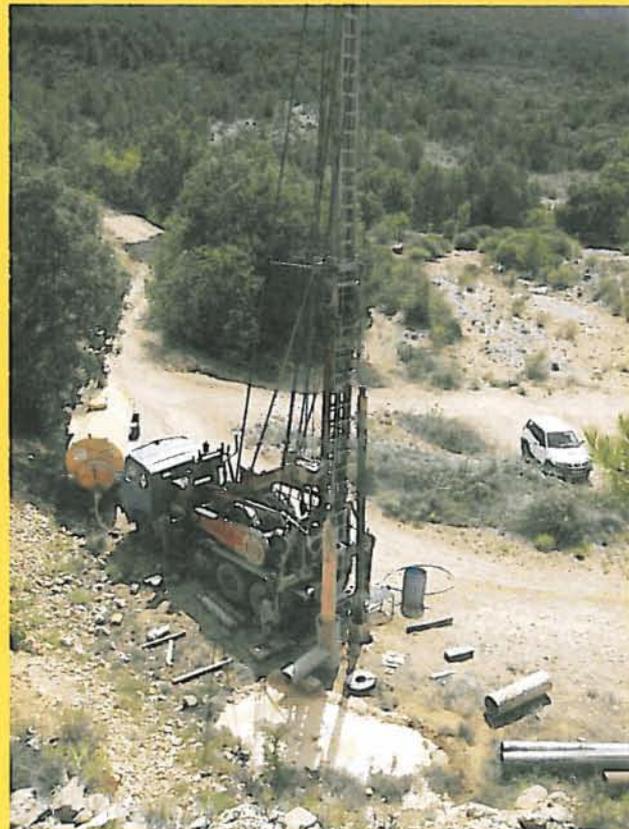


*Proyecto de Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Ebro*

## **INFORME PIEZÓMETRO DE LLIMIANA: 09.303.07**



## **ÍNDICE**

### **1. INTRODUCCIÓN**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

### **9. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **11. HIDROQUÍMICA**

### **12. CONCLUSIONES**

## **ANEJOS**

**ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

**ANEJO N° 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO**

**ANEJO N° 3: GEOFÍSICA**

**ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO N° 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO N° 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras incluye las siguientes tareas:

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

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Sondeo ubicado en la zona sur de la Cuenca de Tremp. Geológicamente se encuentra en la lámina del Montsec de la Unidad Prepirenaica Central, formada fundamentalmente por materiales del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior, cubiertos de forma discordante por las molasas del Oligoceno. Esta lámina posee una estructura más definida por un amplio y laxo sinclinal E-O en el que se ha excavado la Cuenca de Tremp.

La cuenca de Tremp constituye un área hidrogeológica significada y conocida por la explotación a que se ha sometido, generalmente dirigida por organismos oficiales y destinada al abastecimiento urbano. Muchas de las captaciones son surgentes y los caudales óptimos de explotación varían entre 5 y 30 l/s. Está constituida por un acuífero profundo del Cretácico superior confinado por la formación Tremp. Esta formación, de carácter poco permeable, posee cuerpos intercalados de arenisca y calizas, a veces con niveles de lignitos, con propiedades hidráulicas más favorables a la explotación, intercalados en una serie fundamentalmente arcillosas y con niveles evaporíticos en los términos superiores de la serie. De hecho, buena parte de

los pozos existentes en la cuenca disponen de tramos ranurados en los niveles calcáreos o arenosos de esta formación y que son responsables de la presencia local de facies sulfatadas. Se puede concebir el sistema como un acuífero multicapa, con un acuífero inferior confinado y un acuitardo por encima de él que permite una lenta transferencia vertical de los recursos de aquél.

Las areniscas de Areny constituyen un acuífero permeable por fisuración y carstificación que, allí donde éstas están más desarrolladas puede adquirir un comportamiento de tipo difuso.

El pozo está emboquillado sobre los conglomerados, areniscas y arcillas de la Formación Tremp en Facies Garum del Paleoceno y con tramos carbonosos para alcanzar las areniscas de Areny del Cretácico superior que constituyen el acuífero 38.04 Maestrichtiense. Se encuentra en la zona de tránsito hacia la descarga que tendrá lugar en el Noguera Pallaresa.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a unos 3 km al SE del municipio de Llimiana, en el barranco de Barcedona.

A este emplazamiento se accede desde la LV-9121, dirección Llimiana. Se toma el primer camino a la derecha después de cruzar el riu Barcedana. A continuación se toma el primer camino a la izquierda. Se avanzan 2,5 km por este camino, que va paralelo al barranco. El sondeo se ubica en un sobrancho al otro lado del barranco.

