

*Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro 2ª fase.*



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

## **INFORME PIEZÓMETRO DE OLOCAU: 09.802.005**



## 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.....	9
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 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 Olocau del Rey con el objeto de valorar las características del acuífero formado por calizas y dolomías del Cretácico Superior, en la masa de agua subterránea 090.092 Aliaga-Calanda, en la zona de recarga y tránsito de éste.

Además de, 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 en el término municipal de Olocau del Rey (Provincia de Castellón), a unos 3 km al W de dicha localidad (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento, desde Teruel, se toma la A-226 en dirección La Mata de Morella. 4 Km antes de llegar a esta localidad, enlazamos con la Ctra. Local CV-121 que nos lleva a Olocau del Rey. Una vez allí, seguiremos las indicaciones hacia la Finca "Turcaza", pero no entraremos por la entrada principal a la finca, seguiremos hasta un segundo camino que sale a la derecha y también da acceso a la finca. Por este camino avanzaremos unos 2 km, hasta llegar a la cima de un pequeño monte en el cual a la derecha se encuentra el piezómetro. Las coordenadas exactas del punto son:

**X= 722832      Y= 4502563      Z= 1004 msnm**

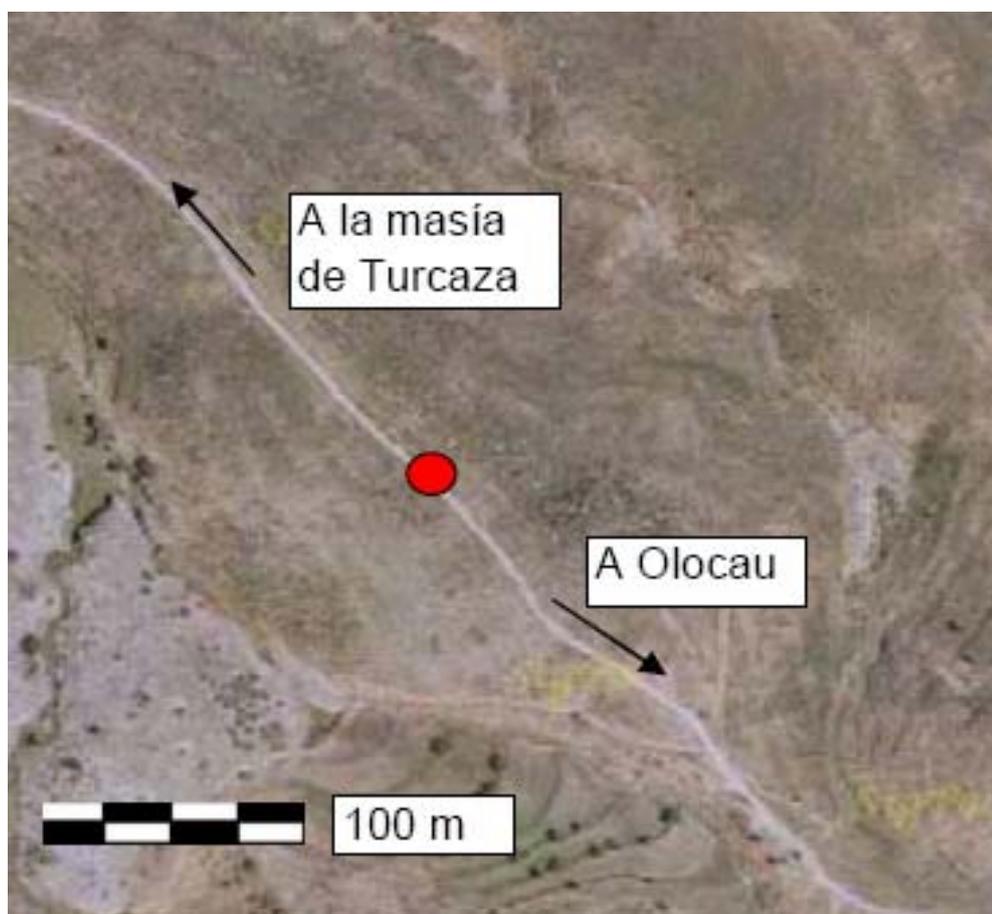


Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Olocau del Rey

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre arcillas, arenas y algunas gravas calcáreas del Cretácico Superior, en concreto del Senoniense.

La zona del sondeo queda enmarcada en la Cubeta de Bordón, dentro de la Cuenca Mesozoica del Maestrazgo, en una zona suavemente plegada, con pliegues laxos, de radio amplio y valores bajos de buzamiento. Esta cubeta se caracteriza por la presencia de materiales del Terciario ligados al plegamiento rellenando dicho surco sedimentario. Así, los materiales del Oligoceno se disponen discordantes sobre los amplios afloramientos del Mesozoico.

Los materiales del Oligoceno se encuentran en disposición horizontal o próxima a ella, mientras que los del Cretácico Superior se encuentran buzando suavemente hacia el NE.



Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Olocau del Rey

#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en el Dominio 8 “Ibérico Maestrazgo-Catalánides”. Éste dominio se extiende en la zona suroriental de la cuenca, englobando los macizos mesozoicos de la terminación oriental de la Cordillera Ibérica y su enlace con la Cordillera Costero Catalana. Orográficamente comprende los macizos montañosos del Maestrazgo, Sierra de Sant Just, Puertos de Beceite y Sierra de Boix.

A su vez, se sitúa dentro de la Unidad Hidrogeológica 802 “Aliaga-Calanda”, correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.092 denominada “Aliaga-Calanda”, y el acuífero a controlar son las calizas y dolomías del Cretácico Superior.

El acuífero carbonatado Cretácico Superior de la masa de agua subterránea 090.092 es un acuífero mixto de 1861,12 km<sup>2</sup> de superficie.

Esta unidad se corresponde con unos importantes acuíferos Mesozoicos instalados principalmente en la cuenca del río Guadalope. Se enmarca dentro de la anteriormente denominada unidad Portalrubio-Calanda, de la que se ha individualizado este sector del tercio meridional que pasa a denominarse Maestrazgo, y cuyos drenajes se realizan hacia la vertiente mediterránea en la zona entre Castellón y el Delta del Ebro.

El funcionamiento de esta unidad es complejo, existen numerosos acuíferos colgados constituidos por calizas del Cretácico Superior; generalmente tienen un drenaje lateral. En las zonas plegadas e imbricadas se convierten en acuíferos entre capas con un ligero sector libre y confinamiento en profundidad.

Las formaciones de Escucha y Utrillas actúan como acuitardos. De forma similar las formaciones Wealdenses, donde afloran, actúan como acuitardo o acuífucudos, motivando las situaciones de acuíferos colgados o entre capas señalados para las calizas del Cretácico Superior.

(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 19 de junio de 2007 a las 10:00 horas y terminó el 20 de junio de 2007 a las 15:00 horas.

Se realizó un emboquille de 8 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 400 mm y 5 mm de grosor de 0 a 1,5 m, y tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de 0 a 8 m.

De 8 a 102 m, se perforó con un diámetro de 324 mm y se entubó con tubería metálica ciega de 250 mm de diámetro y 4 mm de grosor (está entubación permitirá aislar el tramo de sondeo problemático, el cual provocó el atranque de las sondas geofísicas a 86 m de profundidad).

El resto de la perforación (hasta 201 m), se realizó con un diámetro de 220 mm y se entubo con tubería metálica ciega y tubería metálica de filtro Puentecillo de 180 mm de diámetro y 4 mm de espesor.

A los 84 m, con el sondeo aún en seco, se perdió el barrido, no pudiendo obtener información ni litológica ni hidrogeológica.

A los 178 m, se recuperó una pequeña parte de barrido, pudiendo ver la litología perforada pero no permitiendo observaciones hidrogeológicas, ni tan siquiera saber si habíamos alcanzado el nivel freático o no.

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):

0-20 m.	Arcillas, arenas y algunas gravas calcáreas.
20-30 m	Calizas y margo-calizas.
30-53 m	Caliza blanca recristalizada.
53-64 m	Caliza blanca recristalizada y caliza marrón claro amarillento.
64-69 m	Caliza marrón claro amarillento.
69-79 m	Arenas amarillas de grano fino.
79-84 m	Caliza blanca recristalizada muy blanda
84-178 m	Sin muestra por pérdida de barrido.
178-201 m	Margas y margo-calizas gris oscuras

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 27 m, lutitas, areniscas y microconglomerados correspondientes a los materiales de edad Oligoceno de la Cubeta de Bordón.

De 27 a 64 m, Fm. Órganos de Montoro, edad Coniaciense a Santoniense.

De 64 a 150 m, Fm. Barranco de los Degollados, edad Turoniense.

De 150 a 200 m, Fm. Mosqueruela, edad Albiense superior-Cenomaniense.

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

## 8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 21 de junio de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo.

Durante la testificación, se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad así como la verticalidad y desviación de la perforación.

La testificación se ve interrumpida a los 86 m por un atranque en la columna perforada.

En los 86 metros testificados, no se detecta nivel freático, y se pudo distinguir una zona mayormente arcillosa de 0-26 m, y el resto calizas con dos pequeñas zonas arcillosas a 74 y 79 m.

La sonda de desviación arrojó una desviación en la base de 0,7 m hacia el SW.

El día 27 de junio de 2007, tras entubar con diámetro de 250 mm hasta 102 m de profundidad, se realiza una nueva testificación geofísica.

Se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad así como la verticalidad (al estar entubada la primera mitad del sondeo no se pudo obtener el dato de la desviación).

Litológicamente, se distinguen varias zonas:

Entre 100 y 150 m, predominan calizas bastante puras.

A partir de 150 m, todo es más margoso, en concreto entre 150 y 181 m hay únicamente margas. Entre 181 y 189 m, hay calizas-margosas y entre 189 y 195 m, hay de nuevo margas.

Las sondas geofísicas, bajaron hasta 195 m de profundidad, quedando los últimos 6 m de perforación (hasta 201 m) enterrados por el material margoso del último tramo del sondeo.

Las zonas aportantes detectadas se sitúan entre:

104-106 m, 108-109 m, 127-129 m, 134- 137 m (fractura especialmente interesante por su bajo contenido en arcillas), 139-141 m (fractura especialmente interesante por su bajo contenido en arcillas) , 143-145 m y 148-150 m, todas ellas dentro de la zona de calizas puras del Senoniense detectadas por la testificación.

183-184 m, dentro de la zona margosa del Cenomaniense (estas margas suponen el tránsito a las calizas bioclásticas del Albiense superior-Cenomaniense, litología esta última que no es objetivo de la presente perforación).

El nivel freático se sitúa a 86 m de profundidad.

La inclinación del sondeo en la vertical es de 2,2 m.

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

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, 250 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm para las dos primeras y de 4 mm para las dos últimas.

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

Tabla 2. Entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-1,5	400	4	Acero	Ciega
0-102	250	4	Acero	Ciega
0-132	180	4	Acero	Ciega
132-150	180	4	Acero	Puentecillo
150-198	180	4	Acero	Ciega

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

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

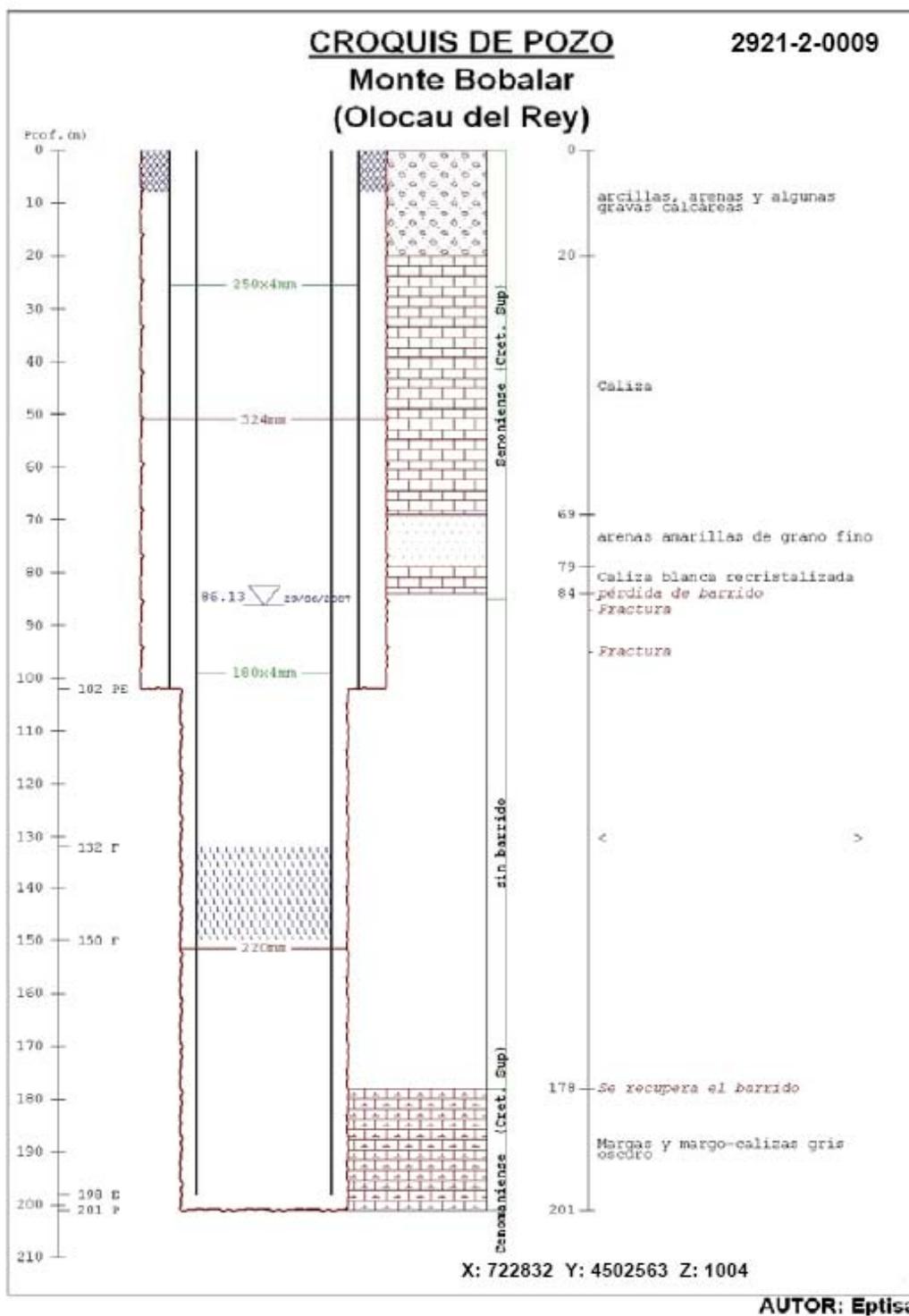


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son de edad Cretácico Superior, formados por Calizas y dolomías.

A los 84 m, sin haber cortado aún el nivel freático, se perdió el barrido por lo que no se pudieron hacer ningún tipo de observación hidrogeológica durante la perforación.

Desde los 178 m, se recuperó parte del barrido, pero no lo suficiente como para saber si al menos habíamos alcanzado al nivel freático.

El 28 de junio de 2007, se realiza la limpieza del sondeo.

La limpieza duró 5 horas, aunque únicamente se expulsó agua al exterior durante las 2,25 horas centrales (de 17:30 a 19:45).

A falta de 45 minutos para concluir la limpieza, se tomó muestra de agua para analizar, cuya conductividad es de 406  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\circ}\text{C}$ .

### **ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO**

Durante los días 24, 25 y 26 de octubre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado con su correspondiente recuperación.

El día 24 comenzó el ensayo de bombeo con una bomba de baja potencia que permitiese regular a caudales muy bajos, ya que las perspectivas tras la perforación, eran de que el sondeo aportaría poco agua.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Ideal, modelo 1020/96 de 40 CV, situada a 156 m de profundidad.

El primer escalón duró 30 minutos, el caudal medio extraído fue de 1 l/s y el descenso del nivel fue de 0,07 m.

El segundo de los escalones, duró 30 minutos, el caudal medio extraído fue de 2 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 0,23 m en total.

El tercero de los escalones, duró 300 minutos, el caudal medio extraído fue de 4 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 0,36 m en total.

El cuarto y último de los escalones, duró 120 minutos, el caudal medio extraído fue de 6 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 0,60 m en total.

Ante el inesperado volumen de agua aportado por el sondeo, se decidió interrumpir el bombeo en el cuarto escalón (en el que la bomba sacaba el máximo caudal), medir recuperación y a continuación cambiar la bomba por otra de mayor potencia.

Así, se midió recuperación durante 3 minutos, ya que el nivel se recuperó totalmente en el primer minuto.

