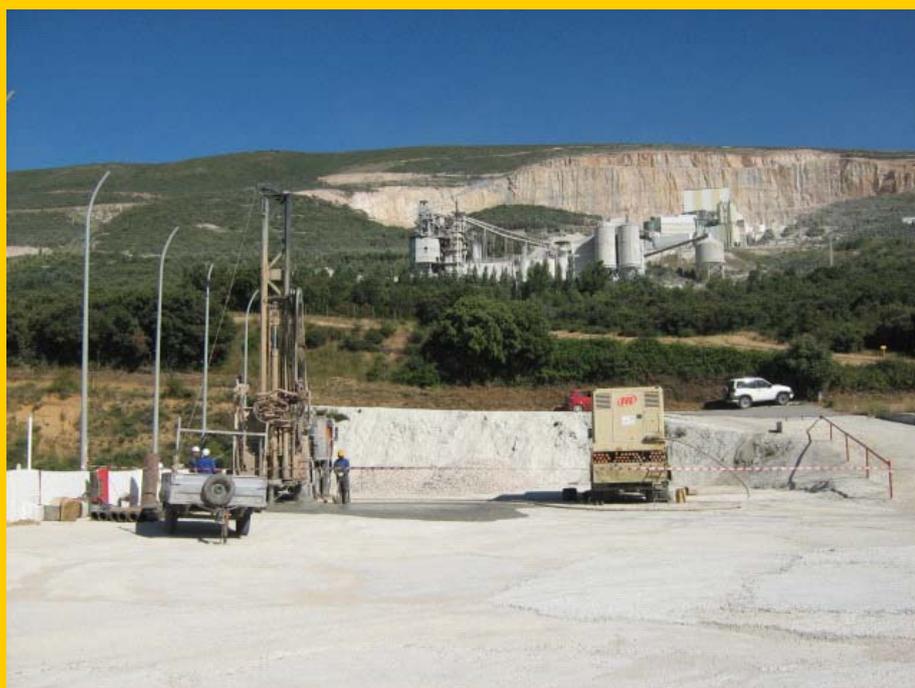


## **INFORME PIEZÓMETRO DE CAMPANAS: 09.202.001**



## ÍNDICE

1.	PROYECTO .....	1
1.1.	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	1
1.2.	METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA .....	2
1.3.	OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO .....	3
2.	LOCALIZACIÓN .....	4
3.	SITUACIÓN GEOLÓGICA .....	5
4.	MARCO HIDROGEOLÓGICO.....	6
5.	EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	7
6.	DATOS DE LA PERFORACIÓN .....	7
7.	COLUMNA LITOLÓGICA.....	8
8.	TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA.....	10
9.	ENTUBACIÓN REALIZADA .....	11
10.	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS.....	14
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 4B.: VIDEORREGISTRO Y ENTUBACIÓN EN PVC

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6.: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

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

## 1. **PROYECTO**

### 1.1. **ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

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

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

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

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

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

Con fecha 20 de junio de 2006 se contrató a la empresa EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A., la Asistencia Técnica para la INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. 2ª FASE, TT.MM. VARIOS Clave: 09.820.032/0411.

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

## 1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

- Anteriores a la perforación
  - o Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos).
  - o Comprobación de accesos.
- Durante la perforación
  - o Seguimiento de la perforación.
  - o Interpretación de la testificación geofísica.
  - o Propuesta de entubación a la Dirección de Obra.
  - o Control de tareas finales como limpieza del sondeo toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
- En el ensayo de bombeo
  - o Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - o Representación e interpretación de datos obtenidos.
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - o Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - o Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - o Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
  - o Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Se proyecta construir un piezómetro en el término municipal de Campanas con el objeto de valorar las características del acuífero Terciario Marino calcáreo del Eoceno en la zona de recarga de la masa de agua subterránea 090.029 Sierra de Alaiz, 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 la localidad de Tiebas, unos 10 km al sur de Pamplona, en las proximidades de las canteras de la Sierra de Alaiz (figura 1).

El acceso a la localidad de Tiebas se puede realizar a través de la N-121 o a través de la autopista A-15. Una vez en Tiebas, seguiremos las indicaciones hacia su campo de fútbol pues el piezómetro se sitúa en los aparcamientos del recinto deportivo. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 611143      Y= 4727430      Z= 555 msnm

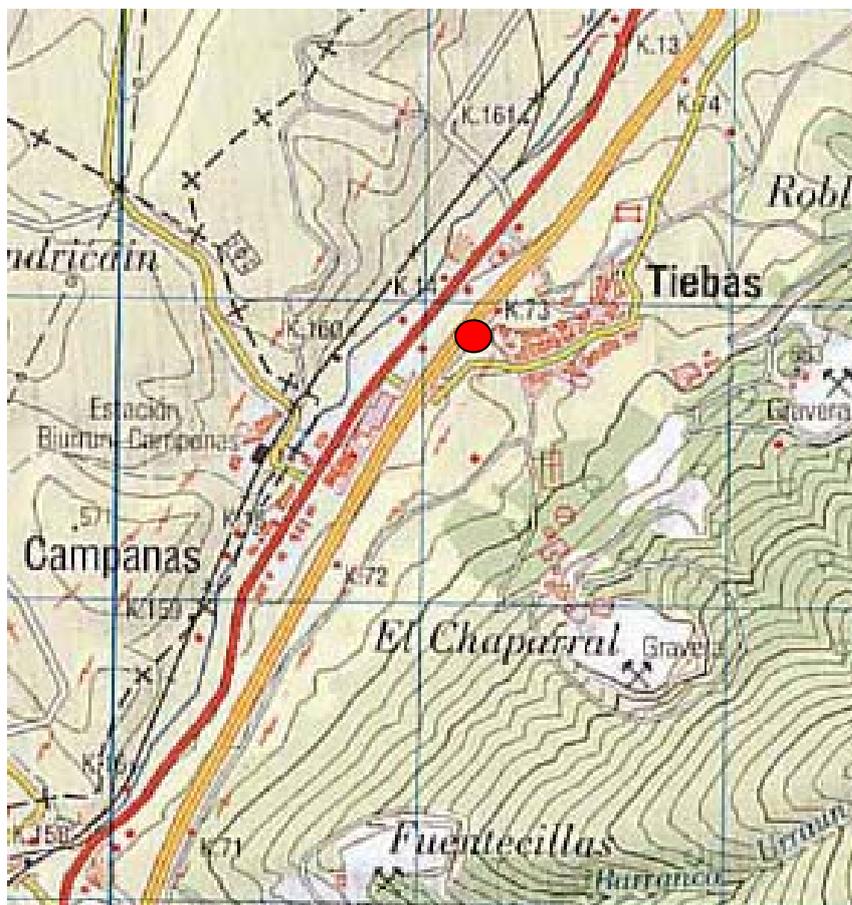


Figura 1. Ubicación del piezómetro de Campanas

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado los 5 primeros metros sobre materiales Cuaternarios (arenas, arcillas y gravas), los 3 metros restantes se han emboquillado sobre materiales del Eoceno (Margas grises).

La zona del piezómetro se caracteriza por el afloramiento de materiales del Paleógeno: Margas de Pamplona, Capas de Urroz (Calcarenitas) y calizas tableadas de Alaiz. Todas ellas presentan buzamientos elevados hacia el ONO. Hacia el Este, la serie pasa a litologías Cretácicas formando una pronunciada estructura anticlinal.

Éste área se enmarca en las estribaciones de la Sierra de Alaiz, estructura cabalgante alpina, donde los materiales de esta estructura compleja de cabalgamiento se introducen bajo un espeso manto de materiales del Oligoceno y Mioceno. En esta zona se desarrollan terrazas (en donde se ubica el sondeo) y los materiales de esta estructura, se encuentran buzando hacia el NW con valores de unos 30°.

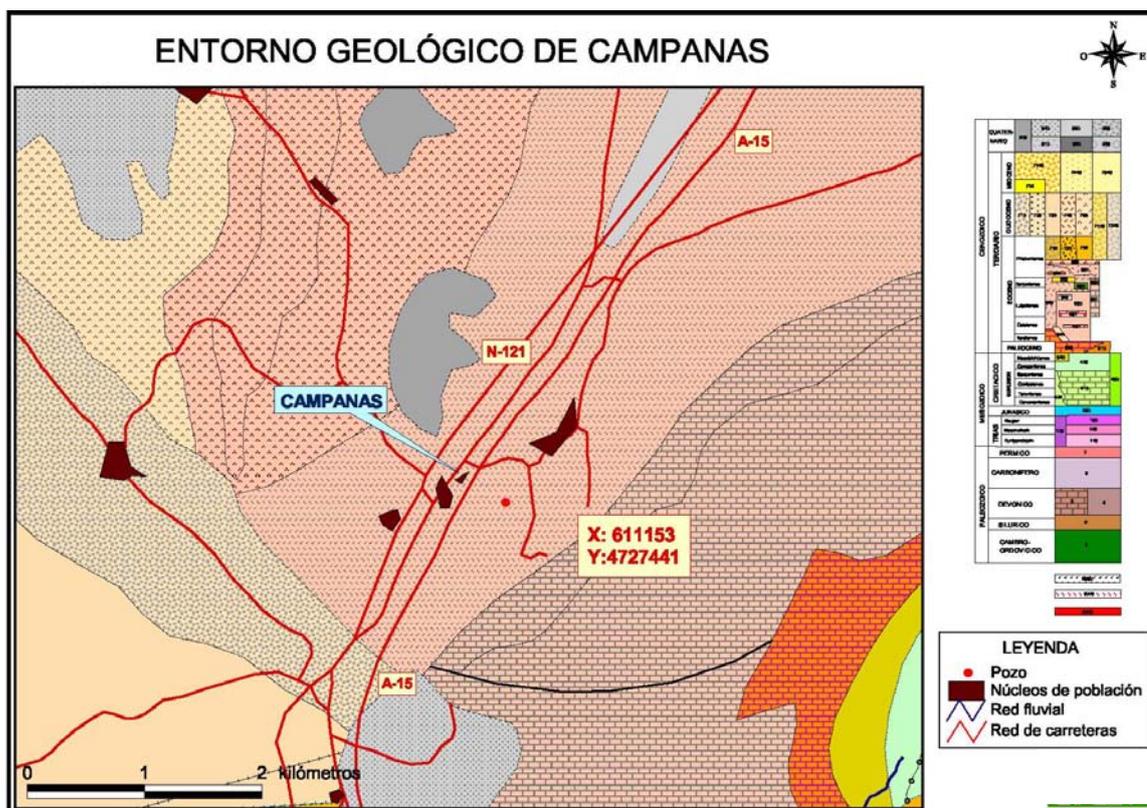


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Campanas

#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 2 "Pirenaico del Sinclinal de Jaca-Pamplona". Éste dominio se corresponde con el sector central de la gran estructura pirenaica, delimitada, dentro del ámbito territorial de la cuenca del Ebro, por los ríos Arga al O y Cinca al E.

A grandes rasgos, coincide con la cuenca sedimentaria de Jaca-Pamplona, limitada al N por las sierras Interiores Prepirenaicas y al S por las sierras Exteriores Prepirenaicas.

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 202 "Sierra de Alaiz", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.029 denominada "Sierra de Alaiz" y el acuífero a controlar es el Terciario Marino calcáreo.

El acuífero Eoceno de la masa de agua 090.029 es un acuífero mixto carbonatado con una superficie de 278,55 km<sup>2</sup>.

Ésta unidad hidrogeológica se identifica geográficamente con la Sierra de Alaiz, constituida por materiales del Cretácico Superior al Eoceno, y su continuación bajo los materiales turbidíticos de la Comarca de Pamplona hacia el Arga, presunta zona de descarga de la unidad.

El acuífero Cretácico-Eoceno aflora en un único sector de orientación NE-SO identificado con los relieves del anticlinal cabalgante de Alaiz.

Existen interrogantes sobre el funcionamiento de la unidad. El principal mecanismo de recarga obedece a la infiltración directa de las precipitaciones. No se han identificado las zonas de descarga (ni por tanto direcciones de flujo); existe la posibilidad de que se verifiquen en el propio río Arga, probablemente en relación al retrocabalgamiento del Anticlinal de Puente La Reina.

No se descarta una posible transferencia en profundidad de recursos de los "Conglomerados del Perdón" hacia las "Areniscas de Galar" y los niveles Eocenos subyacentes, dependiendo del grado de descalcificación que puedan presentar en profundidad.

(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 6 de julio de 2007 a las 16:00 horas y terminó el 19 de julio de 2007 a las 11:00 horas.

Se realizó un emboquille de 8 m de profundidad perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

El resto de la perforación, se realizó con un diámetro de 220 mm y se entubo con tubería metálica ciega y tubería metálica ciega ranurada de 180 mm de diámetro y 4 mm de espesor.

El primer aporte observado, poco abundante, se produjo a los 107 metros. El aporte más caudaloso (unos 2 l/s), se observó a los 228 metros.

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):

0-5 m.	Arenas, arcillas y gravas.
5-100 m	Margas grises.
100-105 m	Margas grises y calcarenitas marrones de grano fino.
105-108 m	Calcarenitas marrones de grano fino.
108-118 m	Margas grises.
118-123 m	Calcarenitas marrones de grano fino.
123-138 m	Calcarenitas amarillentas.
138-144 m	Calizas color marrón claro bioclásticas, arenas amarillentas y margas grises.
144-164 m	Caliza marrón claro bioclástica con algo de arenas finas amarillentas.
164-169 m	Caliza marrón bioclástica.
169-202 m	Caliza marrón bioclástica.
202-235 m	Caliza marrón con abundante microfauna (foraminíferos, en concreto se distinguen alveolinas) esta caliza está más recristalizada que la del tramo anterior y reacciona menos al ácido clorhídrico (más dolomítica).
235-245 m	Caliza gris y caliza marrón bioclástica algo arenosa.
245-254 m	Caliza marrón bioclástica.

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 5 m, niveles de terraza, edad Cuaternario.

De 5 a 100 m, Fm. Margas de Arguis-Pamplona, edad Bartonense (Eoceno).

De 100 a 125 m, Fm. Areniscas de Urroz, edad Luteciense.

De 125 a 254 m, Calizas de Alaiz (Fm. Guara), edad Luteciense.

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

El día 19 de julio de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo, aunque debido a una obstrucción a los 126 m (zona de calcarenitas), no se pudo hacer descender las sondas más allá de esa profundidad.

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

Debido a la interrupción del registro a los 126 m, no llegó a detectarse el nivel freático.

