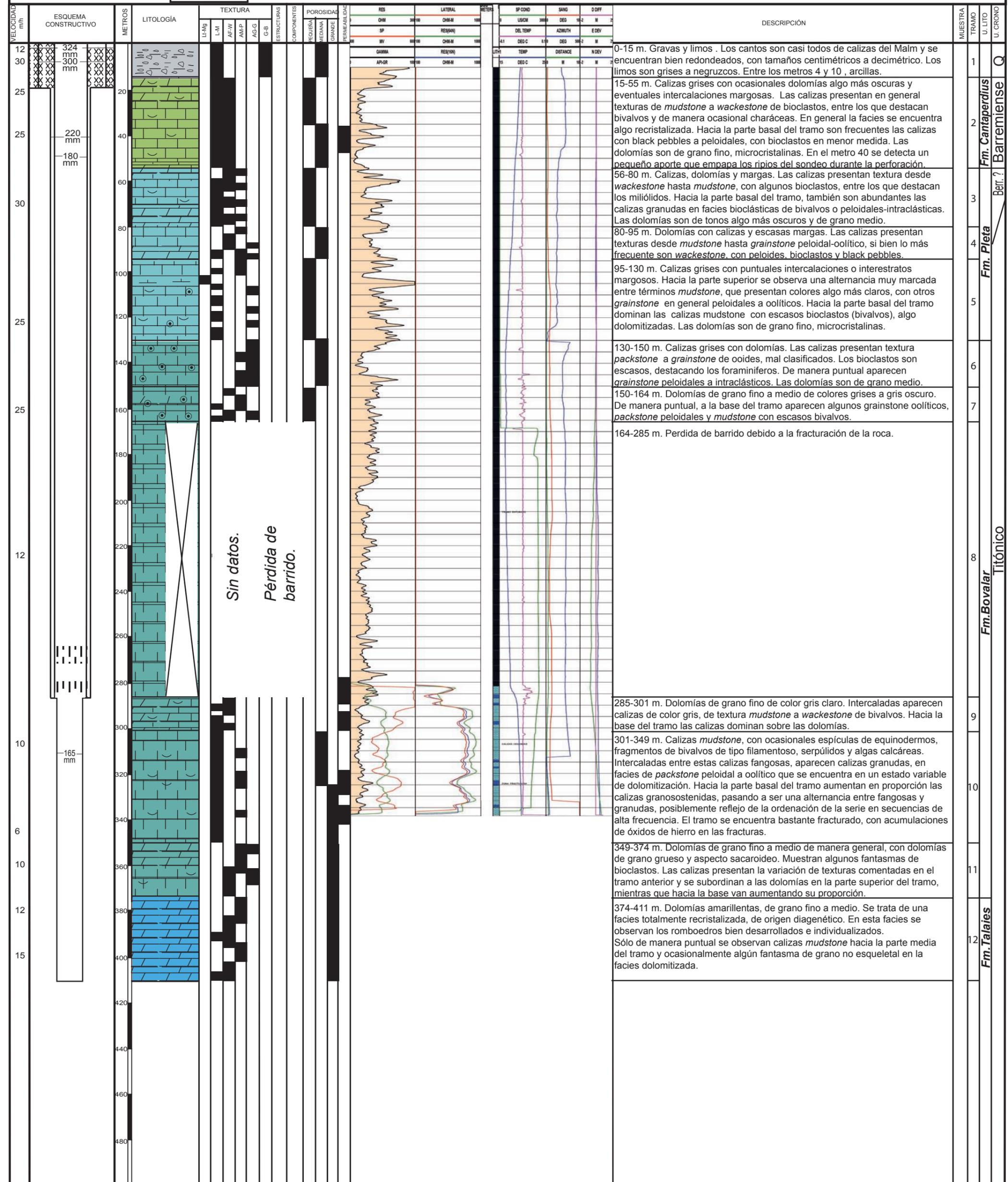
PARAJE: La Cuba Mma. Parcela 60003
Polígono 14

FECHA INICIO: 08/06/2007
FECHA FINAL: 01/07/2007

COORDENADAS UTM
729.038
4.496.336
850

PRECISIÓN (X,Y)
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: Javier F. Ibas Lloréns



ANEJO 3

GEOFÍSICA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE ESTADO DE AGUAS Y COSTAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE
SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
DE LA CUENCA DEL EBRO (2ª fase)

TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

Sondeo: LA CUBA

CGS **COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.**

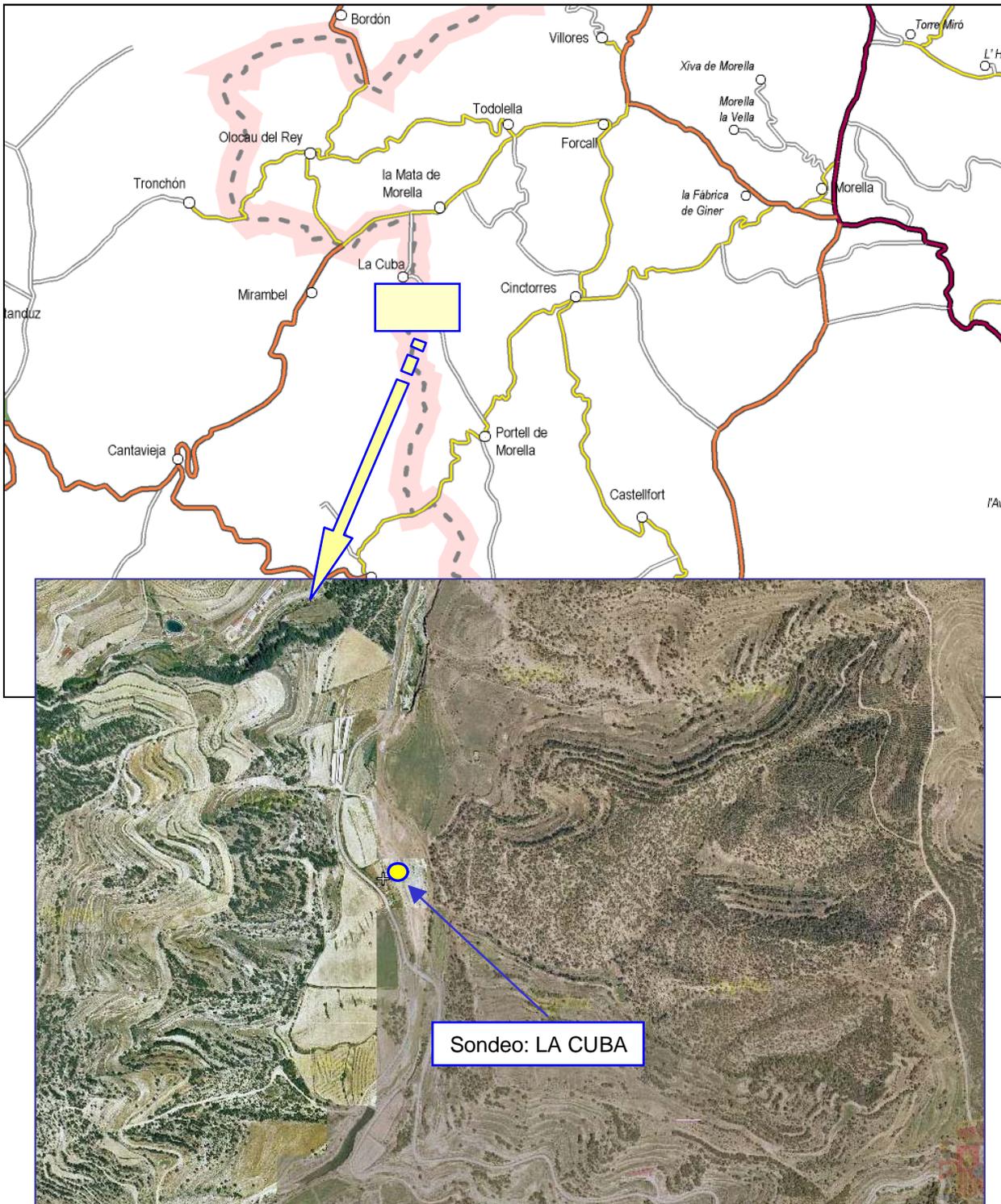
Avda. de Bruselas, 7
Parque Empresarial Arroyo de la Vega
28108 Alcobendas, Madrid
Tf: 914902410 Fax: 916624296
E-mail: cgs@cgsondeos.com

