

# **INFORME PIEZÓMETRO DE ESTOPIÑÁN DEL CASTILLO: 09.304.007**



## 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

ANEXO Nº 1.: INFORME DIARIO DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2.: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3.: GEOFÍSICA

ANEXO Nº 4.: INFORME DE ENTUBACIÓN

ANEJO Nº 5.: ENSAYO DE BOMBEO

ANEXO 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 Estopiñán del Castillo, con el objeto de valorar las características del acuífero formado por materiales calcáreos del Cretácico Superior del sinclinal de Estopiñán, en la masa de agua subterránea 090.041 Litera Alta, con el fin de controlar la zona de tránsito hacia las descargas de Camporreles,

Así como determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo, con objeto de observar su evolución piezométrica.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro se encuentra en el término municipal de Estopiñán del Castillo, concretamente, entre dicha localidad y Camporrélls (figura 1).

Para acceder a este emplazamiento, se toma la N-230, la cual abandonamos en la salida hacia Saganta y Camporrélls. Una vez en la segunda localidad, enlazamos con la carretera local hacia Estopiñán del Castillo. Avanzamos unos 2 km, momento en que cogemos el camino que sale hacia la izquierda frente a una granja. Por dicho camino avanzamos 1,5 km, hasta llegar a una zona de monte bajo paralela al camino. En esta zona veremos el piezómetro en cuestión a nuestra izquierda en una pequeña explanada sin vegetación. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 295369

Y= 4650258

Z= 741 msnm

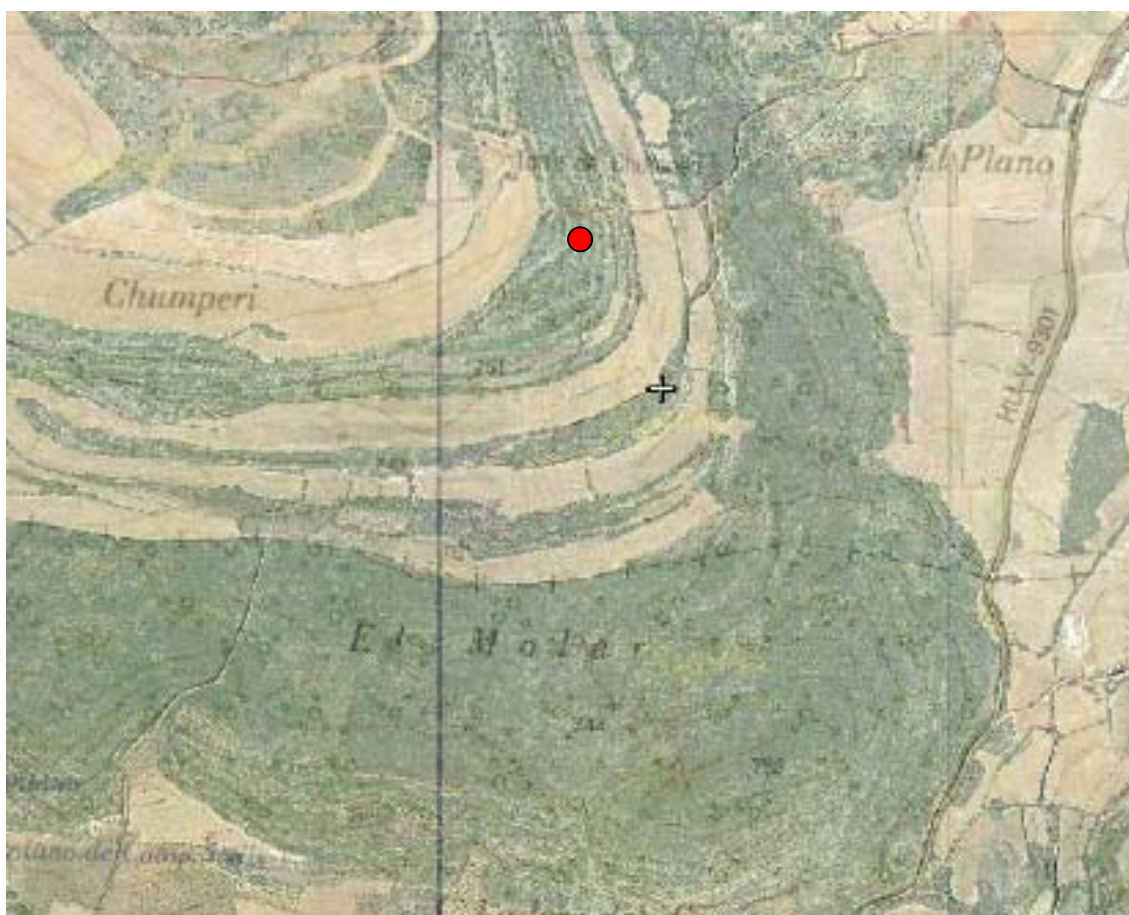


Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Estopiñán del Castillo

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se ha emboquillado sobre Calizas Bioclásticas del Paleoceno. Estos materiales se disponen formando un sinclinal. El sondeo se sitúa sobre el flanco NE de éste.

El piezómetro se sitúa en las Sierras Marginales Pirenaicas sobre una franja de materiales Paleocenos aflorantes al SE del Sinclinal de Estopiñán. Esta última estructura se encuentra dentro de la lámina cabalgante de Monte Perdido que se encuentra desplazada hacia el S, con un nivel de despegue formado por los materiales del Keuper. Dicha unidad se encuentra cabalgando sobre los materiales del autóctono relativo del Terciario de la Cuenca del Ebro. Éste sinclinal es una estructura compleja, con su orientación NNO-SSE general que presenta una curvatura sigmoidal de su eje. Dicha curvatura se interpreta como resultado de una "cizalla" sinistral en la que el flanco N es arrastrado al W y el S al E, que combinado con el empuje de dirección N-S general de los Pirineos y la influencia del retrocabalgamiento parcial de los materiales terciarios de la cuenca de Tresp-Graus, hacia el SE. Se encuentra despegada y casi flotando sobre los materiales del Keuper que como hemos dicho actúa como nivel de despegue.



Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Estopiñán del Castillo

#### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se ubica en el Dominio Hidrogeológico 3 “Dominio Pirenaico del Sinclinal de Tremp”. Éste dominio engloba la estructura alóctona pirenaica (Unidad Surpirenaica Central) al E del Cinca y hasta el límite de la Cuenca del Ebro, donde incluye el manto de Pedraforca. Se identifica orográficamente con las Sierras Interiores y Exteriores Surpirenaicas al E del Cinca (Cotiella, Tubón, Boumort, Montsec, Carrodilla, San Mamet, etc).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 304 “Litera Alta”, correspondiente a la masa de agua subterránea con código 090.041 denominada “Litera Alta” y el acuífero a controlar son los materiales calcáreos del Cretácico Superior.

El acuífero Cretácico Superior-Paleoceno de la masa de agua 090.041 es un acuífero libre con una superficie de 904,75 km<sup>2</sup>.

La unidad hidrogeológica de “Litera Alta”, se identifica orográficamente con las sierras exteriores surpirenaicas entre los ríos Cinca y Noguera Ribagorzana, en la comarca aragonesa de la Litera Alta. El funcionamiento de la unidad es complejo. Los materiales permeables alternan o están en contacto mecánico con los impermeables, y la intensa fracturación presente condiciona la existencia de estructuras compartimentadas que dan lugar a numerosos acuíferos constituidos por materiales carbonatados, aislados o mal conectados entre sí. Son acuíferos libres o confinados, drenados por manantiales que surgen en los puntos más bajos, al amparo de contactos geológicos.

La alimentación de estos acuíferos se produce en su mayor parte por infiltración directa de agua de lluvia o de escorrentía superficial y, en algún caso, lateralmente a partir de acuíferos vecinos. La descarga se produce mediante manantiales o subterráneamente a otros acuíferos Cuaternarios que la transmiten a los ríos.

La circulación subterránea está condicionada por la compartimentación de los acuíferos y por las particularidades propias de los acuíferos carbonatados de distinta litoestratigrafía y carstificación, que hacen que cada uno tenga un sistema de circulación y drenaje particular.

(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 rotoperCUSIÓN 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 7 de agosto de 2007 a las 18:00 horas y terminó el 9 de agosto de 2007 a las 18:00 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 con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

El primer aporte observado durante la perforación se produjo a los 55 m de profundidad, coincidiendo con el contacto entre arenas finas, arcillas rojizas y margas arenosas. Todo el sondeo se presentó muy fracturado con numerosas zonas de aporte, aunque la más caudalosa fue la comprendida entre los metros 198-200 m, dentro del paquete de calizas bioclásticas pertenecientes al Maastrichtiense-Campaniense.

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):

0-35 m.	Calizas blanquecinas bioclásticas
35-45 m	Arcillas rojas y margas gris-verdosas.
45-51 m	Margas gris-verdosas.
51-54 m	Arenas finas amarillentas
54-55 m	Arcillas rojizas y margas grises.
55-85 m	Margas grises
85-91 m	Arenisca de grano medio-grueso.
91-96 m	Arenas y margas grises.
96-99 m	Caliza margosa gris y algo de arcilla rojiza.
99-101 m	Arenisca de grano medio.
101-106 m	Caliza gris oscuro.
106-113 m	Marga caliza gris y algo de arcilla rojiza.
113-119 m	Marga gris y areniscas de grano fino.
119-224 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 85 m, Fm. Tremp, edad Maastrichtiense a Paleoceno.

De 85 a 140 m, Fm. Arenisca de Arén, edad Campaniense Superior-Maastrichtiense.

De 140 a 225 m, Fm. Bona, edad Santoniense Terminal-Campaniense.

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

El día 10 de agosto de 2007 se realiza la testificación geofísica del sondeo. En ella se registraron los parámetros de gamma natural potencial espontáneo y resistividad.

A los 35 m, la sonda no puede seguir descendiendo debido a la existencia de un atranque producido por un paquete arcilloso. En esta testificación, el nivel freático se detectó a los 23 m de profundidad.

El 15 de agosto de 2007, tras la entubación, se realizó una nueva testificación. La cual detectó, los siguientes tramos litológicos:

De 0 a 25 m una zona calcárea bastante limpia.

De 25 a 140 m, una zona con alto contenido en arcillas.

De 140 a 224 m, de nuevo, una zona calcárea más pura.

La inclinación del sondeo en la vertical es de 1,8 m en la base (la desviación no pudo ser medida al realizarse la testificación una vez entubado el sondeo).

El nivel freático se encuentra a 81 m de profundidad.

El caudal aportado por el sondeo está en torno a los 15 l/s.

Al no haber podido conseguir la información de los tramos aportantes con la testificación geofísica, el diseño de la entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo), se realizó apoyados en las observaciones durante la perforación y la columna litológica levantada.

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 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
0-8	300	5	Acero	Ciega
0-123	180	4	Acero	ciega
123-129	180	4	Acero	filtro
129-141	180	4	Acero	Ciega
141-147	180	4	Acero	filtro
147-159	180	4	Acero	Ciega
159-165	180	4	Acero	filtro
165-177	180	4	Acero	Ciega
177-183	180	4	Acero	filtro
183-195	180	4	Acero	Ciega
195-210	180	4	Acero	filtro
210-216	180	4	Acero	Ciega
216-222	180	4	Acero	filtro

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).

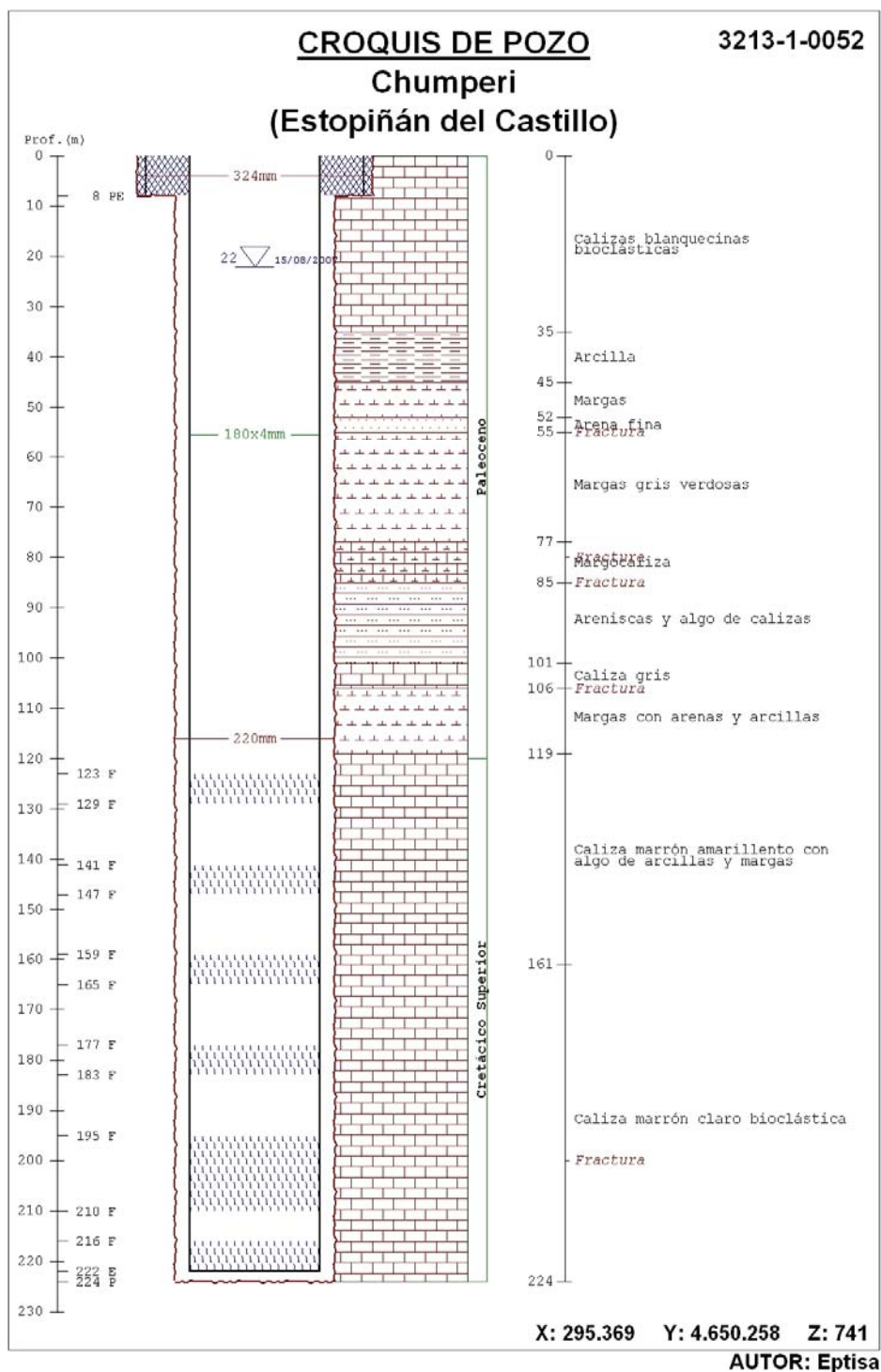


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Los acuíferos principales perforados son de edad Cretácico Superior, formados por calizas micríticas, calizas tableadas y brechas.