Para continuar con el ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 156 m de profundidad.

El 25 de octubre de 2007, tras la sustitución de la bomba, se comienza de nuevo a extraer agua.

El primer escalón, duró 60 minutos, el caudal extraído fue de 12 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 1,00 m en total.

El segundo y último escalón, duró las 12,5 horas restantes, el caudal extraído fue de 15,5 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 1,55 m en total.

El agua únicamente no salió clara durante los dos primeros escalones del primer bombeo y durante el comienzo del primer escalón del segundo ensayo.

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 470  $\mu\text{S/cm}$ , la temperatura de 13,2°C y el Ph de 6,80. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una al final del tercer escalón del primer bombeo y la otra al concluir el ensayo del segundo bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).

Tabla 3a. Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo con la bomba pequeña:

Tiempo Acumulado (minutos)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	92,00	0,00	
5	92,05	0,05	1
10	92,07	0,07	1
15	92,07	0,07	1
30	92,07	0,07	1
31	92,20	0,20	2
35	92,23	0,23	2
40	92,23	0,23	2
45	92,23	0,23	2
60	92,23	0,23	2
61	92,36	0,36	4
63	92,36	0,36	4
65	92,36	0,36	4

70	92,36	0,36	4
75	92,36	0,36	4
90	92,36	0,36	4
120	92,36	0,36	4
180	92,36	0,36	4
240	92,36	0,36	4
300	92,36	0,36	4
360	92,36	0,36	4
361	92,58	0,58	6
363	92,60	0,60	6
365	92,60	0,60	6
370	92,60	0,60	6
375	92,60	0,60	6
390	92,60	0,60	6
420	92,60	0,60	6
480	92,60	0,60	6
481	92,00	0,00	0
482	92,00	0,00	0
483	92,00	0,00	0

Tabla 3b, Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo con la bomba grande:

Tiempo acumulado (minutos)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	92,00		
1	93,00	1,00	12
3	93,00	1,00	12
5	93,00	1,00	12
10	93,00	1,00	12
15	93,00	1,00	12
30	93,00	1,00	12
60	93,00	1,00	12
61	93,55	1,55	15,5
65	93,55	1,55	15,5
70	93,55	1,55	15,5
75	93,55	1,55	15,5
90	93,55	1,55	15,5
120	93,55	1,55	15,5
180	93,55	1,55	15,5
240	93,55	1,55	15,5

300	93,55	1,55	15,5
540	93,55	1,55	15,5
780	93,55	1,55	15,5
930	93,55	1,55	15,5
931	92,26	0,26	0
932	92,26	0,26	0
933	92,26	0,26	0
940	92,26	0,26	0
945	92,25	0,25	0
960	92,24	0,24	0
970	92,22	0,22	0
990	92,21	0,21	0
1200	92,14	0,14	0
1320	92,13	0,13	0
1380	92,13	0,13	0
1410	92,13	0,13	0

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 mediante prueba-error con el programa MABE (Método directo) y el programa PIBE, utilizando la solución de Hantush.

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

Método	Transm. (m <sup>2</sup> /día)	r <sup>2</sup> .S (m <sup>2</sup> )	r/B	Factor de capacidad	R. Equiv.	P. Carga (BQ <sup>n</sup> )	
						B	n
Simulación de bombeo. Solución de Hantush (MABE)	1440	6,1.10 <sup>-1</sup>	5,1.10 <sup>-1</sup>		6,41	2,8.10 <sup>-5</sup>	1,5
Simulación recuperación. Solución de Hantush (PIBE)	1404	4,0.10 <sup>+1</sup>	1,0.10 <sup>-2</sup>	3,02	63,14		

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

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación.  
(Conductividad: 406  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$ : 20°C.)
- Muestra tomada al final del tercer escalón en el primer ensayo de bombeo (a los 480 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 474  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$ : 13,4°C, pH: 6,77.)
- Muestra tomada al final del segundo ensayo de bombeo (a los 930 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 466  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $T^{\text{a}}$ : 12,4°C, pH: 6,92.)

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  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como **BICARBONATADA-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	Agua de limpieza	Muestra 2. Ensayo de bombeo (480 minutos)	Muestra 3. Ensayo de bombeo (930 minutos)
Conductividad	380	411	409
pH	7,82	7,50	7,50
Cloruros	7,29	13,73	7,22
Sulfatos	26,52	21,91	20,77
Bicarbonatos	228,96	271,81	271,81
Carbonatos	<5	<5	<5
Nitratos	4,736	5,43	5,29
Sodio	2,85	2,89	2,56
Magnesio	12,61	10,44	9,23
Calcio	58,05	98,12	90,91
Potasio	1,30	0,46	0,36
Nitritos	<0,04	<0,04	<0,04
Amonio	<0,04	<0,04	<0,04
Boro	0,05	0,08	0,05
Fosfatos	0,81	0,21	0,17
Anhídrido Silícico	4,39	4,98	4,98
Hierro	0,21	<0,05	<0,05
Manganeso	<0,04	<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 Olocau del Rey, con el objeto de valorar las características del acuífero formado por calizas y dolomías del Cretácico Superior, en la masa de agua subterránea 090.092 Aliaga-Calanda, en la zona de recarga y tránsito de éste.

Además de, 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 rotoperusión. El diámetro de la perforación es de 324 mm hasta 102 m y de 220 mm hasta 201 m, que es la profundidad total alcanzada. Los acuíferos principales perforados son: de edad Cretácico Superior, formados por Calizas y dolomías. El nivel se encuentra a 92 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 15,5 l/s. Los parámetros hidrogeológicos que mejor se ajustan a las curvas experimentales del ensayo, obtenidos mediante simulación de la recuperación, con programa MABE utilizando la solución de Hantush son:  $T = 1440 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2.S = 6,1 \cdot 10^{+1} \text{ m}^2$ ,  $r/B = 5,1 \cdot 10^{-1}$ ,  $R. \text{Equiv} = 6,41$ .

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  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  en solución) y por su composición se clasifica como BICARBONATADA-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

## 5. POSIBILIDADES DE ABASTECIMIENTO

Según lo anteriormente expuesto, los formaciones acuíferas que presentan inequívoca aptitud para satisfacer la demanda planteada son las constituidas por las calizas y dolomías jurásicas (Kimmeridgiense-Portlandiense) y las calizas y dolomías del Cretácico Superior de la Cubeta de Olocau-Bordón. En contraposición, el conjunto de formaciones que dan lugar a lo que se ha denominado *acuíferos colgados cretácicos* ponen de manifiesto pobres características hidráulicas, elevada vulnerabilidad a las sequías y a la contaminación, y notable incertidumbre de éxito en las tareas de prospección, que contrastan en gran medida su ventaja más aparente, cual es su accesibilidad.

Las alternativas propuestas son las siguientes:

### A) Captación del acuífero Cretácico Superior de la Cubeta de Olocau-Bordón

Esta alternativa es la que más adecuada tanto desde el punto de vista hidrogeológico como económico. En el primer caso por que se trata de captar un acuífero de elevada transmisividad y suficientes recursos y entidad para ofrecer garantías ante coyunturas meteorológicas adversas; en el aspecto económico porque la captación se puede ubicar en el Barranco de Los Chorro, en las inmediaciones de la nueva conducción del actual sistema de abastecimiento. Como aspecto negativo cabe citar la ausencia de tendido eléctrico.

Las características de la obra recomendada son las siguientes:

**Situación:** Coordenadas U.T.M.: X=722650; Y=4502750; Z=960 msnm  
Hoja M.T.N.: 29-21 (544-Forcall)

**Método perforación:** Rotoperforación, con los siguientes diámetros: Sondeo de reconocimiento inicial, 220 mm; Sondeo de explotación, 380 mm.

**Profundidad:** 280 m.

**Entubación:** Tubería ciega de 250 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Zona filtrante troquelada con agujeros de 8 x 40 mm. Tubería piezométrica

### Acabado:

Cementación de emboquille en los primeros 20 m del espacio anular, y protección frente a la entrada de aguas superficiales mediante dado de hormigón de 1 x 1 x 1 m, sobresaliendo 20 cm del terreno.

### Limpieza:

Se efectuará mediante alternancia de sobrebombeo y paradas.

### Aforo:

Bombeo escalonado de 24 horas de duración. Medida de la recuperación durante 12 horas.

### Piezometría:

865 msnm. (90 m de profundidad, aproximadamente).

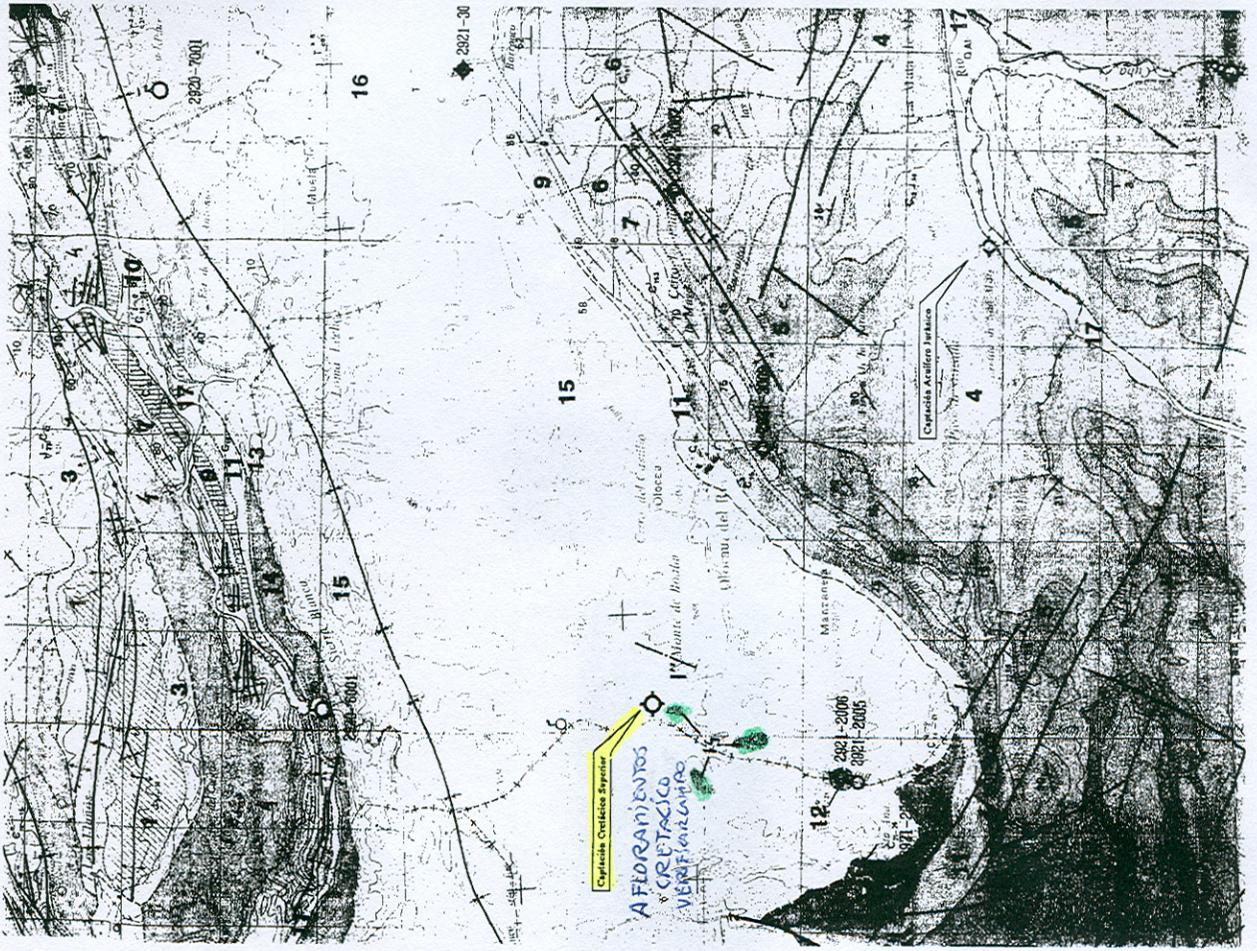
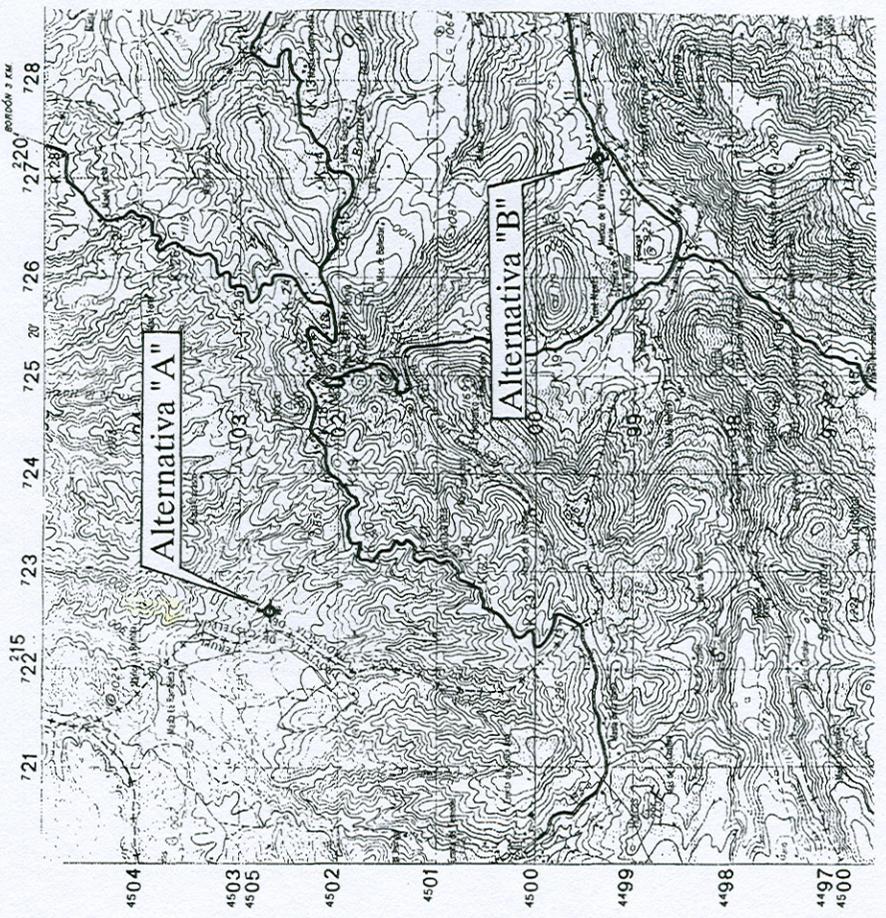
**Caudal más probable:** 5-10 l/seg.