JUNIO DE 2007



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **“LA CUBA”** EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE LA CUBA (TERUEL)

JUNIO DE 2007



*Situación geográfica del sondeo: **LA CUBA***

DATOS DEL SONDEO: **LA CUBA**

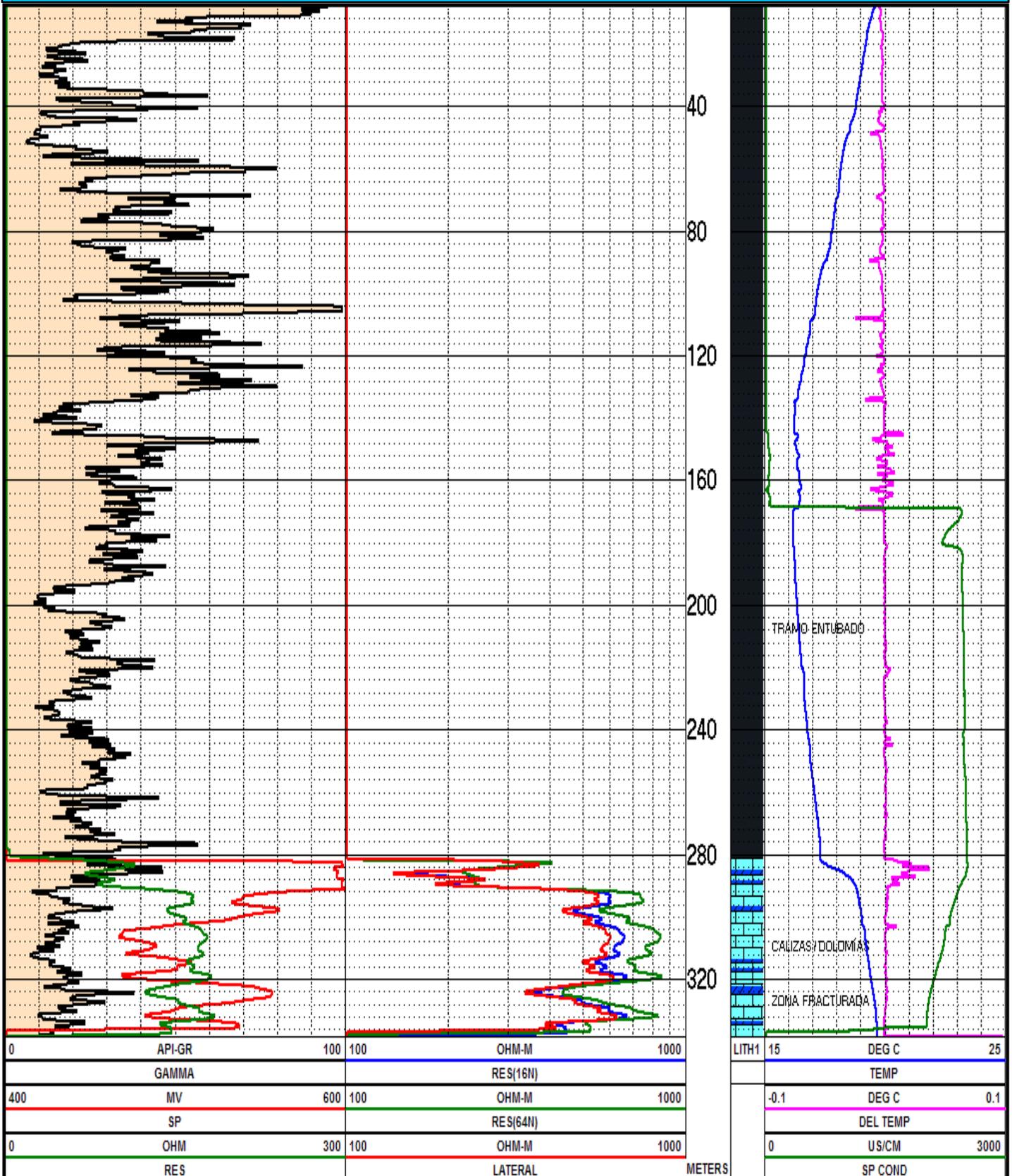
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0729035
	Y	4496372
	Z	868
PROVINCIA:	TERUEL	
MUNICIPIO:	LA CUBA	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	338 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	338 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 282 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	180 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	165 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	168,5 m.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0.65343	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	19-06-2007	