Litológicamente, se distinguen dos zonas:

De 0 a 100 m, predominan las margas.

De 100 a 126 m, predominan los materiales calcáreos.

La sonda de desviación arroja un resultado de una desviación del sondeo en la vertical de 8 m en la base hacia el SE.

El caudal aportado por el sondeo es de aproximadamente 2 l/s.

Con los pocos datos aportados por el registro geofísico, la columna levantada y las observaciones realizadas durante la perforación, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería ranurada (se optó por este tipo de tubería por presentar una mayor resistencia y menores posibilidades de atranque durante la entubación).

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 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería ciega ranurada de 180 mm de diámetro. A cada uno de los tramos, se le practicaron 8 aros a “tresbolillo” de 5 ranuras cada uno (cada ranura de unos 15 mm de largo y 4-5 mm de ancho). La situación de los tramos ranurados 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
0-7	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-177	180	4	Acero al carbono	ciega
177-189	180	4	Acero al carbono	ranurada
189-201	180	4	Acero al carbono	Ciega
201-207	180	4	Acero al carbono	ranurada
207-219	180	4	Acero al carbono	Ciega
219-231	180	4	Acero al carbono	ranurada
231-237	180	4	Acero al carbono	Ciega
237-243	180	4	Acero al carbono	ranurada
243-252	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

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

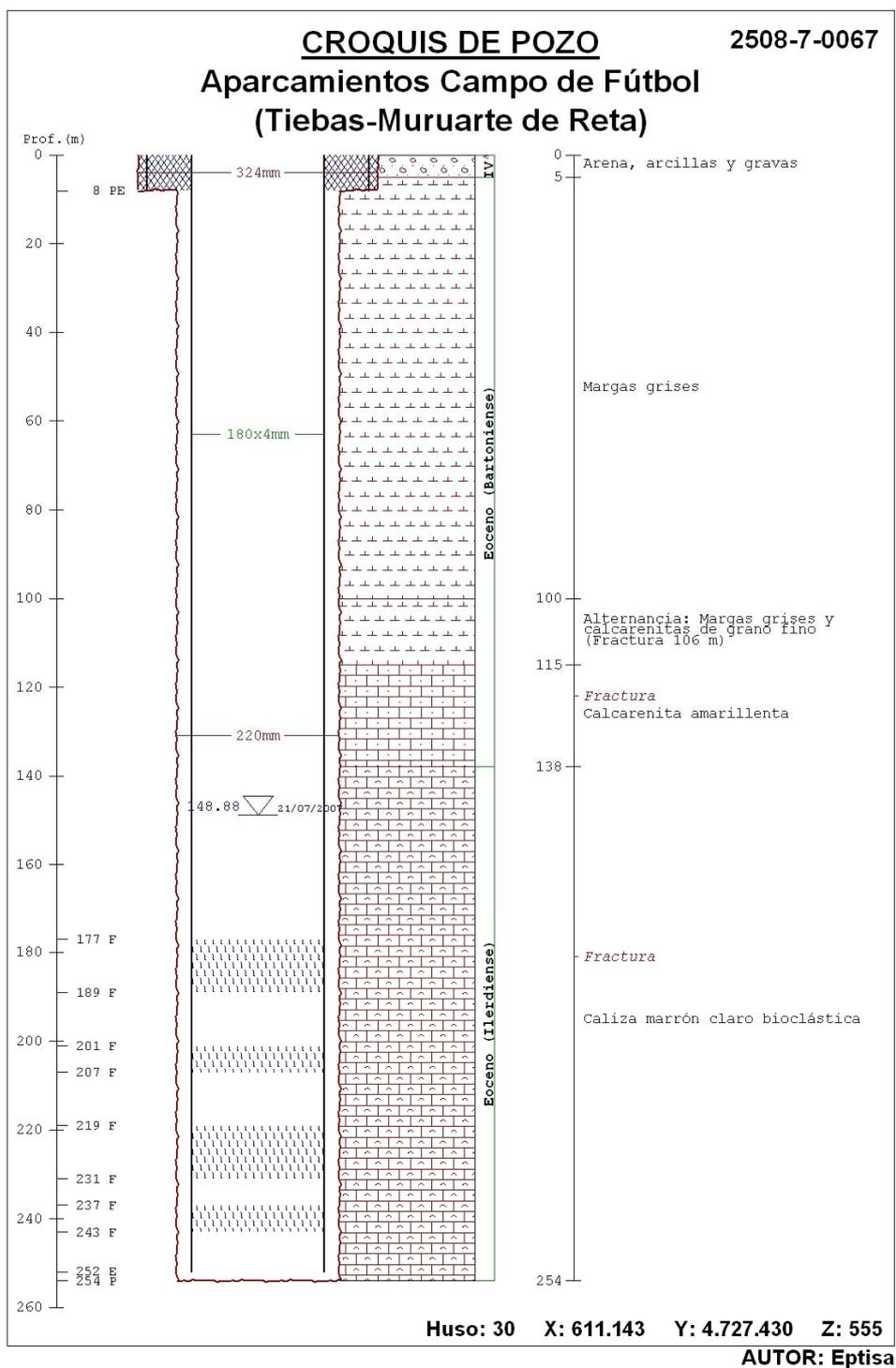


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

Los acuíferos principales perforados son: Terciario marino (Eoceno), compuesto por calizas.

A los 105 m, se detecta el primer aporte, el cual se produce dentro de la Fm Margas de Pamplona (Eoceno, Bartonense), aunque en un tramo calcarenítico. Con las mismas condicionantes geológicas (Calcarenitas dentro de la Fm. Margas de Pamplona), se produce el siguiente aporte, entre los metros 121 y 123.

El aporte más caudaloso es detectado entre 181 y 183 m, dentro la Fm. Calizas Tableadas de Alaiz (Eoceno, Ilerdiense).

El 20 de julio de 2007, se realiza la limpieza del sondeo.

Al finalizar la limpieza, se toma muestra de agua para analizar, cuya conductividad es de 512  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\text{a}}$  22  $^{\circ}\text{C}$ .

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

Durante los días 8 y 9 de octubre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación.

Para dicho ensayo, se utilizó una bomba de 6 " Grundfos, modelo SP 45-31 de 50 CV, situada a 234 m de profundidad.

El primer escalón duró 60 minutos, el caudal medio extraído fue de 0,5 l/s y el descenso del nivel fue de 2,06 m.

El segundo de los escalones, duró 45 minutos, el caudal medio extraído fue de 1 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 2,85 m en total.

El tercero y último escalón, duró las 22 horas y 15 minutos restantes, el caudal extraído fue de 3 l/s y el descenso acumulado del nivel fue de 18,36 m en total.

El nivel no llegó a estabilizarse, presentando unos en las últimas horas de ensayo a razón de 10-20 cm/h.

El agua comienza a salir clara a partir de las 8 horas de bombeo y se mantiene limpia hasta el final del ensayo.

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 690  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la temperatura de 13 $^{\circ}\text{C}$  y el Ph de 6,95. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una al comienzo del tercer

escalón y la otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5 análisis químicos realizados).

Al finalizar el bombeo se midió una recuperación de 5 horas y 20 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 171,43 al 157,30 (0,40 m por encima del nivel medido antes de comenzar el bombeo).

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

Tiempo acumulado (min)	Profundidad (m)	Descenso (m)	Q (l/s)
0	156,90		
1	156,82	-0,08	0,5
3	156,73	-0,17	0,5
7	158,76	1,86	0,5
10	158,85	1,95	0,5
15	158,93	2,03	0,5
30	158,96	2,06	0,5
60	158,96	2,06	0,5
61	159,13	2,23	1
63	159,72	2,82	1
65	159,75	2,85	1
75	159,75	2,85	1
90	159,75	2,85	1
105	159,75	2,85	1
106	160,21	3,31	3
108	161,14	4,24	3
110	162,04	5,14	3
115	165,11	8,21	3
120	166,97	10,07	3
135	168,87	11,97	3
150	169,76	12,86	3
165	170,18	13,28	3
195	170,85	13,95	3
255	171,19	14,29	3
315	171,40	14,50	3
405	171,77	14,87	3
525	172,39	15,49	3
645	172,88	15,98	3
765	173,31	16,41	3
885	173,79	16,89	3
1005	174,17	17,27	3
1125	174,50	17,60	3
1245	174,79	17,89	3
1365	174,99	18,09	3
1440	175,26	18,36	3
1441	171,43	14,53	0
1442	166,00	9,10	0
1445	163,62	6,72	0
1450	162,63	5,73	0
1455	161,91	5,01	0
1470	160,09	3,19	0

1490	159,00	2,10	0
1500	158,76	1,86	0
1640	157,75	0,85	0
1700	157,48	0,58	0
1760	157,30	0,40	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), utilizando la solución de Hantush. También se ha interpretado mediante la simulación de la recuperación con el programa PIBE, utilizando la solución de Neumann.

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	Log (Sy/S)	β	R. Equiv.
Simulación de bombeo 3º escalón. Solución de Hantush (MABE)	2,48	1,4.10 <sup>-4</sup>	4,3.10 <sup>-1</sup>				0,11
Simulación recuperación. Solución de Hantush (MABE)	5,36	1,4.10 <sup>-4</sup>	4,8.10 <sup>-1</sup>				0,11
Simulación recuperación. Solución de Neumann (PIBE)	12,46	1,0.10 <sup>-2</sup>		4,14	1,68	2,56.10 <sup>-3</sup>	1,01

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

## 11. HIDROQUÍMICA

Tanto durante la perforación como en el ensayo de bombeo se tomaron datos “in situ” de conductividad eléctrica, pH y Temperatura; también se tomaron 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: 512  $\mu\text{S/cm}$ , T<sup>a</sup>: 22°C.)
- Muestra tomada durante el tercer escalón en el ensayo de bombeo (a los 345 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 633  $\mu\text{S/cm}$ , T<sup>a</sup>: 12,6°C, pH: 6,77.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a los 1440 minutos de bombeo).  
(Conductividad: 643  $\mu\text{S/cm}$ , T<sup>a</sup>: 12,4°C, pH: 6,86.)

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

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

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE (clasificación en función del residuo seco), por su dureza (cantidad de iones Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> 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 (345 minutos)	Muestra 3. Ensayo de bombeo (1440 minutos)
Conductividad	442	547	558
pH	7,55	7,48	7,49
Cloruros	12,80	17,34	26,73
Sulfatos	53,56	50,61	56,12
Bicarbonatos	187,33	295,07	286,50
Carbonatos	<5	<5	<5
Nitratos	22,71	21,3	22,45
Sodio	8,28	16,34	13,50
Magnesio	3,49	3,89	3,40
Calcio	68,94	119,75	108,13
Potasio	0,88	0,91	0,75
Nitritos	0,05	<0,04	<0,04
Amonio	0,17	<0,04	<0,04
Boro	0,03	0,26	0,11
Fosfatos	0,26	<0,05	0,25
Anhídrido Silícico	3,32	5,10	4,68
Hierro	<0,05	<0,05	<0,05
Manganeso	0,02	<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 Tiebas (Concejo de la localidad de Campanas), con el objeto de valorar las características del acuífero Terciario Marino calcáreo del Eoceno en la zona de recarga de la masa de agua subterránea 090.029 Sierra de Alaiz, 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 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 254 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas del Terciario marino (Eoceno). El nivel se encuentra a 156,90 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 3 l/s. Los parámetros hidrogeológicos que mejor se ajustan a las curvas experimentales del ensayo, obtenidos mediante simulación con programa MABE utilizando la solución de Hantush son:  $T= 5,36 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2.S= 1,4.10^{-4} \text{ m}^2$ ,  $r/B=4,8.10^{-1}$ ,  $R. \text{Equiv} = 0,11$ .

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

# ANEJO 0

## PERMISOS Y REPLANTEO

PIEZÓMETRO: 23  
PROVINCIA: NAVARRA  
MUNICIPIO: CAMPANAS

Se realiza la visita al campo el 17 de agosto de 2005. Se acude al ayuntamiento y se le entrega al secretario un modelo de disponibilidad de terrenos. Comenta que la zona de Campanas donde está ubicado el piezómetro en proyecto 1 es una gran parcela que pertenece a la “Sociedad Monte Urraun” y que no habría problemas para obtener el permiso. Otra posibilidad sería hacerlo cerca de Tiebas ya sea en un lado de los aparcamientos del campo de fútbol o en una parcela cercana perteneciente al “Concejo de Tiebas”.

Al emplazamiento de Campanas se accede desde la rotonda que va a las canteras y sale a la autopista dirección Pamplona, paralelo a la entrada a la autopista. Esta rotonda está a la altura del desvío a Puente La Reina, en la N-121. Se avanza unos 200 m por el camino y se llega al pozo 250870018. Por ese mismo camino, un poco más adelante se situaría el posible emplazamiento, en una parcela a la derecha que no está cultivada. Sus coordenadas son:

X: 610175

Y: 4725980

Z: 564 m



Pozo 250870018

No se puede continuar por ese camino porque presenta mucha pendiente. Esta parcela está pegada a la autopista, por tanto habría que pedir permiso a carreteras. Además, por encima pasan los cables de alta tensión y no habría 100 m legales de distancia entre los dos pozos, aún poniéndonos en el extremo más alejado de la parcela.

Otro posible emplazamiento sería en los aparcamientos del campo de fútbol de Tiebas. Se accede por un camino asfaltado que queda a la derecha del camino asfaltado que lleva a la cantera. Hay un letrero naranja que indica la dirección. Sus coordenadas son:

X: 611153

Y: 4727441

Z: 557 m



Camino de Muru

Posible emplazamiento. Al fondo la cantera.

Por debajo de la entrada al campo de fútbol, paralelo al lado derecho de la foto va el gas. La toma está donde está hache la foto. Se mirarán distancias de seguridad para posibles permisos.

Si en vez de entrar en el campo de fútbol se continúa por el camino de Muru a mano derecha hay una caseta, es un manantial. A la altura del manantial pero al otro lado del camino hay una parcela que pertenece al “Concejo de Tiebas” en la que no habría ningún problema en darnos el permiso. Sus coordenadas son:

X: 611066

Y: 4727329

Z: 568 m

Polígono 1, parcela 353.



La caseta pequeña a la izquierda del camino es el manantial, donde está la vegetación, enfrente, es la parcela del Concejo. El acceso a esta parcela sólo se puede realizar desde las parcelas laterales, que son particulares y están cultivadas. Además, pasan por encima los cables de alta tensión. La caseta más grande que se ve al fondo es un depósito  
¿hay alguna canalización desde el manantial al depósito?