### Litología prevista:

Se pretende atravesar la serie calcárea perteneciente al Cenomaniense-Senoniense Inferior, bajo el relleno paleógeno de la Cubeta de Olocau-Bordón. Existe incertidumbre acerca de los espesores reales de la serie a atravesar, tanto del recubrimiento terciario como de la serie calcolomfítica. De manera aproximada esta es la siguiente:

0 - 50 m. Lutitas, areniscas y conglomerados (Paleógeno)  
50 - 280 m. Calizas y dolomías. *CENOMANIENSE*

PLANO DE SITUACION



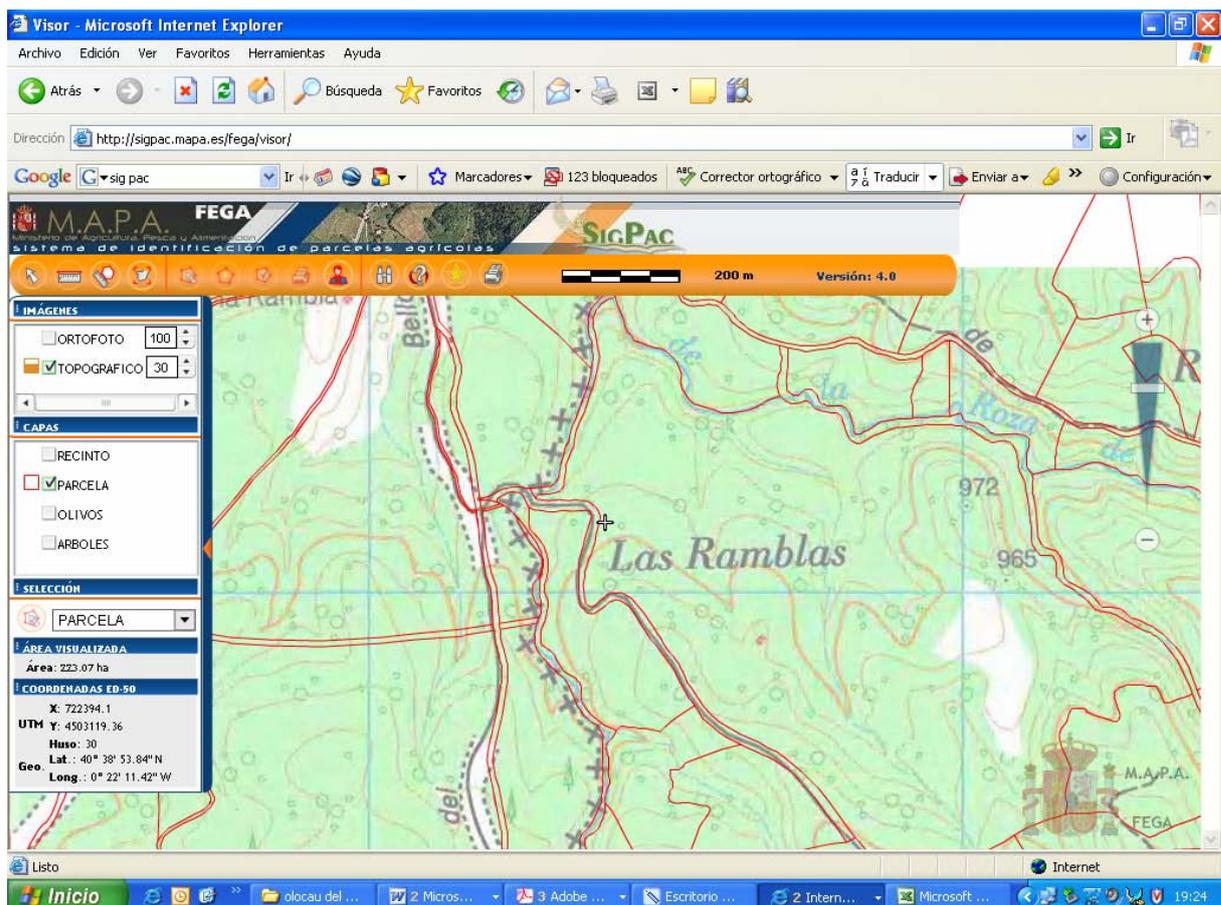
29 y 30/05/07, contratista (CGS) y asistencia técnica (Eptisa), visitan los posibles emplazamientos del sondeo proyectado en Olocau del Rey (Castellón).

El primer día, acompañados por el Alcalde de la localidad D. Ricardo Julian Salvador, visitamos la parcela 6 del polígono 12 (propiedad de "Turcaza, S.L."), la cual posee en uno de sus extremos una zona bastante llana y limpia de vegetación, con buen acceso y geologicamente asentada sobre los conglomerados y arenas terciarios (el recubrimiento terciario en este punto sobre las calizas cretácicas puede estar alrededor de los 80 m como indicó Antonio Azcón en su propuesta para este sondeo).

Las coordenadas tomadas, son las siguientes:

X: 722388 Y: 4503133 Z: 946

La cruz indica el punto exacto para este emplazamiento (imagen obtenida del Sig Pac):





**Emplazamiento en el extremo NO de la parcela 6 Polígono 12**



**Emplazamiento en el extremo NO de la parcela 6 Polígono 12**

A continuación, visitamos la parcela 3 del polígono 11.

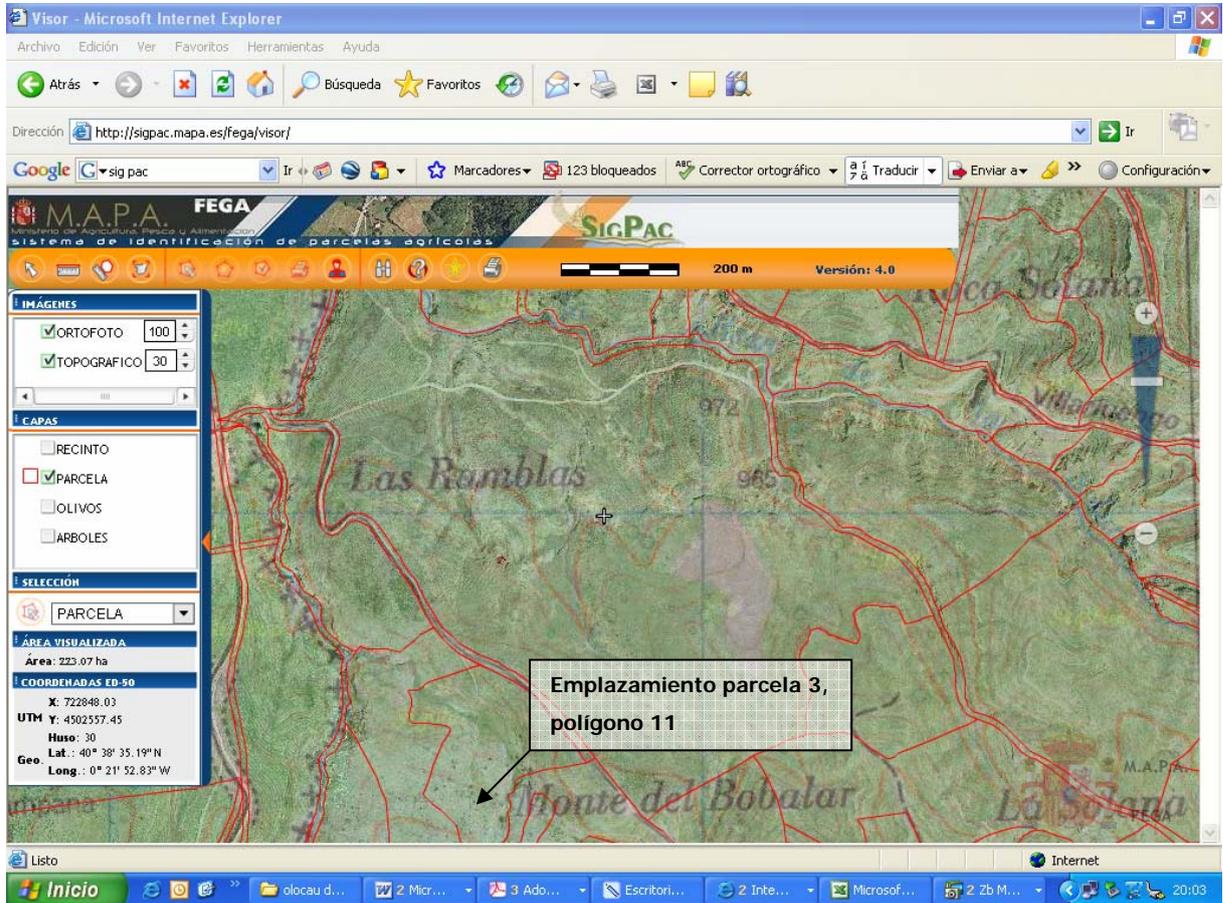
En parte de ésta, afloran las calizas cretácicas, pero para ubicar sobre éstas el punto de perforación habría varias complicaciones pues el acceso está en malas condiciones y exigiría el acondicionamiento de unos 400 m de camino (el cual atraviesa varias propiedades, por lo que habría que pedir permiso de paso a los propietarios, siendo una de estas propiedades una Vía Pecuaría), además de la adecuación de la zona en la que se emplazaría la maquinaria (no está llana, posee pendiente).

Las coordenadas tomadas en esta parcela, son las siguientes:

X: 722457 Y: 4502361 Z: 1013

Consultamos el catastro con el Alcalde y nos dió los datos del propietario de la Parcela 3 del Polígono 11: D. Cándido Ejarque Conesa. Tf: 964 17 85 28.







**Lugar en que se emplazaría la maquinaria en la parcela 3 del polígono 11  
(obsérvese en primer término las calizas cretácicas)**



**Al fondo a la dcha. Se observa el trazado del camino, el cual debe ser arreglado. En primer término, el punto a perforar sobre calizas (también debería ser adecuado).**

Viendo la dificultad de este segundo emplazamiento, se propone una tercera alternativa, la cual consistiría en situar el sondeo en las siguientes coordenadas:

X:722848 Y:4502557 Z: 1004

Se ubicaría prácticamente en el extremo SO de la parcela 6 del polígono 12, en un monte conocido como "Monte Bobalar", en el que se ve como afloran las calizas cretácicas por su base tanto por NE como por el SO.

La dirección y el buzamiento en el afloramiento de calizas cretácicas en el lado SO del monte, se pudo medir: dirección: N 78°E y un buzamiento de 10°N.

Las coordenadas del punto en que se midió dirección y buzamiento de las calizas:

X: 722776 Y:4502462 Z:996

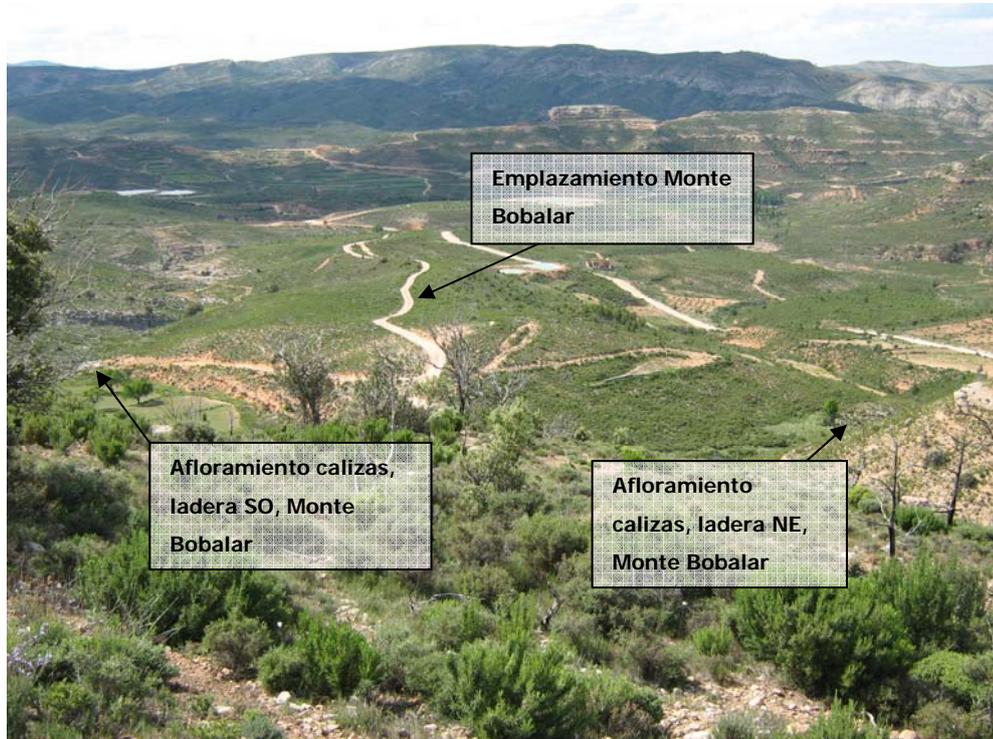


**Afloramiento de calizas cretácicas bajo el terciario en la ladera SO del “Monte Bobalar”**

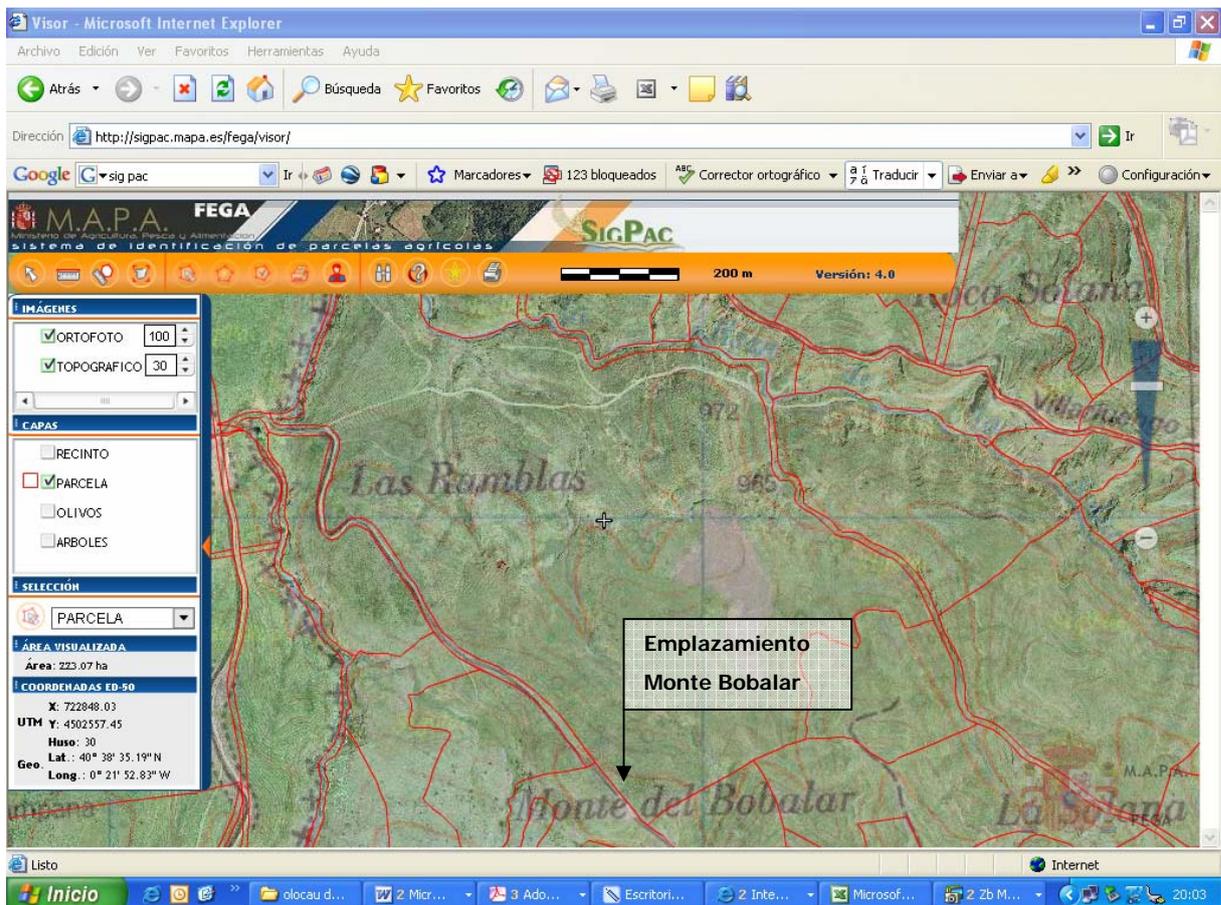
Al otro lado del Monte, no se pudieron medir las calizas por la presencia de panales de abejas en sus cercanías.



**Afloramiento de calizas cretácicas en la ladera NE del Monte Bobalar**



Este emplazamiento visto en imagen del Sig Pac (Ortofoto, mapa topográfico y delimitación de parcelas):



En este emplazamiento el recubrimiento terciario estaría en unos 20 m.

Fdo: Luis Almansa Calzado

**TURCAZA S.L.**  
**Ollocau del Rey**  
**(Castellón)**

De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m<sup>2</sup>; necesarios para construir un sondeo en la parcela propiedad de esta Sociedad con referencia catastral *Polígono 12 Parcela 6*, situando el sondeo en un margen de la finca, de forma que no dificulte otros usos y restaurando la parcela a su estado anterior a las obras.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Castellón, a **13** de **Junio**..... de 2007.

Fdo:

*Jose Luis FACOMIR ALMELA*

**Sr. JEFE DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LA  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

# ANEJO 1

## INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

<b>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)</b>		
<b>FECHA:</b> 29/06/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Olocau del Rey	<b>POBLACIÓN:</b> Olocau del Rey	<b>PROFUNDIDAD:</b> 201 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 19/02/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

## INFORME DIARIO DE CONTROL DE SONDEO

**19/06/07**

### **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 9:30 llega la maquina perforadora al emplazamiento.



**Maquinaria en el emplazamiento**

A las 10:00 comienza a perforarse el emboquille.



**Perforando el emboquille**

Tras perforar 8 m de profundidad a 324 mm de diámetro, se introduce la tubería de 300 mm.

Acto seguido se continúa perforando por el interior de la tubería de emboquille a 220 mm.

Entre 84 y 87 m el martillo baja repentinamente debido a una zona fracturada y en este mismo punto, se pierde el barrido, no obteniéndose agua, ni aire, ni ripio.

Además de esto, el martillo encuentra dificultad para ser elevado, se queda cogido debido probablemente a alguna roca o saliente rocoso, aunque lentamente consigue ser liberado y se prosigue perforando.