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA

Fecha: 19-06-2007

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**

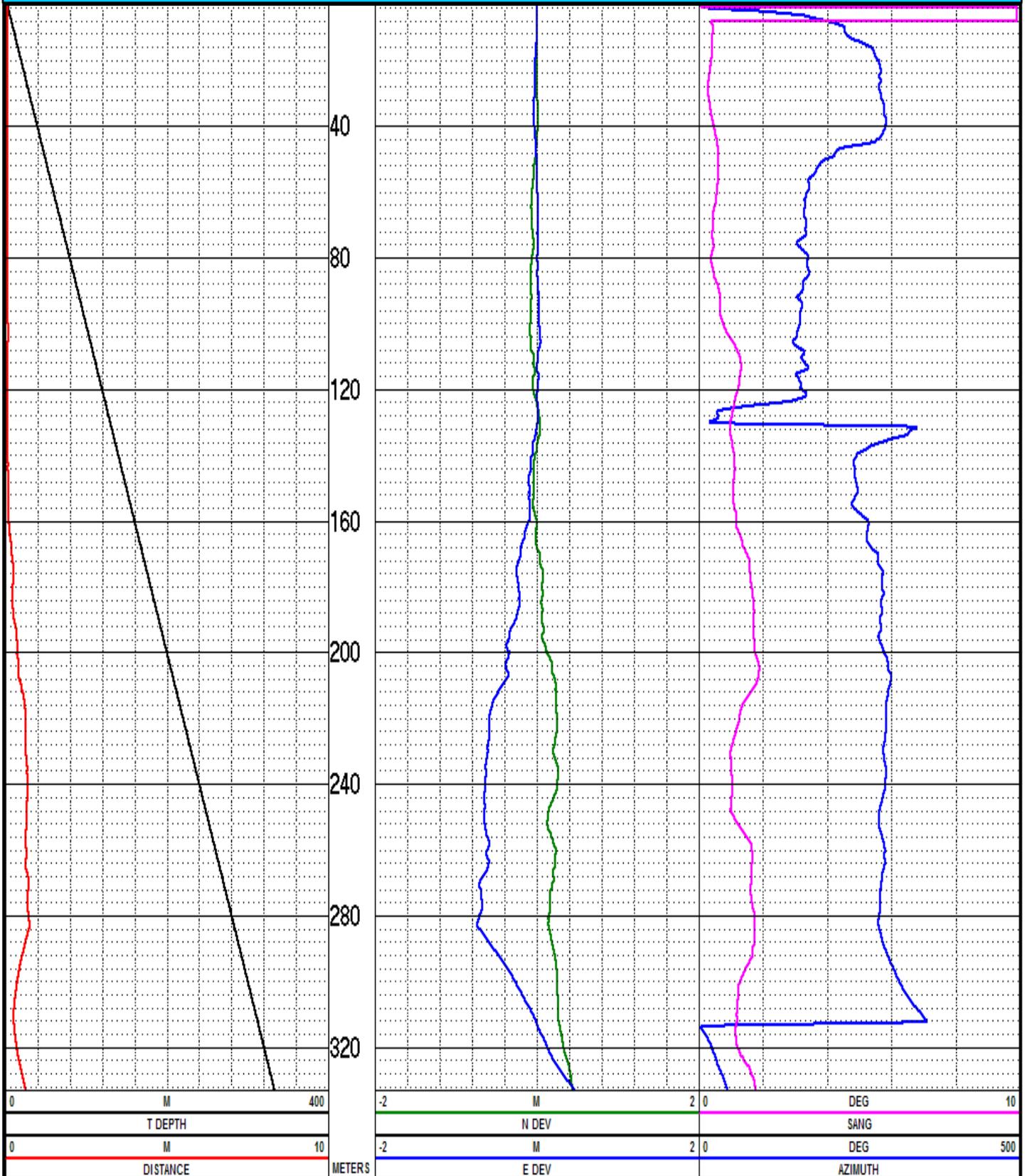


DIAGRAFÍA DE DESVIACIÓN

Fecha: 19-06-2007

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**



LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN DEL SONDEO: **LA CUBA**

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
4	4.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
6	6.00	0.00	0.00	0.00	164	0.50
8	8.00	-0.01	0.00	0.00	202	0.50
10	10.00	-0.01	-0.01	0.00	224	0.50
12	12.00	-0.01	-0.01	0.00	229	0.50
14	14.00	0.00	-0.01	0.00	249	0.50
16	16.00	0.00	-0.02	0.00	267	0.50
18	18.00	0.00	-0.02	0.00	274	0.30
20	20.00	0.01	-0.03	0.00	283	0.40
22	22.00	0.01	-0.03	0.00	284	0.40
24	24.00	0.01	-0.03	0.00	283	0.30
26	26.00	0.01	-0.03	0.00	286	0.30
28	28.00	0.01	-0.04	0.00	283	0.30
30	30.00	0.01	-0.04	0.00	285	0.40
32	32.00	0.01	-0.04	0.00	287	0.40
34	34.00	0.01	-0.04	0.00	290	0.40
36	36.00	0.01	-0.04	0.00	291	0.50
38	38.00	0.02	-0.04	0.00	294	0.40
40	40.00	0.01	-0.04	0.00	291	0.50
42	42.00	0.01	-0.03	0.00	290	0.50
44	44.00	0.00	-0.02	0.00	278	0.50
46	46.00	-0.01	-0.01	0.00	239	0.50
48	48.00	-0.02	-0.01	0.00	215	0.70
50	50.00	-0.03	-0.01	0.00	199	0.50
52	52.00	-0.04	0.00	0.00	186	0.40
54	54.00	-0.04	0.00	0.00	184	0.70
56	56.00	-0.05	0.01	0.10	173	0.70
58	58.00	-0.06	0.01	0.10	172	0.70
60	60.00	-0.06	0.01	0.10	170	0.60
62	62.00	-0.07	0.02	0.10	165	0.50
64	64.00	-0.07	0.02	0.10	168	0.60
66	66.00	-0.07	0.02	0.10	166	0.50
68	68.00	-0.07	0.02	0.10	168	0.30
70	70.00	-0.07	0.01	0.10	169	0.40
72	72.00	-0.06	0.01	0.10	169	0.60
74	74.00	-0.05	0.02	0.10	162	0.60
76	76.00	-0.05	0.02	0.10	155	0.50
78	78.00	-0.06	0.02	0.10	165	0.40
80	80.00	-0.07	0.01	0.10	172	0.60
82	82.00	-0.08	0.01	0.10	170	0.30
84	84.00	-0.08	0.01	0.10	174	0.40
86	86.00	-0.08	0.01	0.10	170	0.50
88	88.00	-0.08	0.02	0.10	165	0.70
90	90.00	-0.08	0.03	0.10	162	0.90
92	92.00	-0.07	0.04	0.10	153	0.70
94	94.00	-0.08	0.02	0.10	163	0.70
96	96.00	-0.08	0.03	0.10	160	0.70
98	98.00	-0.09	0.03	0.10	159	0.80



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
100	100.00	-0.09	0.03	0.10	160	0.70
102	102.00	-0.09	0.04	0.10	157	0.80
104	104.00	-0.09	0.05	0.10	152	1.00
106	105.99	-0.07	0.05	0.10	147	1.10
108	107.99	-0.08	0.02	0.10	164	1.30
110	109.99	-0.05	0.02	0.10	160	1.40
112	111.99	-0.05	0.01	0.10	168	1.40
114	113.99	-0.03	0.00	0.00	170	1.40
116	115.99	-0.05	0.02	0.10	156	1.30
118	117.99	-0.06	0.02	0.10	159	1.30
120	119.99	-0.06	0.02	0.10	161	1.00
122	121.99	-0.03	0.01	0.00	169	1.30
124	123.99	-0.01	0.01	0.00	129	1.30
126	125.99	0.02	0.02	0.00	42	1.00
128	127.99	0.03	0.02	0.00	34	1.10
130	129.99	0.04	0.01	0.00	16	1.00
132	131.99	0.04	-0.02	0.00	332	1.20
134	133.99	0.04	-0.03	0.00	323	0.90
136	135.99	0.02	-0.05	0.10	286	1.00
138	137.99	-0.01	-0.06	0.10	263	1.10
140	139.99	-0.03	-0.07	0.10	248	1.10
142	141.99	-0.04	-0.08	0.10	244	1.30
144	143.99	-0.04	-0.08	0.10	244	1.30
146	145.99	-0.05	-0.10	0.10	244	0.80
148	147.99	-0.05	-0.10	0.10	246	1.20
150	149.99	-0.04	-0.10	0.10	249	1.10
152	151.99	-0.04	-0.09	0.10	245	1.10
154	153.98	-0.06	-0.10	0.10	241	1.10
156	155.98	-0.05	-0.09	0.10	242	1.00
158	157.98	-0.03	-0.10	0.10	254	1.30
160	159.98	-0.01	-0.11	0.10	266	1.10
162	161.98	-0.01	-0.14	0.10	265	1.70
164	163.98	-0.02	-0.15	0.20	263	1.10
166	165.98	-0.02	-0.18	0.20	263	1.10
168	167.98	0.00	-0.21	0.20	270	1.60
170	169.98	0.04	-0.21	0.20	282	1.60
172	171.98	0.04	-0.23	0.20	279	1.60
174	173.98	0.06	-0.25	0.30	283	1.70
176	175.98	0.08	-0.26	0.30	288	1.60
178	177.98	0.08	-0.24	0.30	287	1.60
180	179.98	0.07	-0.23	0.20	287	1.60
182	181.98	0.08	-0.22	0.20	290	1.70
184	183.97	0.06	-0.22	0.20	286	1.80
186	185.97	0.06	-0.23	0.20	286	1.80
188	187.97	0.07	-0.24	0.30	286	1.60
190	189.97	0.07	-0.27	0.30	284	1.70
192	191.97	0.08	-0.32	0.30	285	1.70
194	193.97	0.08	-0.34	0.40	283	1.80
196	195.97	0.07	-0.36	0.40	282	1.70
198	197.97	0.11	-0.38	0.40	286	1.70