## PERFORACIÓN

El emplazamiento del piezómetro en Campanas está en el aluvial que hay sobre las calizas de Alaiz, mientras que los emplazamientos de Tiebas están sobre las margas de Pamplona, debajo encontraremos unas calcarenitas y margas (Capa de Urroz) y debajo las calizas de Alaiz. El acuífero a controlar son las calizas de Alaiz. La profundidad de la perforación estará en torno a 300 m en Campanas y quizás algo mayor en Tiebas. El nivel se espera encontrarlo a unos 150 m.??

## PERMISOS

En Campanas el permiso se pide a la “Sociedad Monte Urraun”.  
El presidente es Javier Flamarique. Su teléfono: 948 36 02 18

En Tiebas, se pide al “Concejo de Tiebas”.

Ayuntamiento de Tiebas - Muruarte de Reta  
C/ Mayor, 42  
31398 – Tiebas  
Teléfono: 948 36 00 47  
Ayuntamiento abierto lunes, miércoles y viernes, de 10-14 horas.  
Alcalde: Diego Prim Monreal.

PIEZÓMETRO: 23  
PROVINCIA: NAVARRA  
MUNICIPIO: GUERENDIAIN

Se realiza la visita al campo el 7 de septiembre de 2005 en busca del sondeo existente en este municipio. Al llegar a la zona donde debería estar este sondeo (campo de cereal que se cultiva) se ve una arqueta en el suelo:



Arqueta

Se levanta la arqueta pero debajo no hay ningún sondeo. Se busca por la parcela pero no se ve nada, seguramente lo hayan tapado al cultivar. El camino desde donde está hecha la foto (perpendicular al camino donde está el coche) va paralelo a la autopista. Todo es nuevo y si estaba por esa zona ha sido destruido.

# CAMPANAS

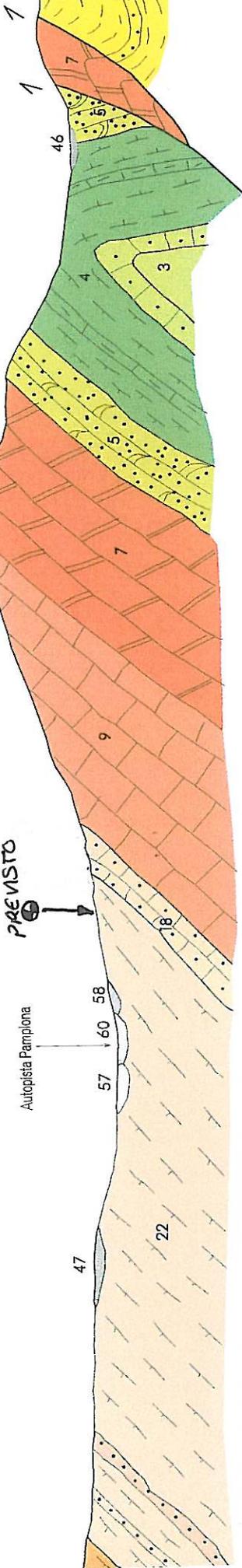
## CORTE I-I'

Sierra de Alalz

SSE

EMPLAZAMIENTO  
PREVISTO

Autopista Pamplona



### LEYENDA GEOLÓGICA

CUATERNARIO	HOLOCENO	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	49	48	47	46
PLEISTOCENO	SUPERIOR	57	56	55	54	53	52	51	49	48	47	46	45	44	43	42
	MEDIO	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27
NEOGENO	BURDIGALENSE INFERIOR	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
	MADRIDENSE	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
OLOCENO	ARTERENSE	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
	STAMPAENSE	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
PALEOCENO	PRABONENSE	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
	BARTONENSE	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
LUTECIENSE	LUTECIENSE	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ILERDENSE	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
PALEOCENO	MAASTRICHT	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	CAMPANENSE	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CRETACICO	SANTONENSE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	TITIA SUP.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 61.- Depósitos aluviales.
- 60.- Llanuras de inundación.
- 59.- Llanuras de inundación y depósitos aluviales.
- 58.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 57.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 56.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 55.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 54.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 53.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 52.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 51.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 49.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 48.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 47.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 46.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 45.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 44.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 43.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 42.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 41.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 40.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 39.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 38.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 37.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 36.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 35.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 34.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 33.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 32.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 31.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 30.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 29.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 28.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 27.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 26.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 25.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 24.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 23.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 22.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 21.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 20.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 19.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 18.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 17.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 16.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 15.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 14.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 13.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 12.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 11.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 10.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 9.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 8.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 7.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 6.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 5.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 4.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 3.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 2.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.
- 1.- Arcillas, arenas, grases y margas. Calizas.



CONCEJO  
DE  
TIEBAS.

C/Mayor 42

31398 -TIEBAS (Navarra)

D. Diego Prim Monreal, Secretario del Concejo de Tiebas, Navarra, por medio del presente,

### CERTIFICA:

Que la Junta del Concejo de Tiebas, en sesión ordinaria celebrada el día veintisiete de Diciembre de 2.006, adoptó el siguiente ACUERDO:

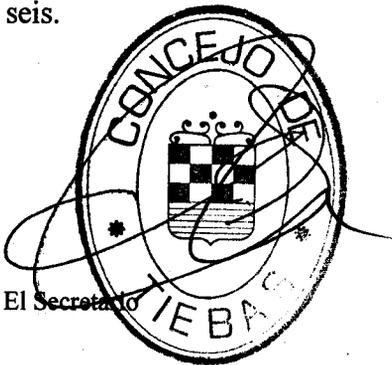
"Asunto: Autorización a la Confederación Hidrográfica del Ebro para la ocupación de manera transitoria de un espacio de 100 metros cuadrados de la Parcela de Catastro n° 6 del Polígono 4 al objeto de la instalación de un piezómetro.

1º.- La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 metros cuadrados, necesarios para construir el sondeo 23 en terreno público de este Concejo, en el polígono 4N parcela 6.

2º.- La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al termino del mismo, de un espacio de 1 metro cuadrado, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.

3º.- 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."

Que extiende la presente certificado con la salvedad del Artículo 206 del Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales, de orden y con el visto bueno del Sr. Alcalde-Presidente, en Tiebas a 27 de Diciembre de dos mil seis.



El Secretario



V.B°.  
El Alcalde-Presidente

Lo que notifico a usted para su conocimiento y efectos, advirtiéndole que contra el presente acuerdo podrán interponerse los siguientes recursos: 1º.- Potestativamente en el plazo de un mes Recurso de Reposición ante el mismo órgano que lo dictó, o bien Recurso de Alzada ante el Tribunal Administrativo de Navarra. 2º.- Recurso Contencioso Administrativo en el plazo de dos meses a contar del siguiente a su notificación ante la Sala de lo Contencioso del Tribunal Superior de Justicia de Navarra, salvo en los supuestos previstos en el artículo 8.1 de la Ley 26/1.998 que se presentará ante el Juzgado de lo Contencioso-Administrativo.

# 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> 21/07/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Campanas	<b>POBLACIÓN:</b> Tiebas	<b>PROFUNDIDAD:</b> 254 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 06/07/07	<b>SISTEMA:</b> Rotopercusión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

#### **04/07/07**

##### **Estado de la perforación**

El 04/07/07, Contratista (CGS) y Asistencia Técnica (Eptisa), visitan el emplazamiento en Tiebas acompañados por el Alguacil del Ayto. para señalar el punto exacto donde se realizará la perforación de manera que no haya peligro con las canalizaciones de gas.

Estas canalizaciones discurren por la parte externa del aparcamiento del Campo de Fútbol, por lo que el sondeo se realizará en la zona más interna del aparcamiento (cerca de la vaya que delimita el aparcamiento del terreno de juego, es decir, el sondeo estará a unos 25-30 m de distancia de las canalizaciones).

Se avisa al Alguacil del comienzo de la perforación en dos o tres días y comenta que por parte del Ayto. no hay ningún problema.



Emplazamiento en Fortanete

**06/06/07**

**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 las 14:00 h llega la maquina perforadora con el resto del equipo al emplazamiento.



**Maquinaria trabajando en el Emplazamiento de Tiebas**

A las 16:00 h, se comienza a perforar con el martillo de 324 mm.



**Perforando a 324 mm de diámetro**

A las 19:30 h, tras haber perforado 8 m de profundidad, concluye la jornada.

**07/07/07**

**Estado de la perforación**

A las 9:00 h, se comienza a introducir la tubería de 300 mm.



**Soldando dos tramos de tubería de 300 mm**

A las 10:45 h, comienza a perforarse por el interior de la tubería con el martillo de 220 mm.



**Perforando a 220 mm de diámetro a 65 m de profundidad**

Se detectan dos pequeños aportes, uno a los 107 m, y otro a los 122-123 m.

A las 20:00 h, con 144 m perforados, concluye la jornada de trabajo.

### **Columna litológica**

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

De 0 a 5 m, arenas, arcillas y gravas.

De 5 a 100 m, margas grises.

De 100 a 105 m, margas grises y calcarenitas marrones de grano fino.

De 105 a 108 m, calcarenitas marrones de grano fino.

De 108 a 118 m, margas grises.

De 118 a a 123 m, calcarenitas marrones de grano fino.

De 123 a 138 m, calcarenitas amarillentas.

De 138 a 144 m, calizas color marrón claro bioclásticas, arenas amarillentas y margas grises.

### **08/07/07**

#### **Estado de la perforación**

Se extraen 18 m de varillaje para que la maniobra no quede cogida por posibles derrumbes durante el descanso del equipo (quedando el martillo a la profundidad de 126 m).

Las labores de perforación, serán retomadas la próxima semana (semana del 16 de julio).

### **17/07/07**

#### **Estado de la perforación**

Tras hacer unos reajustes en la maquina perforadora, se comienza a perforar a las 17:00 h desde los 145 m del día anterior.

Al comenzar a inyectar aire, el sondeo expulsa agua aunque en muy pequeña cantidad.



**Perforando a 165 m de profundidad**

A las 20:00 h, sin detectar nuevos aportes, concluye la jornada con 169 m de profundidad.

### **Columna litológica**

De 145 a 164 m, caliza marrón claro bioclástica con algo de arenas finas amarillentas.

De 164 a 169 m, caliza marrón bioclástica.

### **18/07/07**

#### **Estado de la perforación**

A las 8:30 h, se continúa perforando desde los 169 m del día anterior.

A las 10:00 h, se comienza a extraer la maniobra, para sustituir el martillo de 220 mm por uno nuevo (el actual ya no es lo eficiente que debiese).

A las 13:30 h, ya con el nuevo martillo instalado, se continúa perforando.



**Perforando a 180 m de profundidad**

A los 182-183 m, se detecta una zona fracturada con aporte.

A los 190 m, se toma muestra de agua de la cuba: 762  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y del agua expulsada por el sondeo: 616  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A los 232 m, se toma una nueva muestra de agua del sondeo: 480  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Perforando a 234 m de profundidad**

El caudal aportado por el sondeo está entorno a los 2 l/s.

La jornada concluye a las 20:00 h, con 235 m de profundidad.

### **Columna litológica**

De 169 a 202 m, caliza marrón bioclástica.

De 202 a 235 m, caliza marrón con abundante microfauna (foraminíferos, en concreto se distinguen alveolinas) esta caliza está más recristalizada que la del tramo anterior y reacciona menos al ácido clorhídrico (más dolomítica).

**19/07/07**

### **Estado de la perforación**

A las 8:30 h, se continúa perforando desde los 235 m del día anterior.



**Perforando a 248 m de profundidad**

A los 254 m, se consulta a la dirección de obra decidiéndose cortar la perforación a esa profundidad pues ya se ha penetrado claramente en el acuífero objetivo (calizas Ilerdienses, alcanzadas a los 138 m de profundidad).

Al final de la perforación, se toma muestra de agua del sondeo con una conductividad de 510  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A las 11:00 h, se comienza a extraer la maniobra, labor que concluye a las 13:30 h.

A las 15:45 h comienza la testificación geofísica con el equipo humano y técnico habitual.

En primer lugar, se introduce la sonda hidrogeológica.



**Testificación geofísica**

A los 126 m, la sonda se atranca, no pudiendo continuar a pesar de intentar pasar la obstrucción (el atranque se sitúa en las calcarenitas).

A continuación se hace descender la sonda de desviación, la cual se atranca también a los 126 m.

La testificación concluye a las 17:00 h.

Los datos arrojados por ambas sondas, son comentados por el geofísico D. José Luengo:

No se encuentra nivel freático.

Los primeros 100 m están formados por margas.

A partir de ahí, hasta los 126 m, encontramos un material calcáreo.

La desviación del sondeo es de 8 m hacia el SE.

En contacto con la dirección de obra, se decide, a pesar del atranque a los 126 m de las sondas geofísicas, entubar en 180 mm de diámetro prestando especial cuidado en cubrir holgadamente con tubería ranurada las fracturas aportantes observadas a 182 y 228 m, de manera que el diseño de la entubación será el siguiente:

De 252 a 243 m, tubería ciega.

De 243 a 237 m, tubería ranurada.

De 237 a 231 m, tubería ciega.

De 231 a 219 m, tubería ranurada.

De 219 a 207 m, tubería ciega.

De 207 a 201 m, tubería ranurada.

De 201 a 189 m, tubería ciega.

De 189 a 177 m, tubería ranurada.

De 177 a 0 m, tubería ciega.

Total tubería ciega: 228 m.

Total tubería ranurada: 36 m.

En caso de no poder ser entubada la zona del atranque, se pensaría en continuar la entubación con tubería de menor diámetro.

A las 18:00 h, comienza la entubación.

Se practican a cada uno de los 6 tramos de tubería ciega que serán destinados a filtros, 8 aros a "tresbolillo" de 5 ranuras cada uno (cada ranura de unos 15 mm de largo y 4-5 mm de ancho).



**Tubería ranurada**



**Soldando un tramo de tubería ranurada a un tramo ciego**



**Detalle unión cablestante con cable metálico para elevar la tubería**





**Elevando un tramo de tubería ciega**



**Soldando dos tramos de tubería ciega**

A las 11:00 h, a falta de 4 m por introducir, se encuentra gran dificultad para proseguir, aún así se consigue introducir 1 m más, quedando la entubación definitiva en 249 m de profundidad.