Entre 94 y 98 m, se detecta una nueva zona fracturada.

El día de trabajo, concluye con 104 m perforados.

### **Otras actividades**

Para facilitar el trabajo y evitar posibles accidentes, se limpia el emplazamiento de vegetación baja durante 2 horas con retroexcavadora mixta.

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados durante la jornada de perforación hasta la pérdida de barrido, han sido los siguientes:

De 0 a 20 m, arcillas, arenas y algunas gravas calcáreas.

De 20 a 30 m, calizas y margo-calizas.

De 30 a 53 m, caliza blanca recristalizada.

De 53 a 64 m, caliza blanca recristalizada y caliza marrón claro amarillento.

De 64 a 69 m, caliza marrón claro amarillento.

De 69 a 79 m, arenas amarillas de grano fino.

De 79 a 84 m, caliza blanca recristalizada muy blanda (sale muy triturada).

**20/06/07**

### **Estado de la perforación**

Se continúa perforando desde los 104 m del día anterior.

A los 178 m, se recupera algo de barrido obteniendo una cantidad muy pequeña de agua (inferior a la que se está inyectando), y una pequeña cantidad de ripio, la cual nos permite ver el material que estamos atravesando: margas y margo-calizas grises, las cuales con gran probabilidad serán parte de los 30 m de margas y margo-calizas que marcan el paso de las calizas con prealveolinas del Cenomaniense a las calizas bioclásticas del Albiense superior-Cenomaniense (litología que no es objetivo de la presente perforación y que por tanto no hay que llegar a ella).



**Perforando a 180 m, tras recuperar algo de barrido**

Al no tener barrido, no sabemos si el sondeo posee agua o no, de acuerdo con los datos colgados por D. Antonio Azcón y los datos del sondeo de abastecimiento de la localidad de Olocau, el nivel deberíamos encontrarlo a unos 135-140 m de profundidad (pues el punto de perforación del actual sondeo se encuentra a 1004 m de altitud).

Se consulta a la dirección de obra y teniendo en cuenta lo explicado en el párrafo anterior, se decide continuar hasta los 200 m de profundidad para ganar espesor en el acuífero, siempre que la litología no nos indique que entramos en el Albiense Superior-Cenomaniense.

También se decide que una vez se comience a extraer el varillaje, cuando se llegue a los 84-87 m, se observe si se vuelve a quedar aprisionado el martillo y en ese caso, se intente reperforar el tramo obstruido con el mismo martillo de 220 mm.

A las 15:00 h, conforme a lo decidido, se continúa perforando, alcanzando los 201 m de espesor dentro de las mismas margas y margo-calizas, por lo que se da por concluida la perforación..

A continuación se comienza a extraer la maniobra.



**Extrayendo el varillaje**

Cuando se llega al tramo de la “obstrucción”, el martillo sale sin dificultad, sin necesidad de tener que reperforar ni inyectar aire.

A las 17:45 h, concluye la extracción de la maniobra.



**Martillo de 220 mm de diámetro tras la extracción completa de la maniobra**

Se mide nivel con sonda manual, situándose éste en 86,5 m.

A las 18:00 h, concluye la jornada de trabajo.

Mañana por la mañana, se realizará la testificación geofísica.

### **Columna litológica**

Los materiales atravesados durante el día de perforación, una vez recuperada una parte del barrido.

Han sido los siguientes:

De 180 m a 201 m, margas y margo-calizas gris oscuras.

**21/06/07**

### **Estado de la perforación**

A las 9:45 llega el equipo de testificación geofísica al emplazamiento.



#### Llegada del equipo de testificación al emplazamiento

A las 10:00 se comienza a introducir la primera sonda (sonda hidrogeológica).

A los 86 m, la sonda encuentra un obstáculo y aunque se intenta hacerla seguir descendiendo, resulta imposible.

El obstáculo, coincide con la zona en que el martillo quedaba aprisionado los días anteriores.

En estos escasos metros testificados, no se detecta nivel freático, y se puede distinguir una zona mayormente arcillosa de 0-26 m, y el resto calizas con dos pequeñas zonas arcillosas a 74 y 79 m.

Se introduce también la sonda de desviación, la cual se detiene como la hidrogeológica a los 86 m, y arroja una desviación de 0,7 m hacia el SW.

A las 11:00 concluye la testificación.

A las 12:00, Asistencia Técnica y Contratista, en contacto con la dirección de obra, deciden: reperforar a 315 mm de diámetro hasta los 100 m de profundidad, poniendo tubería ciega de 250 mm (no se ponen filtros en las 2 fracturas superiores, 84-87 m y 94-98 m, por el riesgo de que queden por encima del nivel estático). A continuación, testificar los últimos 100 m, y entubar a 180 mm de diámetro de acuerdo con los resultados de la testificación.

Al no tener tubería de 250 mm en el emplazamiento, y no llegar ésta hasta el lunes 25, se decide adelantar el descanso del equipo, para reanudar los trabajos el lunes ya con la tubería necesaria.

**26/06/07**

### **Estado de la perforación**

Tras el descanso del personal, se retoman las labores perforación.

Antes de comenzar a perforar con el martillo de 324 mm, se extraen los 8 m de tubería de emboquille (de 300 mm de diámetro), pues de lo contrario, el martillo no entraría pues posee un diámetro superior al emboquille.

Para asegurar la boca del sondeo, se colocan 1,5 m de tubería ciega de 400 mm de diámetro y se comienza a perforar por el interior a 324 mm.



**Martillo de 324 mm de diámetro antes de ser introducido**

Se inyecta agua al sondeo, la cual posee una conductividad de: 453  $\mu$ S/cm.

Al pasar los tramos fracturados: 84-87 m y 94-98 m, el martillo los supera repentinamente (cayendo bruscamente).



**Perforando a 90 m de profundidad**

Al exterior apenas sale ripio, por lo que parte debe depositarse en el fondo del sondeo, y parte debe introducirse en las fracturas.

A las 18:30 h, se alcanzan los 102 m de profundidad, momento en que se detiene la reperfuración y comienza a extraerse la maniobra.



#### **Extrayendo el varillaje**

Durante la extracción, el martillo queda aprisionado en las fracturas, teniendo dificultad para ser extraído.

A las 20:00 h, concluye la extracción de la maniobra (martillo de 324 mm) y comienza a introducirse de nuevo la maniobra aunque ahora con el martillo de 220 mm.

La jornada de trabajo concluye a las 20:30 h.

**27/06/07**

#### **Estado de la perforación**

A las 8:30, se continúa introduciendo varillaje (con el martillo de 220 mm).

Cuando se llevaban introducidos 115 m, se encuentra dificultad para seguir avanzando y teniendo en cuenta el riesgo de que el martillo quede atrapado tras entubar los 100 m superiores, se decide extraer la maniobra y entubar con la maniobra fuera del sondeo.

A las 9:45 h, una vez extraída la maniobra con el martillo de 220 mm, se comienza a introducir la tubería ciega de 250 mm de diámetro.



**Elevando un tramo de 6 m de tubería ciega de 250 mm de diámetro**



**Soldando 2 tramos de tubería ciega de 250 mm**

Se encuentra dificultad para entubar a partir de los 60 m, pero a las 13:00 h concluye la entubación del tramo superior del sondeo, con los 102 m de tubería colocados.



**Último tramo de tubería ciega de 250 mm apoyada a 102 m de profundidad**

A continuación, se comienza a introducir la maniobra con el martillo de 220 mm para limpiar la parte inferior del sondeo (últimos 100 m) y si es necesario reperforar los tramos que se hayan taponado.



**Introduciendo el martillo de 220 mm para limpiar la zona no entubada**

Hasta los 180 m de profundidad, no sale nada al exterior. Pero a partir de los 180 m, se expulsa aire, agua y ripio, aunque en no mucha cantidad.

El material expulsado desde los 180 m hasta los 201 m, son calizas margosas y margas grises.



**Momento en que se recupera parte del barrido (se expulsa al exterior agua, aire y margas grises)**

*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)*

A las 16:30 comienza a extraerse el varillaje.

A las 17:45, tras la extracción de la maniobra, comienza a prepararse el equipo de testificación geofísica.

A las 18:00 h con la introducción de la sonda hidrogeológica, comienza la testificación geofísica con el equipo técnico y humano habitual (equipo CENTURY COMPU-LOG-III de CGS, dirigido por el geofísico D. José Luengo).



**Introduciendo la sonda hidrogeológica**

A continuación, se introduce la sonda de desviación (al estar entubada la primera parte del sondeo, tendremos datos de la inclinación pero no de la desviación).

A las 19:30 h, concluye la testificación.



#### Testificación geofísica

Los datos arrojados por las diagráfias, son comentados por D. José Luengo:

El nivel freático, se encuentra a 86 m de profundidad.

Entre 100 y 150 m, predominan calizas bastante puras.

A partir de 150 m, todo es más margoso, en concreto entre 150 y 181 m hay únicamente margas.

Entre 181 y 189 m, hay calizas-margosas y entre 189 y 195 m, hay de nuevo margas.

La testificación llegó hasta 195 m de profundidad, quedando los últimos 6 m de perforación (hasta 201 m) enterrados por el material margoso del último tramo del sondeo.

Las fracturas, que se distinguen por una bajada en la resistividad y un aumento en el Gamma Natural, son las siguientes:

Entre 104-106 m, 108-109 m, 127-129 m, 134- 137 m (fractura especialmente interesante por su bajo contenido en arcillas), 139-141 m (fractura especialmente interesante por su bajo contenido en arcillas) , 143-145 m, 148-150 m, 183-184 m.

Contratista y Asistencia Técnica, en contacto con la dirección de obra, tras analizar las diagrfias aportadas por la testificación geofísica, las observaciones realizadas durante la perforación, y en previsión de que el nivel pueda bajar en el futuro hasta alrededor de los 130 m de profundidad previstos, deciden la siguiente columna de entubación:

De 0 a 132 m, tubería ciega.

De 132 a 150 m, tubería de filtro.

De 150 a 198 m, tubería ciega.

La tubería quedará apoyada en el barro margoso del fondo.

**28/06/07**

### **Estado de la perforación**

A las 8:30 h se comienza a introducir la tubería de 180 mm.



**Soldadura entre tuberías y cerrando orejetas**



**Introduciendo la tubería con el cablestante**



**Detalle: unión cablestante-tubería para ser elevada**

A las 14:00 h, concluye la entubación con los 198 m de tubería introducidos, quedando esta apoyada sobre las margas del fondo y soldada a la tubería de 250 mm en superficie.

Se mide nivel con sonda manual: 86,1 m.

A las 15:00 comienza a introducirse varillaje para acometer la limpieza.

A las 15:30 h se comienza a inyectar aire al sondeo, pero no es hasta las 17:30 h, cuando el martillo está a unos 180 m de profundidad el momento en que comienza a salir agua al exterior.

Esta agua es de color gris oscuro (debido a las margas del final del sondeo), muy turbia y con una conductividad: 424  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una  $T^{\circ}$ : 18  $^{\circ}\text{C}$ .



**17:30 h, agua color gris oscuro y turbidez alta**

A las 18:30 h el agua presenta una turbidez media, un color gris, una conductividad: 402  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una  $T^{\text{a}}$ : 19 °C.



**18:30 h, agua color gris y turbidez media**

A las 19:30 h, el agua presenta una turbidez media-baja, un color gris claro, una conductividad: 406  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y una  $T^{\text{a}}$ : 20 °C.



**19:30 h, agua color gris y turbidez media-baja**

A partir de las 19:45 h (4 horas y 15 minutos de limpieza) deja de salir agua al exterior y únicamente se obtiene algo de aire.



**Momento previo al fin de la limpieza: 20:30 h (únicamente sale aire al exterior)**

A las 20:30 h concluye la limpieza del sondeo.

**29/06/07**

**Estado de la perforación**

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

A continuación, se mide nivel con sonda manual: 86,13 m.

Por último, se tapa la boca del sondeo provisionalmente con chapa metálica a la espera de la instalación del dado y la arqueta.



**Tapado con chapa y agujero para medir niveles provisionalmente antes de la instalación del dado y la arqueta**

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° 2921-2-0009  
(P-09.802.005)**

**OLOCAU DEL REY (CASTELLÓN)**

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 Olocau del Rey (Castellón) 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 8 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm. Hasta 100 metros de profundidad se perforó con el martillo de 315 mm y se entubó con tubería metálica ciega de 250 mm. Desde el metro 100 se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. Se entubó hasta 198 metros, quedando colgada la entubación a 3 metros del fin del sondeo.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 132 m tubería ciega. De 132 m a 150 m filtro de puentecillo. De 150 m a 198 m tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 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 diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 2921-2-0009 (P-09.802.005) se localiza en el término municipal de Olocau del Rey (Castellón).

El piezómetro se sitúa en la parcela 6 del polígono 12. A ella se accede desde la carretera que une Olocau del Rey con Tronchón, CV-123. En torno al pk 19.700, se toma un camino a la derecha, que discurre hacia el monte de Bobalar. Continuar por este camino unos 1000 m. La parcela queda a mano derecha y el piezómetro junto al camino.

Las coordenadas exactas del punto son: X= 722.829, Y= 4.502.554, Z= 1012 m.s.n.m. (Fig.1).

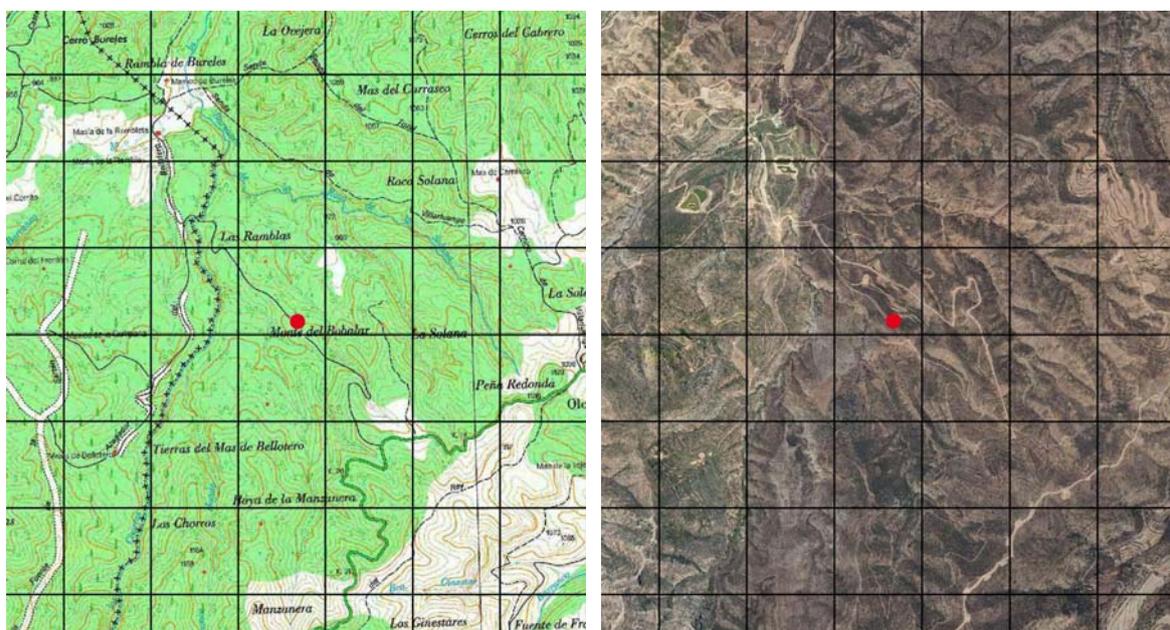


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales del Terciario que se diferencian como unidad  $T_{C31-1}^{A3-B}$  en el Mapa Geológico MAGNA 544 (Forcall) como Conglomerados, areniscas, lutitas y margas de edad Pelógeno-Mioceno inferior.

La zona queda enmarcada en la Cubeta de Bordón, dentro de la Cuenca Mesozoica del

Maestrazgo, en una zona suavemente plegada, con pliegues laxos, de radio amplio y valores bajos de buzamiento. Esta cubeta se caracteriza por la presencia de materiales del Terciario ligados al plegamiento rellenando dicho surco sedimentario. Así, los materiales del Oligoceno se disponen discordantes sobre los amplios afloramientos del Mesozoico.

Los materiales del Oligoceno se encuentran en disposición horizontal o próxima a ella, mientras que los del Cretácico Superior se encuentran buzando suavemente hacia el NE.