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
200	199.97	0.13	-0.34	0.40	290	1.90
202	201.97	0.17	-0.37	0.40	295	1.80
204	203.97	0.19	-0.39	0.40	297	1.70
206	205.96	0.19	-0.36	0.40	298	2.20
208	207.96	0.23	-0.38	0.40	300	2.00
210	209.96	0.24	-0.44	0.50	299	1.90
212	211.96	0.24	-0.49	0.50	296	1.60
214	213.96	0.24	-0.54	0.60	294	1.30
216	215.96	0.24	-0.56	0.60	293	1.30
218	217.96	0.25	-0.58	0.60	293	1.30
220	219.96	0.26	-0.59	0.60	294	1.30
222	221.96	0.26	-0.59	0.60	294	1.30
224	223.96	0.25	-0.59	0.60	293	1.30
226	225.96	0.24	-0.60	0.60	292	1.00
228	227.96	0.22	-0.61	0.60	290	1.10
230	229.96	0.20	-0.61	0.60	288	1.00
232	231.96	0.23	-0.63	0.70	290	1.00
234	233.96	0.25	-0.64	0.70	292	1.10
236	235.96	0.27	-0.63	0.70	293	1.10
238	237.96	0.27	-0.64	0.70	293	1.00
240	239.95	0.26	-0.64	0.70	292	1.10
242	241.95	0.24	-0.65	0.70	290	1.20
244	243.95	0.21	-0.66	0.70	288	1.10
246	245.95	0.18	-0.65	0.70	285	1.20
248	247.95	0.15	-0.65	0.70	283	1.00
250	249.95	0.14	-0.65	0.70	282	1.00
252	251.95	0.14	-0.65	0.70	282	1.10
254	253.95	0.15	-0.63	0.60	283	1.70
256	255.95	0.19	-0.62	0.60	287	1.70
258	257.95	0.21	-0.60	0.60	289	1.60
260	259.95	0.24	-0.62	0.70	291	1.60
262	261.95	0.23	-0.62	0.70	290	1.70
264	263.95	0.23	-0.60	0.60	291	1.80
266	265.95	0.21	-0.62	0.70	288	1.70
268	267.95	0.21	-0.68	0.70	287	1.70
270	269.95	0.20	-0.72	0.70	285	1.70
272	271.94	0.17	-0.70	0.70	284	1.70
274	273.94	0.17	-0.69	0.70	284	1.70
276	275.94	0.17	-0.68	0.70	284	1.70
278	277.94	0.17	-0.69	0.70	284	1.80
280	279.94	0.16	-0.72	0.70	282	1.80
282	281.94	0.14	-0.74	0.80	281	1.60
284	283.94	0.16	-0.71	0.70	282	2.30
286	285.94	0.18	-0.66	0.70	285	1.60
288	287.94	0.19	-0.60	0.60	288	1.70
290	289.94	0.21	-0.54	0.60	291	2.00
292	291.94	0.23	-0.48	0.50	295	1.90
294	293.93	0.24	-0.42	0.50	300	1.60
296	295.93	0.25	-0.37	0.40	304	1.70
298	297.93	0.25	-0.32	0.40	309	1.00

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
300	299.93	0.26	-0.28	0.40	313	1.20
302	301.93	0.26	-0.23	0.30	318	1.40
304	303.93	0.26	-0.19	0.30	324	1.20
306	305.93	0.26	-0.15	0.30	331	1.20
308	307.93	0.26	-0.10	0.30	340	1.30
310	309.93	0.26	-0.06	0.30	348	1.30
312	311.93	0.27	-0.02	0.30	356	1.30
314	313.93	0.29	0.02	0.30	4	1.00
316	315.93	0.31	0.06	0.30	11	1.60
318	317.93	0.32	0.10	0.30	17	1.10
320	319.93	0.34	0.13	0.40	22	0.90
322	321.93	0.36	0.17	0.40	26	1.50
324	323.93	0.38	0.21	0.40	29	1.40
326	325.93	0.40	0.26	0.50	33	1.90
328	327.93	0.42	0.32	0.50	38	1.80
330	329.92	0.43	0.38	0.60	41	1.80
332	331.92	0.44	0.44	0.60	45	1.80
334	333.92	0.44	0.50	0.70	49	1.80
336	335.92	0.44	0.57	0.70	52	1.90
338	337.92	0.45	0.63	0.80	55	1.90

RESULTADOS OBTENIDOS

LITOLOGÍA

El sondeo se ha perforado en una formación de calizas y/o dolomías.

NIVEL FREÁTICO

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 168,5 metros.

APORTES DE AGUA

De la respuesta obtenida con la sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables y confeccionado la siguiente tabla.

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	OBSERVACIONES
Tramo de 285,5 m. a 287 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 289 m. a 290 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 297 m. a 298,5 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 314 m. a 315 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 317 m. a 318 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 323 m. a 325 m.	2 m.	Zona de fractura
Tramo de 333,5 m. a 335 m.	1,5 m.	Zona de fractura

DESVIACIÓN

Dado que el sondeo se encontraba entubado hasta los 282 metros de profundidad, en el momento de efectuar la testificación, la sonda de desviación, en sondeos entubados con tubería metálica, no registra correctamente la desviación aunque sí la inclinación. No obstante presentamos todos los parámetros en este informe como una aproximación a la realidad. Dicho esto, de la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación) que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- La distancia de máxima desviación estimada con respecto a la vertical, a los 338 metros de profundidad, ha sido de 0,80 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada, estimada, de 200°.
- El sondeo presenta una inclinación que va desde 0,3° a 2,20°.



Fdo: José Luengo
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
Alcobendas, 19 de junio de 2007



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

ANEJO 4

INFORME DE ENTUBACIÓN

Informe de entubación

Realizado el diseño de la entubación a partir de la columna levantada durante la perforación del sondeo y los aportes observados se realiza la operación de entubado entre las 12:30 del 16/06/07 y las 11:30 del 17/06/07 cuyo resultado se recoge en las siguientes tablas.



Soldando dos tramos de tubería ciega



Elevando un tramo de tubería ciega de 6 m

Entubación sondeo La Cuba

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-3	400	4	Acero	Ciega
0-18	300	5	Acero	Ciega
0-267	180	4	Acero	Ciega
267-273	180	4	Acero	ranurada
273-279	180	4	Acero	Ciega
279-285	180	4	Acero	ranurada

Modelo Tubería: chapa acero al carbono S 235 JR (ST37.2)

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 400 mm tubería ciega	3
Diámetro 300 mm tubería ciega	18
Diámetro 180 mm tubería ciega ranurada	12
Diámetro 180 mm tubería ciega	273

INCIDENCIAS
El entubado del tramo de perforación a 220 mm de diámetro concluye a las 11:30 del 17/06/07 con 285 m de tubería colocados, quedando ésta apoyada al fondo y soldada a la tubería de 300 mm en superficie.