Las coordenadas exactas del punto son:

X= 825.103      Y=4.663.400      Z= 460 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Llimiana

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

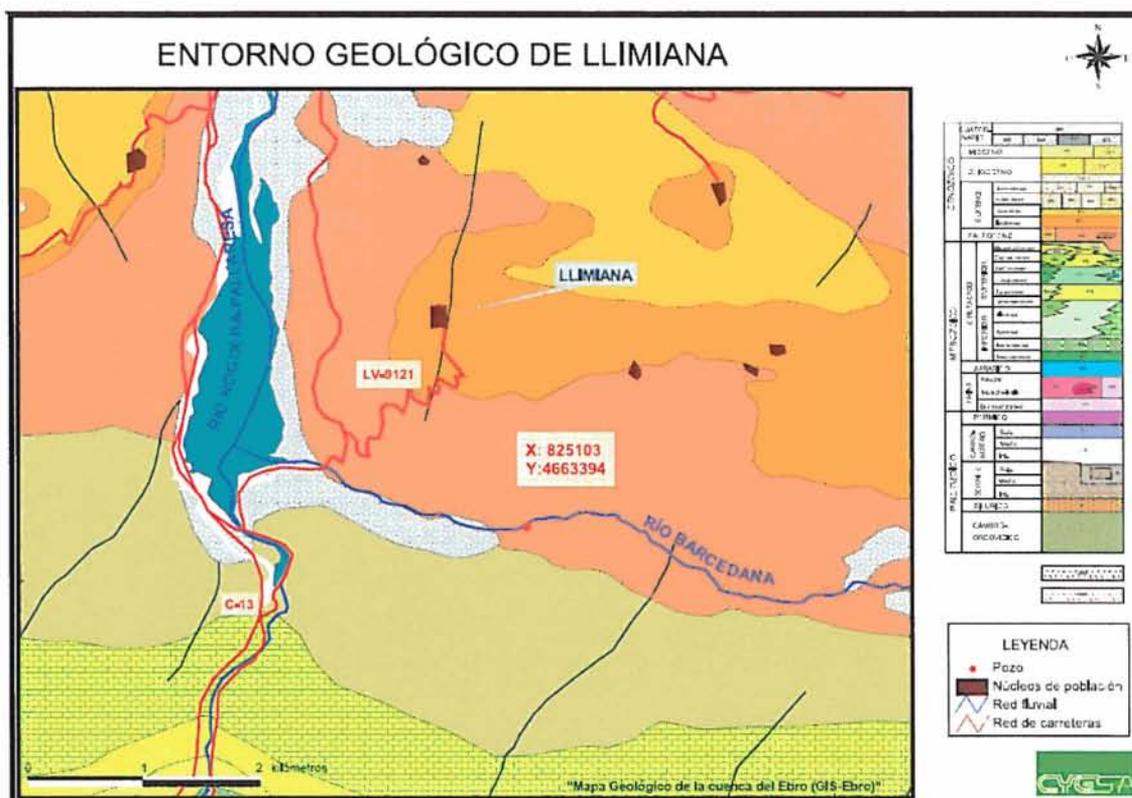


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Llimiana

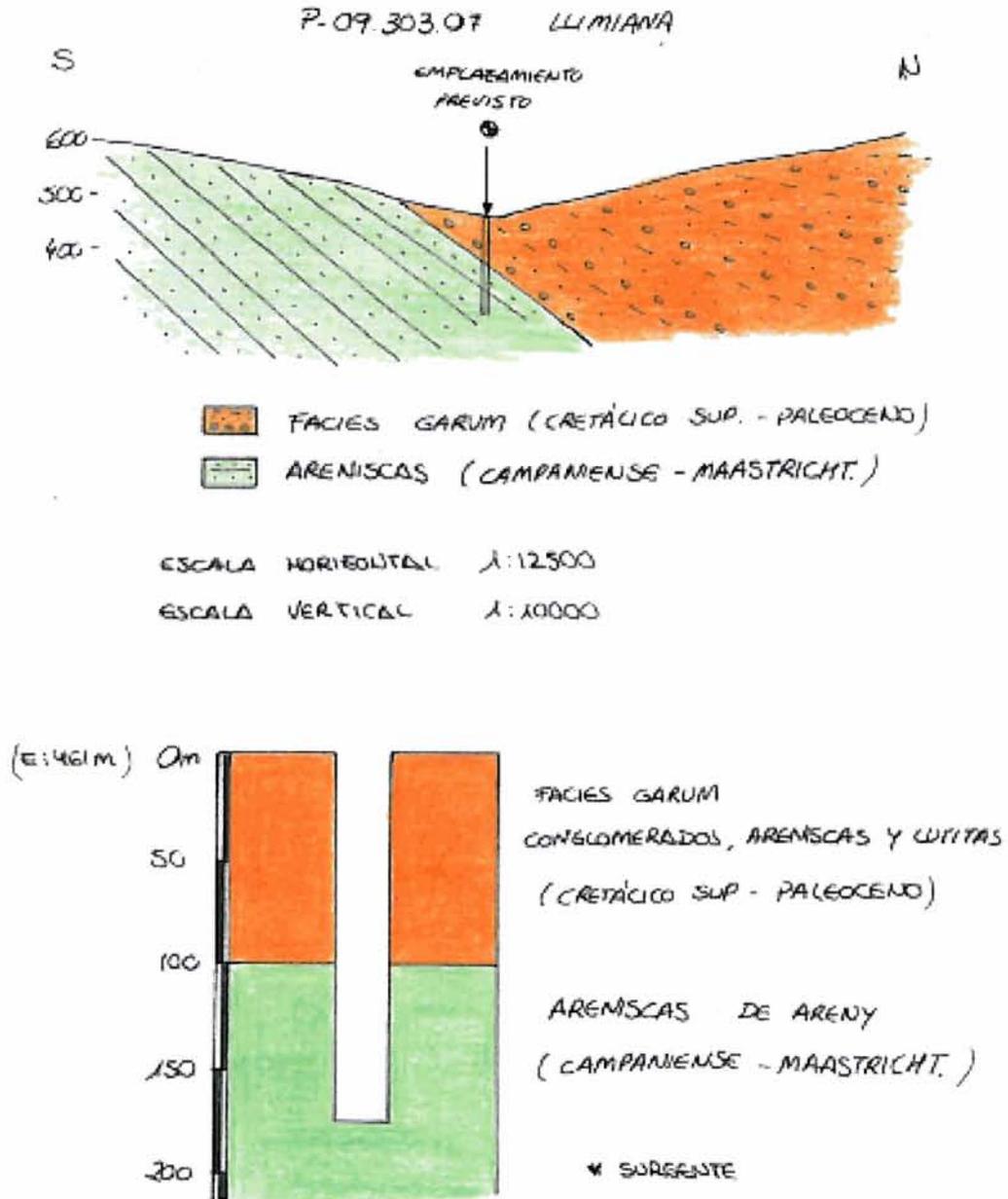


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Llimiana

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 3 "Dominio Pirenaico del Sinclinal de Tremp". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frentes de la Unidad Surpirenaica Central y Pedraforca), por el río efluente Cinca al oeste y por el límite de los afloramientos permeables por el norte viniendo a coincidir con el de cuenca. Es la unidad que alberga grandes mantos tectónicos. Topográficamente se corresponde con las sierras de Cotiella, Turbón, Cadí, Boumort, Carrodilla, Montsec. Los acuíferos más significativos de la zona se instalan en calizas del cretácico superior y del Eoceno, también en formaciones detríticas (Areniscas de Areny). Para el ITGE se trataba del Sistema Acuífero 68 (Sinclinal de Tremp y calizas eocenas y cretácicas).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 303 "Tremp - Isona", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.038 también denominada "Tremp - Isona", y el acuífero a controlar son las areniscas de Areny, del Cretácico Superior (Maastrichtiense).

El acuífero cretácico de la masa de agua 090.038 es un acuífero detrítico predominantemente libre. Esta masa comprende los mantos del Montsec y de Bóixols. El primero presenta una estructura simple formada por un amplio sinclinatorio, cuyo límite N está definido en cabalgamiento de Bóixols y el límite sur por el cabalgamiento del Montsec. El segundo ofrece una disposición en grandes pliegues, el anticlinal