Dentro de las Facies Garumnense (edad Paleoceno), se detectan varias zonas aportantes: 55-57 m, 80-82 m, 85-88 m, 105-107 m, el caudal en estas facies está entorno a los 3 l/s.

A partir de la entrada en las litologías del Cretácico Superior (Maastrichtiense-Campaniense, objetivo hidrogeológico de la perforación), el caudal aumenta progresivamente conforme aumenta la profundidad haciéndose difícil el poder precisar con exactitud los tramos aportantes concretos. Aún así, se observó entre 198 y 200 m la existencia de una fractura aportante. El caudal durante los últimos metros de perforación estaba en torno a los 15 l/s.

El 14 de agosto de 2007, al finalizar la limpieza del sondeo, se toma muestra de agua para analizar cuya conductividad es de: 538  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $T^{\circ}$ : 15°C.

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

Durante los días 26 y 27 de Septiembre de 2007 se realizó un ensayo de bombeo a caudal máximo durante 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 168 m de profundidad.

El primer y único escalón que se realizó duró las 24 horas del ensayo, el caudal medio extraído fue de 11 l/s y el descenso total del nivel fue de 37,61 m, no llegando a estabilizarse el nivel durante todo el ensayo. Los últimos descensos se produjeron a razón de 20 cm/h.

El agua en ningún momento del bombeo llegó a salir clara (turbia color marrón).

La conductividad media del agua medida in situ durante el ensayo fue de 530  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la temperatura de 15,3°C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 7 horas de bombeo 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 4,5 horas, situándose el nivel en 88,83 metros (4,96 m más profundo que 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	83,87		
3	94,54	10,67	11
5	95,91	12,04	11
10	97,75	13,88	11
15	98,38	14,51	11
30	100,63	16,76	11
60	103,39	19,52	11
120	106,78	22,91	11
180	110,90	27,03	11
240	112,36	28,49	11
300	114,51	30,64	11
420	116,46	32,59	11
540	118,76	34,89	11
660	119,56	35,69	11
780	119,98	36,11	11
900	120,51	36,64	11
1020	120,87	37,00	11
1140	121,02	37,15	11
1260	121,34	37,47	11
1380	121,43	37,56	11
1440	121,48	37,61	11
1441	115,30	31,43	0
1442	111,00	27,13	0
1445	104,60	20,73	0
1450	99,17	15,30	0
1460	94,76	10,89	0
1470	93,20	9,33	0
1480	92,34	8,47	0
1490	91,66	7,79	0
1500	91,01	7,14	0
1620	89,60	5,73	0
1650	89,21	5,34	0
1680	89,03	5,16	0
1710	88,83	4,96	0

Durante el ensayo de bombeo se controló un sondeo particular situado a unos 1000 m de distancia. Con coordenadas: X: 296404 Y: 4650897 Z: 673, no registrando afección alguna.

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 mediante el programa PIBE, en todos los casos 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)	32	6,1.10 <sup>-5</sup>	2,5.10 <sup>-3</sup>		0,99	3,9.10 <sup>-4</sup>	1,5
Simulación recuperación. Solución de Hantush (MABE)	31	1,5.10 <sup>-6</sup>	1,6.10 <sup>-4</sup>		0,11		
Simulación bombeo. Solución de Hantush (PIBE)	35	1,9.10 <sup>-4</sup>	1,0.10 <sup>-8</sup>	2538			
Simulación recuperación. Solución de Hantush (PIBE)	34	4,9.10 <sup>-5</sup>	1,0.10 <sup>-8</sup>	998			

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: 538  $\mu\text{S/cm}$ , T<sup>a</sup>: 15°C.)
- Muestra tomada a las 7 horas de bombeo.  
(Conductividad: 657  $\mu\text{S/cm}$ , T<sup>a</sup>: 14,3°C, pH: 7,08.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas).  
(Conductividad: 664  $\mu\text{S/cm}$ , T<sup>a</sup>: 14,5°C, pH: 7,09.)

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 (octubre, 2007). Datos en mg/l, excepto conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y pH:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2. Ensayo de bombeo (420 minutos)	Muestra 3. Ensayo de bombeo (1440 minutos)
Conductividad	490	548	580
pH	7,36	7,27	7,17
Cloruros	6,40	5,78	8,67
Sulfatos	19,73	24,90	15,41
Bicarbonatos	259,56	377,10	417,51
Carbonatos	<5	<5	<5
Nitratos	11,84	7,00	11,31
Sodio	3,58	3,49	2,83
Magnesio	10,42	2,43	5,83
Calcio	62,91	114,94	118,15
Potasio	1,57	1,60	0,98
Nitritos	<0,04	<0,04	0,06
Amonio	<0,04	<0,04	<0,04
Boro	<0,01	0,17	0,10
Fosfatos	0,18	0,08	0,15
Anhídrido Silícico	8,96	9,15	9,02
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 Estopiñán del Castillo con el objeto de valorar las características del acuífero formado por materiales calcáreos del Cretácico Superior del sinclinal de Estopiñán, en la masa de agua subterránea 090.041 Litera Alta, con el fin de controlar la zona de tránsito hacia las descargas de Camporreles,

Así como determinar la calidad química del recurso y medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del mismo, con objeto de observar su evolución piezométrica.

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 224 m. Los acuíferos atravesados están constituidos por calizas micríticas, calizas tableadas y brechas, de edad Cretácico Superior. El nivel se encuentra a 83,87 m de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 11 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:  $T= 843 \text{ m}^2/\text{día}$ ,  $r^2.S= 5,3.10^{-6} \text{ m}^2$ ,  $r/B=2,5.10^{-3}$ ,  $R. \text{Equiv} = 0,99$ .

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

PROVINCIA: HUESCA  
MUNICIPIO: ESTOPIÑÁN

Se realiza la visita al campo el 18 de julio de 2006. Se habla con el alcalde y un concejal. Ambos nos acompañan al campo. Se visita la parcela propuesta, que es particular, y una parcela cercana, que sería municipal.

Para acceder a la parcela propuesta se toma un desvío a la derecha, antes de llegar a Estopiñán, dirección al embarcadero. A los 1900 m aparece un cruce. Se toma la carretera de la derecha, dirección Camporreles. A los 1100 m del cruce se coge un camino a la derecha. Se avanza otro kilómetro y se coge el camino de la izquierda y después, en la siguiente bifurcación, a la derecha. El emplazamiento se ubica a unos 50 m. las coordenadas del punto son:

X: 295157

Y: 4650204

Z: 744 m

Polígono 11, parcela 106



Hay zonas del camino donde se estrecha, debido a la vegetación, y el camión pasaría muy justo.

El segundo emplazamiento visitado se accede por la carretera que va al embarcadero. A unos 500 m del cruce de la carretera de Estopiñán con la del embarcadero se coge un camino a la derecha, dirección a la “fuente redonda”. A los 1000 m, habiendo pasado por la “fuente redonda”, se toma el camino de la izquierda y a continuación los dos siguientes a la derecha. Habría que arreglar algo un trozo de este último tramo de camino. A la izquierda del camino hay una parcela grande que es municipal. Las coordenadas del posible emplazamiento son:

X: 294798

Y: 4651558

Z: 672 m

Polígono 12, parcela 160.





Posible emplazamiento

## PERFORACIÓN

Ambos emplazamientos se ubican sobre calizas del Paleoceno. El primero de ellos en el cierre periclinal del Sinclinal de Estopiñán y el segundo en el flanco NE del mismo. El acuífero a controlar son las calizas del Cretácico Superior. La profundidad del sondeo será de unos 150 m. El método de perforación más apropiado sería la rotopercusión.

## PERMISOS

Para la parcela 106 del polígono 11:  
Propietario: D. Agustín Larregola Quintillán  
Dirección: C/ Mayor nº 2  
22589 – Estopiñán del Castillo (Huesca)  
Teléfono: 974 433 180

Para la parcela 160 del polígono 12:  
Alcalde: D. Antonio Lloan Fuste  
Ayuntamiento de Estopiñán  
Dirección: C/ Mayor nº 5  
22589 – Estopiñán del Castillo (Huesca)  
Teléfono: 974 433 175  
Ayuntamiento abierto de lunes a viernes por la mañana.

Estas parcelas no tienen protección medioambiental.

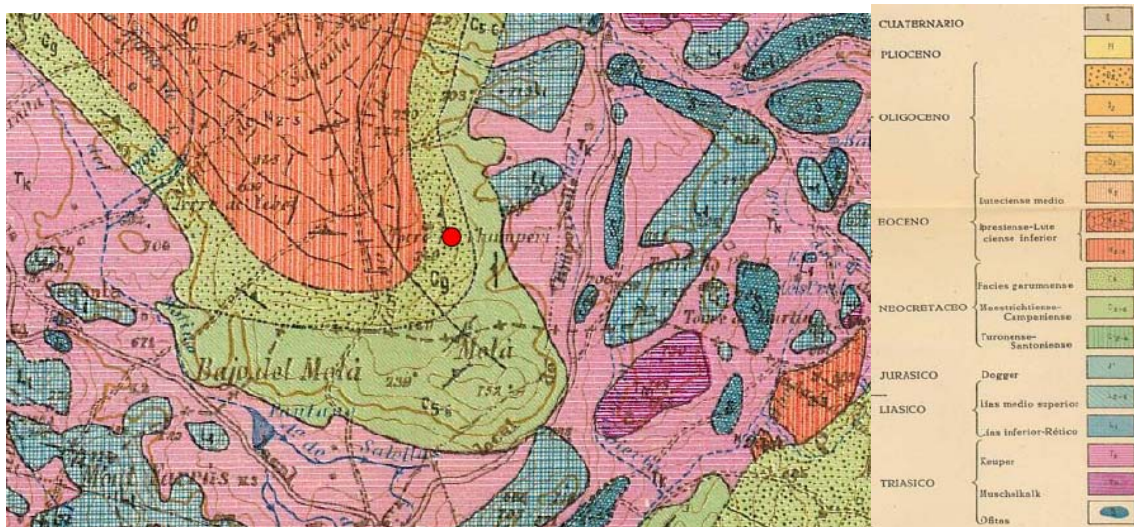


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Estopiñán del Castillo

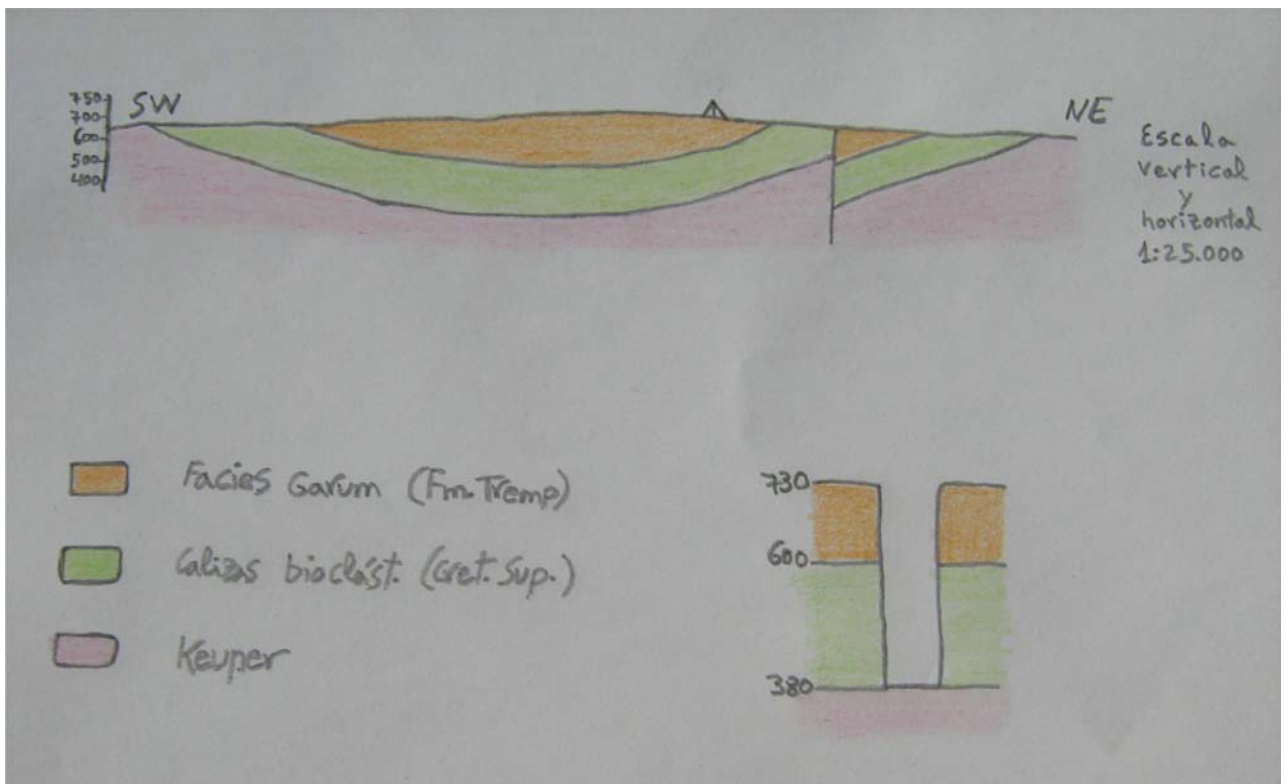


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Estopiñán del Castillo.