Fdo: Luis Almansa Calzado

ANEJO 4B

VIDEORREGISTRO Y ENTUBACIÓN EN PVC

ANEJO: REGISTRO VIDEOGRÁFICO Y ENTUBACIÓN EN PVC

Debido a los problemas para medir el nivel en el piezómetro construido, se decide realizar un registro videográfico del interior de la perforación, observándose entradas de agua debido a la mala soldadura de las orejetas a las siguientes profundidades:

41 m, 47.3 m, 216 m y 227 m

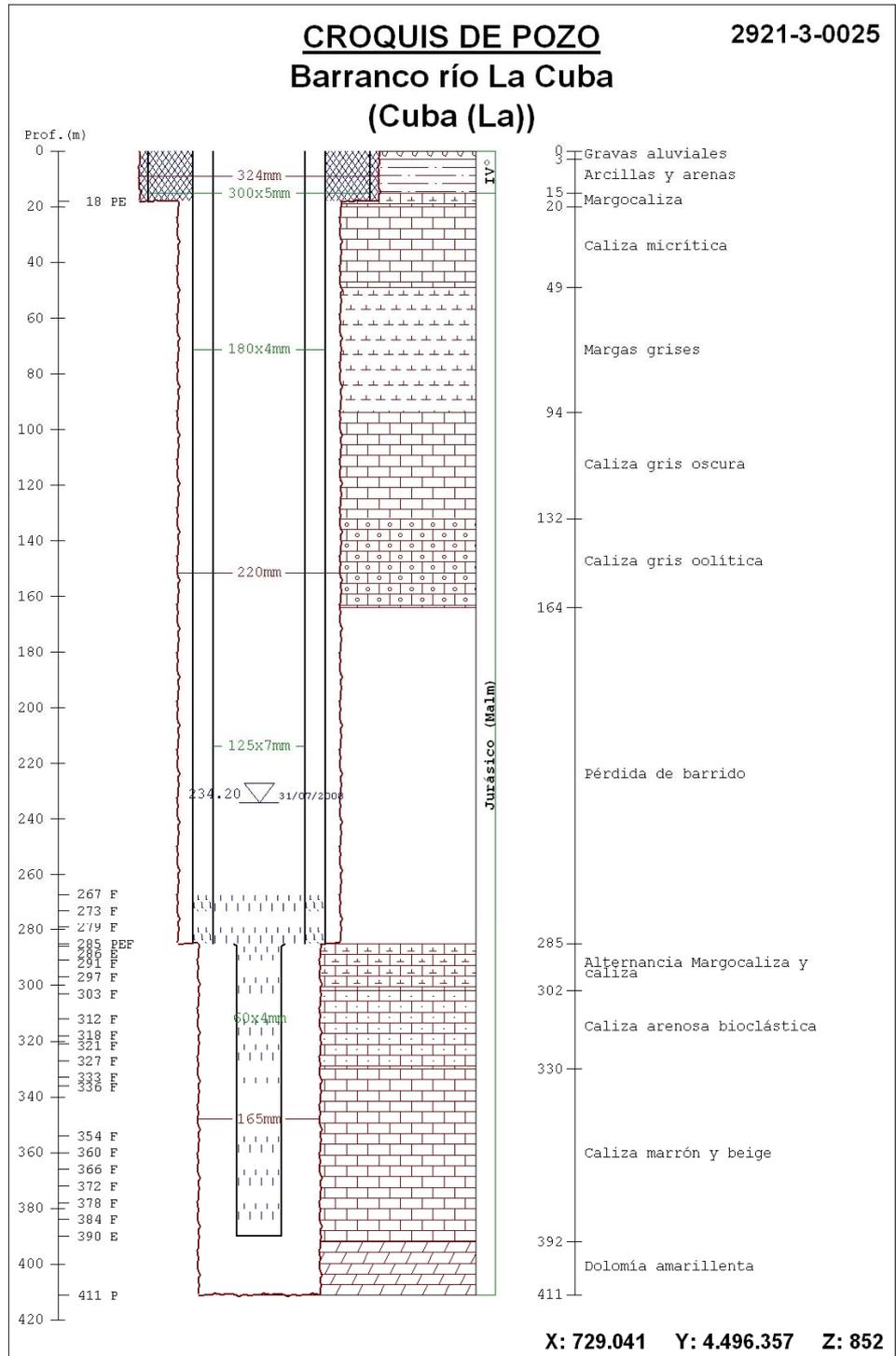
A los 16,4 m se detectó humedad que estropea la tubería.

Decidiéndose para subsanar estos puntos de entrada de agua, entubar en PVC a 125 mm de diámetro interior hasta los 285 m de profundidad y en 60 mm de diámetro interior hasta 390 m de profundidad:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-267	125	7,2	PVC	Ciega
267-273	125	7,2	PVC	Filtro
273-279	125	7,2	PVC	Ciega
279-285	125	7,2	PVC	Filtro
285-286 "Pieza acople"	145	7,2	PVC	Ciega
286-291	60	4	PVC	Filtro
291-297	60	4	PVC	Ciega
297-303	60	4	PVC	Filtro
303-312	60	4	PVC	Ciega
312-318	60	4	PVC	Filtro
318-321	60	4	PVC	Ciega
321-327	60	4	PVC	Filtro
327-333	60	4	PVC	Ciega
333-336	60	4	PVC	Filtro
336-354	60	4	PVC	Ciega
354-360	60	4	PVC	Filtro
360-366	60	4	PVC	Ciega
366-372	60	4	PVC	Filtro
372-378	60	4	PVC	Ciega
378-384	60	4	PVC	Filtro

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
384-390	60	4	PVC	Ciega

Croquis del sondeo con las entubaciones finales en acero y en PVC:



Informe de la entubación en PVC en el sondeo de La Cuba

Entre las 20:00 y las 21:00 h del 30/07/08 se descargó la tubería en el emplazamiento de La Cuba.

A las 6:30 h del 31/07/08, comenzó la entubación con el siguiente diseño:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-267	125	7,2	PVC	Ciega
267-273	125	7,2	PVC	Filtro
273-279	125	7,2	PVC	Ciega
279-285	125	7,2	PVC	Filtro
285-286 "Pieza acople"	145	7,2	PVC	Ciega
286-291	60	4	PVC	Filtro
291-297	60	4	PVC	Ciega
297-303	60	4	PVC	Filtro
303-312	60	4	PVC	Ciega
312-318	60	4	PVC	Filtro
318-321	60	4	PVC	Ciega
321-327	60	4	PVC	Filtro
327-333	60	4	PVC	Ciega
333-336	60	4	PVC	Filtro
336-354	60	4	PVC	Ciega
354-360	60	4	PVC	Filtro
360-366	60	4	PVC	Ciega
366-372	60	4	PVC	Filtro

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
372-378	60	4	PVC	Ciega
378-384	60	4	PVC	Filtro
384-390	60	4	PVC	Ciega

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 125 mm tubería ciega	273
Diámetro 125 mm tubería de filtro	12
Diámetro 60 mm tubería ciega	60
Diámetro 60 mm tubería de filtro	45
Pieza de acople entre ambos tipos de tuberías	1



Tubería PVC de 125 mm de diámetro



Sujeción de la tubería de 60 mm de diámetro durante la entubación



Sujección de la tubería de 60 mm de diámetro durante la entubación



Tramo de 5 metros de tubería ciega de 60 mm preparada para ser introducida



Elevando un tramo de tubería de 125 mm



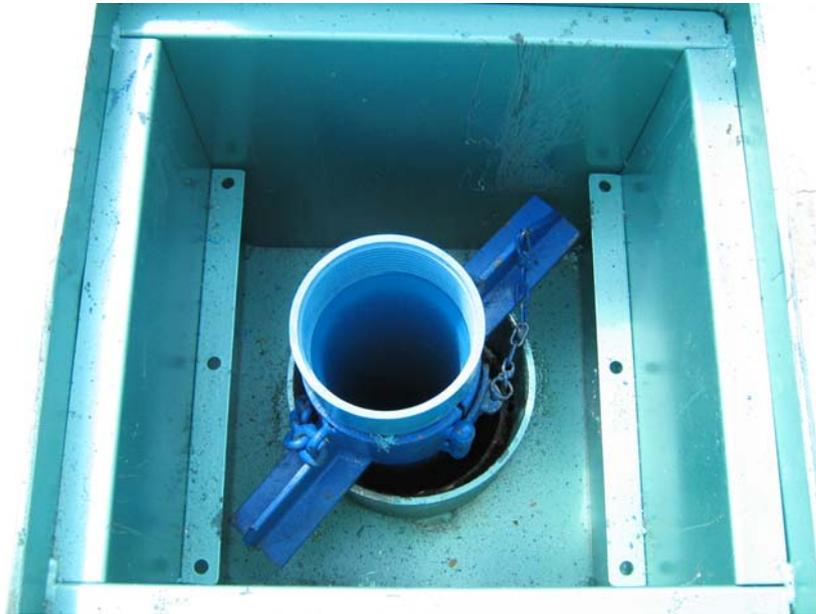
Enroscando dos tramos de tubería



Colocando la sujeción a la tubería de 125 mm de diámetro



Cinta y pieza utilizadas para elevar e introducir la tubería



Sujección final de la tubería



Vista final

Por último se mide nivel con sonda manual: 234,6 m.