de Boumort al N, el sinclinal de Carreu en el sector central y el anticlinal de Sant Cornelí al S. El cabalgamiento de Bóixols actúa de límite meridional y el retrocabalgamiento de Morrenes el septentrional. Estos mantos están constituidos por una serie mesozoica, principalmente carbonatada, con una potencia entre 3.000 y 5.000 m. Está formada por carbonatos Portlandiense-Barremiense (1.900 m), calizas del Cenomaniense-Santoniense (potencia variable), calizas bioclásticas del Campaniense (400-500 m) y areniscas de Areny del Maastrichtiense (700-2.000 m). Entre ambos

mantos aparecen importantes depósitos sinorogénicos de conglomerados del Eoceno superior-Oligoceno. Los depósitos cuaternarios están constituidos por gravas, arenas y travertinos. La recarga se efectúa, mayoritariamente, por infiltración directa del agua de lluvia sobre la superficie aflorante de los materiales permeables. La descarga natural se realiza a través de manantiales y hacia la red hidrográfica.

El piezómetro se encuentra emboquillado en las Facies Garum. Debajo, discordantes, aparecen las Areniscas de Areny, acuífero a controlar, que presentan un fuerte buzamiento hacia el norte.

(Entorno geológico y corte geológico y columna prevista pueden consultarse en figuras 2 y 3 respectivamente.)

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSIÓN neumática a circulación directa SEGOQUI-1900 sobre camión y un grupo, compresor INGERSOLL – RAND.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

El emboquille se comenzó a perforar, con el método de percusión, el 14 de agosto de 2006 y se terminó el 15 de agosto de 2006. El resto del sondeo se perforó a rotoperCUSIÓN. La perforación comenzó el 3 de noviembre de 2006 a las 10:00 horas y terminó el 7 de noviembre de 2006 a las 17:00 horas. La profundidad total alcanzada son 172 metros.