Al no descabarse los tramos filtrantes respecto a las fracturas aportantes observadas (181-183 m y 227-228 m) se decide no forzar más la columna de entubación ante una posible ruptura de ésta.

Tras soldar la tubería de 180 mm a la de 300 mm en superficie, se mide nivel con sonda manual, situándose éste en 148,88 m.

A las 12:30 h se comienza a introducir la maniobra con el martillo de 165 mm para acometer la limpieza del sondeo.

A las 13:30 h comienza a inyectarse aire al sondeo.

El agua expulsada por el sondeo posee una turbidez alta, color marrón-naranja, Tª 22°C y conductividad 607 µS/cm.



**14:00 h. Agua muy turbia**

A las 16:00 h, el agua sigue con una elevada turbidez y color marrón-naranja. La Tª de 21 °C y la conductividad 497 µS/cm.



**16:00 h. Turbidez alta**

Hasta las 17:00 h, el agua aportada por el sondeo varía intermitentemente de entre 0,75 l/s (aproximadamente) a apenas un goteo.

A partir de las 17:00 h, el caudal se estabiliza en 0,75 l/s aproximadamente.

A las 18:00 h el agua ha aclarado, posee una turbidez media, color amarillo-blanquecino, T<sup>a</sup> 22 °C y conductividad 510 µS/cm.



**18:00 h. Turbidez media**

A las 19:30 h, tras 6 horas concluyen las labores de limpieza obteniéndose un agua con una turbidez media-baja, color amarillento-blanquecino, Tª 22 °C y conductividad 512 µS/cm.



19:30 h. Turbidez media-baja

**21/07/07**

### **Estado de la perforación**

Se extrae el varillaje y a continuación se mide nivel con sonda manual: 148,88 m.

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



**Sondeo tapado con chapa metálica a la espera de la instalación del dado y la arqueta.**

### **Otras actividades**

Durante 2 horas una pala trabaja para limpiar el emplazamiento.



**Finalizando la limpieza del emplazamiento**

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° 2508-7-0067  
(P-09.202.001)**

**CAMPANAS (NAVARRA)**

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 Campanas (Navarra) 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 7 m de profundidad, perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Hasta 254 metros de profundidad se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. Se entubó hasta 252 metros, quedando colgada la entubación a 2 metros del fin del sondeo.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 177 m tubería ciega. De 177 a 189 m tubería ciega ranurada. De 189 a 201 m tubería ciega. De 201 a 207 m tubería ciega ranurada. De 207 a 219 m tubería ciega. De 219 a 231 m tubería ciega ranurada. De 231 a 237 m tubería ciega. De 237 a 243 m tubería ciega ranurada. De 243 a 252 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 diagráfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición del sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyo código de identificación es 2508-7-0067 (P-09.202.001) se localiza en el término municipal de Tiebas-Muruarte de Reta (Navarra).

El piezómetro se sitúa sería en los aparcamientos del campo de fútbol de Tiebas. Se accede por un camino asfaltado que queda a la derecha del camino asfaltado que lleva a la cantera. Hay un letrero naranja que indica la dirección.

Las coordenadas exactas del punto son: X= 611143, Y= 4727430, Z= 555 m.s.n.m. (Fig.1).

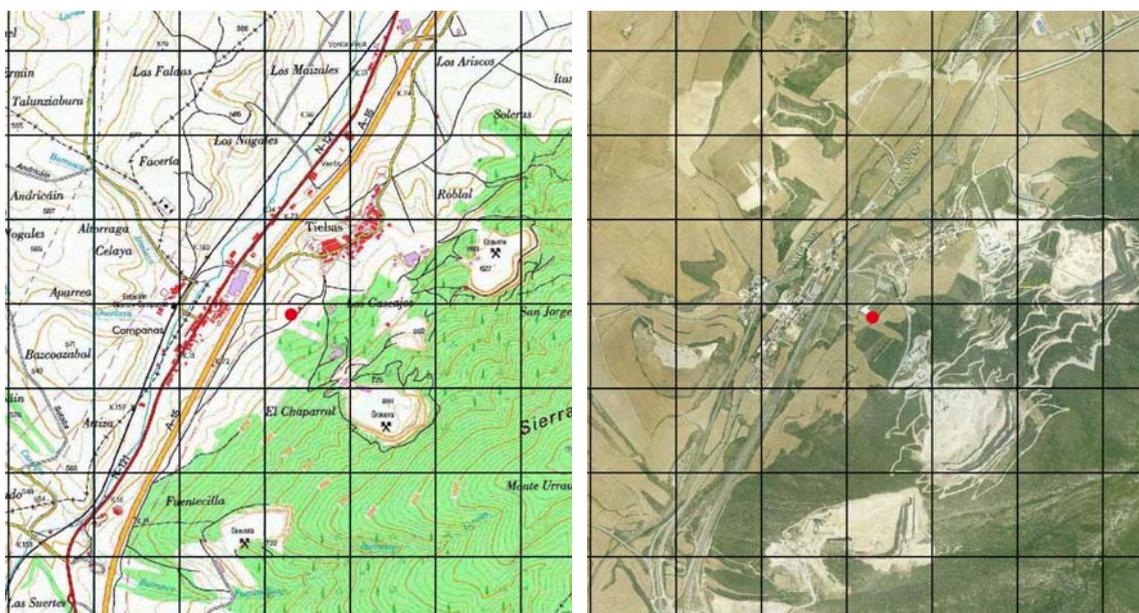


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Equidistancia de la cuadrícula, 500 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Cuaternario que se diferencian como unidad  $Q_T$  en el Mapa Geológico MAGNA 141 (Pamplona) como Terrazas escalonadas. Inmediatamente por debajo aparece la serie típica comenzando por los materiales margosos de la unidad  $T_{22}^{mA-B}$ .

La zona queda enmarcada en las estribaciones de la Sierra de Alaiz, estructura cabalgante

alpina, donde los materiales de esta estructura compleja de cabalgamiento se introducen bajo un espeso manto de materiales del Oligoceno y Mioceno. En esta zona se desarrollan terrazas, en donde se ubica el sondeo, y los materiales de esta estructura, se encuentran buzando hacia el NW con valores de unos 30°.

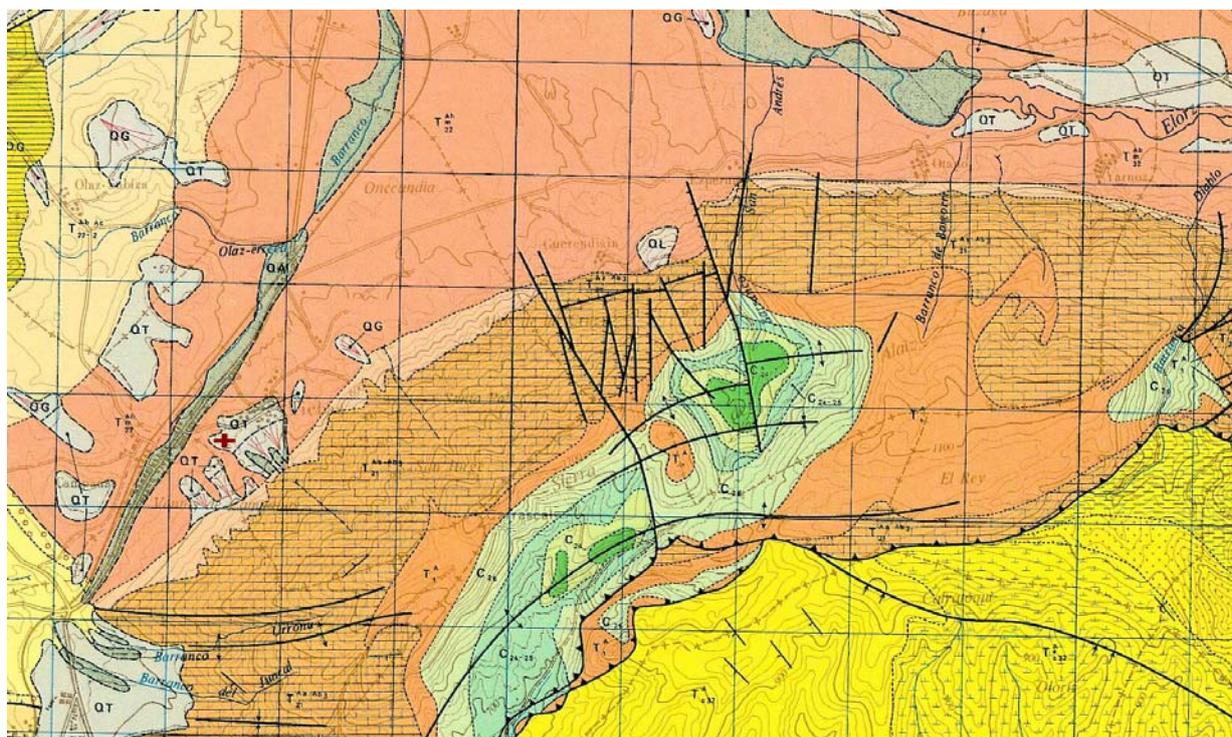


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra situado directamente sobre materiales del Cuaternario, que constituyen regionalmente terrazas escalonadas. Por debajo se corta la sucesión marina del Terciario (Eoceno), constituida por las Margas de Arguis-Pamplona y las unidades de plataforma subyacentes.

Desde la superficie hasta aproximadamente el metro 5 se corta una sucesión de arcillas y gravas, con limos que se puede atribuir a los niveles de terraza de la zona.

Por debajo, desde el metro 5 hasta el metro 100, se corta una sucesión bastante monótona de margas gris azuladas, con ocasionales pasadas de niveles algo más groseros, que tienden a margocalizas e incluso calizas margosas. En estos niveles el contenido siliciclástico puede ser algo mayor. Este tramo se atribuye sin posibles dudas a la Fm. Margas de Arguis-Pamplona (Puigdefábregas, 1975; Payros, 1997) de edad Bartonense (Eoceno).



Por debajo de esta unidad aparecen una serie de areniscas calcáreas y calcarenitas bastante típicas con abundantes bioclastos y granos de carbonato re TRABAJADOS y cuarzo. Este tramo bajo las margas y con esta naturaleza se atribuye a las Fm. Areniscas de Urroz, de edad Luteciense (Puigdefábregas, 1975; García-Sansegun do *et al.*, 1994), y se extiende entre los metros 100 y 125.

Desde el metro 125 hasta el final del sondeo se corta una serie de calizas, con ocasionales pasadas calcareníticas y con muy abundantes foraminíferos, en forma de *Nummulites* y *Assilinas*. Este tramo tan característico se atribuye sin ninguna duda a las Calizas de Alaiz (Pueyo, 2004), o en términos litoestratigráficos a la Fm. Guara, de edad Luteciense, muy extendida a lo largo de todo el Pirineo (Barnolas *et al.*, 1991).

#### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

##### **TRAMO 1**

0-5 m. Recubrimiento cuaternario compuesto por limos, margas y cantos bien redondeados de calizas del Luteciense. Escasos cantos de areniscas de Urroz.

##### **TRAMO 2**

5-15 m. Margocalizas gris azuladas, con margas del mismo tono intercaladas.

##### **TRAMO 3**

15-25 m. Margas gris azuladas, ocasionalmente algo limosas.

##### **TRAMO 4**

25-30 m. Margocalizas gris azuladas.

##### **TRAMO 5**

30-75 m. Sucesión margosa de tonos grises azulados muy monótona. Ocasionalmente algún fragmento de bioclastos.



## **TRAMO 6**

75-85 m. Margocalizas gris azuladas con intercalaciones margosas de los mismos colores. Diseminaciones de pirita y restos carbonosos.

## **TRAMO 7**

85-95 m. Margas gris azuladas con algo de limo de cuarzo.

## **TRAMO 8**

95-100 m. Margocalizas gris azuladas.

## **TRAMO 9**

100-125 m. Tramo complejo constituido por calcarenitas, areniscas y calizas. Las calcarenitas son bioclásticas con abundantes extraclastos de cuarzo. Se presentan en gradación a areniscas. Las calizas son granosostenidas (*packstone-grainstone*) y presentan abundantes bivalvos, peloides y cuarzo detrítico, así como algas y organismos coloniales. De manera ocasional presentan glauconita.

Se detectan dos pequeños aportes, uno a los 107 m, y otro a los 122-123 m.

## **TRAMO 10**

125-160 m. Calizas bioclásticas de tonos blanco rosados, con alguna intercalación de calcarenitas bioclásticas ocre, similares a las del tramo anterior. Las texturas son generalmente granosostenidas, en general *packstone*, si bien aparecen términos más fangosos de textura *wackestone*. Están mal clasificados y poco redondeados. Entre los bioclastos destacan las abundantes algas rojas, fragmentos de corales y los *Nummulites*. En menor medida aparecen bivalvos, gasterópodos, serpúlidos, algas dasycladáceas y miliólidos. De manera puntual aparecen restos carbonosos, así como dolomías de grano fino.

## **TRAMO 11**

160-225 m. Calizas grises y blancas, con aspecto jaspeado. Presentan ocasionales intercalaciones margosas de escasa entidad. Puntualmente aparecen dolomías de grano fino



hacia la parte superior del tramo. Las calizas presentan una variedad textural importante. Hacia la parte alta del tramo aparecen abundantes calizas de textura *wackestone* bioclásticas, con algas rojas y bivalvos principalmente. En estas facies aparecen granos glauconitizados. Comienzan a aparecer *Alveolinas* desde la parte superior del tramo, así como peneróplidos y otros foraminíferos. Hacia el metro 180 aparecen términos de *grainstone*, igualmente bioclásticos y hacia la base se produce una alternancia rítmica de términos granosostenidos (dominantes) con otros de *wackestone*.

A los 182-183 m, se detecta una zona fracturada con aporte.

## TRAMO 12

225-254 m. Calizas blancas y dolomías amarillentas. Dominan las calizas, presentando unas facies similares a las descritas con anterioridad, abundando más los términos granosostenidos. Las dolomías son de grano medio, con romboedros individualizados, en una facies en la que se sigue reconociendo la textura original.

## REFERENCIAS

BARNOLAS, A.; SAMSÓ J.M.; TEIXELL, A.; TOSQUELLA, J.; ZAMORANO, M. (1991): EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA ENTRE LA CUENCA DE GRAÚS-TREMP Y LA CUENCA DE JACA PAMPLONA. I CONGRESO GRUPO ESPAÑOL DEL TERCIARIO, LIBRO GUÍA DE EXCURSIÓN, 123 pp.