INCIDENCIAS

El entubado concluyó a las 12:30 del 31/07/08 con 390 m de tubería colocados, quedando ésta colgada del exterior mediante una abrazadera de acero.

Fdo: Luis Almansa Calzado

ANEJO 5

ENSAYO DE BOMBEO

INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO, (2ª FASE)		
ENSAYO DE BOMBEO		
FECHA: 29-30/10/07		Nº pág:
Nº SONDEO:	POBLACIÓN: La Cuba	PROFUNDIDAD: 411 m
HORAS DE BOMBEO: 23 Horas		HORAS DE RECUPERACIÓN: 2 h (las 2 h con el equipo de impulsión introducido)

Ensayo de bombeo del sondeo del "Barranco del río La Cuba" en La Cuba

El ensayo de bombeo comienza el 29 de octubre de 2007 a las 13:30 h. Lo realiza la empresa Boins, S.L. de Hellín (Albacete), con un equipo formado por grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV, alternador Mecc Alte, tubería de impulsión con diámetro interior de 70 mm, bomba de aspiración marca Grundfos, modelo Sp 45-31 de 50 CV de potencia con 31 rodetes de impulsión.

El nivel estático inicial medido con la sonda de impulsión dentro, estaba a 215,72 m y la profundidad de la bomba de aspiración a 270 m.

El agua bombeada es extraída directamente al barranco del río La Cuba.

Se realizaron tres escalones según la tabla adjunta:

	Duración (minutos)	Caudal (l/s)	Descenso acumulado (m)
Escalón 1	300	0,3	39,00
Escalón 2	5	1	46,84
Escalón 3	1075	0,3	-14,11

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 0,3 l/s.

A los 300 minutos de bombeo, estabilizado el nivel en 254,72 m después de 2,5 h, se consulta a D. Antonio Azcón (IGME Zaragoza) decidiéndose detener el bombeo, tomar recuperación durante 1 h, y a

continuación continuar bombeando con 1 l/s. Si con este caudal, el nivel desciende hasta la rejilla, se regularía el caudal hasta dejarlo entorno a los 0,3-0,4 l/s hasta el final del ensayo.

Así, tras 1 hora de recuperación, el nivel queda en 223,16, reanudándose el bombeo con 1 l/s.

Este segundo escalón, se mantuvo únicamente durante 5 minutos pues el nivel descendió hasta la bomba, regulándose el caudal de nuevo hasta 0,3 l/s.

Este tercer y último escalón, se mantuvo hasta el final del ensayo (1075 minutos), quedando el nivel estabilizado en 255,89 m de profundidad.

El agua únicamente no salió clara durante las 2,5-3 primeras horas del primer y tercer escalón.

Se mide conductividad, pH y T^a a lo largo del ensayo, obteniéndose los siguientes resultados:

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (μS/cm)	T ^a (°C)
0,3	5	6,83	1016	27,8
0,3	299	6,79	1020	27,9
1	363	6,77	1015	27,7
0,3	370	6,81	1026	28,0
0,3	1378	6,74	1025	28,2

Después del bombeo, se mide recuperación con el equipo de impulsión introducido durante 60 minutos, quedando el nivel en 223,21 m (7,49 m por debajo de su nivel inicial).

Tras extraer el equipo de impulsión, se intentó medir recuperación con dos sondas manuales diferentes, no consiguiéndose pues a partir de unos 80 m, una de las sondas ya producía señal sonora continua y la otra sonda pitaba intermitentemente hasta marcar el nivel en 148 m (probablemente habrá aportes en algún punto de la tubería ciega).

También se intentó medir el nivel en el pozo de abastecimiento con la intención de llevar un control durante la realización del ensayo, pero resultó imposible introducir la sonda manual pues ésta se quedaba cogida en el interior del sondeo.



Vista del emplazamiento durante el ensayo



Emplazamiento y equipo de bombeo instalado



Tercer escalón (agua clara, 0,3 l/s)



Momentos finales del ensayo, tercer escalón (0,3 l/s, agua clara)

Fdo: Luis Almansa Calzado.

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad La Cuba
 N° Registro IPA
 Profundidad Sondeo 411 m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X 729041
 Y 4496357
 Z 852

Fecha Ensayo 29-30 de octubre de 2007

Nivel estático inicial 215,72
 Profund. Aspiración 270 m
 Bomba Grundfos modelo SP-45-31
 Grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV
 Alternador MECC ALTE

Piezómetro (n° IPA)
 Profundidad m
 Distancia m
 Dirección (norte) °E

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	0,3	300	300	39,00	39,00
2	1	305	5	46,84	46,84
3	0,3	1380	1075	-14,11	-14,11