Se realizó un emboquille de 24 m de profundidad de 450 mm de diámetro, de los que se entubaron 20 metros con tubería metálica ciega de 400 mm de diámetro y 8 mm de espesor.

Desde los 24 metros hasta los 112 metros 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. Como no había fraguado el hormigón del emboquille, al comenzar la perforación a rotoperCUSIÓN se colocaron 3 metros de tubería ciega de 250 mm de diámetro como emboquille.

De los 112 metros hasta los 172 metros se perforó con el martillo de 165 mm de diámetro y se dejó sin entubar. El rendimiento de la perforación fue de unos 20 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

## 7. COLUMNA LITOLÓGICA

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

Tabla 1. Descripción de campo de la columna atravesada:

0-3 m	Grava gruesa con matriz arenosa marrón.
3-6 m	Limo arenosos marrón rojizo.
6-9 m	Limo arenoso verdoso con niveles bituminosos.
9-10 m	Arcilla limo-arenosa verdosa.
10-13 m	Arena – arenisca de grano fino-muy fino con matriz limosa.
13-25 m	Grava – conglomerado con matriz arenosa marrón
25-30 m	Grava subredondeada – conglomerado predominantemente calcáreo con matriz arcillosa marrón-verdosa.
31-53 m	Gravilla – microconglomerado con matriz limosa gris clara
54-84 m	Grava – conglomerado con matriz limosa y bituminosa con algo de arena fina de color gris.
85-92 m	Alternancia de conglomerado con cemento calcáreo y calcarenita color negro; presenta tramos menos cementados.
92-114 m	Calcarenita gris oscura con intercalaciones de calizas beige.
114-117 m	Calcarenita – caliza arenosa gris clara con restos fósiles (bivalvos)
117-129 m	Calcarenita gris clara
130 m	Alternancia de calcarenita marrón clara y gris.
131-156 m	Calcarenita gris clara.
157-172 m	Arenisca marrón clara.

El Instituto Geológico 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:

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

## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

El día 5 de noviembre de 2006 se realiza la testificación geofísica del sondeo. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. La sonda de testificación se atascó a los 24 metros de profundidad.

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

## 9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 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:

<b>REVESTIMIENTO</b>				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-24	400	8	Acero al carbono	Ciega
0-3	250	4	Acero al carbono	Ciega
0-76	180	4	Acero al carbono	Ciega
76-82	180	4	Acero al carbono	Ciega ranurada
82-88	180	4	Acero al carbono	Ciega
88-94	180	4	Acero al carbono	Ciega ranurada
94-100	180	4	Acero al carbono	Ciega
100-106	180	4	Acero al carbono	Ciega ranurada
106-112	180	4	Acero al carbono	Ciega

De 112 m a 172 m está sin entubar.

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.

En este caso, como el piezómetro podría ser surgente, aunque actualmente no lo es, para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza

del sondeo se ha colocado una tapa, un manómetro (con las unidades expresadas en bar) y una llave de bola (para poder medir con la sonda cuando el sondeo no sea surgente). Todo esto queda dentro de una arqueta antivandálica. La arqueta, a su vez, queda protegida por un dado de hormigón de 1X1X0.7m, que se construye a su alrededor.