GARCÍA-SANSEGUNDO, J.; DEL VALLE DE LERSUNDI, J. ESCUER I SOLÉ, J.; SARASA CALVO, L.; ARTIEDA, J.; SÁNCHEZ BLANES, E.; COULLAUT, J.L. (1994): MAPA MEMORIA EXPLICATIVA DE LA HOJA 142 CUADRANTE III (MONREAL).

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

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 141. Pamplona (1978).

PAYROS, A. (1997): EL EOCENO DE LA CUENCA DE PAMPLONA: ESTRATIGRAFÍA, FACIES Y EVOLUCIÓN PALEOGEOGRÁFICA. TESIS DOCTORAL. UNIV. DEL PAÍS VASCO, 403 pp.

PUEYO, O. (2004): ESTRUCTURA Y CINEMÁTICA DEL FRENTE DE CABALGAMIENTO SURPIRENAICO EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE JACA-PAMPLONA, SIERRA DE ALAIZ. TESIS DE LICENCIATURA. UNIV. DE ZARAGOZA (INÉDITA).

PUGDEFÁBREGAS, C. (1975): LA SEDIMENTACIÓN MOLÁSICA DE LA CUENCA DE JACA. MONOGRFÍAS DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS PIRENAICOS; PIRINEOS 104, 196 pp.

CÓDIGO IPA: 2508-7-0067  
CÓDIGO MMA: 09.202.001

MUNICIPIO: TIEBAS  
PROVINCIA: NAVARRA

HOJA Nº 2508

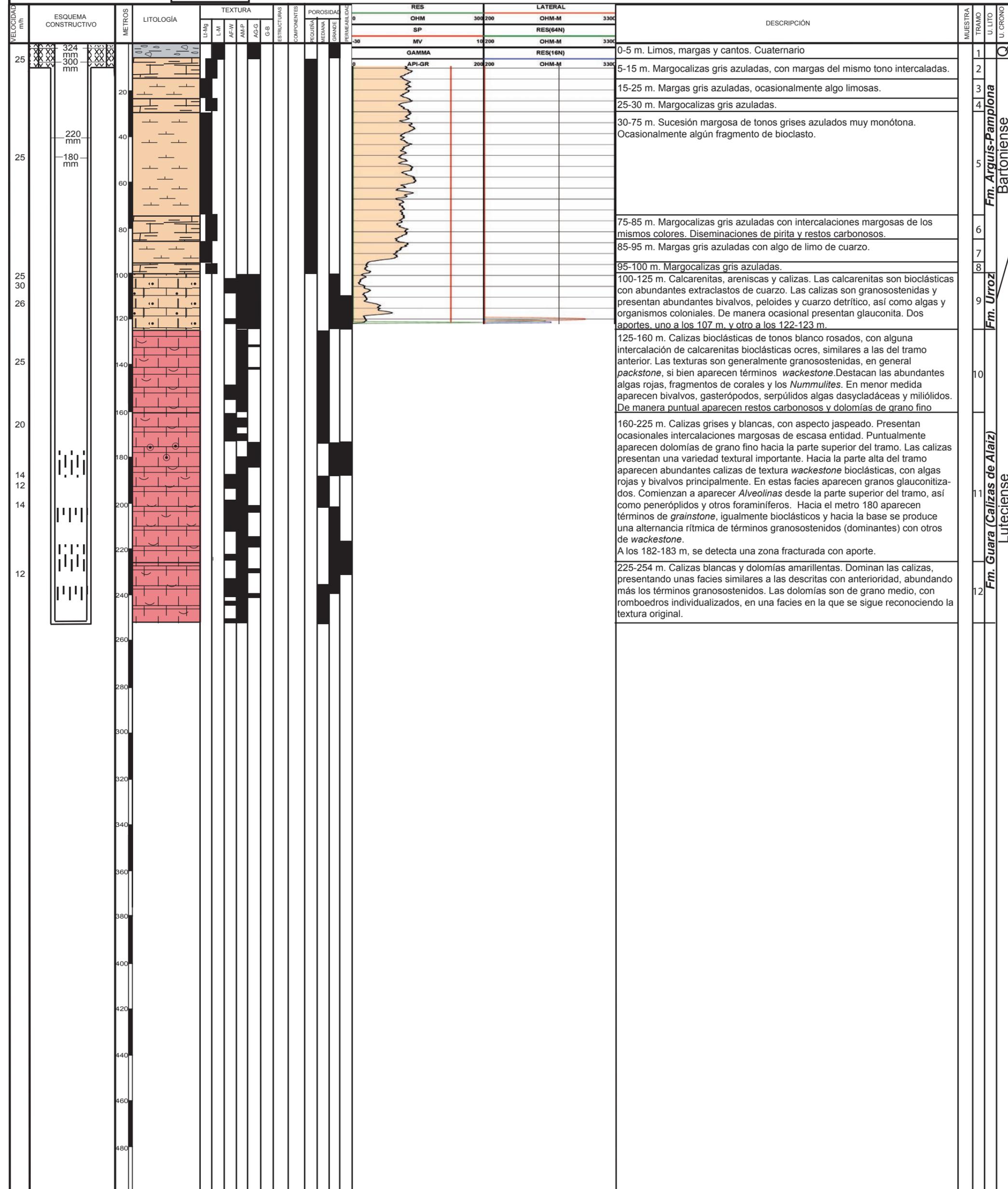
PARAJE: Campanas MMA

FECHA INICIO: 06/07/2007  
FECHA FINAL: 19/07/2007

COORDENADAS UTM  
611143  
4727430  
555

PRECISIÓN (X,Y)  
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: Javier F. Ibas Lloréns





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: **CAMPANAS**

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

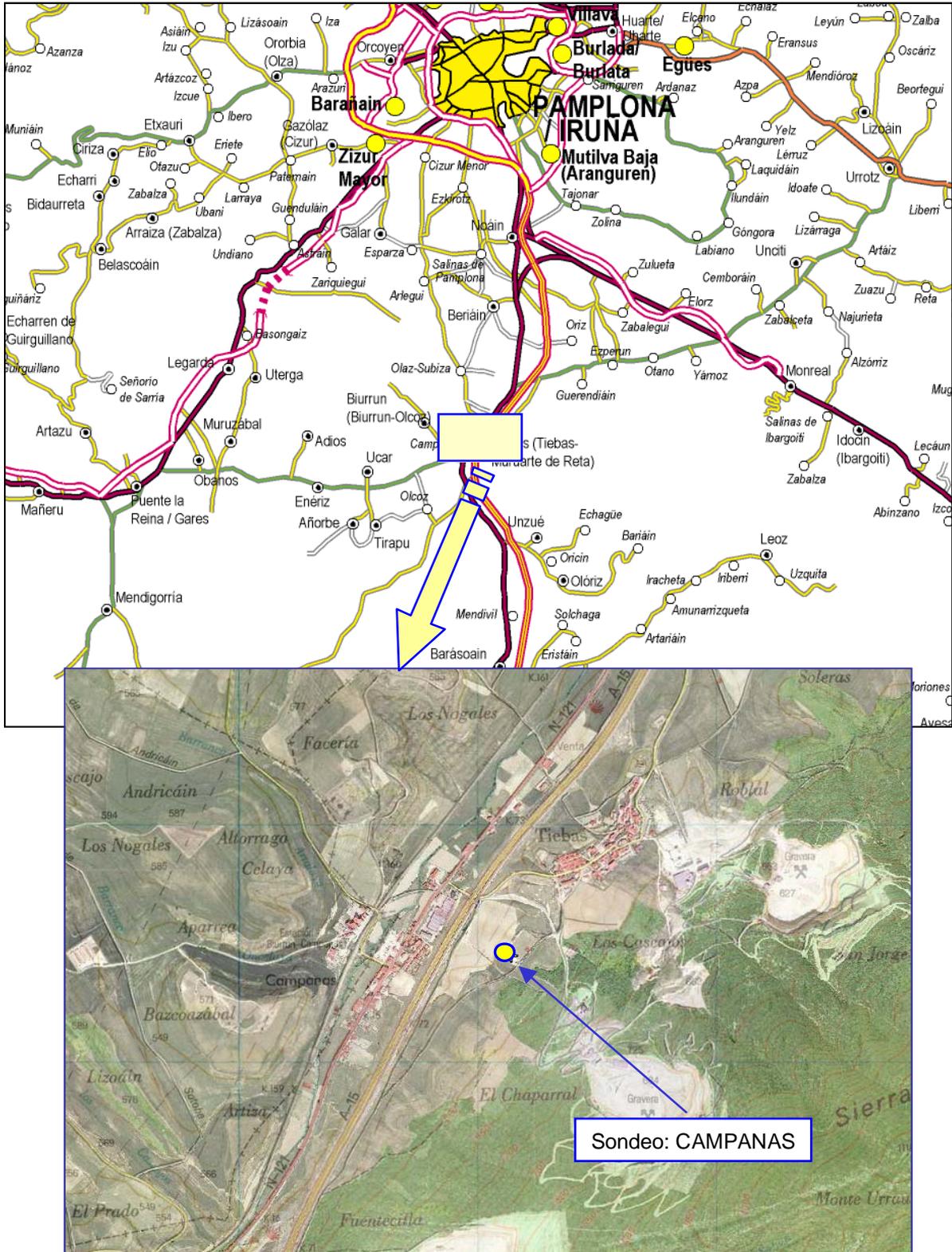
C/ Anabel Segura N° 11, Edificio A, Planta 4ª, Oficina B  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296  
E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)

JULIO DE 2007



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "**CAMPANAS**" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CAMPANAS (PAMPLONA)

JULIO DE 2007



*Situación geográfica del sondeo: **CAMPANAS***



DATOS DEL SONDEO: **CAMPANAS**

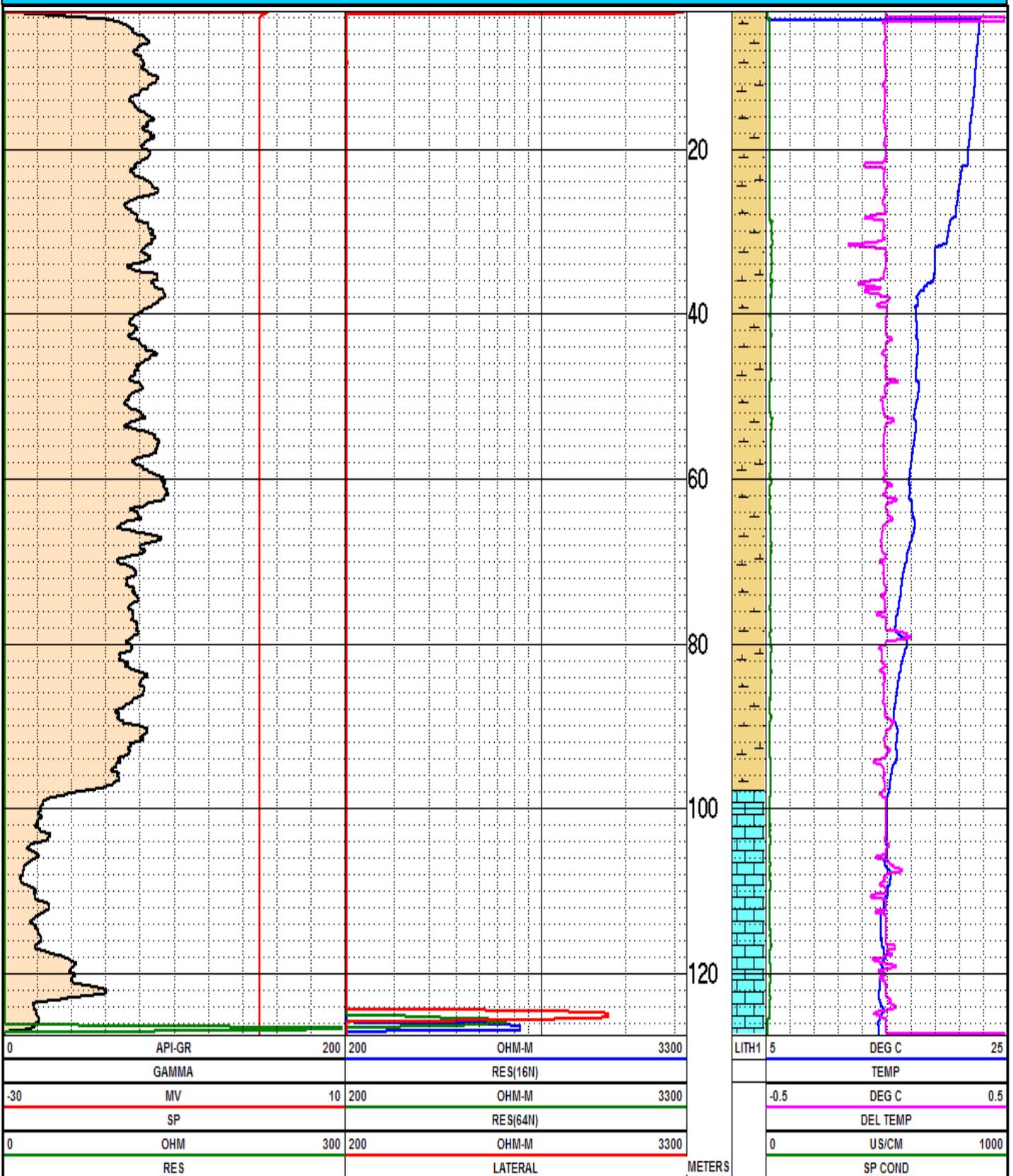
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0611137
	Y	4727450
	Z	555
PROVINCIA:	PAMPLONA	
MUNICIPIO:	CAMPANAS	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	254 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	124 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 7 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	Sin agua	
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:	19-07-2007	

**DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA**

Fecha: 19-07-2007

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**

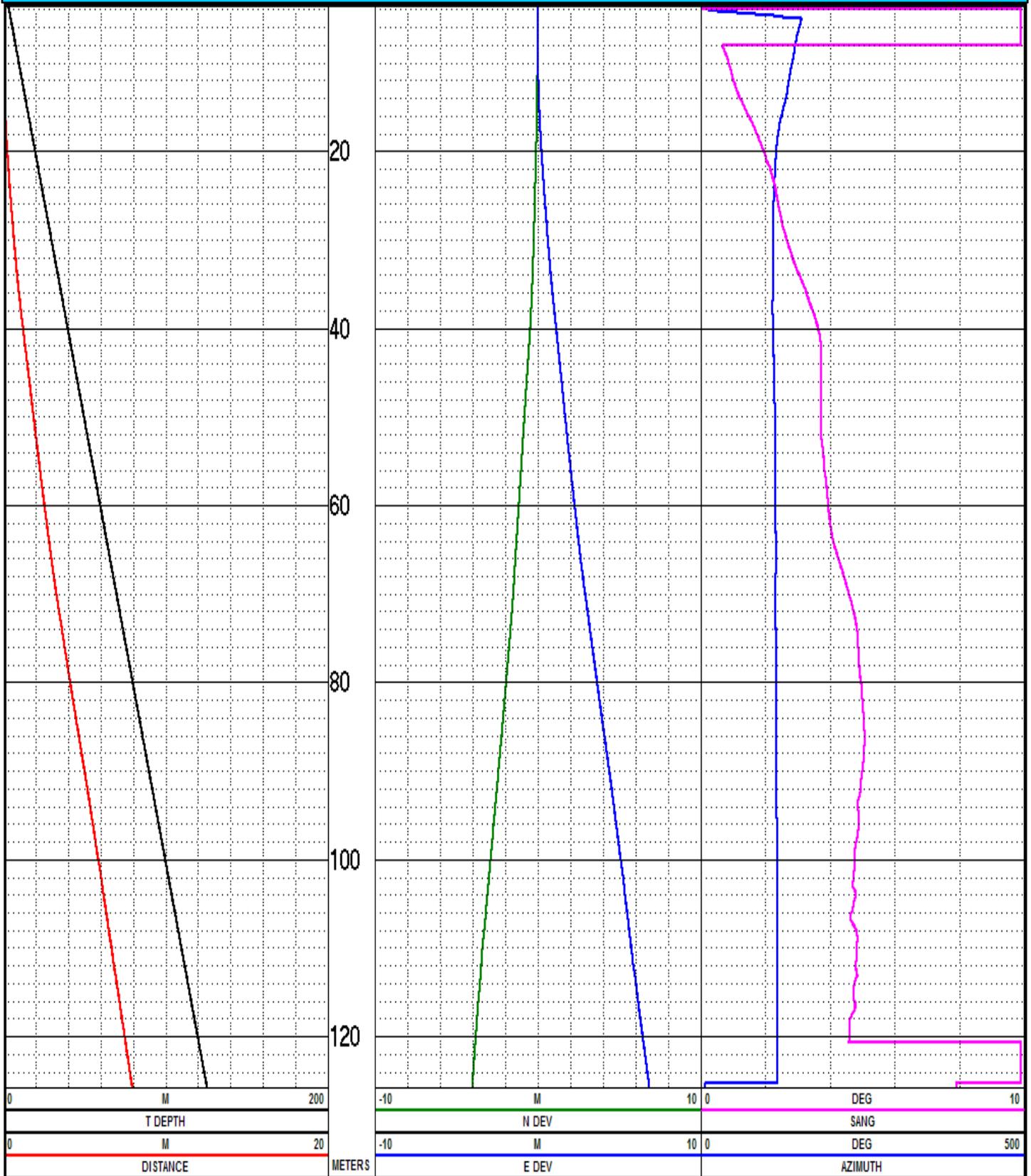


**DIAGRAFÍA DE DESVIACIÓN**

Fecha: 19-07-2007

Registrado por: **J. Luengo**

Equipo: **CENTURY SYSTEM VI**





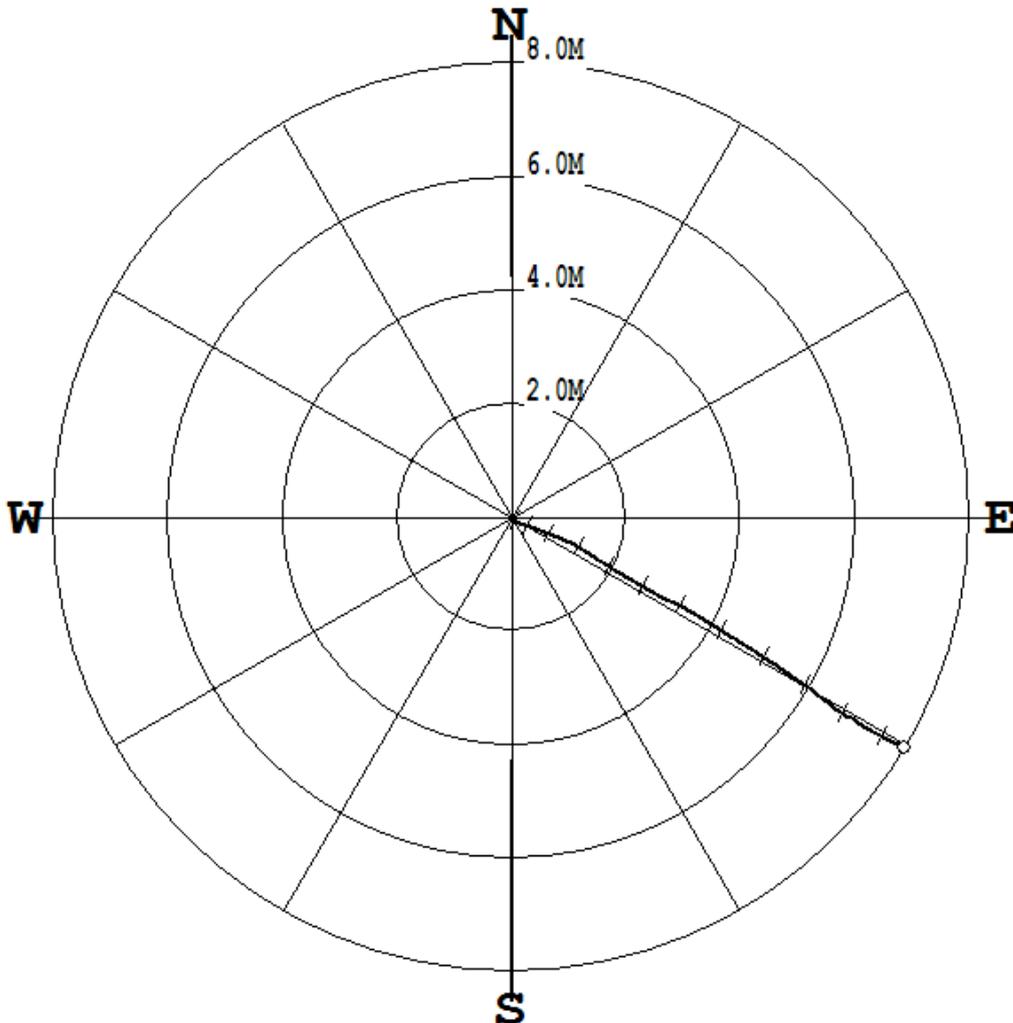
Print

# PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS  
LOCATION: CAMPANAS  
HOLE ID: CAMPANAS  
DATE OF LOG: 07/19/07  
PROBE: 9055A 249

MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM  
TRUE DEPTH: 125.50 M  
AZIMUTH: 120.6  
DISTANCE: 8.0 M  
+ = 10 M INCR  
○ = BOTTOM OF HOLE



LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN DEL SONDEO: **CAMPANAS**

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6	6.00	-0.01	0.01	0.00	156	0.70
8	8.00	-0.03	0.02	0.00	149	0.40
10	10.00	-0.05	0.04	0.10	143	0.90
12	12.00	-0.07	0.06	0.10	138	1.10
14	14.00	-0.09	0.09	0.10	134	1.20
16	16.00	-0.10	0.14	0.20	127	1.60
18	18.00	-0.12	0.19	0.20	122	1.50
20	20.00	-0.14	0.25	0.30	119	2.10
22	21.99	-0.17	0.33	0.40	117	2.10
24	23.99	-0.19	0.40	0.40	116	1.90
26	25.99	-0.22	0.48	0.50	115	2.20
28	27.99	-0.25	0.56	0.60	114	2.50
30	29.99	-0.28	0.64	0.70	114	2.50
32	31.99	-0.32	0.73	0.80	113	2.80
34	33.98	-0.36	0.83	0.90	113	3.00
36	35.98	-0.40	0.93	1.00	113	3.30
38	37.98	-0.44	1.04	1.10	113	3.60
40	39.97	-0.50	1.15	1.30	114	3.80
42	41.97	-0.57	1.26	1.40	114	3.80
44	43.96	-0.64	1.38	1.50	115	3.80
46	45.96	-0.72	1.49	1.70	116	3.50
48	47.95	-0.79	1.60	1.80	116	3.70
50	49.95	-0.85	1.70	1.90	117	3.80
52	51.95	-0.93	1.81	2.00	117	3.50
54	53.94	-0.99	1.93	2.20	117	3.80
56	55.94	-1.06	2.04	2.30	117	4.00
58	57.93	-1.13	2.16	2.40	118	3.90
60	59.93	-1.20	2.28	2.60	118	4.00
62	61.92	-1.27	2.40	2.70	118	4.10
64	63.92	-1.34	2.52	2.90	118	4.10
66	65.91	-1.41	2.65	3.00	118	4.10
68	67.91	-1.47	2.78	3.10	118	4.30
70	69.90	-1.53	2.93	3.30	118	4.65
72	71.89	-1.62	3.07	3.50	118	5.00
74	73.89	-1.71	3.22	3.60	118	5.00
76	75.88	-1.79	3.36	3.80	118	4.90
78	77.87	-1.88	3.51	4.00	118	4.90
80	79.86	-1.97	3.65	4.20	118	5.00
82	81.86	-2.07	3.80	4.30	119	5.00
84	83.85	-2.16	3.95	4.50	119	5.10
86	85.84	-2.25	4.10	4.70	119	5.10
88	87.83	-2.35	4.25	4.90	119	5.20
90	89.82	-2.45	4.40	5.00	119	5.00
92	91.82	-2.54	4.54	5.20	119	5.00
94	93.81	-2.64	4.68	5.40	119	4.80
96	95.80	-2.73	4.82	5.50	120	4.80
98	97.80	-2.83	4.96	5.70	120	4.20
100	99.79	-2.93	5.10	5.90	120	5.30



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
102	101.78	-3.02	5.24	6.00	120	4.50
104	103.77	-3.12	5.36	6.20	120	4.10
106	105.77	-3.21	5.49	6.40	120	4.70
108	107.76	-3.31	5.62	6.50	121	4.20
110	109.75	-3.42	5.75	6.70	121	4.90
112	111.75	-3.51	5.87	6.80	121	5.50
114	113.74	-3.57	6.03	7.00	121	4.40
116	115.73	-3.67	6.16	7.20	121	4.50
118	117.72	-3.75	6.30	7.30	121	4.60
120	119.72	-3.83	6.44	7.50	121	4.60
122	121.71	-3.91	6.59	7.70	121	4.60
124	123.71	-3.98	6.73	7.80	121	4.60

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### LITOLOGÍA

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

### NIVEL FREÁTICO

Dado que el sondeo se perforó hasta los 254 metros de profundidad y las sondas no pasaron de 124 metros, debido al cerramiento del sondeo, el nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba por debajo de la zona testificada.

### APORTES DE AGUA

En los 124 metros testificados con gamma natural, ya que al faltar fluido en el sondeo los parámetros eléctricos no funcionan, solamente se ha podido detectar el contacto entre las margas y las calizas que se encuentra a los 98 metros de profundidad, no pudiéndose identificar aportes de agua en este tramo testificado.

## DESVIACIÓN

De la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación) que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados para los 124 metros testificados:

- ❑ La distancia de máxima desviación con respecto a la vertical, a los 124 metros de profundidad, ha sido de 7,80 metros.
- ❑ El Acimut mantiene una media aproximada de 118° en todo el tramo testificado.
- ❑ El sondeo se va desviando desde un principio hasta alcanzar los 4,65°, a la profundidad de 70 metros, y a partir de aquí se mantiene esa inclinación prácticamente hasta el final del sondeo.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

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



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

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

---

# ANEJO 4

## INFORME DE ENTUBACIÓN

## **Informe de entubación**

Realizado el diseño de la entubación a partir de los datos geofísicos (únicamente hay datos de los primeros 126 m), de la columna levantada durante la perforación del sondeo y los aportes observados, se realiza la operación de entubado entre las 18:00 del 19/07/07 y las 11:00 del 20/07/07 cuyo resultado se recoge en las siguientes tablas.



**Colocando un tramo de tubería ranurada para ser soldada al tramo anterior**



**Detalle soldadura entre tuberías y cerrando orejetas**



**Elevando un tramo de tubería ciega de 6 m**

**Diseño previo entubación sondeo Campanas**

<b>REVESTIMIENTO</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Espesor pared (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-7	300	5	Acero	Ciega
0-177	180	4	Acero	ciega
177-189	180	4	Acero	ranurada
189-201	180	4	Acero	Ciega
201-207	180	4	Acero	ranurada
207-219	180	4	Acero	Ciega
219-231	180	4	Acero	ranurada
231-237	180	4	Acero	Ciega
237-243	180	4	Acero	ranurada
243-252	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 300 mm tubería ciega	7
Diámetro 180 mm tubería ciega	228
Diámetro 180 mm tubería ciega ranurada	36

**INCIDENCIAS**

El entubado concluye a las 11:00 del 20/07/07 con 249 m de tubería colocados, quedando ésta 3 metros por encima del diseño original (pero sin afectar a los tramos aportantes observados).