S/Referencia: - Lugar y Fecha: **Huesca, 16 de noviembre de 2007**  
N/Referencia: SPB/ffg  
Expediente: INAGA 49B.2007.07861 Destinatario: **CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**  
Asunto: Comunicación de Resolución **Paseo Sagasta nº 24**  
**50071 Zaragoza - ZARAGOZA**  
Entrada: 3/08/2007

**VISTA** la solicitud de Autorización para el cambio de uso forestal y modificación de la cubierta vegetal para la realización de un piezométrico en la parcela 106 del polígono 11 del término municipal de Estopiñán del Castillo (Huesca), presentada por la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO ante este Instituto Aragonés de Gestión Ambiental con fecha 3 de agosto de 2007.

**RESULTANDO** que con fecha 3 de agosto de 2007 se dio inicio al expediente y que con fecha 8 de agosto de 2007 se encargó a la Unidad Técnica del Área I de este Instituto la emisión de informe técnico donde se tuvieran en cuenta consideraciones de tipo topográfico (pendiente, erosión, profundidad del suelo, etc.) de tipo ecológico (impactos sobre el medio natural, fauna y flora) y de paisaje, de acuerdo con lo establecido en la Orden de 26 de octubre de 1984.

**RESULTANDO** que el informe técnico ha sido emitido con fecha 31 de octubre de 2007, y del mismo se desprende que:

- Desde el punto de vista topográfico, geológico y litológico, la zona de actuación se corresponde con un terreno llano, profundidad de suelo media (60-80 cm.), pedregosidad superficial abundante y el suelo presenta una textura franco-arenosa.
- No se observan síntomas de erosión ni en la parcela ni en el entorno de la misma, y se prevé que la actuación realizada no provocará la aparición de procesos erosivos.
- La superficie para la que se solicita realizar el cambio de uso forestal y modificación de la cubierta vegetal se corresponde con una masa cuya especie principal es la encina (*Quercus ilex*), apareciendo en matas y conformando bosquetes acompañada por pies aislados de quejigo (*Quercus faginea*), coscoja (*Quercus coccifera*) y enebro (*Juniperus oxycedrus*). En el estrato arbustivo aparecen el boj (*Buxus sempervirens*) y la aliaga (*Genista scorpius*).
- En cuanto a la fauna presente en la zona, no se ha detectado presencia de especies sometidas a especial protección.
- La zona objeto de actuación se encuentra incluida en el Ámbito de Aplicación del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Sierra de Mongay, Sabinós y Estanques de Estaña, no siendo previsible ninguna afección significativa sobre este espacio. La zona se encuentra dentro del Ámbito de Aplicación del Plan de Recuperación del Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), no siendo previsible ninguna afección significativa sobre esta especie como consecuencia del cambio de uso solicitado.
- Desde el punto de vista ecológico y paisajístico, dado el tipo de vegetación afectada y lo reducido de la superficie de actuación, el impacto paisajístico se considera moderado.
- El cambio de uso está justificado debido a la necesidad de análisis del estado cuantitativo de las aguas subterráneas de la cuenca del Ebro, para lo que es preciso establecer una red de puntos de muestreo y seguimiento a lo largo de toda ella.

Consecuencia de lo cual se concluye que el cambio de uso forestal solicitado en la parcela 106 del polígono 11 del término municipal de Estopiñán del Castillo (Huesca) **puede realizarse**.

**CONSIDERANDO** la Ley 15/2006, de 28 de diciembre, de Montes de Aragón; Ley 43/2003 de Montes, modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril, el Decreto 485/1962, que aprueba el Reglamento de Montes.

Por todo lo expuesto HE RESUELTO:

**AUTORIZAR** a la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO el cambio de uso forestal y modificación de la cubierta vegetal de 0,004 Ha. localizadas en la parcela 106 del polígono 11 del término municipal de Estopiñán del Castillo (Huesca).

Contra la presente Resolución, que no pone fin a la vía administrativa, de conformidad con lo establecido en los artículos 107 y 114 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, modificada por la Ley 4/1999, y de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 7 de la Ley 23/2003, de 23 de diciembre, de creación del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, podrá interponerse recurso de alzada, en el plazo de un mes a partir del día siguiente al de su notificación, ante el Sr. Presidente del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, sin perjuicio de cualquier otro recurso que, en su caso, pudiera interponerse.

EL DELEGADO PROVINCIAL DEL  
INSTITUTO ARAGONÉS DE GESTIÓN AMBIENTAL  
(P.D.F. Resolución de 28 de abril de 2004 del Director del INAGA)



Edo. Javier BIOTA LACASTA



**D. AGUSTÍN LARRÉGOLA QUINTILLA (ESTOPIÑÁN DEL CASTILLO, HUESCA)**

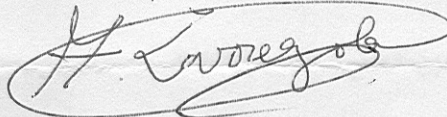
De conformidad con su escrito referente a la **SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO**, se hace constar que se autoriza a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

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 el sondeo en terreno público de este municipio, en el polígono 11- parcela 106.
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.

Todo ello de acuerdo a las siguientes condiciones:

1. Previamente al inicio de la perforación se determinará el punto exacto de localización del piezómetro de mutuo acuerdo entre las partes (Confederación Hidrográfica del Ebro y el Propietario del terreno).
2. La información que resulte de la investigación hidrogeológica realizada le será comunicada al propietario del terreno.

En Estopiñán del Castillo, a 15 de marzo de 2007.



Fdo: D. Agustín Larrégola Quintilla.

**Ilmo. 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> 15/08/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> Estopiñán	<b>POBLACIÓN:</b> Estopiñán	<b>PROFUNDIDAD:</b> 224 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 07/08/07	<b>SISTEMA:</b> RotoperCUSión	
<b>DIÁMETRO:</b> 324 mm y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

#### **04/08/07**

##### **Estado de la perforación**

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

Cuando se va a comenzar a perforar el emboquille, se produce una avería en la sonda de perforación, teniendo que ser extraída una pieza para ser reparada en el Taller.

Por tanto, hasta la reparación de la avería no se reanudarán los trabajos.

##### **Otras actividades**

Por la mañana, una pala excavadora acondiciona el emplazamiento (limpia la vegetación y allana ligeramente la zona) para que pueda situarse la maquinaria.



**Emplazamiento tras ser limpiado con maquina excavadora**

**07/08/07**

**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 18:00 h, tras la reparación de la pieza averiada, se comienza a perforar con el tallante de 324 mm.

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

El material atravesado son calizas bioclásticas.



**08/08/07**

**Estado de la perforación**

A las 10:30 h, tras unos reajustes en la maquina perforadora, se comienza a perforar con el tallante de 220 mm.



**Perforando a unos 15 m de profundidad (aún en seco)**

A los 55 m, se detecta el primer aporte.



**Primer aporte (margas humedecidas)**

A los 80 m, 86 m (en este aporte, la sonda sufre un pequeño atranque) y 105 m, se detectan nuevos aportes, posteriormente, el caudal continúa aumentando aunque sin poder precisarse a que profundidades exactamente se encuentran los aportes que hacen aumentar el caudal progresivamente.

A los 105 m, se toma muestra del agua aportada por el sondeo: 471  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

También, se toma muestra del agua inyectada al sondeo: 701  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Perforando a unos 150 m de profundidad (caudal estimado entorno a los 10 l/s)**

A los 142 m se toma nueva muestra del agua aportada por el sondeo: 460  $\mu$ S/cm.

La jornada concluye a las 20:00 h, con 169 m de profundidad.

### **Columna litológica**

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

De 0 a 35 m, calizas blanquecinas bioclásticas.

De 35 a 37 m, arcillas rojizas.

De 37 a 45 m, arcillas rojas y margas gris-verdosas.

De 45 a 51 m, margas gris-verdosas.

De 51 a 54 m, arenas finas amarillentas y grises.

De 54 a 55 m, arcillas rojizas y margas grises.

De 55 a 66 m, margas gris-verdosas algo arenosas.

De 66 a 77 m, margas gris verdosas.

De 77 a 85 m, margo-caliza gris.

De 85 a 91 m, arenisca de grano medio-grueso.

De 91 a 96 m, arenas y margas grises.

De 96 a 99 m, caliza margosa gris y algo de arcilla rojiza.

De 99 a 101 m, arenisca de grano medio.

De 101 a 106 m, caliza gris oscuro.

De 106 a 113 m, margo caliza gris y algo de arcilla rojiza.

De 113 a 119 m, marga gris y areniscas de grano fino.

De 119 a 132 m, caliza marrón amarillento bioclástica (probablemente posee rudistas), marga gris y algo de arcillas rojizas.

De 132 a 161 m, caliza gris oscuro, caliza marrón bioclástica, marga gris y algo de arcilla rojiza.

De 161 a 169 m, Caliza marrón bioclástica (probablemente posee rudistas) y marga gris.

**09/08/07**

### **Estado de la perforación**

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



**Perforando a 200 m de profundidad (caudal muy abundante)**

A los 200 m se detecta una fractura con aporte.

Se toma medida de conductividad y T<sup>a</sup> del agua aportada por el sondeo a diferentes profundidades:

<b>Profundidad (m)</b>	<b>Conductividad (µS/cm)</b>	<b>T<sup>a</sup> (°C)</b>
200	465	15
212	448	15
224	530	15

Conforme aumenta la profundidad, se produce un incremento en el caudal y la perforación se va ralentizando.



**Perforando a 223 m de profundidad (caudal muy abundante, entorno a los 20 l/s)**

A los 224 m de profundidad el tallante es incapaz de seguir perforando pues la presión ejercida por el agua es superior a la presión comunicada por el compresor (25 bares) (en las 2 últimas horas solo se han avanzado 2 metros).

En contacto con la dirección de obra, se decide dar por concluida la perforación en vista de que el avance es imposible con el equipo actual (el compresor da el máximo de presión y aún así, el tallante no consigue picar sobre la roca).

Así, a las 18:00 h, concluye la perforación con 224 m de profundidad, comenzando a extraerse la maniobra .



**Extrayendo el varillaje**

A las 20:00 h, concluye la extracción de la maniobra, y a continuación, se mide nivel con sonda manual: 54,45 m.



**Vista del emplazamiento**

Mañana se realizará la testificación geofísica, aunque la entubación no se realizará hasta el lunes pues la tubería no estará disponible hasta entonces (mientras tanto se reperforará el sondeo de Tolva).

### **Columna litológica**

De 169 a 178 m Caliza marrón bioclástica (probablemente posee rudistas) y marga gris.

De 178 a 224 m, caliza marrón claro bioclástica.

**10/08/07**

### **Estado de la perforación**

A las 12:30 h, llega el equipo geofísico, comenzando la testificación a las 12:45 h.



**Equipo de testificación geofísica**

En primer lugar, se introduce la sonda hidrogeológica, la cual detiene su avance a los 35 m (hasta aquí teníamos calizas), punto en el que hay un tramo de 2 metros de arcillas.

La testificación, marca el nivel a 23 m de profundidad quedando el paquete de arcillas por debajo del nivel freático y por tanto, hinchándose con el agua e impidiendo la introducción de las sondas geofísicas.



Se consulta con la dirección de obra, y se decide testificar el actual sondeo tras la entubación, para al menos obtener los datos del gamma natural y la inclinación (el mismo día se aprovechará para testificar también el sondeo de tolva una vez reperforado).

**11/08/07**

### **Estado de la perforación**

Tras la reperforación en Tolva, se vuelve a emplazar la maquinaria en el sondeo de Estopiñan a la espera de la llegada de la tubería.

**13/08/07**

### **Estado de la perforación**

A las 9:30 h, comienza a introducirse la maniobra con el martillo de 165 mm para limpiar los tramos obstruidos que puedan dificultar la entubación.



**Limpiando la zona superior arcillosa (30-40 m)**

En contacto con la dirección de obra, y basándonos en las observaciones realizadas durante la perforación y la columna litológica levantada, se decide la siguiente columna de entubación:

De 222 a 216 m, tubería de filtro.

De 216 a 210 m, tubería ciega.

De 210 a 195 m, tubería de filtro.

De 195 a 183 m, tubería ciega.

De 183 a 177 m, tubería de filtro.

De 177 a 165 m, tubería ciega.

De 165 a 159 m, tubería de filtro.

De 159 a 147 m, tubería ciega.

De 147 a 141 m, tubería de filtro.

De 141 a 129 m, tubería ciega.

De 129 a 123 m, tubería de filtro.

De 123 a 0 m, tubería ciega.

Total tubería ciega: 177 m.

Total tubería de filtro: 45 m.

A las 17:30 h, comienzan las labores de entubación.

Cuando se estaba introduciendo el segundo tramo de 6 m tubería se detecta un atranque (roca caliza) justo debajo de la tubería de emboquille, es decir, a unos 9 m de profundidad.