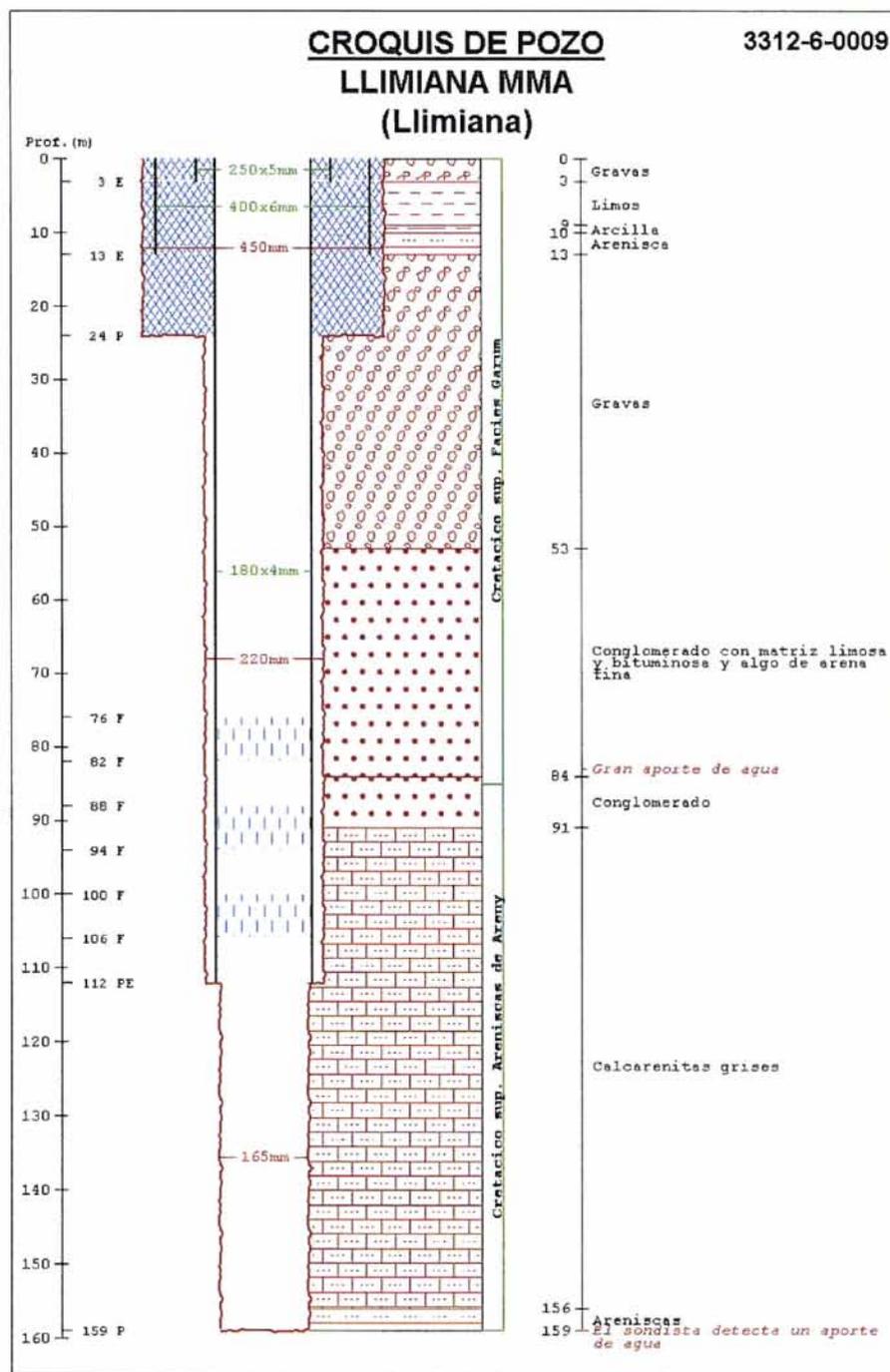


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

## **10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

El acuífero atravesado son las Areniscas de Areny, del Maatrichtiense.

A los 13 metros de profundidad se detectó una humedad, coincidiendo con un nivel de conglomerados con matriz limo-arenosa. Esta humedad quedó aislada al cementar el empobaque, de 24 metros de profundidad.

Dentro de las gravas con matriz limosa también se detectó un pequeño aporte de agua, con un caudal inferior a 1 l/s.

A partir de los 83 metros, coincidiendo con el cambio litológico a calcarenitas y microconglomerados, se observa un gran aporte de agua, pasando a un caudal estimado cercano a los 4-5 l/s.

Se midieron los siguientes parámetros en la antigua prospección petrolífera existente a unos 150 metros del emplazamiento del piezómetro: conductividad= 630  $\mu$ S/cm, pH= 7,0 y temperatura= 14° C.

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

Durante los días 17 y 18 de junio de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 16 minutos, el caudal medio extraído fue de 2 l/s y el descenso del nivel fue de 38,57 m. Como el descenso del nivel era muy acusado se decidió para medir 1 hora de recuperación. En esa hora el nivel se recuperó 30,01 metros. A continuación se reanudó el bombeo, con un caudal de 0,2 l/s, caudal que se mantuvo hasta el final de las 24 horas totales. El

descenso total del nivel fue de 13,55 m. El nivel estabilizó a las 8 horas de bombeo.

El agua salió prácticamente clara desde el inicio del bombeo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 550  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 8,0 y la temperatura de 12° C. Se tomaron tres muestras de agua para analizar, una a las 6 horas de bombeo, otra a las 12 horas y una última al finalizar el ensayo, a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 9 horas. A las 3 horas de recuperación quedaban por recuperar 2,98 metros. A las 9 horas de recuperación el descenso residual del nivel era de 1,33 metros.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	26,92	0,00	0,00
1	34,40	7,48	2,00
5	42,52	15,60	2,00
10	54,65	27,73	2,00
16	65,49	38,57	2,00
17	55,79	28,87	0,00
25	51,07	24,15	0,00
45	42,85	15,93	0,00
76	35,48	8,56	0,00
77	38,38	11,46	0,2
94	40,43	13,51	0,2
120	40,42	13,50	0,2
300	40,46	13,54	0,2
525	40,47	13,55	0,2
720	40,47	13,55	0,2
960	40,47	13,55	0,2

1200	40,47	13,55	0,2
1440	40,47	13,55	0,2
1441	34,52	7,60	0
1445	34,11	7,19	0
<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
1450	33,65	6,73	0
1470	32,59	5,67	0
1500	30,31	3,39	0
1620	29,90	2,98	0
1970	28,25	1,33	0

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

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

## **11. HIDROQUÍMICA**

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

- Muestra tomada a las 6 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 553  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,71.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 530  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,72.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 553  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,69.)