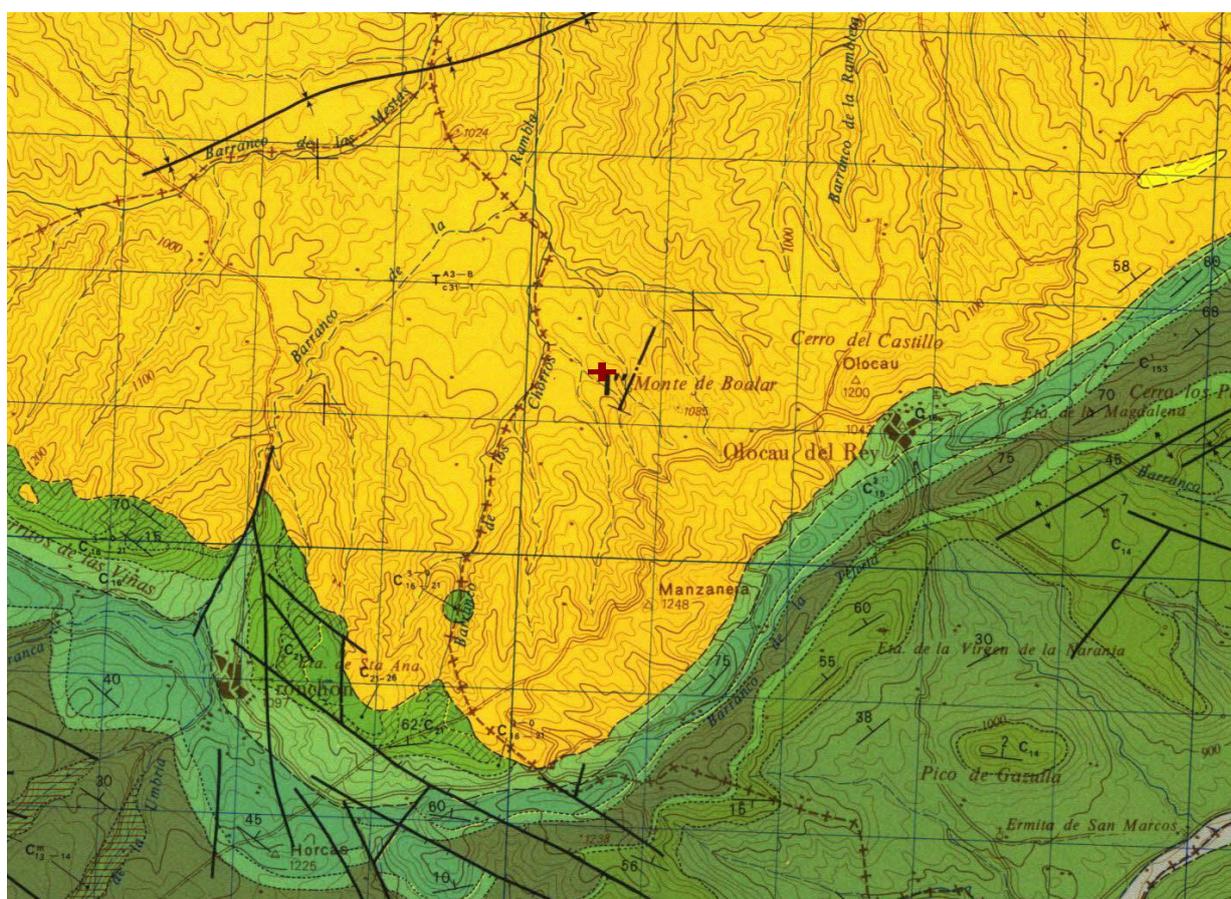


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

### FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra situado directamente sobre materiales del Paleógeno de naturaleza siliciclástica. Por debajo de estos materiales, que en la zona del sondeo se encuentran en disposición subhorizontal, aparecen materiales que conforman la sucesión del Cretácico Superior carbonatado de la región.



Desde la superficie hasta el metro 27 se corta una sucesión siliciclástica rojiza, constituida principalmente por lutitas, con areniscas y microconglomerados. Este tramo del sondeo se puede atribuir a los materiales del Oligoceno de la Cubeta de Bordón.

Desde el metro 27 hasta el metro 64, la sucesión se compone de calizas, muchas veces micritizadas y dolomías. Las calizas presentan texturas de reemplazamiento, no observándose la facies sedimentaria original. Este tramo de columna puede atribuirse a la Fm. Órganos de Montoro (García *et al.*, 2004), con una edad Coniaciense a Santoniense (Gil *et al.*, 2004).

A partir del metro 64 se corta una sucesión predominantemente dolomítica, con abundantes tramos fracturados o incluso karstificados, y sólo de manera esporádica calizas de texturas variadas, desde no granosostenidas hasta granudas. Este tramo del sondeo se atribuye a la Fm. Barranco de los Degollados, de edad esencialmente Turoniense (García *et al.*, 2004).

La pérdida de barrido que se produce desde el metro 85 al 180 hace que no se puede interpretar con precisión esta parte del sondeo. Atendiendo a los datos obtenidos de la diagráfia se ha optado por atribuir a la Fm. Barranco de los Degollados hasta el metro 150 de sondeo. Entre el metro 150 y 180 los materiales se han atribuido a la unidad litoestratigráfica subyacente (Fm. Mosqueruela).

Desde el metro 180 hasta el metro 200, final del sondeo, se cambia el estilo de la serie, con la aparición de calizas de tonos oscuros, que contrastan con los tonos anteriores. Estas calizas presentan casi siempre texturas granosostenidas, de *packstone* a *grainstone*. En general son bioclásticas, con prealveolinas a la base. Estas calizas se alternan con margas como se deduce de la diagráfia. Con todas estas características esta unidad se puede atribuir a la Fm. Mosqueruela, o su equivalente lateral Fm. Puerto de Villaroya (Gil *et al.*, 2004) de edad Albiense superior-Cenomaniense.

## *COLUMNA LITOLÓGICA.*

### **TRAMO 1**

0-27 m. Arcillas rojas con alguna pasada de areniscas de grano fino a microconglomeráticas, con granos de naturaleza carbonatada y matriz filosilicatada rojiza. Las pasadas de areniscas se concentran hacia la parte media del tramo. Hacia la parte basal del tramo aparecen abundantes conglomerados, de cantos carbonatados, mal clasificados y algo subredondeados. La matriz de los mismos es arenosa y poco abundante.



## TRAMO 2

27-64 m. Calizas blancas micritizadas (*chalked*). Presentan una raya perfectamente blanca, de tonos lechosos. De modo general se encuentran además recristalizadas (en donde no se ven afectados por los procesos de *chalking*) y localmente dolomitizadas. Algunas de las dolomías son de grano grueso, si bien lo habitual es que sean de grano fino.

Entre los metros 50 y 60 se observan calizas de grises de texturas micríticas que se encuentran parcialmente dolomitizadas.

Además aparecen dolomías amarillas de grano fino con algunas arcillas rojas ocupando cavidades y grietas y cementos botroidales de calcita.

## TRAMO 3

65-85 m. Dolomías blanco-amarillentas y grisáceas. Son de grano fino a medio, dominando estas últimas. Algunas dan aspecto de sacaroideas. Hacia la parte basal del tramo aparecen calizas recristalizadas de textura *packstone* peloidal a intraclástico, mal clasificado.

## TRAMO 4

85-180 m. Pérdida de barrido. De la testificación geofísica realizada por CGS se obtienen los siguientes datos:

Entre 100 y 150 m, predominan calizas bastante puras. A partir de 150 m, todo es más margoso, en concreto entre 150 y 181 m hay únicamente margas.

Las fracturas, que se distinguen por una bajada en la resistividad y un aumento en el Gamma Natural, son las siguientes: 104-106 m, 108-109 m, 127-129 m, 134-137 m, 139-141 m, 143-145 m y 148-150 m.

## TRAMO 5

180-200 m. Dolomías amarillentas, grises, areniscas, margas y calizas bioclásticas jaspeadas.

Las dolomías son de grano medio generalmente, con algunas de grano fino. Las areniscas presentan tonos rojizos y grano fino, con alta proporción de cuarzo. Las calizas jaspeadas son calizas de textura *packstone* a *grainstone*, con abundantes orbitolinas, bivalvos,



algas y posibles prealveolinas. De manera puntual se reconoce algún término *mudstone*. Aparecen intercalaciones de calizas margosas entre 181 y 189 m y margas entre 189 y 195 m.

Las fracturas aportantes se sitúan en este tramo en torno a los metros 183-184.

## REFERENCIAS

GARCÍA, A. (COORD.), MAS, R. (COORD.), SEGURA, M., CARENAS, B., GARCÍA-HIDALGO, J.F., GIL, J., ALONSO, A., AURELL, M., BÁDENAS, B., BENITO, M.I., MELÉNDEZ, A. Y SALAS, R. (2004): 5.3.4. SEGUNDA FASE DE POSTRIFTING: CRETÁCICO SUPERIOR. EN: *GEOLOGÍA DE ESPAÑA* (J. VERA, ED.). SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA-INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 509-522.

GIL, J., CARENAS, B., SEGURA, M., GARCÍA-HIDALGO, J.F., GARCÍA, A. (2004): REVISIÓN Y CORRELACIÓN DE LAS UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR EN LA REGIÓN CENTRAL Y ORIENTAL DE ESPAÑA. *REVISTA DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA*, 17 (3-4): 249-266.

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

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

CÓDIGO IPA: 2921-2-0009  
CÓDIGO MMA: 09.802.005

MUNICIPIO: OLOCAU DEL REY  
PROVINCIA: CASTELLÓN

HOJA Nº 2821

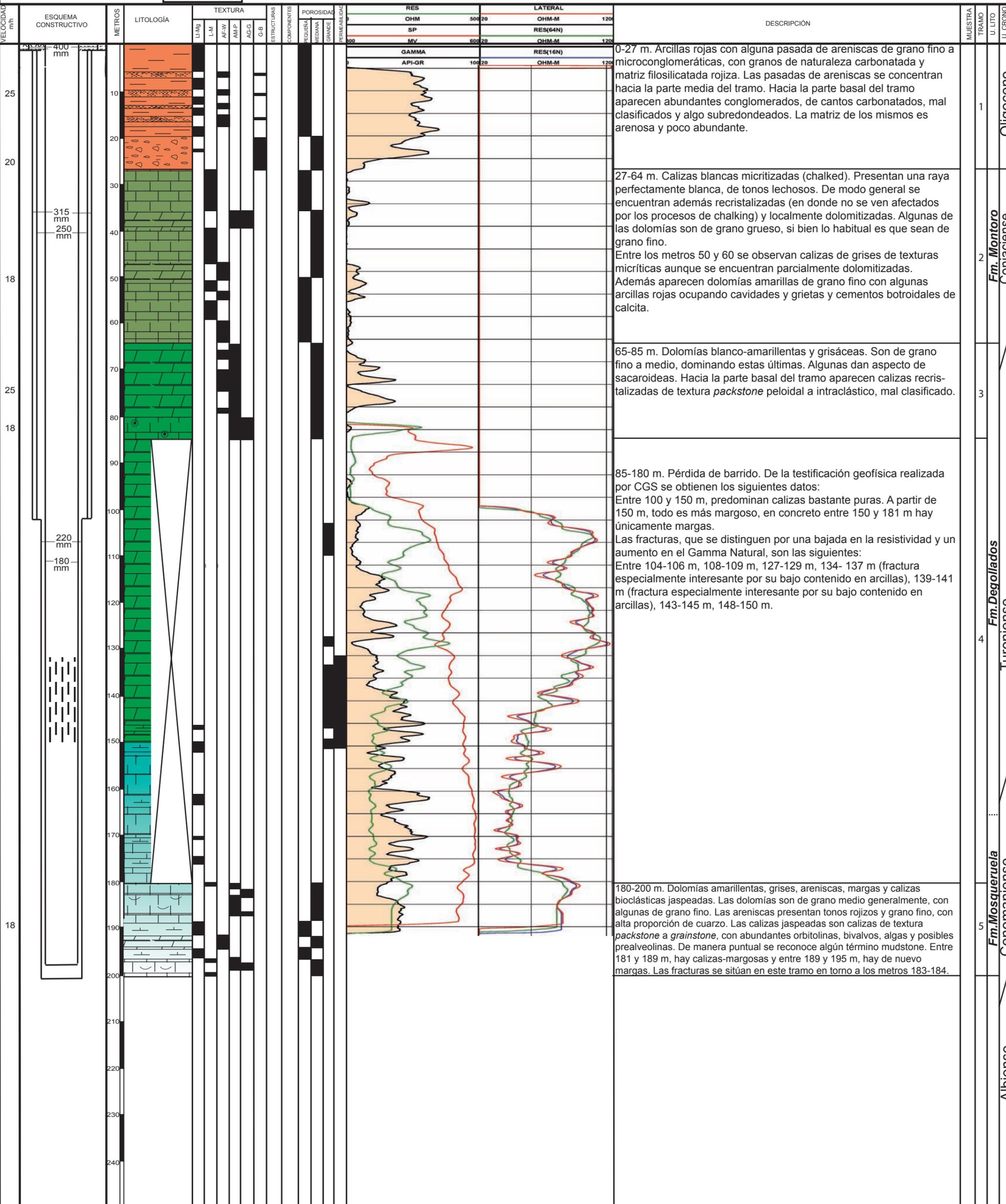
PARAJE: Olocau Mma.  
Parcela 6, polígono 12

FECHA INICIO: 19/06/2007  
FECHA FINAL: 27/06/2007

COORDENADAS UTM  
722.829  
4.502.554  
1012

PRECISIÓN (X,Y)  
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: Javier F. Ibas Lloréns



0-27 m. Arcillas rojas con alguna pasada de areniscas de grano fino a microconglomeráticas, con granos de naturaleza carbonatada y matriz filosilicatada rojiza. Las pasadas de areniscas se concentran hacia la parte media del tramo. Hacia la parte basal del tramo aparecen abundantes conglomerados, de cantos carbonatados, mal clasificados y algo subredondeados. La matriz de los mismos es arenosa y poco abundante.

27-64 m. Calizas blancas micritizadas (chalked). Presentan una raya perfectamente blanca, de tonos lechosos. De modo general se encuentran además recristalizadas (en donde no se ven afectados por los procesos de chalking) y localmente dolomitizadas. Algunas de las dolomías son de grano grueso, si bien lo habitual es que sean de grano fino. Entre los metros 50 y 60 se observan calizas de grises de texturas micríticas aunque se encuentran parcialmente dolomitizadas. Además aparecen dolomías amarillas de grano fino con algunas arcillas rojas ocupando cavidades y grietas y cementos botroidales de calcita.

65-85 m. Dolomías blanco-amarillentas y grisáceas. Son de grano fino a medio, dominando estas últimas. Algunas dan aspecto de sacaroideas. Hacia la parte basal del tramo aparecen calizas recristalizadas de textura packstone peloidal a intraclástico, mal clasificado.

85-180 m. Pérdida de barrido. De la testificación geofísica realizada por CGS se obtienen los siguientes datos:  
Entre 100 y 150 m, predominan calizas bastante puras. A partir de 150 m, todo es más margoso, en concreto entre 150 y 181 m hay únicamente margas.  
Las fracturas, que se distinguen por una bajada en la resistividad y un aumento en el Gamma Natural, son las siguientes:  
Entre 104-106 m, 108-109 m, 127-129 m, 134- 137 m (fractura especialmente interesante por su bajo contenido en arcillas), 139-141 m (fractura especialmente interesante por su bajo contenido en arcillas), 143-145 m, 148-150 m.

180-200 m. Dolomías amarillentas, grises, areniscas, margas y calizas bioclásticas jaspeadas. Las dolomías son de grano medio generalmente, con algunas de grano fino. Las areniscas presentan tonos rojizos y grano fino, con alta proporción de cuarzo. Las calizas jaspeadas son calizas de textura packstone a grainstone, con abundantes orbitolinas, bivalvos, algas y posibles prealveolinas. De manera puntual se reconoce algún término mudstone. Entre 181 y 189 m, hay calizas-margosas y entre 189 y 195 m, hay de nuevo margas. Las fracturas se sitúan en este tramo en torno a los metros 183-184.

MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
1			Oligoceno
2		Fm. Montoro Coniaciense	
3			
4		Fm. Degollados Turoniense	
5		Fm. Mosqueruela Cenomaniense	
			Albiense



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 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: OLLOCAU DEL REY**

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

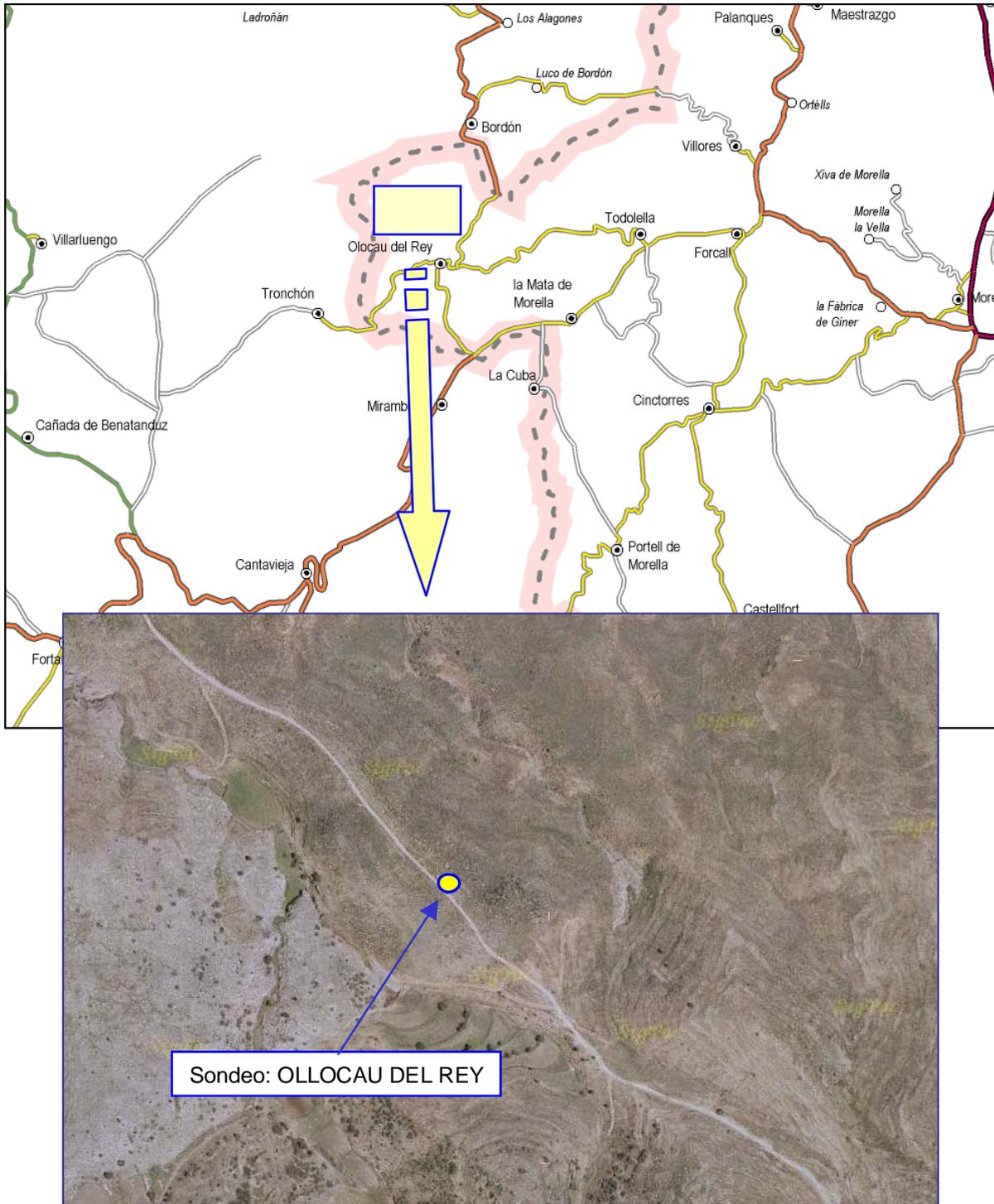
Avda. de Bruselas, 7  
Parque Empresarial Arroyo de la Vega  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296  
E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)

JUNIO DE 2007



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"OLLOCAU DEL REY"** EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE OLLOCAU DEL REY (CASTELLÓN DE LA PLANA)

JUNIO DE 2007

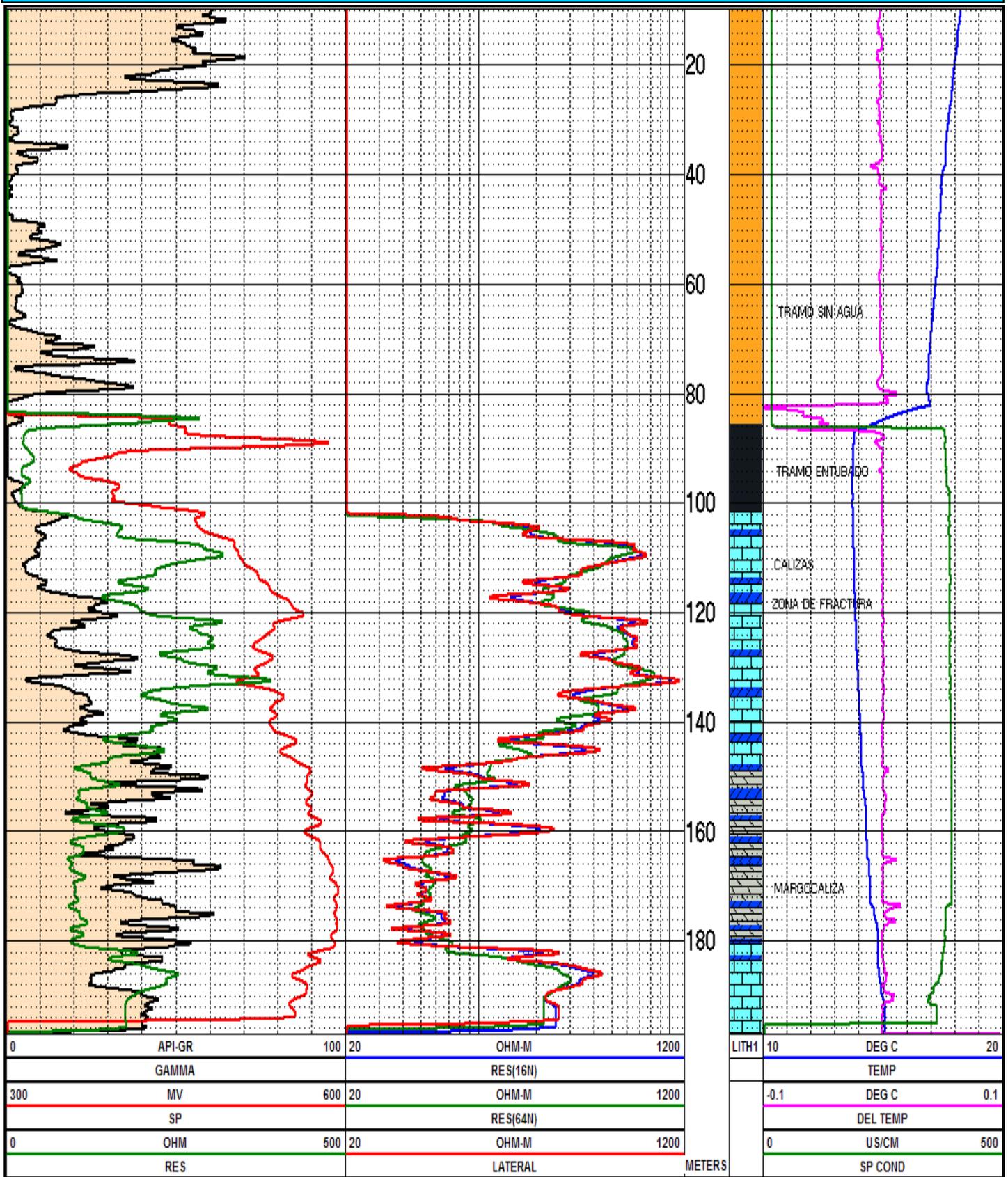


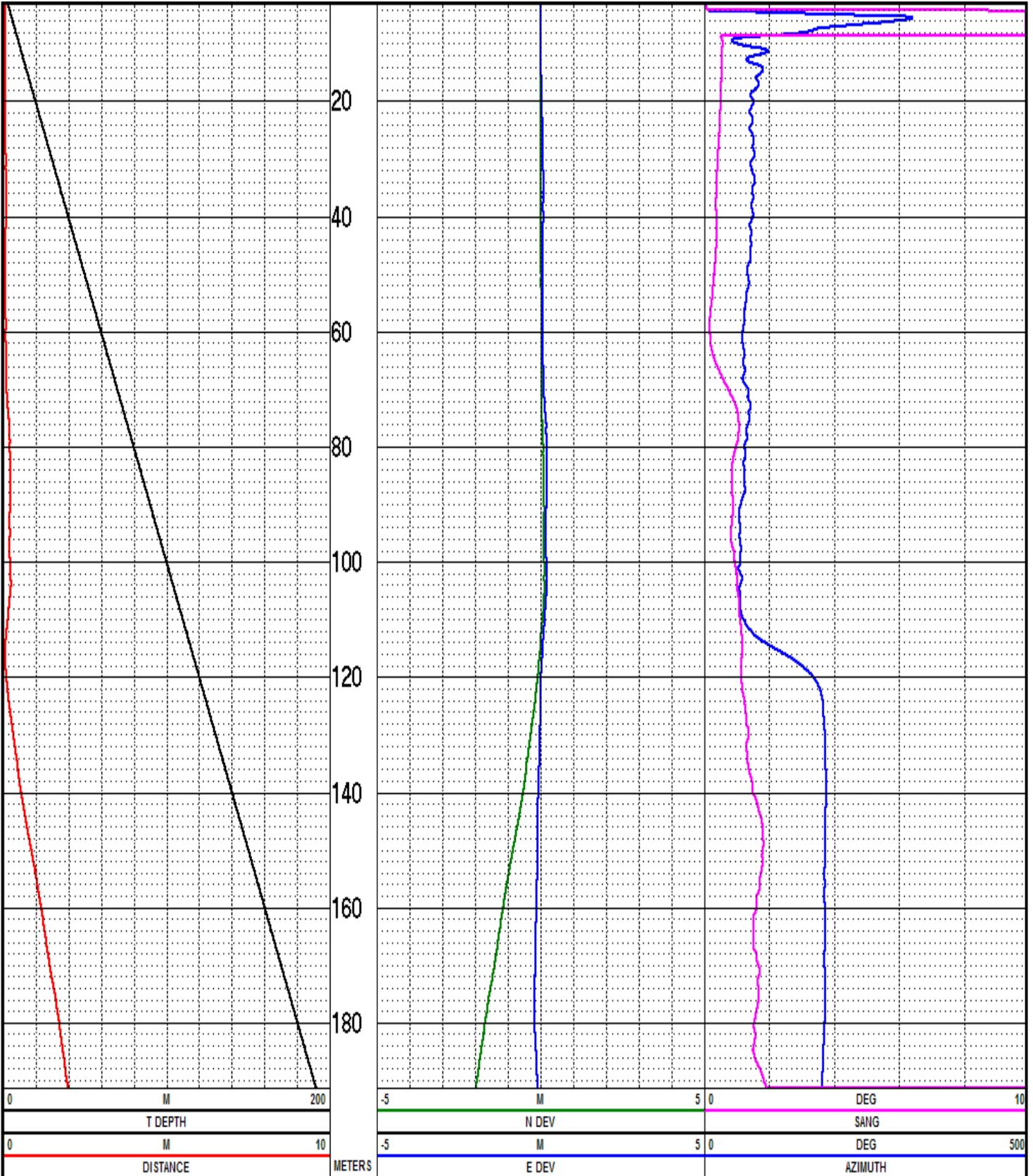
*Situación geográfica del sondeo: **OLLOCAU DEL REY***

**DATOS DEL SONDEO: OLLOCAUDEL REY**

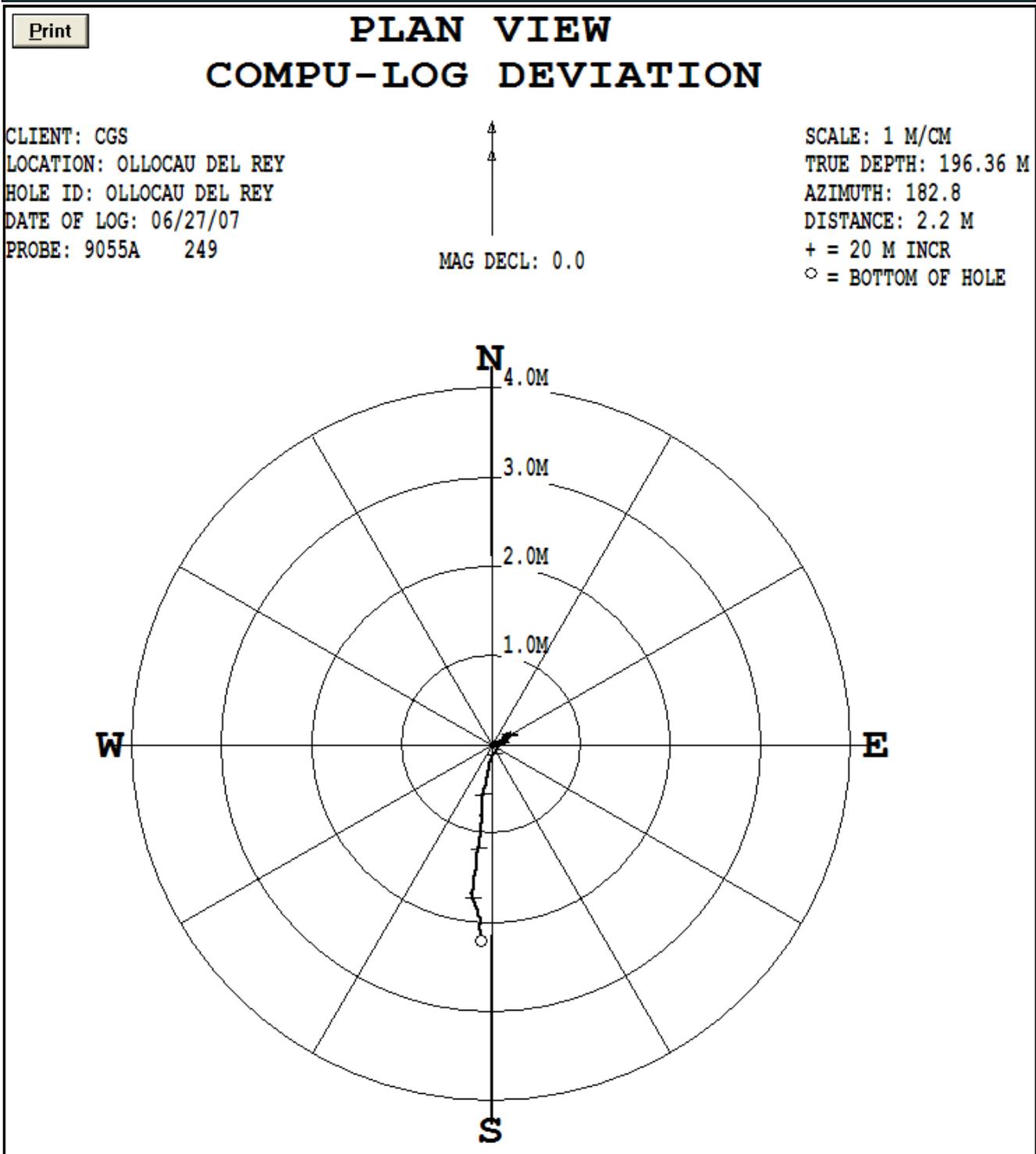
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0722833
	Y	4502549
	Z	976
PROVINCIA:	CASTELLÓN	
MUNICIPIO:	OLLOCAU DEL REY	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	200 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	196 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 102 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	250 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	86 m.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0.250	
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:	27-06-2007	

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE C.H.EBRO	Sondeo: <b>OLLOCAU DEL REY</b>	
<b>DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA</b>	Fecha: 27-06-2007	Registrado por: J. Luengo
		Equipo: CENTURY SYSTEM VI





 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE C.H.EBRO	Sondeo: <b>OLLOCAU DEL REY</b>		
<b>GRÁFICA DE DESVIACIÓN</b>	Fecha: 27-06-2007	Registrado por: <b>J. Luengo</b>	Equipo: <i>CENTURY SYSTEM VI</i>



LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN DEL SONDEO: **OLLOCAU DEL REY**