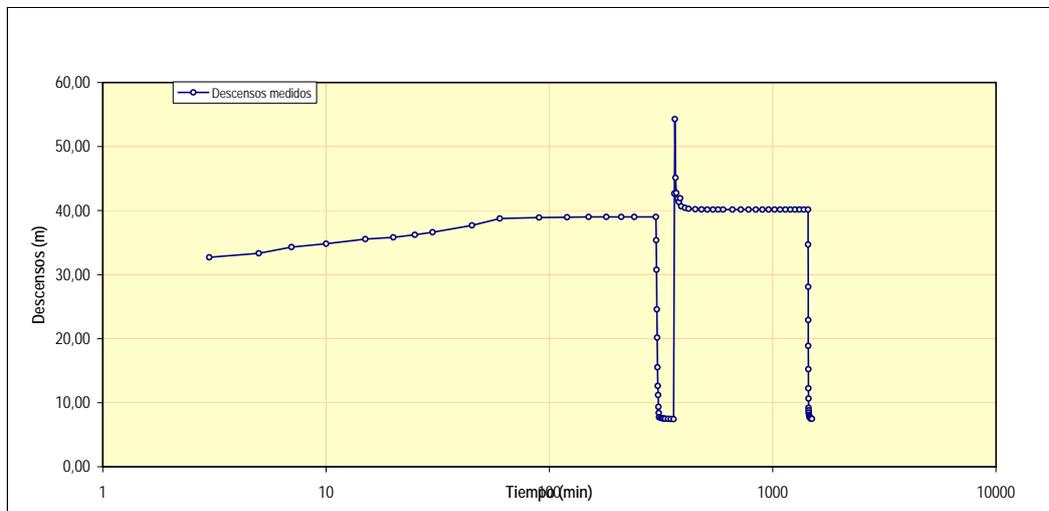
Síntesis litológica

De 0 a 3 m, gravas aluviales.
 De 3 a 15 m, arcillas grises y algo de arenas de grano fino.
 De 15 a 20 m, margo-caliza gris.
 De 20 a 31 m, caliza micrítica gris.
 De 31 a 43 m, caliza micrítica gris y marrón grisácea.
 De 43 a 50 m, calizas y margas grises.
 De 50 a 95 m, margas gris oscuro con algo de caliza gris.
 De 95 a 133 m, caliza gris oscura.
 De 133 a 151 m, caliza gris con abundantes oolitos.
 De 151 a 162 m, caliza gris con algunos oolitos y caliza amarillenta.
 De 162 a 164 m, caliza gris con oolitos. (De 164 a 285 m sin barrido)
 De 285 a 290 m, margo-caliza y caliza gris oscura.
 De 290 a 298 m, caliza gris oscura.
 De 298 a 302 m, margo-caliza gris oscura y algo de caliza negra.
 De 302 a 326 m, caliza marrón oscura arenosa bioclástica.
 De 326 a 331 m, caliza marrón oscura arenosa bioclástica y algo de caliza marrón claro.
 De 331 a 347 m, caliza marrón-oscura.
 De 347 a 350 m, caliza marrón oscura y algo de arcillas naranjas.
 De 350 a 374 m, caliza marrón oscura.
 De 374 a 377 m, caliza beige y caliza marrón.
 De 377 a 392 m, caliza beige algo arenosa.
 De 392 a 411 m, dolomias amarillentas.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-18 m	f 324 mm	0-3 m	f 400 mm	267-273 m	4 mm
18-285 m	f 220 mm	0-18 m	f 300 mm	279-285 m	4 mm
285-411 m	f 165 mm	0-285 m	f 180 mm		

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
				Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
29-oct-07	13:30	0	0	215,72					
29-oct-07	13:33	3	3	248,43	32,71			0,3	Agua turbia
29-oct-07	13:35	5	5	249,05	33,33			0,3	pH:6,83 T°:27,8°C, Cond:1016 µS/cm
29-oct-07	13:37	7	7	250,01	34,29			0,3	Agua turbia (anaranjada)
29-oct-07	13:40	10	10	250,55	34,83			0,3	
29-oct-07	13:45	15	15	251,26	35,54			0,3	Baja turbidez
29-oct-07	13:50	20	20	251,55	35,83			0,3	
29-oct-07	13:55	25	25	251,95	36,23			0,3	
29-oct-07	14:00	30	30	252,35	36,63			0,3	
29-oct-07	14:15	45	45	253,42	37,70			0,3	
29-oct-07	14:30	60	60	254,48	38,76			0,3	
29-oct-07	15:00	90	90	254,64	38,92			0,3	
29-oct-07	15:30	120	120	254,69	38,97			0,3	
29-oct-07	16:00	150	150	254,72	39,00			0,3	
29-oct-07	16:30	180	180	254,72	39,00			0,3	
29-oct-07	17:00	210	210	254,72	39,00			0,3	Agua clara
29-oct-07	17:30	240	240	254,72	39,00			0,3	
29-oct-07	18:30	300	300	254,72	39,00			0,3	pH:6,79 T°:27,9°C, Cond:1020 µS/cm
29-oct-07	18:31	1	301	251,08	35,36			0	
29-oct-07	18:32	2	302	246,49	30,77			0	
29-oct-07	18:33	3	303	240,31	24,59			0	
29-oct-07	18:34	4	304	235,88	20,16			0	
29-oct-07	18:35	5	305	231,25	15,53			0	
29-oct-07	18:36	6	306	228,33	12,61			0	
29-oct-07	18:37	7	307	226,91	11,19			0	
29-oct-07	18:38	8	308	225,08	9,36			0	
29-oct-07	18:39	9	309	224,11	8,39			0	
29-oct-07	18:40	10	310	223,45	7,73			0	
29-oct-07	18:45	15	315	223,36	7,64			0	
29-oct-07	18:50	20	320	223,31	7,59			0	
29-oct-07	18:55	25	325	223,26	7,54			0	
29-oct-07	19:00	30	330	223,23	7,51			0	
29-oct-07	19:10	40	340	223,20	7,48			0	
29-oct-07	19:20	50	350	223,18	7,46			0	
29-oct-07	19:30	60	360	223,16	7,44			0	
29-oct-07	19:33	3	363	258,38	42,66			1	pH:6,77 T°:27,7°C, Cond:1015 µS/cm
29-oct-07	19:35	5	365	270,00	54,28			1	Nivel a la bomba. Se regula el caudal
29-oct-07	19:37	7	367	260,83	45,11			0,3	Agua turbia
29-oct-07	19:40	10	370	258,48	42,76			0,3	pH:6,81 T°:28,0°C, Cond:1026 µS/cm
29-oct-07	19:45	15	375	257,61	41,89			0,3	
29-oct-07	19:50	20	380	257,04	41,32			0,3	Baja turbidez
29-oct-07	19:55	25	385	257,66	41,94			0,3	

29-oct-07	20:00	30	390	256,38	40,66	0,3	
29-oct-07	20:15	45	405	256,15	40,43	0,3	
29-oct-07	20:30	60	420	256,00	40,28	0,3	
29-oct-07	21:00	90	450	255,94	40,22	0,3	
29-oct-07	21:30	120	480	255,91	40,19	0,3	
29-oct-07	22:00	150	510	255,89	40,17	0,3	Agua Clara
29-oct-07	22:30	180	540	255,89	40,17	0,3	
29-oct-07	23:00	210	570	255,89	40,17	0,3	
29-oct-07	23:30	240	600	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	0:30	300	660	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	1:30	360	720	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	2:30	420	780	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	3:30	480	840	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	4:30	540	900	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	5:30	600	960	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	6:30	660	1020	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	7:30	720	1080	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	8:30	780	1140	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	9:30	840	1200	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	10:30	900	1260	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	11:30	960	1320	255,89	40,17	0,3	
30-oct-07	12:30	1020	1380	255,89	40,17	0,3	pH:6,74 T*:28,2°C, Cond:1025 µS/cm
30-oct-07	13:30	1080	1440	255,89	40,17	0,3	Se toma muestra para laboratorio
30-oct-07	13:31	1	1441	250,43	34,71	0	Recuperación con el equipo de impulsión introducido
30-oct-07	13:32	2	1442	243,81	28,09	0	
30-oct-07	13:33	3	1443	238,62	22,90	0	
30-oct-07	13:34	4	1444	234,58	18,86	0	
30-oct-07	13:35	5	1445	230,96	15,24	0	
30-oct-07	13:36	6	1446	227,95	12,23	0	
30-oct-07	13:37	7	1447	226,37	10,65	0	
30-oct-07	13:38	8	1448	224,92	9,20	0	
30-oct-07	13:39	9	1449	224,51	8,79	0	
30-oct-07	13:40	10	1450	224,17	8,45	0	
30-oct-07	13:45	15	1455	223,82	8,10	0	
30-oct-07	13:50	20	1460	223,60	7,88	0	
30-oct-07	13:55	25	1465	223,48	7,76	0	
30-oct-07	14:00	30	1470	223,38	7,66	0	
30-oct-07	14:10	40	1480	223,25	7,53	0	
30-oct-07	14:20	50	1490	223,22	7,50	0	
30-oct-07	14:30	60	1500	223,21	7,49	0	





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE
LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA
CUENCA DEL EBRO. (2ª FASE)

ANEJO 6

ANÁLISIS QUÍMICOS



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000009311

Solicitado por:

COMPañIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.
C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)

Denominación de la muestra:

LA CUBA 1º ESC. 0'3 l/s

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00008871**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **13/11/2007**

Inicio análisis: **13/11/2007**

Fin análisis: **20/11/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	7,23 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	339,15 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,11 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	154,99 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	13,00 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	915 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05 mg P-PO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	54,16 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	16,83 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,44 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	4,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	6,12 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	314,2 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 noviembre de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espiñero