**Momento en que se produce la obstrucción**

Esta roca, impide la introducción de la tubería, por lo que se extraen los dos tramos de tubería.

A continuación, se extrae la maniobra hasta llegar al punto en que se encuentra el atranque para desobstruirlo.



**Extrayendo la maniobra**

A las 20:00 h, una vez eliminado el atranque, se comienza de nuevo a introducir la tubería.



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



**Soldando dos tramos de tubería**

A las 21:30 h concluye la jornada con 51 m entubados.

**14/08/07**

**Estado de la perforación**

A las 8:45 h se continúa entubando desde los 51 m del día anterior.



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



**Detalle: soldadura entre tuberías y cerrando orejetas**

A las 13:45 h, concluye la entubación con los 222 m de tubería introducidos.

A continuación, se une la tubería de 180 mm a la de emboquille mediante la soldadura de unos tacos metálicos.

Se mide nivel con sonda manual: 65,06 m.

A las 14:00 h, se comienza a introducir el varillaje para acometer la limpieza del sondeo.



**Comienzo de la limpieza (14:30 h). Turbidez media. Color anaranjado**

En el comienzo de la limpieza se obtiene un agua con una turbidez media-alta y color anaranjado.

Se toma medida de conductividad y T<sup>a</sup> en diferentes momentos de la limpieza:

Hora	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	T <sup>a</sup> (°C)
15:00	526	15
17:30	533	15
19:00	527	16
20:30	538	15



**17:30 h. Turbidez media. Color anaranjado**

El caudal estimado durante la limpieza está entorno a los 10 l/s.

El agua aclara durante las 4 horas y 30 minutos iniciales (hasta las 19:00 h).

En la última hora y media ya no aclara más, concluyendo la limpieza a las 20:30 h, (6 horas en total) obteniéndose un agua con una turbidez baja y un color algo anaranjado (debido a las arcillas que hay a lo largo de la columna perforada).





20:30 h, fin limpieza, turbidez baja. Color algo anaranjado

**15/08/07**

**Estado de la perforación**

A las 8:30 h, comienza la extracción del varillaje, labor que ocupa hasta las 9:45 h.

A las 10:00 h, comienza la testificación geofísica con la introducción en primer lugar de la sonda hidrogeológica (la testificación se realiza con el equipo habitual, CENTURY COMPU-LOG-III de CGS).



**Introducción de la sonda hidrogeológica**

A continuación, se introduce la sonda de desviación.



**Testificación geofísica**

La testificación concluye a las 12:00 h.

La interpretación de las diagrfías se demorará unos días pues el geofísico habitual (D. José Luengo) no pudo asistir a la testificación (realizándola un operario).

A la espera de la interpretación de los resultados, podemos afirmar de manera provisional viendo las diagrfías, que el nivel se sitúa a una profundidad de 22,5 m y que a grandes rasgos se pueden distinguir 3 zonas en la columna litológica perforada:

De 0 a 25 m una zona calcárea bastante limpia.

De 25 a 140 m, una zona con alto contenido en arcillas (valores de gamma altos).

De 140 a 224 m, de nuevo, una zona calcárea más pura (valores de gamma bajos).

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



**Sondeo tapado provisionalmente con chapa metálica**

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° 3213-1-0052  
(P-09.304.007)**

**ESTOPIÑAN DEL CASTILLO (HUESCA)**

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 Estopiñán del Castillo (Huesca) 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. 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. Los 216 m restantes se perforaron a 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. El sondeo queda colgado a dos metros del fondo.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 123 m tubería ciega. De 123 m a 129 m filtro de puentecillo. De 129 m a 141 m tubería ciega. De 141 m a 147 m filtro de puentecillo. De 147 m a 159 m tubería ciega. De 159 m a 165 m filtro de puentecillo. De 165 m a 177 m tubería ciega. De 177 m a 183 m filtro de puentecillo. De 183 m a 195 m tubería ciega. De 195 m a 210 m filtro de puentecillo. De 210 m a 216 m tubería ciega. De 216 m a 222 m filtro de puentecillo.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagrfías disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica 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 3213-1-0052 (P-09.304.007) se localiza en el término municipal de Estopiñán del Castillo (Huesca).

El piezómetro se ubica a 500 m del inicio de la pista que va hacia la torre de Chumberi. Esta pista sale hacia el E a unos 2 Km al S de la localidad de Estopiñán del Castillo, desde la carretera Hu-V-9301.

Las coordenadas son: X: 792503, Y: 4653338, Z: 725 m (Fig.1).

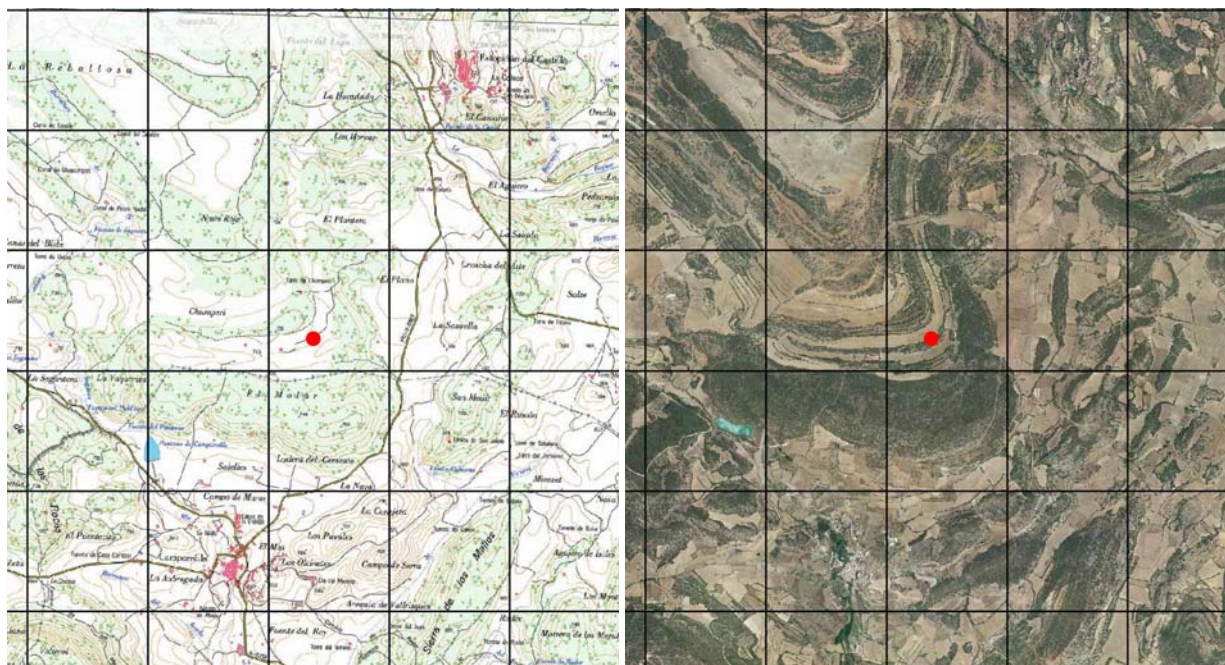


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC). Espaciado de la cuadrícula, 1000 metros.

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra aparentemente emboquillado en los materiales del Paleoceno que se diferencian como unidad 12 dentro del inédito Mapa Geológico MAGNA 327 (Os de Balaguer). Estas unidades entran bajo la denominación general de Facies Garumn.

El piezómetro se sitúa en las Sierras Marginales Pirenaicas sobre una franja de materiales Paleocenos aflorantes al SE del Sinclinal de Estopiñán. Esta última estructura se encuentra dentro de la lámina cabalgante de Monte Perdido que se encuentra desplazada hacia el S, con un nivel de despegue formado por los materiales del Keuper. Dicha unidad se encuentra cabalgando sobre los materiales del autóctono relativo del terciario de la Cuenca del Ebro. Este sinclinal es una estructura compleja, con una orientación NNO-SSE general que presenta una curvatura sigmoidal de su eje. Dicha curvatura se interpreta como resultado de una "cizalla" sinistral en la que el flanco N es arrastrado al W y el S al E, que combinado con el empuje de dirección N-S general de los Pirineos y la influencia del retrocabalgamiento parcial de los materiales terciarios de la cuenca de Tremp-Graus, hacia el SE. Se encuentra despegada y casi flotando sobre los materiales del Keuper que como hemos dicho actúa como nivel de despegue.

Los ángulos estimados de buzamiento, aunque no han podido ser confirmados con datos

de campo, se pueden situar en torno a los 60° hacia el W.



Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía MAGNA.

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra emboquillado sobre materiales de naturaleza carbonatada y mixta carbonatado-margosa, típica de las Facies Garumn en esta zona. Estos materiales son los que el sondeo va a atravesar a lo largo de la primera parte del sondeo. La edad de esta unidad es difícil de estimar con precisión, pero se desarrolla entre el Maastrichtiense y el Paleoceno. Probablemente la edad de los materiales más superficiales sea Paleoceno, aunque esta estimación se realiza de modo tentativo. Esta unidad se define formalmente como Fm. Tresp (Mey, 1968).

Las sucesiones del Garumn son muy monótonas y es difícil poder precisar que parte del mismo corta el sondeo. No obstante, la presencia de calizas y margas en alternancia y litologías competentes, hace pensar que el sondeo corta la parte superior de esta unidad. La parte superior se denomina tramo de St. Sebastián. Esta parte de la Fm. Tresp, está datada como Daniense (Ullastre y Masriera, 1998), mientras que la parte inferior formaría parte del Maastrichtiense superior.





No obstante, recalcar que esta atribución se realiza de modo tentativo y debe ser usada con las precauciones debidas a las asunciones realizadas.

Las facies Garumn comentadas se cortan hasta el metro 140, a partir del cual se entra en una unidad de naturaleza carbonatada. El intervalo 85-140 presenta una naturaleza arenosa muy característica. Este tramo se puede considerar representativo del cambio lateral entre las Fcs. Garumn y la Fm. Arenisca de Arén, que se desarrolla con sus características más típicas más hacia el E, en la Sierra del Montsec. La edad de esta unidad es Campaniense superior-Maastrichtiense (Simó, 1985; Simó, 2004).

Desde el metro 140 hasta el final del sondeo, se corta una sucesión carbonatada, con abundantes calizas micríticas y margosas con fósiles a techo. Hacia la parte inferior del mismo pasan a bioclásticas, con dominantes términos granosostenidos, con facies de packstone, a grainstone o incluso boundstone de rudistas. En la parte basal dominan las calizas bioclásticas de algas, bivalvos y foraminíferos. Este tramo del sondeo, se puede atribuir a la Fm. Bona, de edad Campaniense y posiblemente Santoniense terminal (Simó, 2004).

#### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

##### **TRAMO 1**

0-35 m. Calizas blancas a ocre. Se trata de calizas de micríticas a peloidales, oncolíticas e intraclásticas con facies que varían de packstone a grainstone peloidales a oncolíticos con posibles ostrácodos y charáceas a mudstone a wackestone con charáceas hacia la parte inferior del tramo. Se observan una intensa recristalización sobre todo hacia la parte media, así como pátinas rojizas y posibles restos de arcillas de descalcificación.

##### **TRAMO 2**

35-60 m. Margas grises a rojizas alternando con calizas micríticas grises algo limosas y arenosas. Se observan restos de margas lutíticas a veces limosas de tonos rojizos a ocre. Estos niveles margosos presentan intercalaciones de calizas margosas y micríticas mudstone a veces limosas o incluso posibles niveles de limolitas. A los 50 m. se ha observado un aporte de agua.

##### **TRAMO 3**

60-85 m. Lutitas margosas rojizas a grises con escasas intercalaciones de calizas limosas y margosas. Se detecta un aporte de agua a los 80 metros.



#### **TRAMO 4**

85-140 m. Areniscas de tonos ocres a pardos con intercalaciones de lutitas limosas rojizas. Las areniscas presentan un tamaño de grano variable de finos a medio fundamentalmente, con pasadas de grano más grueso, incluso microconglomeráticos y tamos de grano muy fino a tamaño limo. Se trata de sublitoarenitas a veces arcósicas y otras cuarcíticas con abundantes fragmentos de rocas, granos de cuarzo, feldespato y micas, con matriz limosa y cemento carbonatado. Los niveles de microconglomerados o arena de grano más grueso presentan fragmentos de clastos de cuarcitas. Las lutitas son de rojas a versicolores y varían de limosas a plásticas a veces margosas y con marcas de oxidación-reducción. Se detecta aportes de agua significativos a los 86 y a los 105 metros

#### **TRAMO 5**

141-161 m. Calizas grises a pardas. Se trata de calizas de micríticas y margosas con fósiles a techo a calizas bioclásticas hacia la base.

Las calizas presentan facies de mudstone con fósiles a techo a mudstone-wackestone hacia la parte media con y wackestone a packstone bioclásticos hacia la base. Se han observado restos de gasterópodos, bivalvos a techo, posibles foraminíferos, equínidos y otros. Se observa frecuentes pátinas rojizas, así como gran cantidad de restos de arcillas de descalcificación.

#### **TRAMO 6**

164-185 m. Calizas grises a ocres bioclásticas con rudistas. Se trata de calizas algo recristalizadas con facies de packstone, a grainstone o incluso boundstone de rudistas. Se observan restos de rudistas, foraminíferos, fragmentos de algas y otros fósiles. Así como niveles con facies más micríticas (mudstone- wackestone) con fósiles. En general todo el tramo está muy recristalizado y se observan frecuentes restos de arcillas rojas de descalcificación.