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	-0.01	0.00	305	0.40
8	8.00	0.00	0.00	0.00	180	0.60
10	10.00	0.01	0.01	0.00	49	0.70
12	12.00	0.00	0.01	0.00	79	0.60
14	14.00	0.00	0.02	0.00	91	0.60
16	16.00	0.01	0.03	0.00	78	0.50
18	18.00	0.01	0.05	0.00	79	0.60
20	20.00	0.01	0.05	0.10	79	0.50
22	22.00	0.02	0.06	0.10	71	0.50
24	24.00	0.02	0.07	0.10	74	0.50
26	26.00	0.02	0.08	0.10	77	0.50
28	28.00	0.02	0.09	0.10	75	0.50
30	30.00	0.02	0.09	0.10	76	0.50
32	32.00	0.02	0.09	0.10	75	0.40
34	34.00	0.02	0.10	0.10	80	0.40
36	36.00	0.02	0.09	0.10	76	0.40
38	38.00	0.03	0.09	0.10	74	0.50
40	40.00	0.02	0.10	0.10	77	0.50
42	42.00	0.03	0.09	0.10	73	0.50
44	44.00	0.03	0.09	0.10	72	0.50
46	46.00	0.02	0.08	0.10	74	0.40
48	48.00	0.03	0.08	0.10	71	0.50
50	50.00	0.03	0.08	0.10	69	0.30
52	52.00	0.03	0.08	0.10	71	0.40
54	54.00	0.04	0.08	0.10	66	0.30
56	56.00	0.04	0.08	0.10	64	0.30
58	58.00	0.04	0.09	0.10	65	0.30
60	60.00	0.04	0.08	0.10	61	0.10
62	62.00	0.05	0.08	0.10	61	0.10
64	64.00	0.04	0.09	0.10	64	0.30
66	66.00	0.05	0.09	0.10	63	0.40
68	68.00	0.06	0.10	0.10	60	0.60
70	70.00	0.04	0.11	0.10	69	0.80
72	72.00	0.05	0.13	0.10	71	1.00
74	74.00	0.06	0.16	0.20	69	1.30
76	76.00	0.07	0.19	0.20	69	1.20
78	78.00	0.08	0.19	0.20	68	1.20
80	80.00	0.10	0.19	0.20	63	1.00
82	82.00	0.10	0.21	0.20	64	0.80
84	84.00	0.10	0.20	0.20	65	0.70
86	86.00	0.10	0.20	0.20	64	0.70
88	88.00	0.10	0.20	0.20	64	1.00
90	89.99	0.12	0.19	0.20	58	1.00
92	91.99	0.12	0.17	0.20	56	0.90
94	93.99	0.11	0.18	0.20	58	0.80
96	95.99	0.12	0.18	0.20	57	0.70
98	97.99	0.10	0.17	0.20	59	0.90



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
100	99.99	0.12	0.19	0.20	58	1.00
102	101.99	0.13	0.20	0.20	57	1.30
104	103.99	0.14	0.21	0.30	56	1.20
106	105.99	0.12	0.18	0.20	57	0.90
108	107.99	0.10	0.16	0.20	58	0.90
110	109.99	0.07	0.13	0.20	62	1.30
112	111.99	0.03	0.11	0.10	73	1.20
114	113.99	-0.01	0.09	0.10	94	1.30
116	115.99	-0.05	0.07	0.10	125	1.20
118	117.99	-0.08	0.04	0.10	151	1.00
120	119.99	-0.11	0.02	0.10	169	1.20
122	121.99	-0.14	0.00	0.10	179	1.30
124	123.99	-0.18	-0.01	0.20	184	1.00
126	125.99	-0.23	-0.02	0.20	185	1.50
128	127.99	-0.28	-0.03	0.30	186	1.30
130	129.99	-0.32	-0.04	0.30	187	1.60
132	131.99	-0.37	-0.05	0.40	188	1.40
134	133.99	-0.42	-0.06	0.40	188	1.80
136	135.99	-0.46	-0.07	0.50	189	0.80
138	137.98	-0.50	-0.08	0.50	189	1.50
140	139.98	-0.55	-0.09	0.60	190	1.90
142	141.98	-0.61	-0.10	0.60	189	1.80
144	143.98	-0.67	-0.10	0.70	188	1.60
146	145.98	-0.74	-0.11	0.70	188	1.90
148	147.98	-0.80	-0.11	0.80	188	1.90
150	149.98	-0.87	-0.11	0.90	187	2.20
152	151.98	-0.93	-0.12	0.90	187	1.70
154	153.98	-0.99	-0.12	1.00	187	1.60
156	155.98	-1.05	-0.13	1.10	187	2.00
158	157.97	-1.11	-0.14	1.10	187	1.70
160	159.97	-1.16	-0.15	1.20	187	1.70
162	161.97	-1.22	-0.16	1.20	187	1.50
164	163.97	-1.27	-0.17	1.30	187	1.80
166	165.97	-1.31	-0.17	1.30	187	0.90
168	167.97	-1.37	-0.17	1.40	187	1.80
170	169.97	-1.42	-0.18	1.40	187	1.90
172	171.97	-1.48	-0.19	1.50	187	2.00
174	173.97	-1.55	-0.20	1.60	187	1.80
176	175.97	-1.61	-0.20	1.60	187	0.90
178	177.97	-1.65	-0.22	1.70	188	1.60
180	179.97	-1.71	-0.21	1.70	187	1.50
182	181.96	-1.76	-0.19	1.80	186	1.50
184	183.96	-1.81	-0.17	1.80	185	1.80
186	185.96	-1.86	-0.15	1.90	185	1.40
188	187.96	-1.91	-0.14	1.90	184	1.50
190	189.96	-1.95	-0.12	2.00	184	1.80
192	191.96	-2.03	-0.13	2.00	184	2.30
194	193.96	-2.11	-0.12	2.10	183	2.30
196	195.96	-2.19	-0.11	2.20	183	2.30

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### LITOLOGÍA

El sondeo se ha perforado en una formación compuesta por calizas y margocalizas.

### NIVEL FREÁTICO

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 86 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 105 m. a 106 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 114 m. a 115 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 116,5 m. a 118,5 m.	2 m.	Zona de fractura
Tramo de 127 m. a 128 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 134 m. a 135,5 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 142,5 m. a 144 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 148 m. a 149 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 152,5 m. a 154 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 157 m. a 158 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 161,5 m. a 162,5 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 165 m. a 166,5 m.	1,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 173 m. a 174 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 177,5 m. a 178 m.	0,5 m.	Zona de fractura
Tramo de 180 m. a 181 m.	1 m.	Zona de fractura
Tramo de 183 m. a 184 m.	1 m.	Zona de fractura

## DESVIACIÓN

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

- ❑ La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical, a los 196 metros de profundidad, ha sido de 2,20 metros.
- ❑ El Acimut presenta un valor de unos  $65^\circ$  desde el comienzo hasta los 110 metros de profundidad y a partir de aquí sube a los  $185^\circ$ , que se mantienen hasta el final del sondeo.
- ❑ El sondeo no presenta prácticamente desviación hasta los 70 metros de profundidad. A partir de aquí y hasta el final del sondeo se registra un aumento de la inclinación hasta alcanzar los  $2,20^\circ$  al final del sondeo.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
Alcobendas, 27 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**

Al no atravesar la sonda geofísica el tramo fracturado entre 84-87 m, se decide entubar con tubería ciega de 250 mm de diámetro los primeros 100 m de sondeo, labor que se realiza entre las 9:30 h y las 13:00 h del 27/06/07.



**Introduciendo un tramo de tubería ciega de 250 mm**



**Soldando dos tramos de tubería ciega de 250 mm de diámetro**

A continuación, tras limpiar y testificar los últimos 100 m del sondeo, Contratista y Asistencia Técnica en contacto con la dirección de obra, deciden la entubación en 180 mm de diámetro.



**Detalle soldadura entre tuberías de 180 mm y cerrando orejetas**



Sujeción de la tubería de 180 mm antes de ser soldada al siguiente tramo

Las dos etapas de entubación, se resumen en las siguientes tablas:

**Entubación sondeo Olocau del Rey**

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-1,5	400	4	Acero	Ciega
0-102	250	4	Acero	Ciega
0-132	180	4	Acero	Ciega
132-150	180	4	Acero	Puentecillo
150-198	180	4	Acero	Ciega

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

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

<b>RESUMEN UNIDADES (m)</b>	
Diámetro 400 mm tubería ciega	1,5
Diámetro 250 mm tubería ciega	102
Diámetro 180 mm tubería filtro puentecillo	18
Diámetro 180 mm tubería ciega	180

<b>INCIDENCIAS</b>
El entubado total del sondeo, concluye a las 14:00 h del 28/06/07, quedando ésta apoyada a los 198 m de profundidad y soldada a la tubería de 250 mm en superficie.

Fdo: Luis Almansa Calzado

# ANEJO 5

## ENSAYO DE BOMBEO

<b>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)</b>		
<b>ENSAYO DE BOMBEO</b>		
<b>FECHA:</b> 24-25-26/10/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Olocau del Rey	<b>PROFUNDIDAD:</b> 201 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 24 Horas		<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 3 h y 3 min en total (1 h y 3 min con el equipo de impulsión introducido y 2 h con sonda manual)

#### Ensayo de bombeo del sondeo de "Turcaza" en Olocau del Rey

El ensayo de bombeo comienza el 24 de octubre de 2007 a las 12:00 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 Ideal 1020/96 de 40 CV de potencia.

El nivel estático inicial medido con la sonda de impulsión dentro, estaba a 92,00 m y la profundidad de la bomba de aspiración 156 m.

Se realizaron cuatro escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	30	1	0,07
<b>Escalón 2</b>	30	2	0,23
<b>Escalón 3</b>	300	4	0,36
<b>Escalón 4</b>	120	6	0,60

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 1 l/s.

A los 30 minutos de bombeo, con 0,07 m de descenso, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal hasta los 2 l/s.

El segundo de los escalones, se mantuvo durante 30 minutos, con 0,23 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 4 l/s.

Este tercer escalón, se mantuvo durante 300 minutos, con 0,36 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal al máximo que puede extraer la bomba que son 6 l/s.

Este escalón, se mantuvo durante 120 minutos, con 0,60 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel desde el tercer minuto, se consulta a la dirección de obra y se decide concluir el bombeo con la bomba actual para cambiarla por una de más potencia que permita extraer un mayor caudal. En principio, se decide que el ensayo con la nueva bomba tendrá una duración de unas 16 horas y se realizará a caudal constante (12 l/s).

Así, a las 20:00 h, concluye el bombeo, recuperándose el pozo a su nivel inicial en el primer minuto.

Tras la sustitución de la bomba inicial por la bomba habitual: marca Grundfos, modelo Sp 45-31 de 50 CV de potencia con 31 rodets de impulsión, se reinicia el ensayo de bombeo a las 11:30 h del 25 de octubre de 2007.

Como se acordó con la dirección de obra, se comienza a bombear a 12 l/s.

Este escalón, se mantuvo durante 60 minutos, estabilizándose el nivel en el primer minuto, por lo que se decidió aumentar el caudal hasta el máximo que puede extraer la actual bomba, que son 15,5 l/s.

Con este caudal, el nivel se estabilizó también en el primer minuto.

Consultada la dirección de obra, se intentó contactar con D. Antonio Azcón (IGME) para decidir si continuar con el bombeo. Al no lograrse, se decidió continuar hasta completar las 16 horas de bombeo como se había acordado en un principio.

El último escalón, se mantuvo por tanto durante 870 minutos, con un descenso acumulado de 1,55 m.

En la siguiente tabla se resumen las principales características del segundo bombeo:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	60	12	1,00
<b>Escalón 2</b>	870	15,5	1,55

El agua únicamente no salió clara durante los dos primeros escalones del primer bombeo y durante el comienzo del primer escalón del segundo ensayo.

Se mide conductividad, pH y T<sup>a</sup> a lo largo del ensayo, obteniéndose los siguientes resultados (primer bombeo):

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (μS/cm)	T <sup>a</sup> (°C)
1	7	6,78	489	13,3
2	33	6,60	476	13,8
4	63	6,77	474	13,4
6	479	6,73	474	13,6

Se mide conductividad, pH y T<sup>a</sup> a lo largo del ensayo, obteniéndose los siguientes resultados (segundo bombeo):

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (μS/cm)	T <sup>a</sup> (°C)
12	3	6,96	471	12,7
15,5	63	6,90	468	12,5
15,5	865	6,92	466	12,4





**Agua turbia al comenzar el aforo (primer escalón 1 l/s)**



**Segundo escalón (agua clara, 2 l/s)**



**Tercer escalón (agua clara, 4 l/s)**



**Cuarto escalón (agua clara, 6 l/s)**



**Primer escalón, segundo bombeo (agua clara, 12 l/s)**



**Segundo escalón, segundo bombeo (agua clara, 15,5 l/s)**

Fdo: Luis Almansa Calzado.

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Olocau del Rey  
 N° Registro IPA  
 Profundidad Sondeo 201 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 722832  
 Y 4502563  
 Z 1004

Fecha Ensayo 24 de octubre de 2007

Nivel estático inicial 92,00  
 Profund. Aspiración 156 m  
 Bomba IDEAL 1020/96 40 CV  
 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	1	30	30	0,07	0,07
2	2	60	30	0,16	0,23
3	4	360	300	0,13	0,36
4	6	480	120	0,24	0,60

**Síntesis litológica**

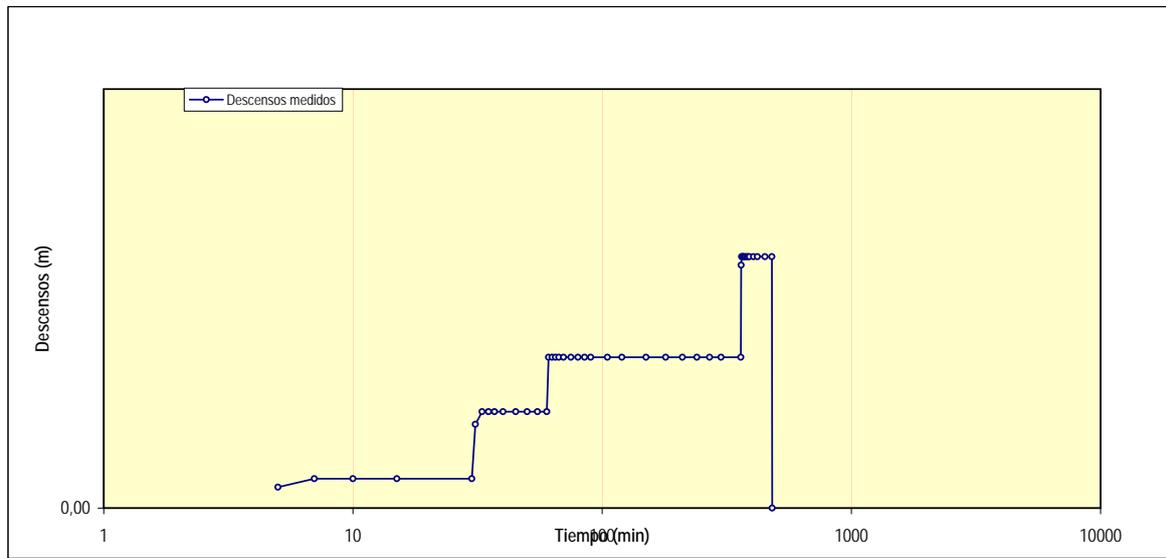
De 0 a 20 m, arcillas, arenas y algunas gravas calcáreas.  
 De 20 a 30 m, calizas y margo-calizas.  
 De 30 a 53 m, caliza blanca recristalizada.  
 De 53 a 64 m, caliza blanca recristalizada y caliza marrón claro amarillento.  
 De 64 a 69 m, caliza marrón claro amarillento.  
 De 69 a 79 m, arenas amarillas de grano fino.  
 De 79 a 84 m, caliza blanca recristalizada muy blanda (sale muy triturada). (de 84 a 189 m sin barrido)  
 De 180 m a 201 m, margas y margo-calizas gris oscuras

**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación	Entubación	Rejilla
0-8 m 324 mm	0-1,5 m 400 mm	132-150 m 180 mm
8-201m 220 mm	0-102 m 250 mm	
8-102 m 315 mm	0-198 m 180 mm	