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	13,00	0,37	2,88
SULFATOS	314,20	6,54	51,35
BICARBONATOS	339,15	5,56	43,64
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	16,83	0,27	2,13
SODIO	6,12	0,27	2,12
MAGNESIO	54,16	4,46	35,48
CALCIO	154,99	7,73	61,58
POTASIO	4,05	0,10	0,82

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,03 °C
Sólidos disueltos	909,90 mg/l
CO2 libre	19,59 mg/l
Dureza total	61,00 °Francés
Dureza total	610,04 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	332,04 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	278,16 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	278,16 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	1,24
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,03
rNa/rK	2,57
rNa/rCa	0,03
rCa/rMg	1,74
$rCl/rHCO_3$	0,07
rSO_4/rCl	17,84
rMg/rCa	0,58
i.c.b.	-0,01
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 8871



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000010043

Solicitado por:

EPTISA SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A.
ARAPILES, 14 28015 MADRID ()

Denominación de la muestra:

LA CUBA ("BARRANCO RIO LA CUBA")-PROYECTO SONDEOS CHEBRO 2ª F.
REFERENCIA: EP063119

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000009306**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **30/10/2007**

Fecha recepción: **27/11/2007**

Inicio análisis: **27/11/2007**

Fin análisis: **17/12/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	6,51 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	292,62 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	103,59 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	11,42 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	906 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05 mg P-PO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	60,65 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	12,73 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	4,27 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	6,31 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	291,4 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.

18 de diciembre de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espiñeiro

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANEJO 7

FICHA MARM Y FICHA I.P.A

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		Barranco río La Cuba			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.822.004	
CÓDIGO IPA		2921-3-0025	Nº MTN 1:50.000	544	MUNICIPIO	La Cuba	PROVINCIA	Teruel
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		095/ Alto Maestrazgo						
U. HIDROGEOLÓGICA		822/ Alto Maestrazgo						
ACUÍFERO(S)		82204/ Malm- Fm Higuieruelas 250						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	729041	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		Brocal
	Y	4496357						
COTA DEL SUELO msnm	Z	852	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		14			PARCELA		6003	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Dominio Público Hidráulico						
PERSONA DE CONTACTO		Ayto. de La Cuba. Tf: 964180008						
ACCESO		A 900 m del cruce antes de entrar al pueblo, dirección Portell de Morella (en el barranco)						

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	Rotopercusión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO	411			EMPAQUE	no		
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	18	324	0	3	400	Metálica	267	273	Ciega ranurada	0	2
0	285	220	0	18	300	Metálica	279	285	Ciega ranurada	20	14
285	411	165	0	285	220	Metálica	267	273	PVC filtro		
			0	285	125	PVC	279	291	PVC filtro		
			285	390	60	PVC	297	303	PVC filtro		
							312	318	PVC filtro		
							321	327	PVC filtro		
							333	336	PVC filtro		
							354	360	PVC filtro		
							366	372	PVC filtro		
							378	384	PVC filtro		

HISTORIA

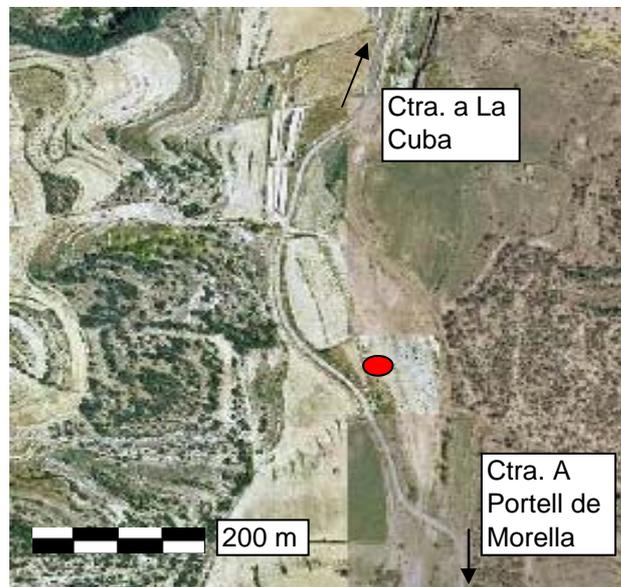
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

LOCALIZACIÓN

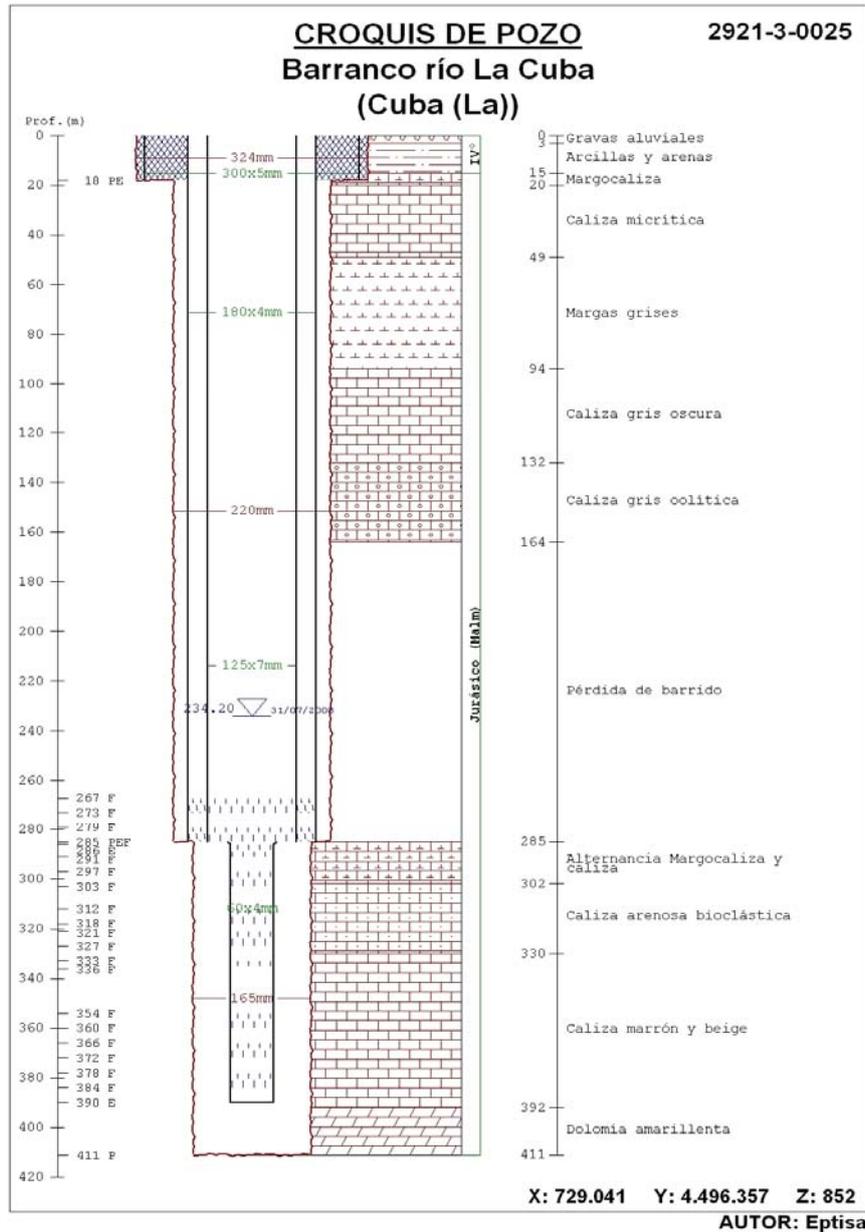
UBICACIÓN DEL SONDEO



FOTO AÉREA



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