#### **TRAMO 7**

185-224 m. Calizas grises a ocres bioclásticas a micríticas. Se trata de calizas peloidales a bioclásticas con facies que varían entre wackestone a wackestone-packstone de bioclastos y peloides de entre los que destacan fragmentos de algas, bivalvos y foraminíferos, de los que se han identificado miliólidos y posibles lacazinas hacia la base. Al igual que el resto



del sondeo presenta frecuentes restos de pátinas rojizas y arcillas de descalcificación, lo que indica la presencia de cavidades kársticas.

## REFERENCIAS

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

<http://oph.chebro.es/ContenidoCartoGeologia.htm>

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 327-Os de Balaguer (Inédito)

MEY, P.H.W. (1968): The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera valleys, Central Pyrenees, Spain, Leidse Geol. Med., 41, pp. 153-220.

SIMO, A. (1985): Secuencias deposicionales del Cretácico Superior de la Unidad del Montsec (Pirineo Central). Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 326 pp.

SIMO, A. (2004): El Cretácico Superior de la Unidad Surpirenaica Central. En: Geología de España. 296-298 Ed: J.A. Vera.

ULLASTRE, J.; MASRIERA, A. (1998): Nuevas aportaciones al conocimiento estratigráfico del Paleoceno continental del Pirineo catalán (España), Treballs del Museu de Geologia de Barcelona, vol 7; 95-128.

CÓDIGO IPA: 3213-1-0052  
 CÓDIGO MMA: 09.304.007

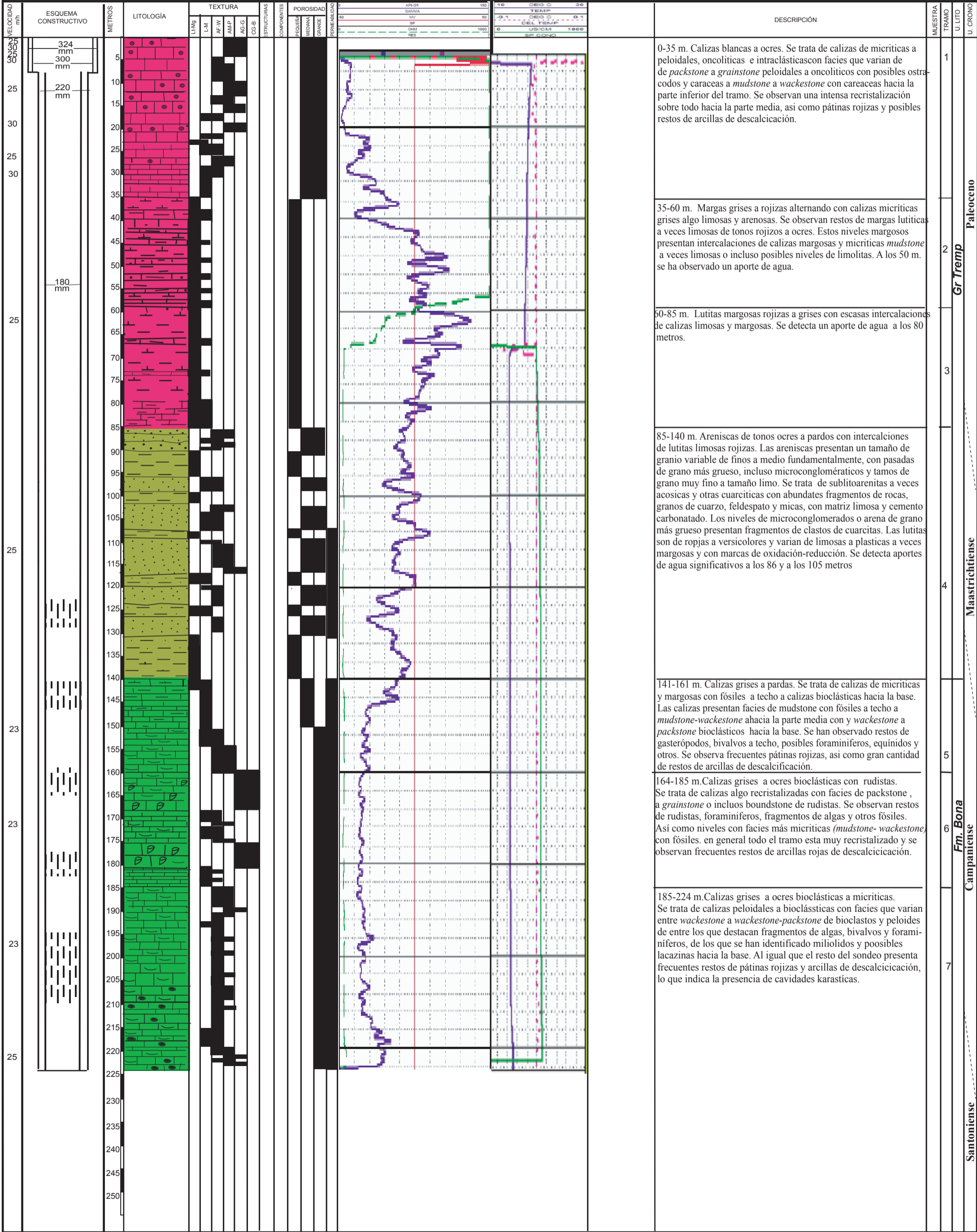
MUNICIPIO: ESTOPIÑAN  
 PROVINCIA: HUESCA  
 PARAJE: Estopiñan Mma. Polígono 11, Parcela 106

HOJA Nº 3213

FECHA INICIO: 04/08/2007  
 FECHA FINAL: 09/08/2007  
 AUTOR FICHA: Javier Ramajo/Javier Ipas

COORDENADAS UTM HUSO 31  
 792.503  
 4.653.338  
 725

PRECISIÓN (X,Y): GPS  
 PRECISIÓN Z: GPS



# 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: ESTOPIÑÁN**

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

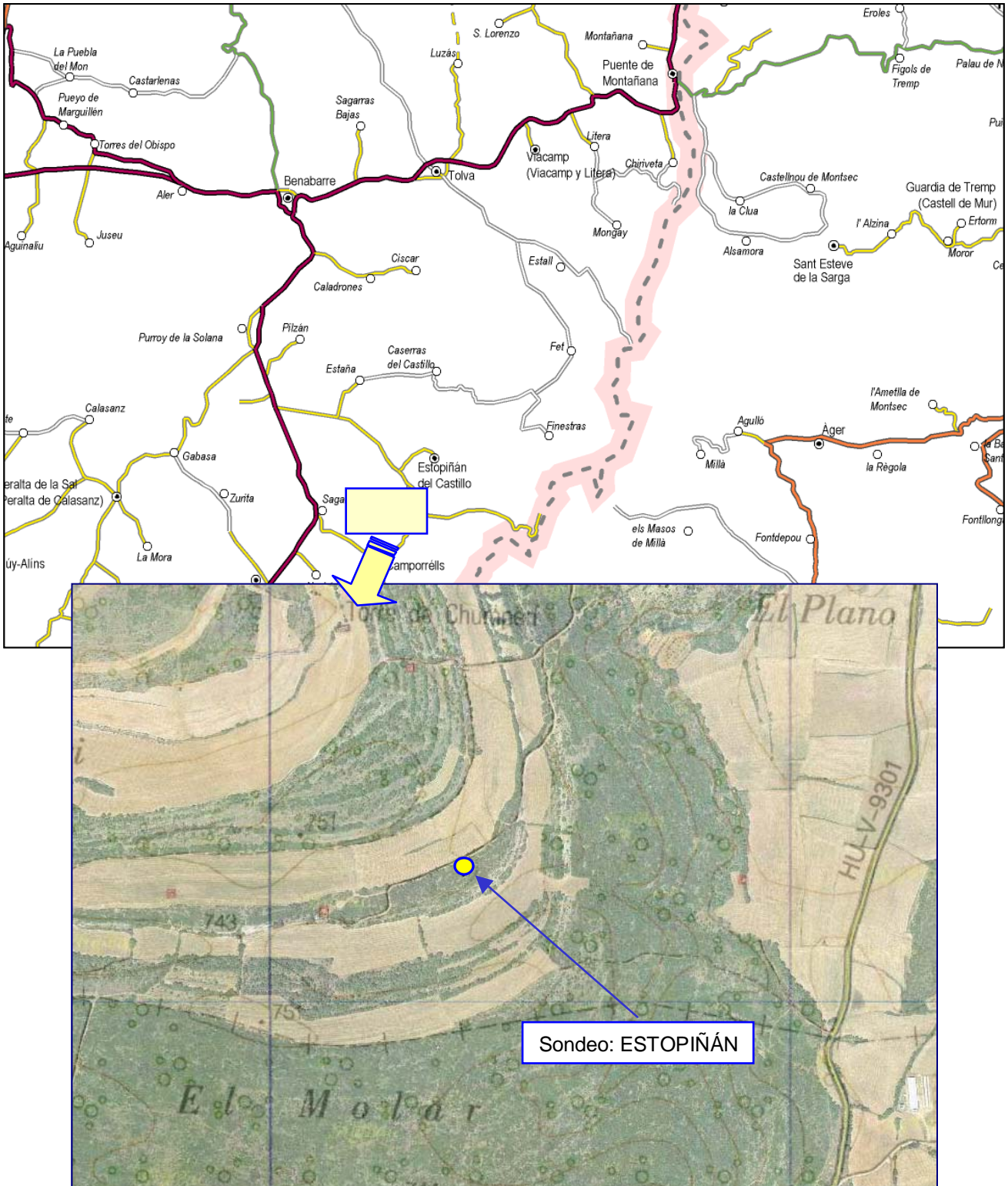
C/ Anabel Segura N° 11, Edificio A, Planta 4ª, Oficina B  
28108 Alcobendas, Madrid  
Tf: 914902410 Fax: 916624296  
E-mail: [cgs@cgsondeos.com](mailto:cgs@cgsondeos.com)

AGOSTO DE 2007



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO “**ESTOPIÑÁN**” EN EL  
TÉRMINO MUNICIPAL DE ESTOPIÑÁN (HUESCA)

AGOSTO DE 2007

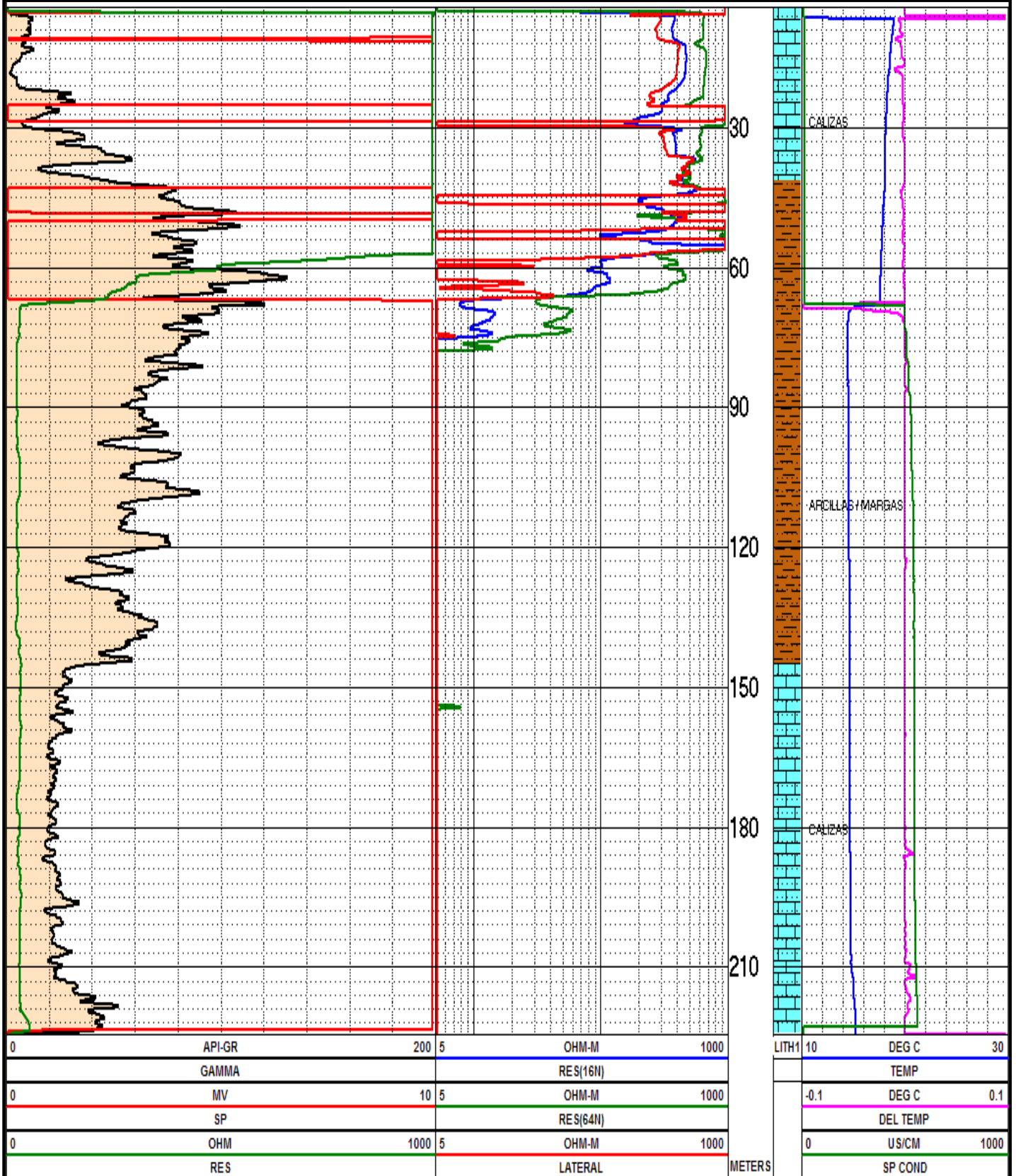


*Situación geográfica del sondeo: **ESTOPIÑÁN***



**DATOS DEL SONDEO: ESTOPIÑÁN**

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0295369
	Y	4650258
	Z	725
PROVINCIA:	HUESCA	
MUNICIPIO:	ESTOPIÑÁN	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	224 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	224 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 221 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	180 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	68 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:	15-08-2007	