De todas las muestras, se ha efectuado un ensayo físico – químico para su caracterización.

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua DULCE de MINERALIZACIÓN MEDIA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano.

Respecto a los iones mayoritarios tampoco se sobrepasan los valores establecidos en la legislación vigente.

Tabla 4. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Muestra 1 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 3 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	<2 mg/l	<2 mg/l	2,91 mg/l
Sulfatos	31,32 mg/l	28,98 mg/l	29,51 mg/l
Bicarbonatos	347,72 mg/l	355,07 mg/l	356,29 mg/l
Carbonatos	<5 mg/l	<5 mg/l	<5 mg/l
Nitratos	<1 mg/l	<1 mg/l	<1 mg/l
Sodio	1,88 mg/l	1,90 mg/l	2,07 mg/l
Magnesio	3,85 mg/l	<2 mg/l	<2 mg/l
Calcio	113,76 mg/l	105,83 mg/l	121,29 mg/l
Potasio	1,12 mg/l	1,00 mg/l	1,11 mg/l
Nitritos	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l
Amonio	0,04 mg/l	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,02 mg/l	0,02 mg/l	<0,01 mg/l
Fosfato	0,17 mg/l	0,60 mg/l	0,12 mg/l
Anhídrido Silícico	7,61 mg/l	7,55 mg/l	7,59 mg/l
Hierro	<0,05 mg/l	<0,05 mg/l	<0,05 mg/l
Manganeso	<0,02 mg/l	<0,02 mg/l	<0,02 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

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

El emboquille del sondeo se ha realizado a percusión y el resto de la perforación por el método de rotopercusión. El diámetro de la perforación es de 220 mm hasta 112 metros y de 165 mm desde los 112 metros hasta los 172 metros finales. El acuífero atravesado está constituido por areniscas, de edad Cretácico Superior. El nivel estático se sitúa sobre los 27 metros de profundidad..

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, es de 0,2 l/s.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua dulce de mineralización media, muy dura, y se clasifica como bicarbonatada-cálcica (según clasificación de Piper).

# **ANEJO 0**

## **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PIEZÓMETRO: P – 09.303.07  
PROVINCIA: LÉRIDA  
MUNICIPIO: LLIMIANA

La visita se realiza el 24 de enero de 2005. Se habla con la secretaria y un concejal que nos acompaña a buscar un emplazamiento. Se le entrega un modelo de solicitud de disponibilidad de terrenos.

#### ACCESO

Dirección a Llimiana, en el pk 1,600 de la LV-9121, nada más pasar el riu Barcedana tomar el camino de la derecha y después coger el primer camino a la izquierda. A unos 2,5 km, en el lado de la izquierda hay una surgencia. Es de un sondeo que se realizó hace unos años para el carbón y después se selló, pero sigue saliendo agua. En el ayuntamiento no tienen datos de este sondeo. El mismo se realizó en una parcela particular.



En frente está el barranco, lo cruzamos y a la izquierda hay un trozo de camino abandonado. El concejal nos dice que el piezómetro se podría ubicar en un lado de ese camino por si acaso en un futuro lo vuelven a arreglar.

Las coordenadas son:

X: 328569

Y: 4657999

Z: 461 m

Polígono 7, parcela 33



El emplazamiento se sitúa sobre las facies Garum.

Otra ubicación posible es coger el camino de la derecha en el pk 1,600 de la LV – 9121 y continuar hacia el barranco.

Las coordenadas son:

X: 326459

Y: 4658791

Z: 385 m



El emplazamiento se sitúa sobre un aluvial, debajo están as areniscas de Areny. La profundidad del sondeo es de unos 150 m.

Nos decidimos por el primer emplazamiento para no perforar el aluvial y alejarnos de la carretera y del embalse.

## PERMISOS

Alcalde: Jaime Elías Elías

Ajuntament de Llimiana

Plaça Mayor s/n

25639 – Llimiana (LLEIDA)

(Lunes y jueves de 10 – 14 h está la secretaria, martes y miércoles de 15:30 – 19:30 hay está la auxiliar.)

Sabemos que es zona protegida de la Sierra del Montsec. Se realizarán las averiguaciones necesarias en Medio Ambiente para saber exactamente qué figura es.

Generalitat de Catalunya

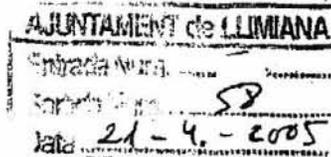
Departament de Medi Ambient

C/ Ronda de San Martí 2-4-6

25006 - LLEIDA



**Ajuntament de Llimiana**  
Pallars Jussà



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 por Acuerdo de Pleno, de fecha 28 de febrero de 2004, 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 09 303 07 en terreno público de este municipio, en el paraje Maegre, polígono 7 - parcela 33.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m<sup>2</sup>, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

En Llimiana, a 14 de abril de 2005



Ilmo. Sr. JEFE DE LA OFICINA DE PLANEACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

# **ANEJO 1**

## **INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**



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



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

<b>FECHA:</b> 15/08/06	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.07	<b>POBLACIÓN:</b> Llimiana (Lleida)	<b>PROF.:</b> 13 m
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 15/08/06	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 450 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 13 m / día		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo 3 de percusión de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

Al final de la jornada de trabajo, se llevan perforados 13 metros.