**Entubación definitiva sondeo Campanas**

<b>REVESTIMIENTO</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Espesor pared (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-7	300	5	Acero	Ciega
0-174	180	4	Acero	ciega
174-186	180	4	Acero	ranurada
186-198	180	4	Acero	Ciega
198-204	180	4	Acero	ranurada
204-216	180	4	Acero	Ciega
216-228	180	4	Acero	ranurada
228-234	180	4	Acero	Ciega
234-240	180	4	Acero	ranurada
240-249	180	4	Acero	Ciega

Fdo: Luis Almansa Calzado

## **ANEJO 4B**

# **VIDEORREGISTRO Y ENTUBACIÓN EN PVC**

## **ANEJO: REGISTRO VIDEOGRÁFICO Y ENTUBACIÓN EN PVC**

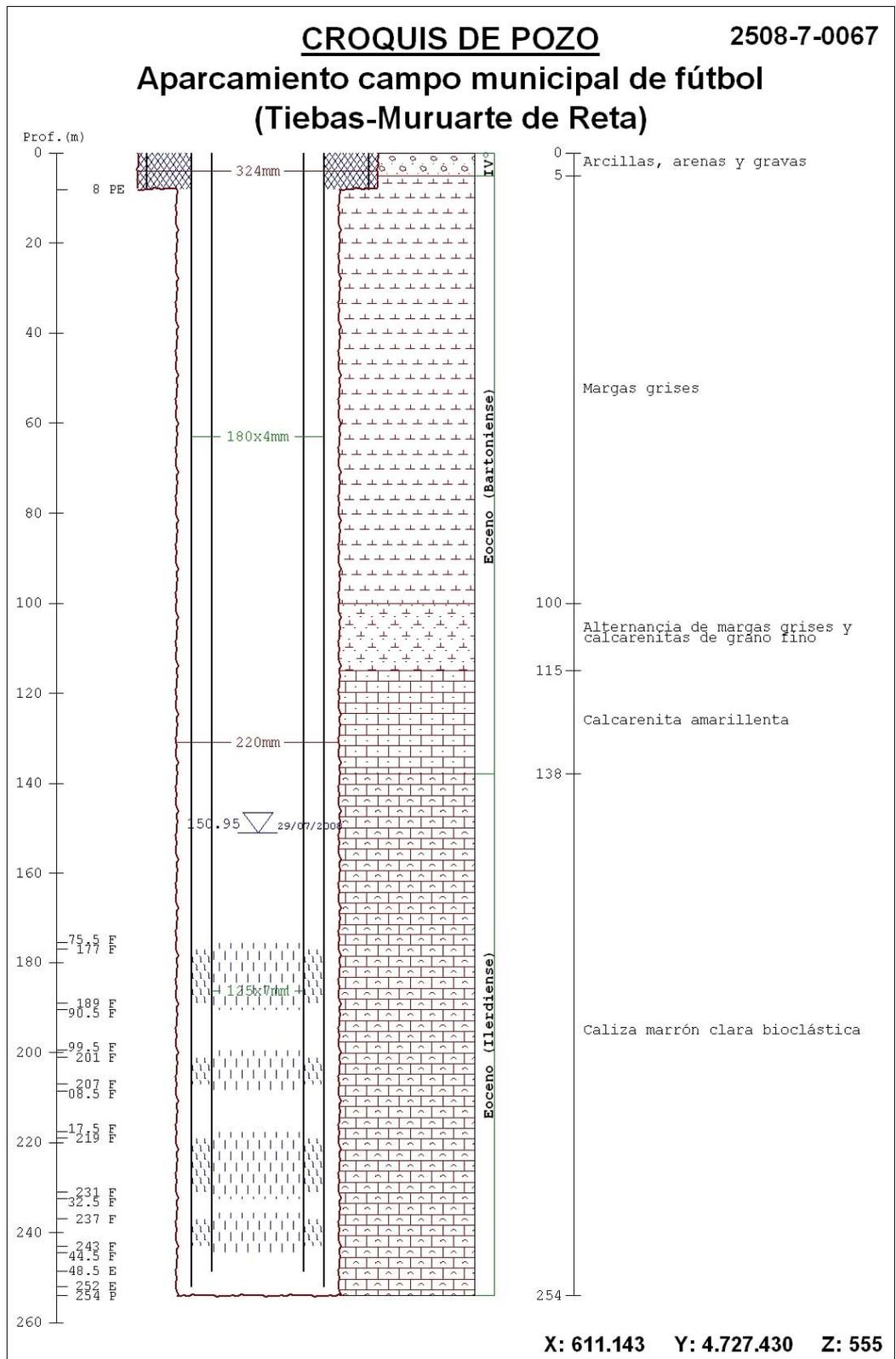
Debido a los problemas para medir el nivel en el piezómetro construido, se decide realizar un registro videográfico del interior de la perforación, observándose entradas de agua debido a la mala soldadura de las orejetas a las siguientes profundidades:

17 m, 95.6 m y 107.7 m

Decidiéndose para subsanar estos puntos de entrada de agua, entubar en PVC a 125 mm de diámetro interior (136 mm de diámetro exterior):

<b>REVESTIMIENTO</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Espesor pared (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-175	125	7,2	PVC	Ciega
175-190	125	7,2	PVC	Filtro
190-199	125	7,2	PVC	Ciega
199-208	125	7,2	PVC	Filtro
208-217	125	7,2	PVC	Ciega
217-232	125	7,2	PVC	Filtro
232-235	125	7,2	PVC	Ciega
235-244	125	7,2	PVC	Filtro
244-248	125	7,2	PVC	Ciega

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



### Informe de la entubación en PVC en el sondeo de Campanas

A las 14:30 h del 29/07/08, se descarga la tubería y a continuación, comienza la entubación con el siguiente diseño:

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-175	125	7,2	PVC	Ciega
175-190	125	7,2	PVC	Filtro
190-199	125	7,2	PVC	Ciega
199-208	125	7,2	PVC	Filtro
208-217	125	7,2	PVC	Ciega
217-232	125	7,2	PVC	Filtro
232-235	125	7,2	PVC	Ciega
235-244	125	7,2	PVC	Filtro
244-248	125	7,2	PVC	Ciega

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 125 mm tubería ciega	200
Diámetro 125 mm tubería de filtro	48



Tubería PVC



Elemento que servirá de unión con el cablestante del camión "pluma" para elevar la tubería



**Cablestante unido a la tubería antes de ser elevada**



**Elevando un tramo de tubería**



**Detalle: Tubería elevada**



**Enroscando dos tramos de tubería**



**Introduciendo la tubería**



**Sujeción de la tubería antes de enroscar un nuevo tramo**



**Pieza definitiva que sujetará la tubería. Vista frontal**



**Pieza definitiva que sujetará la tubería. Vista lateral**



**Elevando el último tramo de tubería con la abrazadera ya instalada**



**Entubación finalizada**

Por último, se midió nivel con sonda manual: 150, 90 m

### INCIDENCIAS

El entubado concluyó a las 18:00 del 29/07/08 con 248 m de tubería colocados, quedando ésta colgada del exterior mediante una abrazadera de acero.

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)          ENSAYO DE BOMBEO</b>		
<b>FECHA:</b> 08-09/10/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Tiebas (Campanas)	<b>PROFUNDIDAD:</b> 255 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 24 Horas	<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 5 h 20 minutos en total (1 h con el equipo de impulsión introducido y 4 h 20 min con sonda manual)	

**Ensayo de bombeo del sondeo del aparcamiento del campo de fútbol en Tiebas (2508-7-0067)**

El 8 de octubre de 2007, antes de montar el equipo de bombeo se mide nivel con sonda manual, situándose éste en 158,80 m.

El ensayo de bombeo comienza el 8 de octubre de 2007 a las 13:40 h. Lo realiza la empresa Boins, S.L. de Hellín (Albacete), con un equipo formado por grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV, alternador Mecc Alte, tubería de impulsión con diámetro interior de 70 mm, bomba de aspiración marca Grundfos, modelo Sp 45-31 de 50 CV de potencia con 31 rodetes de impulsión.

El nivel estático inicial medido con la sonda de impulsión dentro, estaba a 156,60 m y la profundidad de la bomba de aspiración 234 m.

El agua bombeada es canalizada con una manguera hacia un terreno sin cultivar a unos 60 m de distancia.

Se realizaron tres escalones según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	60	0,5	2,06
<b>Escalón 2</b>	45	1	2,85
<b>Escalón 3</b>	1335	3	18,36

Dado el caudal estimado durante la perforación, se inicia el primer escalón con 0,5 l/s.

A los 60 minutos de bombeo, con 2,06 m de descenso, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 1 l/s.

El segundo de los escalones, se mantuvo durante 45 minutos, con 2,86 m de descenso acumulado, y estabilizado el nivel, se decide aumentar el caudal a 3 l/s.

Este tercer escalón, se mantuvo hasta el final del ensayo de bombeo pues no llegó a estabilizarse el nivel. El descenso acumulado fue de 18,36 m, con unos últimos descensos a razón de 10-20 cm/h.

El agua salió clara a partir de las 8 horas de bombeo.

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

Caudal (l/s)	Tiempo acumulado (min)	pH	Conductividad (μS/cm)	T <sup>a</sup> (°C)
0,5	5	7,38	732	13,3
1	70	7,21	730	13,6
3	112	7,01	718	13,6
3	315	6,77	633	12,6
3	1140	6,86	643	12,4

Después del bombeo, se mide recuperación durante una hora con el equipo de impulsión introducido, obteniéndose un ascenso de 16,50 m (el nivel queda por tanto a 158,76 m de profundidad).

A continuación, a las 16:00 h, tras extraer el equipo de impulsión, se mide nivel con sonda manual:

Hora	Tiempo recuperación (min)	Profundidad del agua (m)
16:00	200	157,75
16:30	240	157,61
17:00	270	157,48
17:30	300	157,38
18:00	330	157,30

Por tanto, tras 5 h 20 minutos de recuperación, el nivel aún está 40 cm más profundo respecto a la medida previa al ensayo.



**Vista del emplazamiento durante la introducción de la tubería**



**Uniendo tuberías con el taladro**



**Introduciendo la bomba**



**Tercer escalón (agua turbia, 3 l/s)**



18:30 h, tercer escalón (agua casi clara, 3 l/s)



9:30 h, tercer escalón (agua clara, 3 l/s)

Fdo: Luis Almansa Calzado.

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Tiebas (Campanas)  
 N° Registro IPA 2508-7-0067  
 Profundidad Sondeo 255 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 611143  
 Y 4727430  
 Z 555

Fecha Ensayo 8-9 de octubre de 2007  
 Nivel estático inicial 156,90 m  
 Profund. Aspiración 234 m  
 Bomba Grundfos modelo SP-45-31  
 Grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV  
 Alternador MECC ALTE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m  
 Distancia m  
 Dirección (norte) °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	0,5	60	60	2,06	2,06
2	1	105	45	0,79	2,85
3	3	1440	1335	15,51	18,36

**Síntesis litológica**

De 0 a 5 m, arenas, arcillas y gravas.  
 De 5 a 100 m, margas grises.  
 De 100 a 105 m, margas grises y calcarenitas marrones de grano fino.  
 De 105 a 108 m, calcarenitas marrones de grano fino.  
 De 108 a 118 m, margas grises.  
 De 118 a 123 m, calcarenitas marrones de grano fino.  
 De 123 a 138 m, calcarenitas amarillentas.  
 De 138 a 144 m, calizas color marrón claro bioclásticas, arenas amarillentas y margas grises.  
 De 145 a 164 m, caliza marrón claro bioclástica con algo de arenas finas amarillentas.  
 De 164 a 202 m, caliza marrón bioclástica.

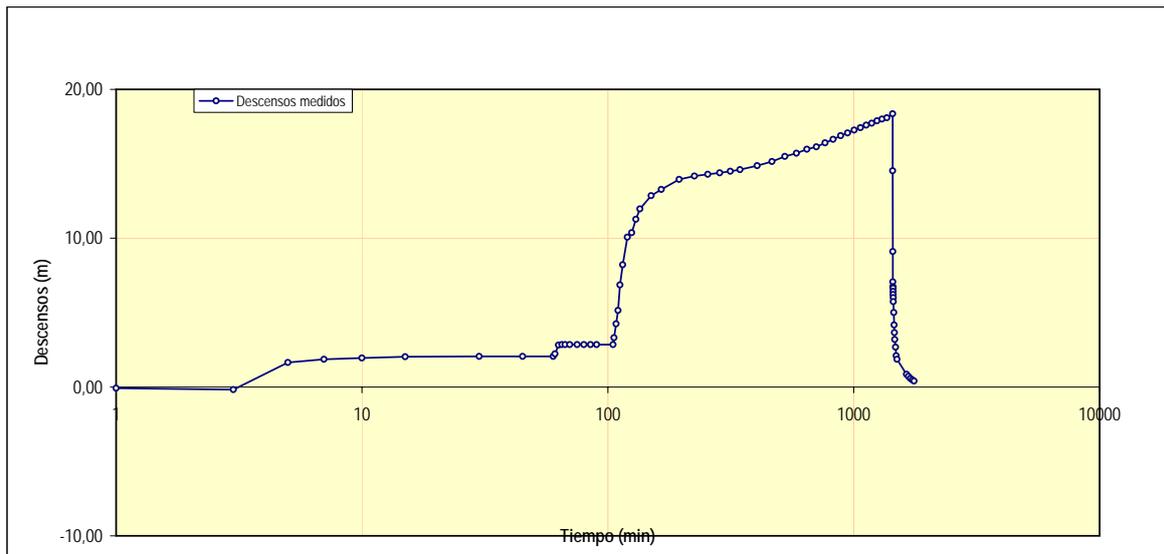
**Perforación Entubación Rejilla**

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-7 m	f 324 mm	0-7 m	f 300 mm	177-189 m	4 mm
7-255 m	f 220 mm	0-252 m	f 180 mm	201-207 m	4 mm
				219-231 m	4 mm
				237-243 m	4 mm