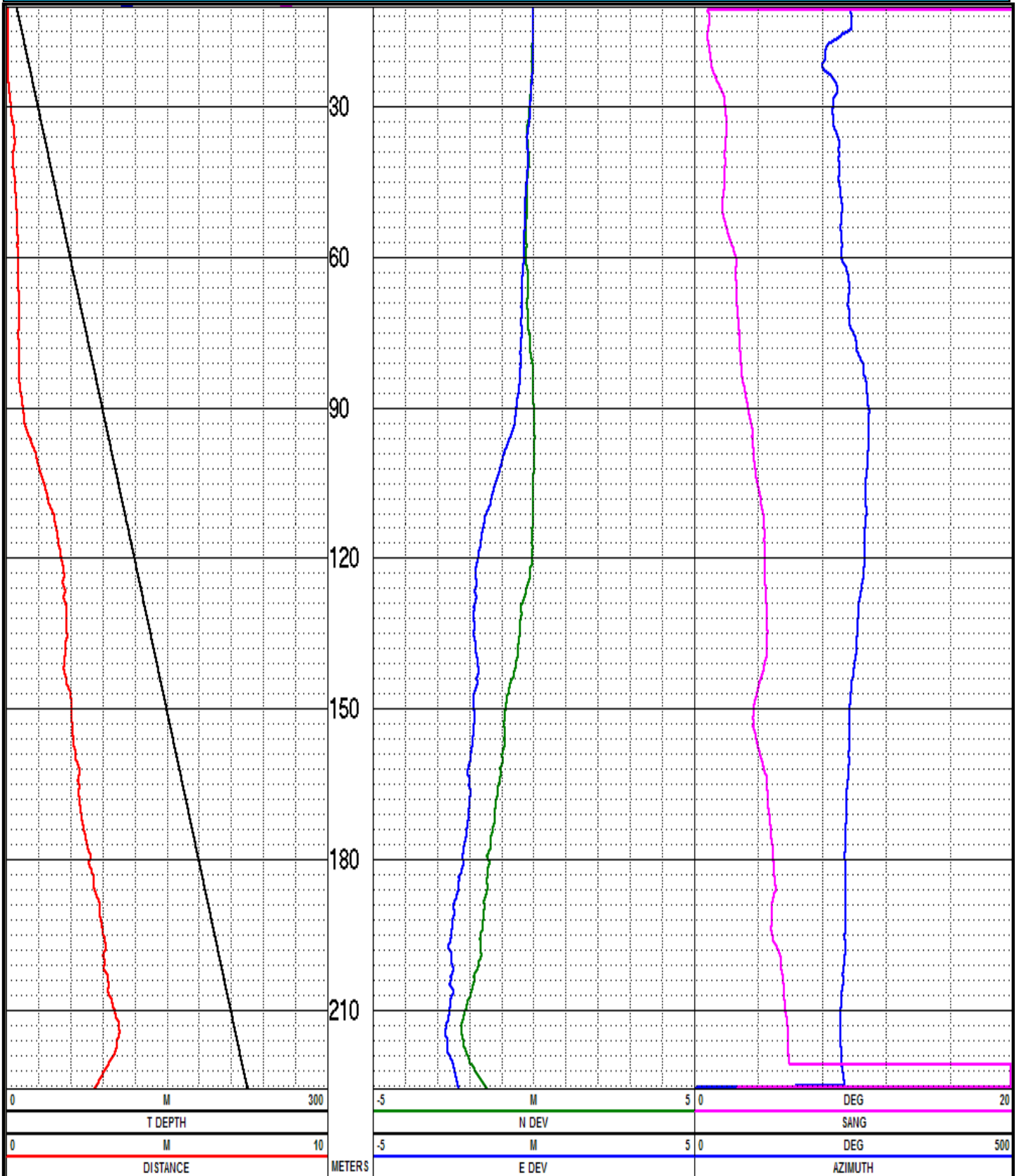


DIAGRAFÍA DE DESVIACIÓN

Fecha: 15-08-2007

Registrado por: R. Goicoechea

Equipo: CENTURY SYSTEM VI





Sondeo: **ESTOPIÑÁN**

GRÁFICA DE DESVIACIÓN

Fecha: 15-08-2007

Registrado por: **R. Goicoechea**

Equipo: *CENTURY SYSTEM VI*

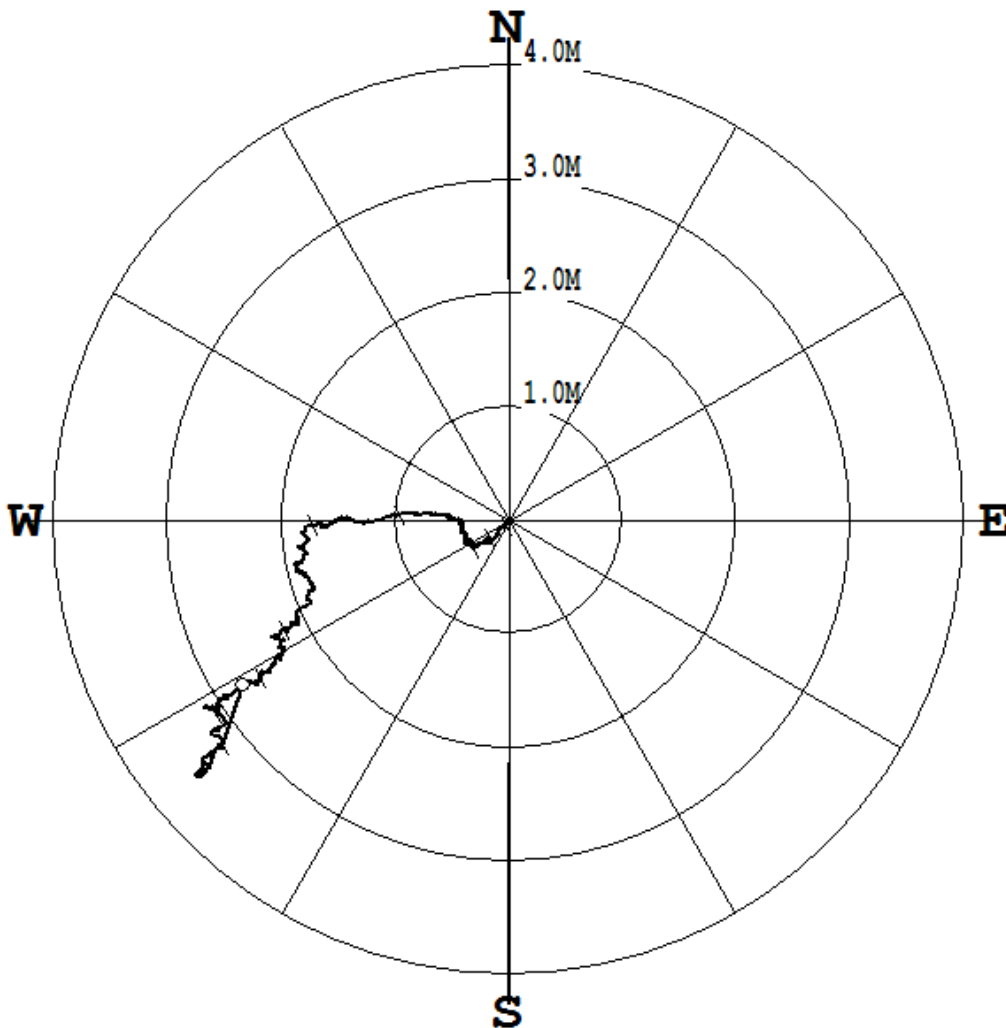
Print

# PLAN VIEW COMPU-LOG DEVIATION

CLIENT: CGS  
LOCATION:  
HOLE ID: ESTOPIÑAN  
DATE OF LOG: 08/15/07  
PROBE: 9055A 83

MAG DECL: 0.0

SCALE: 1 M/CM  
TRUE DEPTH: 225.16 M  
AZIMUTH: 238.1  
DISTANCE: 2.7 M  
+ = 20 M INCR  
○ = BOTTOM OF HOLE



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

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6	6.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
8	8.00	0.00	-0.01	0.00	288	1.20
10	10.00	-0.01	-0.02	0.00	247	1.00
12	12.00	-0.01	-0.02	0.00	248	0.40
14	14.00	-0.01	-0.02	0.00	239	1.50
16	16.00	-0.02	-0.03	0.00	231	1.60
18	18.00	-0.04	-0.02	0.10	208	1.10
20	20.00	-0.05	-0.02	0.10	207	0.50
22	22.00	-0.05	-0.02	0.10	202	0.60
24	24.00	-0.06	-0.04	0.10	213	1.80
26	26.00	-0.07	-0.07	0.10	225	1.90
28	27.99	-0.10	-0.09	0.10	222	1.80
30	29.99	-0.12	-0.10	0.20	219	1.90
32	31.99	-0.15	-0.12	0.20	218	2.10
34	33.99	-0.20	-0.16	0.30	219	2.20
36	35.99	-0.19	-0.19	0.30	226	2.30
38	37.99	-0.18	-0.20	0.30	229	2.00
40	39.99	-0.15	-0.17	0.20	227	1.70
42	41.99	-0.15	-0.18	0.20	229	2.10
44	43.98	-0.19	-0.21	0.30	228	2.10
46	45.98	-0.19	-0.23	0.30	230	2.20
48	47.98	-0.21	-0.25	0.30	231	1.70
50	49.98	-0.20	-0.27	0.30	233	2.20
52	51.98	-0.22	-0.28	0.40	232	1.70
54	53.98	-0.23	-0.27	0.40	230	2.50
56	55.98	-0.22	-0.30	0.40	234	2.70
58	57.98	-0.22	-0.29	0.40	233	2.60
60	59.97	-0.24	-0.31	0.40	232	2.60
62	61.97	-0.20	-0.33	0.40	238	2.60
64	63.97	-0.17	-0.35	0.40	244	2.90
66	65.97	-0.17	-0.36	0.40	244	2.70
68	67.96	-0.19	-0.37	0.40	243	2.50
70	69.96	-0.19	-0.38	0.40	243	2.90
72	71.96	-0.18	-0.38	0.40	245	3.00
74	73.96	-0.17	-0.37	0.40	245	2.70
76	75.95	-0.12	-0.39	0.40	253	2.80
78	77.95	-0.11	-0.40	0.40	255	2.80
80	79.95	-0.06	-0.40	0.40	261	2.90
82	81.95	-0.03	-0.41	0.40	266	3.10
84	83.94	-0.01	-0.41	0.40	269	3.00
86	85.94	0.01	-0.45	0.50	272	3.20
88	87.94	0.03	-0.50	0.50	274	3.10
90	89.93	0.03	-0.54	0.50	274	3.50
92	91.93	0.04	-0.57	0.60	274	3.50
94	93.93	0.06	-0.63	0.60	275	3.90
96	95.92	0.06	-0.74	0.70	275	3.70
98	97.92	0.06	-0.86	0.90	274	4.20
100	99.91	0.05	-0.97	1.00	273	3.80



PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
102	101.91	0.04	-1.04	1.00	273	4.00
104	103.90	0.00	-1.14	1.10	270	4.10
106	105.90	-0.01	-1.24	1.20	270	4.10
108	107.89	-0.03	-1.31	1.30	269	4.40
110	109.89	0.01	-1.41	1.40	271	4.70
112	111.88	0.01	-1.52	1.50	270	4.50
114	113.88	-0.04	-1.57	1.60	269	4.30
116	115.87	-0.06	-1.62	1.60	268	4.70
118	117.86	-0.03	-1.68	1.70	269	4.60
120	119.86	-0.04	-1.73	1.70	269	4.50
122	121.85	-0.10	-1.78	1.80	267	4.80
124	123.85	-0.13	-1.79	1.80	266	4.50
126	125.84	-0.24	-1.81	1.80	263	4.70
128	127.83	-0.30	-1.79	1.80	261	4.40
130	129.83	-0.38	-1.85	1.90	258	4.60
132	131.82	-0.41	-1.86	1.90	258	4.70
134	133.81	-0.43	-1.84	1.90	257	4.80
136	135.81	-0.46	-1.82	1.90	256	4.60
138	137.80	-0.48	-1.79	1.90	255	4.50
140	139.79	-0.51	-1.75	1.80	254	4.50
142	141.79	-0.58	-1.71	1.80	251	5.00
144	143.78	-0.68	-1.76	1.90	249	5.60
146	145.78	-0.76	-1.80	2.00	247	4.20
148	147.77	-0.82	-1.86	2.00	246	3.80
150	149.77	-0.88	-1.85	2.00	245	3.10
152	151.76	-0.90	-1.84	2.00	244	4.50
154	153.76	-0.90	-1.87	2.10	244	3.80
156	155.75	-0.90	-1.90	2.10	245	4.10
158	157.75	-0.95	-1.92	2.10	244	3.60
160	159.74	-0.95	-1.96	2.20	244	4.40
162	161.74	-1.03	-2.04	2.30	243	4.40
164	163.73	-1.06	-1.97	2.20	242	4.60
166	165.72	-1.12	-1.96	2.30	240	4.40
168	167.72	-1.16	-1.98	2.30	240	5.00
170	169.71	-1.21	-2.01	2.30	239	4.70
172	171.70	-1.21	-2.03	2.40	239	4.70
174	173.70	-1.26	-2.08	2.40	239	4.90
176	175.69	-1.33	-2.11	2.50	238	4.90
178	177.68	-1.37	-2.17	2.60	238	5.00
180	179.67	-1.41	-2.19	2.60	237	4.80
182	181.67	-1.43	-2.24	2.70	237	5.10
184	183.66	-1.45	-2.31	2.70	238	5.00
186	185.65	-1.44	-2.35	2.80	239	5.50
188	187.64	-1.54	-2.44	2.90	238	5.60
190	189.63	-1.55	-2.46	2.90	238	5.20
192	191.63	-1.57	-2.51	3.00	238	4.40
194	193.62	-1.62	-2.54	3.00	238	4.80
196	195.61	-1.66	-2.58	3.10	237	5.00
198	197.61	-1.65	-2.60	3.10	238	5.30
200	199.60	-1.71	-2.56	3.10	236	5.90

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
202	201.59	-1.80	-2.49	3.10	234	6.00
204	203.58	-1.83	-2.58	3.20	235	5.80
206	205.57	-1.93	-2.50	3.20	232	5.50
208	207.56	-2.04	-2.59	3.30	232	5.60
210	209.55	-2.15	-2.63	3.40	231	6.10
212	211.54	-2.22	-2.68	3.50	230	6.00
214	213.53	-2.25	-2.72	3.50	230	5.80
216	215.52	-2.19	-2.66	3.40	231	6.60
218	217.50	-2.10	-2.68	3.40	232	6.00
220	219.49	-2.00	-2.53	3.20	232	6.00
222	221.48	-1.81	-2.45	3.10	234	6.00
224	223.47	-1.62	-2.39	2.90	236	6.00

## **RESULTADOS OBTENIDOS**

### LITOLOGÍA

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

### NIVEL FREÁTICO

El nivel freático del sondeo en el momento de efectuar la testificación se encontraba a los 68 metros.