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
				Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
24-oct-07	12:00	0	0	92,00	0,00				
24-oct-07	12:05	5	5	92,05	0,05			1	Agua turbia
24-oct-07	12:07	7	7	92,07	0,07			1	pH:6,78 Tª:13,3°C Cond:489 µS/cm
24-oct-07	12:10	10	10	92,07	0,07			1	
24-oct-07	12:15	15	15	92,07	0,07			1	
24-oct-07	12:30	30	30	92,07	0,07			1	
24-oct-07	12:31	1	31	92,20	0,20			2	
24-oct-07	12:33	3	33	92,23	0,23			2	pH:6,60 Tª:13,8°C Cond:476 µS/cm
24-oct-07	12:35	5	35	92,23	0,23			2	
24-oct-07	12:37	7	37	92,23	0,23			2	
24-oct-07	12:40	10	40	92,23	0,23			2	
24-oct-07	12:45	15	45	92,23	0,23			2	Algo turbia
24-oct-07	12:50	20	50	92,23	0,23			2	Agua clara
24-oct-07	12:55	25	55	92,23	0,23			2	
24-oct-07	13:00	30	60	92,23	0,23			2	
24-oct-07	13:01	1	61	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:03	3	63	92,36	0,36			4	pH:6,77 Tª:13,4°C Cond:474 µS/cm
24-oct-07	13:05	5	65	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:07	7	67	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:10	10	70	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:15	15	75	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:20	20	80	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:25	25	85	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:30	30	90	92,36	0,36			4	
24-oct-07	13:45	45	105	92,36	0,36			4	
24-oct-07	14:00	60	120	92,36	0,36			4	
24-oct-07	14:30	90	150	92,36	0,36			4	
24-oct-07	15:00	120	180	92,36	0,36			4	
24-oct-07	15:30	150	210	92,36	0,36			4	
24-oct-07	16:00	180	240	92,36	0,36			4	
24-oct-07	16:30	210	270	92,36	0,36			4	
24-oct-07	17:00	240	300	92,36	0,36			4	
24-oct-07	18:00	300	360	92,36	0,36			4	
24-oct-07	18:01	1	361	92,58	0,58			6	
24-oct-07	18:03	3	363	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:05	5	365	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:07	7	367	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:10	10	370	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:15	15	375	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:20	20	380	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:25	25	385	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:30	30	390	92,60	0,60			6	
24-oct-07	18:45	45	405	92,60	0,60			6	
24-oct-07	19:00	60	420	92,60	0,60			6	
24-oct-07	19:30	90	450	92,60	0,60			6	
24-oct-07	20:00	120	480	92,60	0,60			6	pH:6,73 Tª:13,6°C Cond:474 µS/cm

24-oct-07	20:01	1	481	92,00	0,00	0	Recuperación
24-oct-07	20:02	2	482	92,00	0,00	0	
24-oct-07	20:03	3	483	92,00	0,00	0	



**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Olocau del Rey  
 N° Registro IPA  
 Profundidad Sondeo 201 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 722832  
 Y 4502563  
 Z 1004

Fecha Ensayo 25-26 octubre 2007

Nivel estático inicial 92,00  
 Profund. Aspiración 156 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	12	60	60	1,00	1,00
2	15,5	930	870	0,55	1,55

**Síntesis litológica**

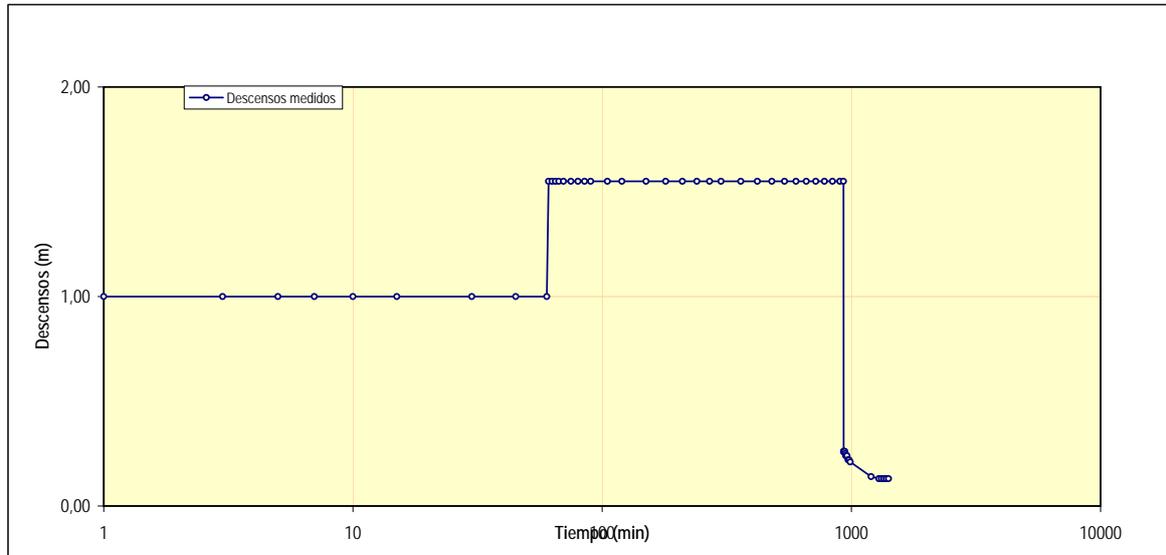
De 0 a 20 m, arcillas, arenas y algunas gravas calcáreas.  
 De 20 a 30 m, calizas y margo-calizas.  
 De 30 a 53 m, caliza blanca recristalizada.  
 De 53 a 64 m, caliza blanca recristalizada y caliza marrón claro amarillento.  
 De 64 a 69 m, caliza marrón claro amarillento.  
 De 69 a 79 m, arenas amarillas de grano fino.  
 De 79 a 84 m, caliza blanca recristalizada muy blanda (sale muy triturada). (de 84 a 189 m sin barrido)  
 De 180 m a 201 m, margas y margo-calizas gris oscuras

**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación	Entubación	Rejilla
0-8 m 324 mm	0-1,5 m 400 mm	132-150 m 180 mm
8-201m 220 mm	0-102 m 250 mm	
8-102 m 315 mm	0-198 m 180 mm	

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
				Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
25-oct-07	12:00	0	0	92,00					
25-oct-07	12:01	1	1	93,00	1,00			12	Algo turbia
25-oct-07	12:03	3	3	93,00	1,00			12	pH:6,96, T°:12,7 Cond: 471 µS/cm
25-oct-07	12:05	5	5	93,00	1,00			12	
25-oct-07	12:07	7	7	93,00	1,00			12	
25-oct-07	12:10	10	10	93,00	1,00			12	Agua clara
25-oct-07	12:15	15	15	93,00	1,00			12	
25-oct-07	12:30	30	30	93,00	1,00			12	
25-oct-07	12:45	45	45	93,00	1,00			12	
25-oct-07	13:00	60	60	93,00	1,00			12	
25-oct-07	13:01	1	61	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:03	3	63	93,55	1,55			15,5	pH:6,90, T°:12,5°C Cond: 468 µS/cm
25-oct-07	13:05	5	65	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:07	7	67	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:10	10	70	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:15	15	75	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:20	20	80	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:25	25	85	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:30	30	90	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	13:45	45	105	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	14:00	60	120	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	14:30	90	150	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	15:00	120	180	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	15:30	150	210	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	16:00	180	240	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	16:30	210	270	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	17:00	240	300	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	18:00	300	360	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	19:00	360	420	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	20:00	420	480	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	21:00	480	540	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	22:00	540	600	93,55	1,55			15,5	
25-oct-07	23:00	600	660	93,55	1,55			15,5	
26-oct-07	0:00	660	720	93,55	1,55			15,5	
26-oct-07	1:00	720	780	93,55	1,55			15,5	
26-oct-07	2:00	780	840	93,55	1,55			15,5	
26-oct-07	3:00	840	900	93,55	1,55			15,5	pH:6,92 T°:12,4°C Cond: 466 µS/cm
26-oct-07	3:30	870	930	93,55	1,55			15,5	Se toma muestra para laboratorio
26-oct-07	3:31	1	931	92,26	0,26			0	Recuperación con el equipo de impulsión introducido
26-oct-07	3:32	2	932	92,26	0,26			0	
26-oct-07	3:33	3	933	92,26	0,26			0	
26-oct-07	3:34	4	934	92,26	0,26			0	
26-oct-07	3:35	5	935	92,26	0,26			0	
26-oct-07	3:36	6	936	92,26	0,26			0	
26-oct-07	3:37	7	937	92,26	0,26			0	
26-oct-07	3:38	8	938	92,26	0,26			0	

26-oct-07	3:39	9	939	92,26	0,26	0	
26-oct-07	3:40	10	940	92,26	0,26	0	
26-oct-07	3:45	15	945	92,25	0,25	0	
26-oct-07	3:50	20	950	92,24	0,24	0	
26-oct-07	3:55	25	955	92,24	0,24	0	
26-oct-07	4:00	30	960	92,24	0,24	0	
26-oct-07	4:10	40	970	92,22	0,22	0	
26-oct-07	4:20	50	980	92,22	0,22	0	
26-oct-07	4:30	60	990	92,21	0,21	0	
26-oct-07	8:00	270	1200	92,14	0,14	0	
26-oct-07	9:30	360	1290	92,13	0,13	0	Recuperación con el equipo de impulsión extraído
26-oct-07	10:00	390	1320	92,13	0,13	0	
26-oct-07	10:30	420	1350	92,13	0,13	0	
26-oct-07	11:00	450	1380	92,13	0,13	0	
26-oct-07	11:30	480	1410	92,13	0,13	0	





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 00006473**

Solicitado por:	COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)	
Denominación de la muestra:	OLLOCAU PERF.	

Matriz: **Agua continental**  
Tipo de muestra: **Puntual**  
Tomada por: **El cliente**

Nº de muestra: **00006114**

Fecha recepción: **18/07/2007**

Inicio análisis: **18/07/2007**

Fin análisis: **20/07/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	4,39 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	228,96 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	58,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	7,29 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	380 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,81 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,21 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-HIER)
*MAGNESIO	12,61 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-MANG)
*NITRATOS	4,736 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,82 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,30 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,85 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	26,52 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.

26 de julio de 2007

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

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	7,29	0,21	4,48
SULFATOS	26,52	0,55	12,04
BICARBONATOS	228,96	3,75	81,81
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	4,74	0,08	1,67
SODIO	2,85	0,12	3,03
MAGNESIO	12,61	1,04	25,36
CALCIO	58,05	2,90	70,80
POTASIO	1,30	0,03	0,81

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	347,80 mg/l
CO2 libre	5,52 mg/l
Dureza total	19,69 °Francés
Dureza total	196,88 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	9,20 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	187,78 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	187,78 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,20
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,04
$rNa/rK$	3,73
$rNa/rCa$	0,04
$rCa/rMg$	2,79
$rCl/rHCO_3$	0,05
$rSO_4/rCl$	2,69
$rMg/rCa$	0,36
i.c.b.	0,24
i.d.d.	0,01

Nº Registro: 6114



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000009312**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

OLOCAU ESC. 3º 6l/s

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00008872**

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	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	4,98 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	271,81 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,08 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	98,12 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	13,73 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	411 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,21 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /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	10,44 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	5,43 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,50 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,46 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,89 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	21,91 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 Espiñeiro*

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000009307**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

**OLOCAU DEL REY (FIN 2º AFORO) PROYECTO SONDEOS CHEBRO 2ª F. REFERENCIA**  
**EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00008867**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **26/10/2007**

Fecha recepción: **13/11/2007**

Inicio análisis: **13/11/2007**

Fin análisis: **20/11/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	4,98 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	271,81 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	90,91 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	7,22 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	409 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,17 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /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	9,23 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	5,29 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,50 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,36 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,56 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	20,77 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**

# ANEJO 7

## FICHA MARM Y FICHA I.P.A

# FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		Monte Bobalar (Turcaza)			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.802.005	
CÓDIGO IPA		2921-2-0009	Nº MTN 1:50.000	544	MUNICIPIO	Olocau del Rey	PROVINCIA	Castellón
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		092/ Aliaga-Calanda						
U. HIDROGEOLÓGICA		802/ Aliaga-Calanda						
ACUÍFERO(S)		80208/ Cretácico Superior- Calizas y dolomías 410 y 421						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	722832	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	Brocal		
	Y	4502563						
COTA DEL SUELO msnm	Z	1004	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0		
POLÍGONO		12			PARCELA		6	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Turcaza, S.L.						
PERSONA DE CONTACTO		César, ingeniero Turcaza. Tf: 639602362						
ACCESO		Al llegar a Olocau seguir indicaciones a finca Turcaza						

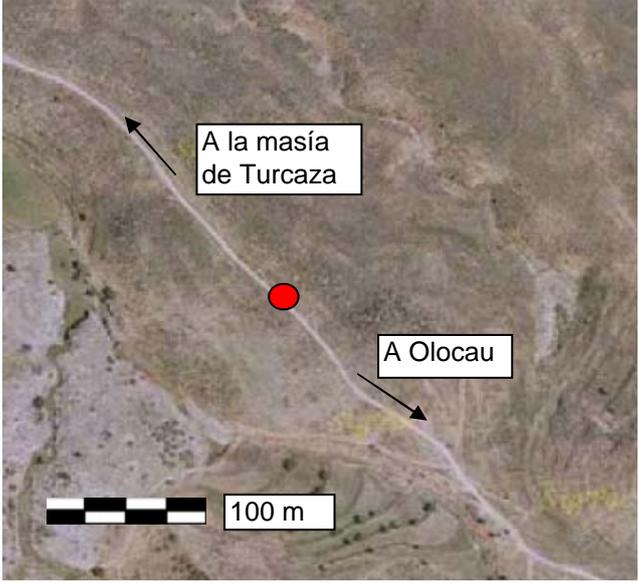
## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO	Rotopercusión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO	201			EMPAQUE	no		
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	102	324	0	3	400	Metálica	132	150	Ciega ranurada	0	2
102	201	220	0	102	250	Metálica				6	8
			0	198	180	Metálica					

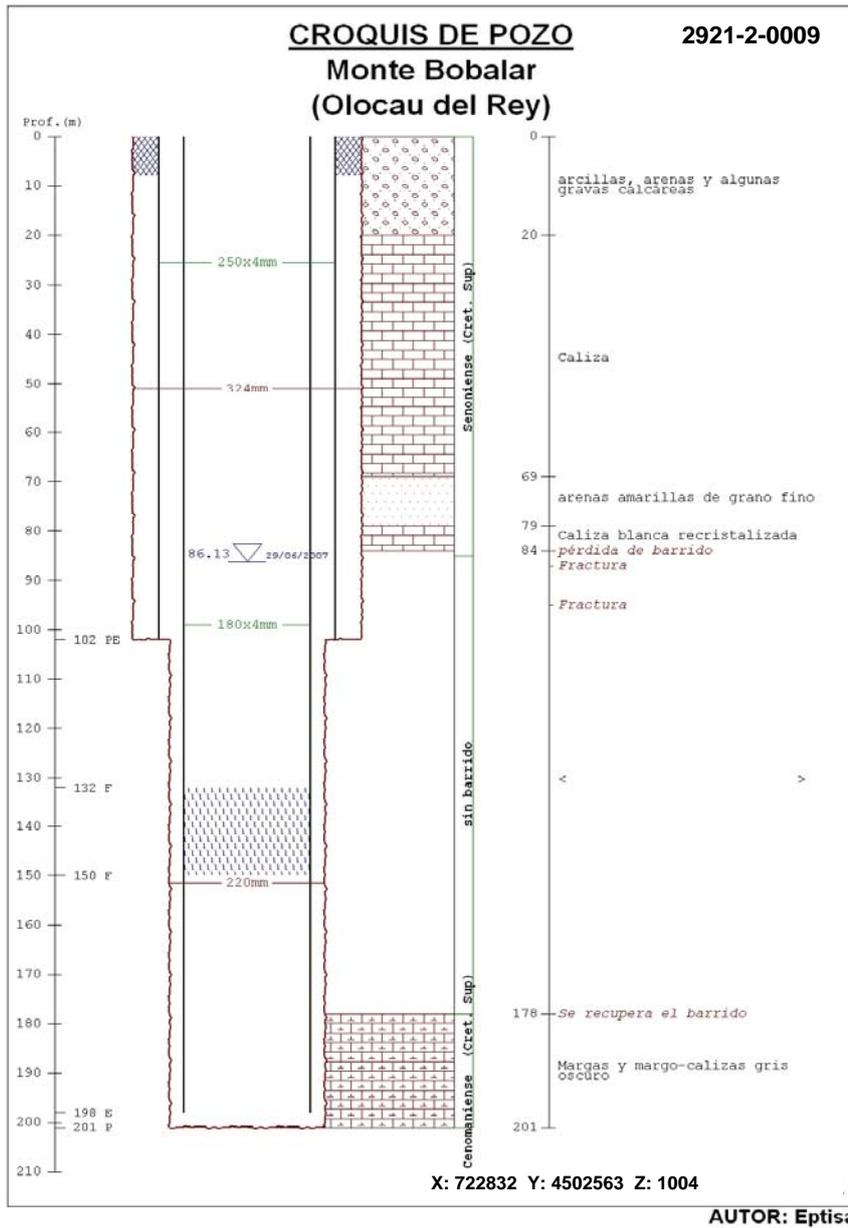
## HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

<p>UBICACIÓN DEL SONDEO</p> 	<p>FOTO AÉREA</p> 
---	--

# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