Fecha	Hora	Tiempo (min)	Tiempo acumulado (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
				Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
8-oct-07	12:40	0	0	156,90					
8-oct-07	12:41	1	1	156,82	-0,08			0,5	
8-oct-07	12:43	3	3	156,73	-0,17			0,5	
8-oct-07	12:45	5	5	158,55	1,65			0,5	pH:7,38 Tª:13,3°C, Cond:732 µS/cm
8-oct-07	12:47	7	7	158,76	1,86			0,5	Agua turbia (anaranjada)
8-oct-07	12:50	10	10	158,85	1,95			0,5	
8-oct-07	12:55	15	15	158,93	2,03			0,5	
8-oct-07	13:10	30	30	158,96	2,06			0,5	
8-oct-07	13:25	45	45	158,96	2,06			0,5	
8-oct-07	13:40	60	60	158,96	2,06			0,5	
8-oct-07	13:41	1	61	159,13	2,23			1	
8-oct-07	13:43	3	63	159,72	2,82			1	
8-oct-07	13:45	5	65	159,75	2,85			1	
8-oct-07	13:47	7	67	159,75	2,85			1	
8-oct-07	13:50	10	70	159,75	2,85			1	pH:7,21 Tª:13,6°C Cond:730 µS/cm
8-oct-07	13:55	15	75	159,75	2,85			1	
8-oct-07	14:00	20	80	159,75	2,85			1	
8-oct-07	14:05	25	85	159,75	2,85			1	
8-oct-07	14:10	30	90	159,75	2,85			1	
8-oct-07	14:25	45	105	159,75	2,85			1	
8-oct-07	14:26	1	106	160,21	3,31			3	
8-oct-07	14:28	3	108	161,14	4,24			3	
8-oct-07	14:30	5	110	162,04	5,14			3	
8-oct-07	14:32	7	112	163,76	6,86			3	
8-oct-07	14:35	10	115	165,11	8,21			3	pH:7,01 Tª:13,6°C Cond:718 µS/cm
8-oct-07	14:40	15	120	166,97	10,07			3	
8-oct-07	14:45	20	125	167,27	10,37			3	
8-oct-07	14:50	25	130	168,17	11,27			3	
8-oct-07	14:55	30	135	168,87	11,97			3	
8-oct-07	15:10	45	150	169,76	12,86			3	
8-oct-07	15:25	60	165	170,18	13,28			3	
8-oct-07	15:55	90	195	170,85	13,95			3	
8-oct-07	16:25	120	225	171,08	14,18			3	
8-oct-07	16:55	150	255	171,19	14,29			3	
8-oct-07	17:25	180	285	171,29	14,39			3	
8-oct-07	17:55	210	315	171,40	14,50			3	pH:6,77 Tª:12,6°C Cond:633 µS/cm
8-oct-07	18:25	240	345	171,51	14,61			3	Se toma muestra para laboratorio
8-oct-07	19:25	300	405	171,77	14,87			3	Agua casi clara
8-oct-07	20:25	360	465	172,05	15,15			3	
8-oct-07	21:25	420	525	172,39	15,49			3	Agua clara
8-oct-07	22:25	480	585	172,61	15,71			3	
8-oct-07	23:25	540	645	172,88	15,98			3	
9-oct-07	0:25	600	705	173,04	16,14			3	
9-oct-07	1:25	660	765	173,31	16,41			3	
9-oct-07	2:25	720	825	173,54	16,64			3	
9-oct-07	3:25	780	885	173,79	16,89			3	
9-oct-07	4:25	840	945	173,97	17,07			3	

9-oct-07	5:25	900	1005	174,17	17,27	3	
9-oct-07	6:25	960	1065	174,33	17,43	3	
9-oct-07	7:25	1020	1125	174,50	17,60	3	
9-oct-07	8:25	1080	1185	174,63	17,73	3	
9-oct-07	9:25	1140	1245	174,79	17,89	3	pH:6,86 Tª:12,4 Cond: 643 µS/cm
9-oct-07	10:25	1200	1305	174,91	18,01	3	
9-oct-07	11:25	1260	1365	174,99	18,09	3	
9-oct-07	12:40	1335	1440	175,26	18,36	3	
9-oct-07	12:41	1	1441	171,43	14,53	0	Se toma muestra para laboratorio
9-oct-07	12:42	2	1442	166,00	9,10	0	Recuperación con el equipo de impulsión introducid
9-oct-07	12:43	3	1443	163,97	7,07	0	
9-oct-07	12:44	4	1444	163,62	6,72	0	
9-oct-07	12:45	5	1445	163,62	6,72	0	
9-oct-07	12:46	6	1446	163,55	6,65	0	
9-oct-07	12:47	7	1447	163,32	6,42	0	
9-oct-07	12:48	8	1448	163,12	6,22	0	
9-oct-07	12:49	9	1449	162,90	6,00	0	
9-oct-07	12:50	10	1450	162,63	5,73	0	
9-oct-07	12:55	15	1455	161,91	5,01	0	
9-oct-07	13:00	20	1460	161,07	4,17	0	
9-oct-07	13:05	25	1465	160,55	3,65	0	
9-oct-07	13:10	30	1470	160,09	3,19	0	
9-oct-07	13:20	40	1480	159,58	2,68	0	
9-oct-07	13:30	50	1490	159,00	2,10	0	
9-oct-07	13:40	60	1500	158,76	1,86	0	
9-oct-07	16:00	200	1640	157,75	0,85	0	Recuperación con el equipo de impulsión fuera
9-oct-07	16:30	230	1670	157,61	0,71	0	
9-oct-07	17:00	260	1700	157,48	0,58	0	
9-oct-07	17:30	290	1730	157,38	0,48	0	
9-oct-07	18:00	320	1760	157,30	0,40	0	

Antes de montar el equipo de bombeo se mide el nivel con sonda habitual. El nivel está en 158,80 m



# ANEJO 6

## ANÁLISIS QUÍMICOS



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006719**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

CAMPANAS PERF

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000006448**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **01/08/2007**

Inicio análisis: **01/08/2007**

Fin análisis: **02/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,17 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	3,32 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	187,33 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	68,94 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	12,80 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	442 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,26 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	3,49 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	22,71 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,55 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	8,28 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	53,56 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.

**7 de agosto de 2007**

Fdo.: *Susana Avilés Espiñero*

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	12,80	0,36	7,35
SULFATOS	53,56	1,12	22,70
BICARBONATOS	187,33	3,07	62,50
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	22,71	0,37	7,46
SODIO	8,28	0,36	8,76
MAGNESIO	3,49	0,29	6,99
CALCIO	68,94	3,44	83,70
POTASIO	0,88	0,02	0,55

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	361,87 mg/l
CO2 libre	8,40 mg/l
Dureza total	18,65 °Francés
Dureza total	186,52 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	32,96 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	153,64 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	153,64 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,48
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,10
$rNa/rK$	16,00
$rNa/rCa$	0,10
$rCa/rMg$	11,98
$rCl/rHCO_3$	0,12
$rSO_4/rCl$	3,09
$rMg/rCa$	0,08
i.c.b.	-0,06
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 6448



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00008883**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

CAMPANAS 3ª ESCALÓN 3 l/s

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00008376**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **26/10/2007**

Inicio análisis: **30/12/1899**

Fin análisis: **06/11/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	5,10 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	295,07 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,26 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	119,75 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	17,34 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	547 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	< 0,05 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	3,89 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	21,30 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,48 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,91 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	16,34 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	50,61 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.

**7 de noviembre de 2007**

Fdo.: Susana Avilés Espiñero

Lcda. en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	17,34	0,49	7,28
SULFATOS	50,61	1,05	15,67
BICARBONATOS	295,07	4,84	71,94
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	21,30	0,34	5,11
SODIO	16,34	0,71	10,11
MAGNESIO	3,89	0,32	4,55
CALCIO	119,75	5,98	85,01
POTASIO	0,91	0,02	0,33

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	530,59 mg/l
CO2 libre	15,55 mg/l
Dureza total	31,50 °Francés
Dureza total	315,03 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	73,17 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	242,00 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	242,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,32
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,12
$rNa/rK$	30,54
$rNa/rCa$	0,12
$rCa/rMg$	18,67
$rCl/rHCO_3$	0,10
$rSO_4/rCl$	2,15
$rMg/rCa$	0,05
i.c.b.	-0,50
i.d.d.	-0,04

Nº Registro: 8376



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00008885**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

**CAMPANAS (TIEBAS) PROYECTO SONDEOS CHEBRO 2ª F. REFERENCIA: EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00008380**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **09/10/2007**

Fecha recepción: **26/10/2007**

Inicio análisis: **30/12/1899**

Fin análisis: **06/11/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	4,68 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	286,50 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,11 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	108,13 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	26,73 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	558 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,25 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	3,40 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	22,45 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,49 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,75 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,50 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	56,12 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.*

**7 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		Aparcamiento campo de Fútbol			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.202.001	
CÓDIGO IPA		2508-7-0067	Nº MTN 1:50.000	141	MUNICIPIO	Tiebas	PROVINCIA	Navarra
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		029/ Sierra de Alaiz						
U. HIDROGEOLÓGICA		202/ Sierra de Alaiz						
ACUÍFERO(S)		20203/ Terciario marino (Eoceno) - Calizas 651						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	611143	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		Brocal
	Y	4727430						
COTA DEL SUELO msnm	Z	555	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		4			PARCELA		6	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayto. Concejo de Tiebas						
PERSONA DE CONTACTO		Ayto. Concejo de Tiebas. Tf: 948 36 00 47. Alguacil: D. José María						
ACCESO		Camino asfaltado que sale a la dcha de la carretera que lleva a la cantera						

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Rotopercusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				255		EMPAQUE		no	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	8	324	0	8	300	Metálica	177	189	Ciega ranurada	0	2		
8	254	220	0	252	180	Metálica	201	207	Ciega ranurada	6	8		
			0	248	125	PVC	219	231	Ciega ranurada				
							237	243	Ciega ranurada				
							175	190	PVC filtro				
							199	208	PVC filtro				
							217	232	PVC filtro				
							235	244	PVC filtro				

## HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

UBICACIÓN DEL SONDEO

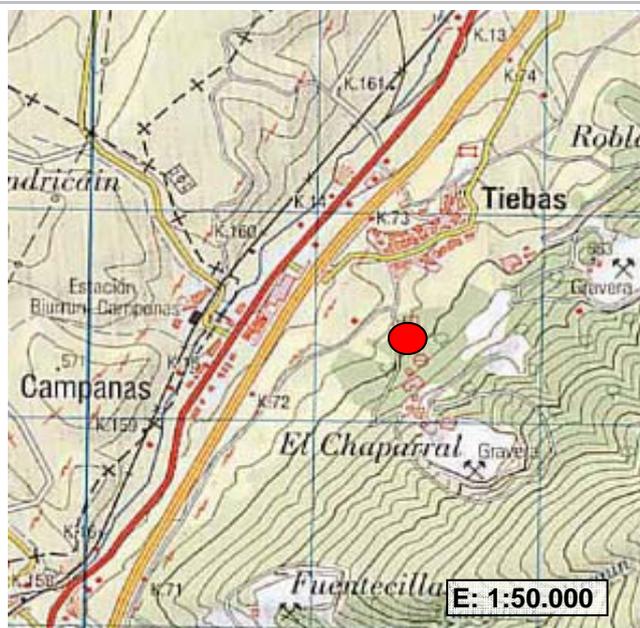
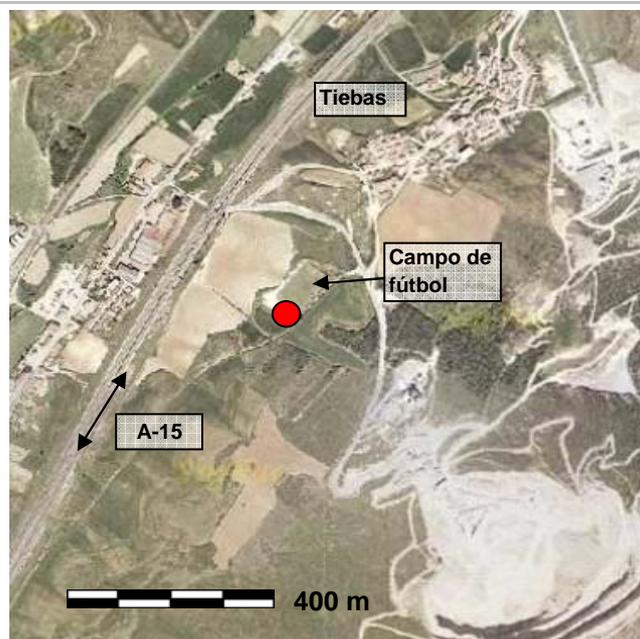
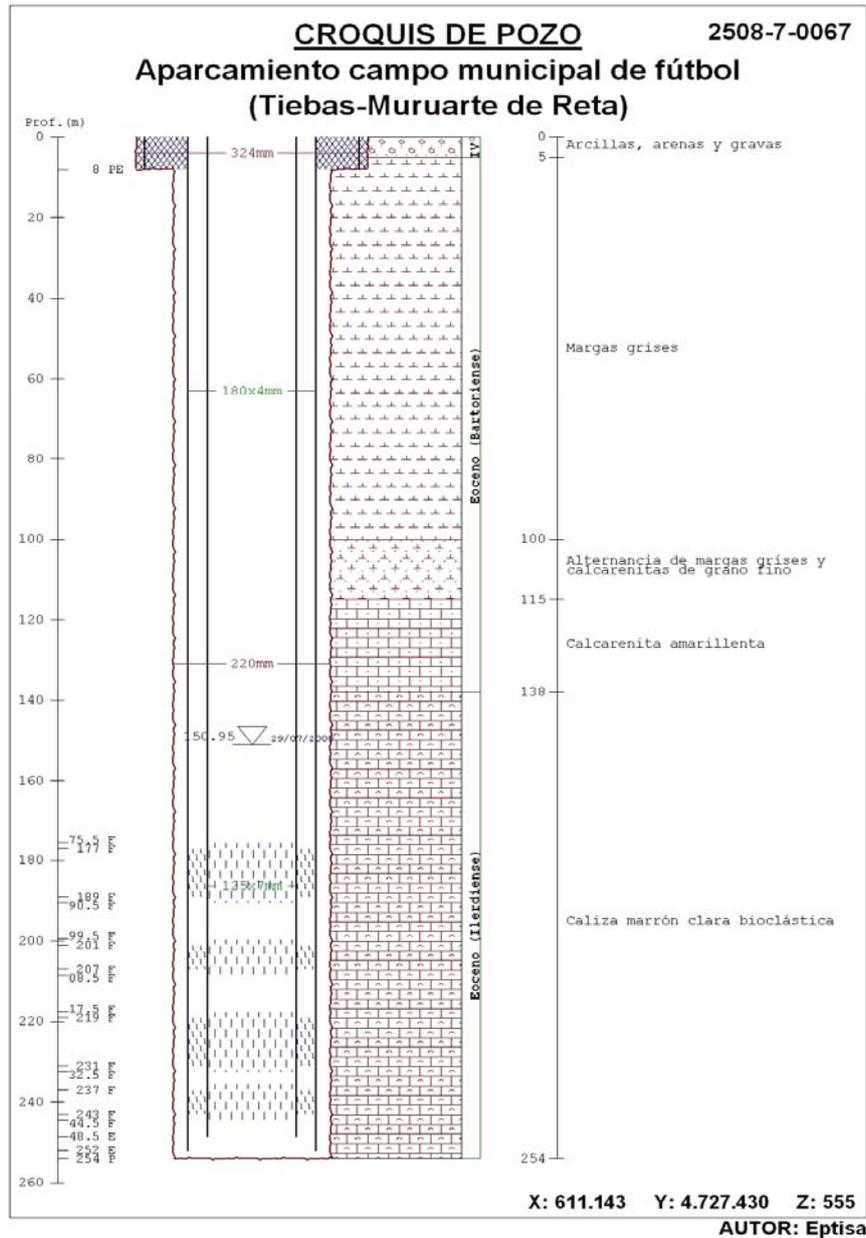


FOTO AÉREA



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