### APORTES DE AGUA

Al encontrarse el sondeo entubado, en el momento de efectuar la testificación, la respuesta de la sonda 8044 (hidrogeológica) no ha sido la adecuada para determinar los aportes de agua, ya que únicamente se han registrado correctamente los parámetros de Gamma Natural, Temperatura y Conductividad, insuficientes para este fin. Los parámetros de Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral y Potencial Espontáneo, imprescindibles para determinar aportes de agua al sondeo, no se pueden registrar en sondeos entubados.

## DESVIACIÓN

De la misma manera que los parámetros eléctricos de la sonda hidrogeológica no se registran en sondeos entubados, la sonda de desviación, en sondeos entubados con tubería metálica, no registra correctamente la desviación aunque si la inclinación. No obstante presentamos todos los parámetros en este informe como una aproximación a la realidad. Dicho esto, de la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación) que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- La distancia de máxima desviación estimada con respecto a la vertical, a los 214 metros de profundidad, ha sido de 3,50 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada, estimada, de 260°.
- El sondeo presenta una inclinación que va desde 1° al comienzo y 6° al final.



Fdo: José Luengo  
Geofísico

COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS, S.A.  
Alcobendas, 15 de agosto de 2007



# ANEJO 4

## INFORME DE ENTUBACIÓN

### **Informe de entubación**

Realizado el diseño de la entubación a partir de la columna levantada durante la perforación del sondeo y los aportes observados, se realiza la operación de entubado entre las 18:00 h del 13/08/07 y las 13:45 h del 14/08/07 cuyo resultado se recoge en las siguientes tablas:



**Detalle orejetas abiertas**



**Cablestante elevando un tramo de tubería ciega**



**Soldando dos tramos de tubería**



**Soldadura entre tuberías ciegas**



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

### Diseño entubación sondeo Estopiñán

REVESTIMIENTO				
TRAMO (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-8	300	5	Acero	Ciega
0-123	180	4	Acero	ciega
123-129	180	4	Acero	filtro
129-141	180	4	Acero	Ciega
141-147	180	4	Acero	filtro
147-159	180	4	Acero	Ciega
159-165	180	4	Acero	filtro
165-177	180	4	Acero	Ciega
177-183	180	4	Acero	filtro
183-195	180	4	Acero	Ciega
195-210	180	4	Acero	filtro
210-216	180	4	Acero	Ciega
216-222	180	4	Acero	filtro

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

Soldadura practicada por sistema MIG automatizado con hilo y Argón.

RESUMEN UNIDADES (m)	
Diámetro 300 mm tubería ciega	8
Diámetro 180 mm tubería ciega	177
Diámetro 180 mm tubería ciega ranurada	45

### INCIDENCIAS

A las 18:00 del 13/08/07, cuando se llevaban introducidos 8 m de tubería se detecta un atranque debido a una roca caliza que impide la introducción de la tubería, extrayéndose tanto la tubería como la maniobra con el tallante de 165 mm.

A las 20:00 h, la obstrucción ha sido eliminada y se comienzan a introducir de nuevo los tubos.

El entubado concluye a las 13:45 del 14/08/07 con 222 m de tubería colocados, quedando ésta colgada 2 metros del fondo de la perforación.

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 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> 26-27/09/07		<b>Nº pág:</b>
<b>Nº SONDEO:</b>	<b>POBLACIÓN:</b> Estopiñán del Castillo	<b>PROFUNDIDAD:</b> 224 m
<b>HORAS DE BOMBEO:</b> 24 h	<b>HORAS DE RECUPERACIÓN:</b> 4,5 h en total (1 h con el equipo introducido y 3,5 h con sonda manual)	

### **Ensayo de bombeo del sondeo en Estopiñán del Castillo**

A las 9:00 h, contratista y asistencia técnica visitan el sondeo de abastecimiento de la localidad de Estopiñán con la intención de utilizarlo como piezómetro durante el ensayo de bombeo que se pretende realizar en el sondeo practicado en dicha localidad con motivo de la segunda fase de la red de piezometría de la cuenca del Ebro.

Pero contrariamente a los ruegos realizados al Ayto., el sondeo se encontraba bombeando, (se pidió que llenasen el depósito al menos con un día de antelación) por lo que inmediatamente rogamos por favor que lo detuvieran siempre que tuviesen agua suficiente para pasar las próximas 30 horas.

Se detuvo el bombeo a las 9:10 h, pero las medidas realizadas antes y durante el aforo, indicaron que el sondeo de abastecimiento se encontraba aún recuperando, por lo que no pudo ser utilizado como piezómetro.

También se controló un sondeo particular con coordenadas: X: 296404 Y: 4650897 Z: 673, situado a unos 1000 m del pozo aforado, no registrando afección alguna, por lo que es muy probable que el sondeo de abastecimiento de la localidad, situado al doble de distancia ( 2000 m ) no hubiese sido tampoco afectado.



El ensayo de bombeo comienza el 26 de septiembre de 2007 a las 12:40 h. Lo realiza la empresa Boins, S.L. de Hellín (Albacete), con un equipo formado por grupo Fiat Alfo 250 KVA y 400 CV de potencia, alternador Mecc Alte, tubería de impulsión de 70 mm de diámetro interior y 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 87,83 m y la profundidad de la bomba de aspiración 168 m.

El agua bombeada es extraída a la parcela limítrofe en la que no hay nada cultivado (con el consentimiento previo del propietario).

Se realizó un único escalón según la tabla adjunta:

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	1440	11	37,61

Dado que el caudal estimado durante la perforación para este sondeo es elevado, D. Antonio Azcón (IGME Zaragoza) que hoy se encuentra en el emplazamiento, propone comenzar con un caudal que éste prácticamente en el límite de lo que puede extraer el equipo de impulsión (para este sondeo y dada la profundidad de la bomba se podrán sacar unos 13-14 litros como máximo), de manera que se comienza con un primer escalón de 11 l/s.

Este caudal al no estabilizarse, se mantuvo durante las 24 horas del ensayo con un descenso acumulado de 37,61 m.

El agua en ningún momento del bombeo llegó a salir clara (turbia color marrón).

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)
11	3	7,14	625	14
11	440	7,08	657	14,3
11	1320	7,09	664	14,5

A las 12:40 h, comienza a medirse recuperación desde 121,48 m de profundidad.

Hasta las 13:40 h del 27 de septiembre, el nivel pasa a 91,01 m.

Una vez extraída la bomba de impulsión (15:40 h del 27 de septiembre), se mide recuperación con sonda manual durante 1,5 h, situándose éste finalmente en 88,83 m.



**Vista del emplazamiento**



**Introduciendo la bomba**



**Elevando un tramo de tubería para ser introducida**



Primer escalón, 11 l/s, al fondo se ve la manguera flexible dirigiendo el agua a la parcela aledaña



Últimos minutos del ensayo (agua aún turbia)

**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad Estopiñán  
 N° Registro IPA  
 Profundidad Sondeo 224 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X 295369 296404  
 Y 4650258 4650897  
 Z 741 673

Fecha Ensayo 26-27 de septiembre de 2007  
 Nivel estático inicial 83,87 m  
 Profund. Aspiración 168 m  
 Bomba Grundfos modelo SP-45-31  
 Grupo FIAT ALFO 250KVA 400CV  
 Alternador MECC ALTE

Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m  
 Distancia 1216 m  
 Dirección (norte) 58 °E

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Parcial	Total
1	11	1440	1440	37,61	37,61

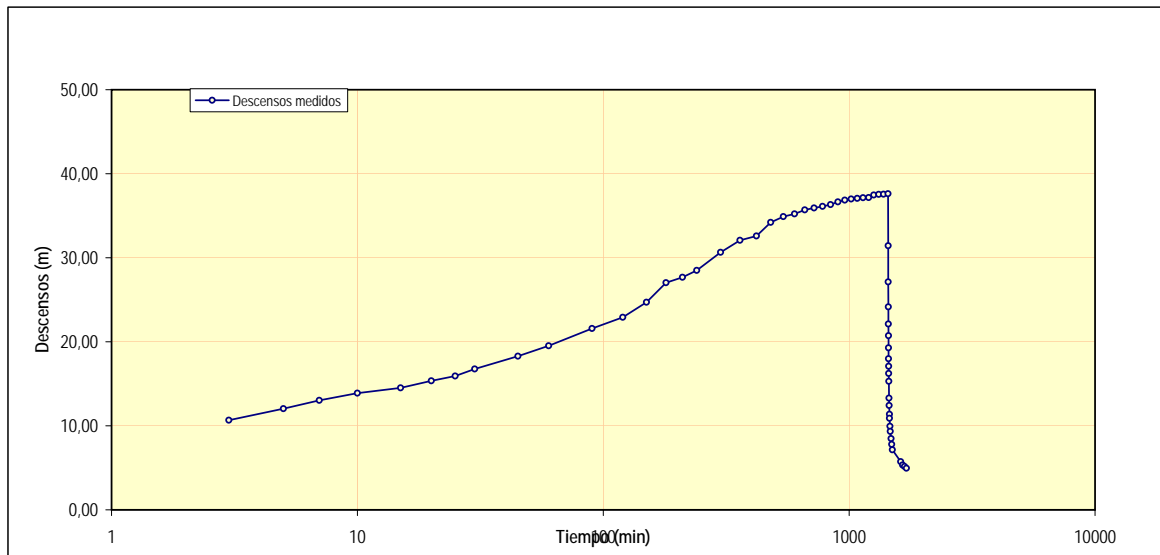
**Síntesis litológica**

De 0 a 35 m, calizas blanquecinas bioclásticas.  
 De 35 a 37 m, arcillas rojizas.  
 De 37 a 45 m, arcillas rojas y margas gris-verdosas.  
 De 45 a 51 m, margas gris-verdosas.  
 De 51 a 54 m, arenas finas amarillentas y grises.  
 De 54 a 55 m, arcillas rojizas y margas grises.  
 De 55 a 66 m, margas gris-verdosas algo arenosas.  
 De 66 a 77 m, margas gris verdosas.  
 De 77 a 85 m, margo-caliza gris.  
 De 85 a 91 m, arenisca de grano medio-grueso.  
 De 91 a 96 m, arenas y margas grises.  
 De 96 a 99 m, caliza margosa gris y algo de arcilla rojiza.  
 De 99 a 101 m, arenisca de grano medio.  
 De 101 a 106 m, caliza gris oscuro.  
 De 106 a 113 m, margo caliza gris y algo de arcilla rojiza.  
 De 113 a 119 m, marga gris y areniscas de grano fino.  
 De 119 a 132 m, caliza marrón amarillento bioclástica (probablemente posee rudistas), marga gris y algo de arcillas rojizas.  
 De 132 a 161 m, caliza gris oscuro, caliza marrón bioclástica, marga gris y algo de arcilla rojiza.  
 De 161 a 169 m, Caliza marrón bioclástica (probablemente posee rudistas) y marga gris.  
 De 178 a 224 m, caliza marrón claro bioclástica.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-8 m	f 324 mm	0-8 m	f 300 mm	123-129 m	4 mm
0-224 m	f 220 mm	0-222 m	f 180 mm	141-147 m	4 mm
				159-165 m	4 mm
				177-183 m	4 mm
				195-210 m	4 mm
				216-222 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)		
26-sep-07	12:40	0	0	83,87					
26-sep-07	12:41	1	1					11	Agua turbia (anaranjada)
26-sep-07	12:43	3	3	94,54	10,67			11	pH: 7,14 T°: 14°C Cond: 625 µS/cm
26-sep-07	12:45	5	5	95,91	12,04			11	
26-sep-07	12:47	7	7	96,90	13,03			11	
26-sep-07	12:50	10	10	97,75	13,88			11	
26-sep-07	12:55	15	15	98,38	14,51			11	
26-sep-07	13:00	20	20	99,22	15,35			11	
26-sep-07	13:05	25	25	99,79	15,92			11	
26-sep-07	13:10	30	30	100,63	16,76			11	
26-sep-07	13:25	45	45	102,16	18,29			11	
26-sep-07	13:40	60	60	103,39	19,52			11	
26-sep-07	14:10	90	90	105,45	21,58			11	
26-sep-07	14:40	120	120	106,78	22,91			11	
26-sep-07	15:10	150	150	108,58	24,71			11	
26-sep-07	15:40	180	180	110,90	27,03			11	
26-sep-07	16:10	210	210	111,55	27,68			11	
26-sep-07	16:40	240	240	112,36	28,49			11	
26-sep-07	17:40	300	300	114,51	30,64			11	
26-sep-07	18:40	360	360	115,95	32,08			11	
26-sep-07	19:40	420	420	116,46	32,59			11	pH: 7,08 T°: 14,3°C Cond: 657 µS/cm
26-sep-07	20:40	480	480	118,08	34,21			11	
26-sep-07	21:40	540	540	118,76	34,89			11	
26-sep-07	22:40	600	600	119,08	35,21			11	
26-sep-07	23:40	660	660	119,56	35,69			11	
27-sep-07	0:40	720	720	119,80	35,93			11	
27-sep-07	1:40	780	780	119,98	36,11			11	
27-sep-07	2:40	840	840	120,20	36,33			11	
27-sep-07	3:40	900	900	120,51	36,64			11	
27-sep-07	4:40	960	960	120,72	36,85			11	
27-sep-07	5:40	1020	1020	120,87	37,00			11	
27-sep-07	6:40	1080	1080	120,94	37,07			11	
27-sep-07	7:40	1140	1140	121,02	37,15			11	
27-sep-07	8:40	1200	1200	121,04	37,17			11	
27-sep-07	9:40	1260	1260	121,34	37,47			11	