**Estado de la perforación:**

**PERFORACION DEL EMBOQUILLE**

Se inicia la perforación a las 10:30 horas con el trépano de 600 mm utilizado en Sanavastre pero modificado para perforar en 450 mm. Se coloca tubería ciega de 400 mm.

**Características hidrogeológicas:**

Se ha detectado un aporte a los 13 metros coincidiendo con un nivel de conglomerado con matriz limoarenosa.

Se mide la conductividad de la antigua prospección petrolífera surgente existente a 150 metros de la ubicación del piezómetro ( 630 microsiemens pH: 7,0 y tª:14°C)

**Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

Se atraviesa una delgada capa granular de tres metros para después encontrar niveles de lutitas. A los 13 metros se atraviesa un nivel de conglomerado con matriz limosa que se desmorona tras su perforación y que hace necesario su sostenimiento.

En las formaciones margocalcáreas próximas y que se atravesarán en el sondeo, se encuentran gran cantidad de restos muy bien conservados de Hippurites.

La serie atravesada es la siguiente:

De 0 a 3 m: Grava gruesa con matriz arenosa marrón..

De 3 a 6 m. Limo arenoso marrón-rojizo.

De 6 a 9 m. Limo arenoso verdoso con niveles bituminosos.

De 9 a 10 m. Arcilla limoarenosa verdosa.

De 10 a 13 m. Arena – arenisca de grano fino-muy fino con matriz limosa.

A partir de los 13 metros, grava-conglomerado con matriz arenosa marrón.

### **Entubación:**

Se está colocando tubería de revestimiento de 400 mm y 8 mm de espesor.

Dado que el nivel granular atravesado a 13 metros, se desprende de la perforación, se decide con el oficial sondista que se continúe el emboquille hasta pasar completamente esta zona.

Dado que se ha detectado aporte en este punto, deberá cementarse al finalizar el sondeo para aislar esta zona de los aportes principales.



Perforación primer metro del emboquille.



Emplazamiento de la perforación. Al fondo se observan las margo calizas con Hippurites

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 4/11/06	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.07	<b>POBLACIÓN:</b> Llimiana (Lleida)
	<b>PROF.:</b> 91 m
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>	
<b>INICIO:</b> 3/11/06	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 220 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 12 m -18 m / hora	

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

#### **Características de la máquina de perforación:**

Equipo 5 de rotopercusión de SACYR MICROTEC

#### **Profundidad alcanzada:**

Se empieza a perforar desde los 24 metros anteriormente realizados con el sistema de percusión

A las 18:00 horas se llevan perforados 96 metros..

#### **Estado de la perforación:**

#### **PERFORACION DEL EMBOQUILLE**

El día 2 se rellenó con 3,5 m<sup>3</sup> de hormigón H-150 para, posteriormente, reperforar y seguir con 220 mm.

Al día siguiente se observa al realizar dicha reperforación que el hormigón no había fraguado (cosa extraña dado que el pozo no presentaba aportes importantes en esta zona) y que el martillo expulsa restos del hormigón vertido el día anterior. Se decide colocar 3 metros de tubería de 250 mm, anclarlos bien en la superficie e introducir la maniobra para seguir perforando desde los 24 metros perforados a percusión.

#### **Características hidrogeológicas:**

Se detecta cierto aporte (menor a 1 l/sg), dentro de las gravas con matriz limosa.

A partir de los 83 metros (cambio litológico a calcarenitas y microconglomerados), se observa un gran aporte pasando a un caudal cercano a los 4-5 litros/segundo.