27-sep-07	10:40	1320	1320	121,41	37,54	11	pH:7,09 T <sup>a</sup> :14,5°C cond:664 μS/cm
27-sep-07	11:40	1380	1380	121,43	37,56	11	
27-sep-07	12:40	1440	1440	121,48	37,61	11	Se toma muestra de agua para laboratorio
27-sep-07	12:41	1	1441	115,30	31,43	0	RECUPERACIÓN
27-sep-07	12:42	2	1442	111,00	27,13	0	
27-sep-07	12:43	3	1443	108,03	24,16	0	
27-sep-07	12:44	4	1444	105,98	22,11	0	
27-sep-07	12:45	5	1445	104,60	20,73	0	
27-sep-07	12:46	6	1446	103,14	19,27	0	
27-sep-07	12:47	7	1447	101,86	17,99	0	
27-sep-07	12:48	8	1448	100,96	17,09	0	
27-sep-07	12:49	9	1449	100,10	16,23	0	
27-sep-07	12:50	10	1450	99,17	15,30	0	
27-sep-07	12:53	13	1453	97,16	13,29	0	
27-sep-07	12:55	15	1455	96,28	12,41	0	
27-sep-07	12:58	18	1458	95,25	11,38	0	
27-sep-07	13:00	20	1460	94,76	10,89	0	
27-sep-07	13:05	25	1465	93,82	9,95	0	
27-sep-07	13:10	30	1470	93,20	9,33	0	
27-sep-07	13:20	40	1480	92,34	8,47	0	
27-sep-07	13:30	50	1490	91,66	7,79	0	
27-sep-07	13:40	60	1500	91,01	7,14	0	
27-sep-07	15:40	180	1620	89,60	5,73	0	Medidas con sonda manual
27-sep-07	16:10	210	1650	89,21	5,34	0	
27-sep-07	16:40	240	1680	89,03	5,16	0	
27-sep-07	17:10	270	1710	88,83	4,96	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 000007209**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

ESTOPIÑAN PERF.

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000006858**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha recepción: **17/08/2007**

Inicio análisis: **17/08/2007**

Fin análisis: **23/08/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,96 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	259,56 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	62,91 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	6,40 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	490 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,18 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	10,42 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	11,84 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,36 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,57 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	3,58 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	19,73 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.

**28 de agosto 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	6,40	0,18	3,58
SULFATOS	19,73	0,41	8,16
BICARBONATOS	259,56	4,25	84,47
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	11,84	0,19	3,79
SODIO	3,58	0,16	3,71
MAGNESIO	10,42	0,86	20,45
CALCIO	62,91	3,14	74,88
POTASIO	1,57	0,04	0,96

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	385,16 mg/l
CO2 libre	18,03 mg/l
Dureza total	20,00 °Francés
Dureza total	200,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	212,88 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	212,88 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,14
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,05
$rNa/rK$	3,88
$rNa/rCa$	0,05
$rCa/rMg$	3,66
$rCl/rHCO_3$	0,04
$rSO_4/rCl$	2,28
$rMg/rCa$	0,27
i.c.b.	-0,09
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 6858



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000008410**

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

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000008089

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 26/09/2007

Fecha recepción: 17/10/2007

Inicio análisis: 17/10/2007

Fin análisis: 22/10/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	9,15 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	377,10 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,17 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	114,94 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	5,78 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	548 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,08 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 flama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	2,43 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en flama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	7,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,27 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,60 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en flama (PIE-NaKA)
*SODIO	3,49 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en flama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	24,90 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.

29 de octubre de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
L.cda. 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	5,78	0,16	2,34
SULFATOS	24,90	0,52	7,43
BICARBONATOS	377,10	6,18	88,61
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	7,00	0,11	1,62
SODIO	3,49	0,15	2,48
MAGNESIO	2,43	0,20	3,26
CALCIO	114,94	5,74	93,59
POTASIO	1,60	0,04	0,67

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	546,67 mg/l
CO2 libre	32,22 mg/l
Dureza total	29,70 °Francés
Dureza total	297,01 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	309,28 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	309,28 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,11
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,03
$rNa/rK$	3,71
$rNa/rCa$	0,03
$rCa/rMg$	28,68
$rCl/rHCO_3$	0,03
$rSO_4/rCl$	3,18
$rMg/rCa$	0,03
i.c.b.	-0,18
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 8089

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000008426

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

**ESTOPIÑAN DEL CASTILLO PROYECTO SONDEO CHEBRO 2ª F. REFERENCIA EP063119**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000008092**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **27/09/2007**

Fecha recepción: **17/10/2007**

Inicio análisis: **17/10/2007**

Fin análisis: **22/10/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	9,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	417,51 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,10 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	118,15 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	8,67 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	580 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,15 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	5,83 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	11,31 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,17 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,98 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,83 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	15,41 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.*

**29 de octubre 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		Chumperi			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.304.007	
CÓDIGO IPA		3213-1-0052	Nº MTN 1:50.000	327	MUNICIPIO	Estopiñán	PROVINCIA	Huesca
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		041/ Litera Alta						
U. HIDROGEOLÓGICA		304/ LITERA ALTA						
ACUÍFERO(S)		30402/ Cretácico Superior - Calizas micríticas, calizas tableadas y brechas						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	295369	DATOS OBTENIDOS DE:	Gís-oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	Brocal		
	Y	4650258						
COTA DEL SUELO msnm	Z	741	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25.000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0		
POLÍGONO		11			PARCELA		106	
TITULARIDAD DEL TERRENO		D. Agustín Larrégola Quintilla						
PERSONA DE CONTACTO		D. Agustín Larrégola Quintilla. Tf: 974 433 180						
ACCESO								

## CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

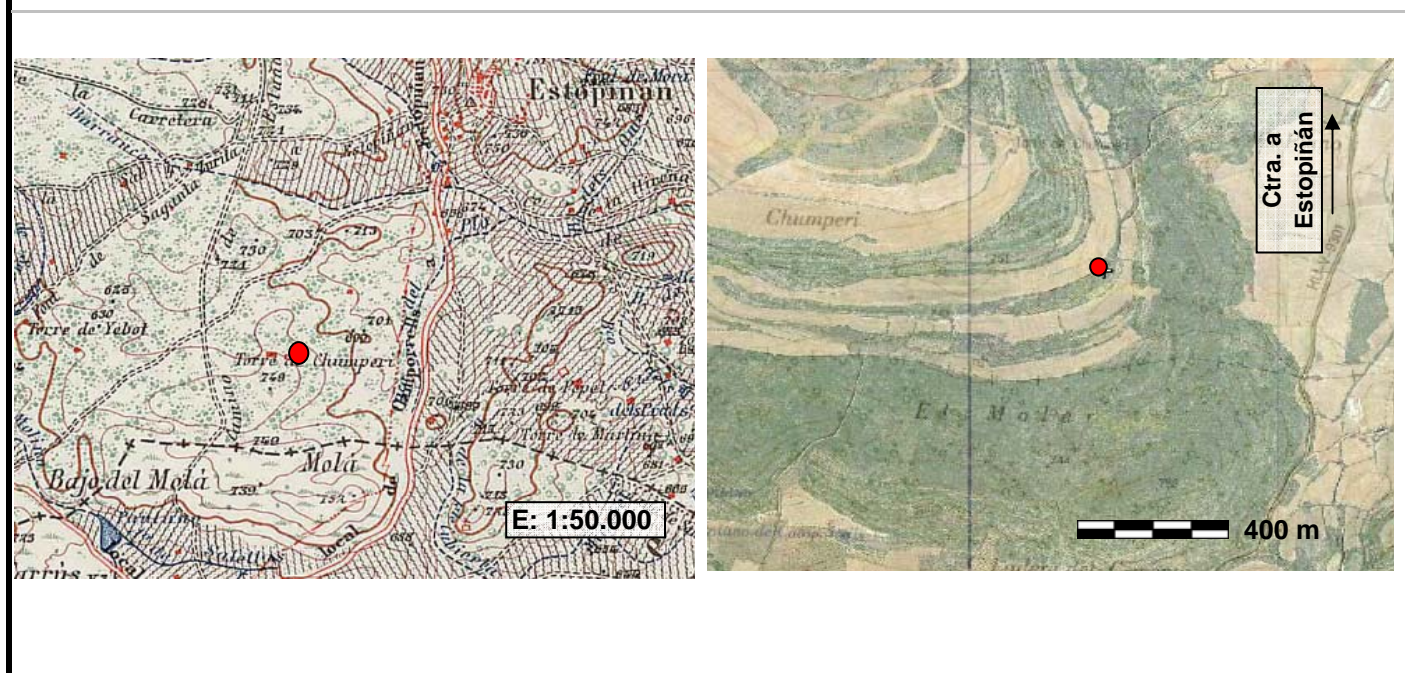
METODO	RotoperCUSión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				224		EMPAQUE		no	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	8	324	0	8	300	Metálica	123	129	Puentecillo	0	2		
8	224	220	0	222	180	Metálica	141	147	Puentecillo	6	8		
							159	165	Puentecillo				
							177	183	Puentecillo				
							195	210	Puentecillo				
							216	222	Puentecillo				

## HISTORIA

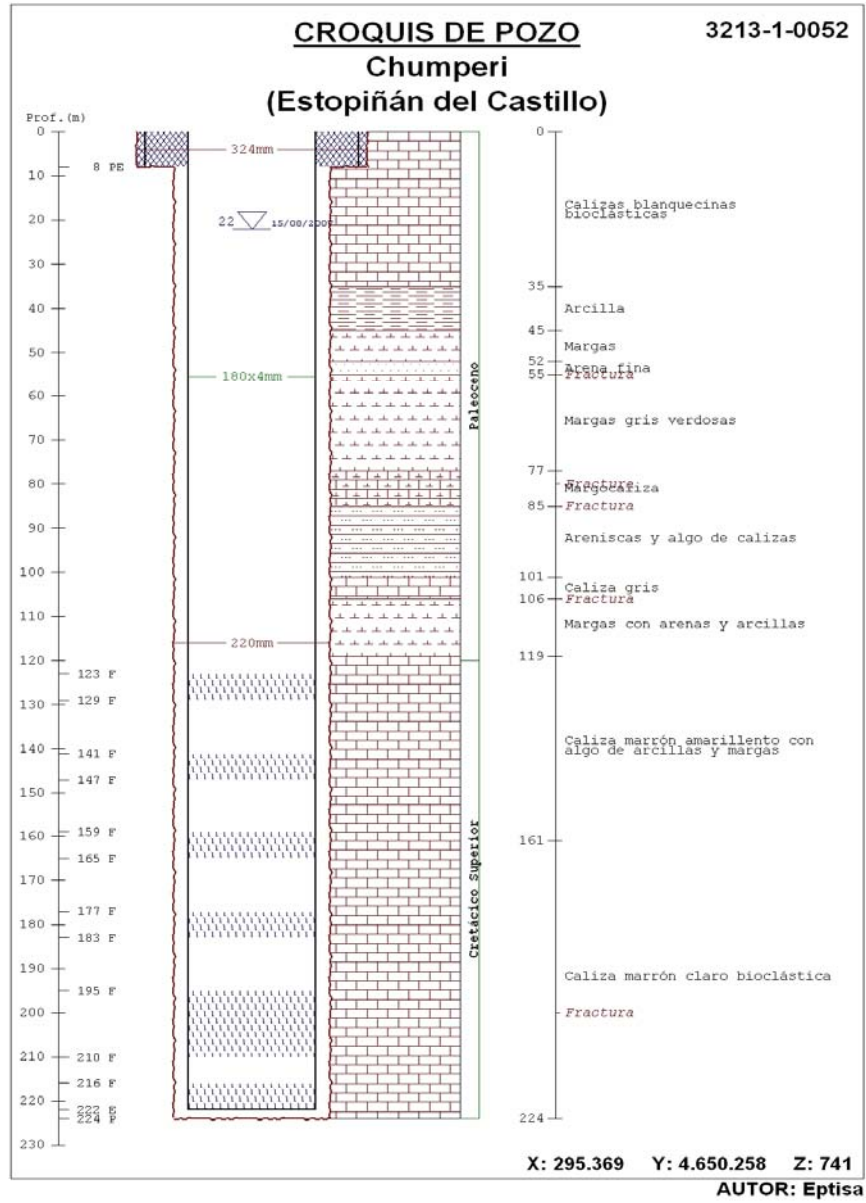
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

## LOCALIZACIÓN

### UBICACIÓN DEL SONDEO



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