#### **Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

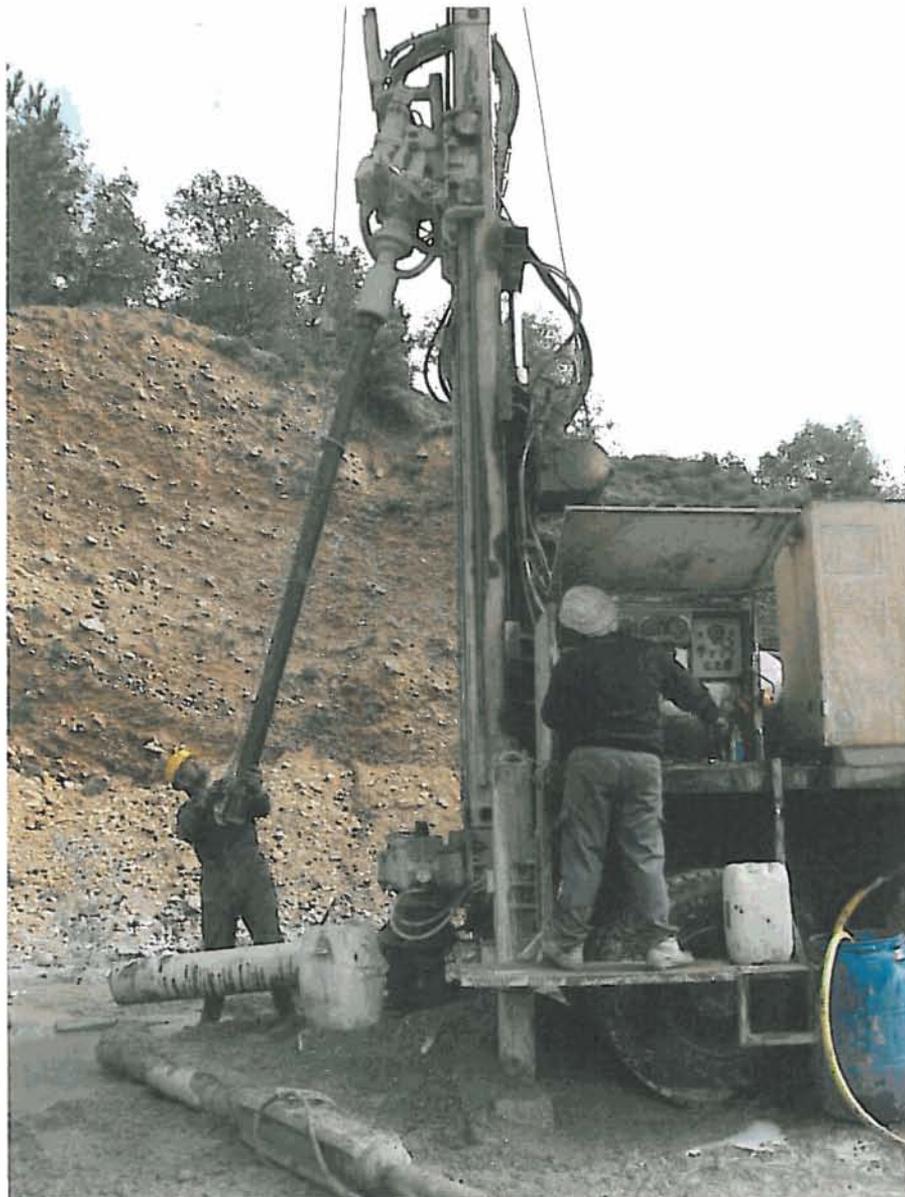
La serie atravesada es la siguiente:

De 0 a 3 m: Grava gruesa con matriz arenosa marrón..

- De 3 a 6 m. Limo arenoso marrón-rojizo.
- De 6 a 9 m. Limo arenoso verdoso con niveles bituminosos.
- De 9 a 10 m. Arcilla limoarenosa verdosa.
- De 10 a 13 m. Arena – arenisca de grano fino-muy fino con matriz limosa.
- De 13 a 25 m., Grava-conglomerado con matriz arenosa marrón.
- De 25 a 30 m, Grava subredondeada,- conglomerado predominantemente calcáreo con matriz arcillosa marrón verdosa.
- De 31 a 53 m Gravilla-microconglomerado matriz limosa gris clara.
- De 54 a 84 m. Grava-conglomerado con matriz limosa y bituminosa con algo de arena fina de color gris.
- De 85 a 91 m. Alternancia de conglomerado con cemento calcáreo con calcarenita color negro; presenta tramo menos cementados.



Perforación.



Colocación de varillaje.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 5/11/2006	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.07 <b>POBLACIÓN:</b> Llimiana (LERIDA) <b>PROF.:</b> 112 m	
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>	
<b>INICIO:</b> 3/11/06	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 220 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>	

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**Estado de la perforación:** a las 11:45 se llevan perforados 112 m. Por haber detectado varios atranques del varillaje el sondista no quiere continuar con la perforación.

#### **Reconocimiento de las muestras obtenidas**

La columna finaliza de la forma siguiente:

92 - 112 m: Calcarenita gris oscura e intercalaciones de calizas beige.

#### **Características hidrogeológicas**

Al inicio de la jornada el sondeo era surgente con un caudal de surgencia aproximado de 1 l/s.

#### **Testificación geofísica**

El equipo comienza la testificación geofísica a las 13:15 y se prolonga hasta las 14:15. La sonda de testificación no pasa de los 24 m de emboquille.

#### **Consideración de alternativas**

A pesar de la proximidad del afloramiento de las Calizas con Hipurites (justo al otro lado del río) no parece que se hayan alcanzado en el sondeo con los 112 m alcanzados. Las calcarenitas que se alcanzaron a los 85 m podrían corresponder a niveles de las Areniscas de Areny aunque con serias dudas. Si no son las areniscas pueden ser niveles arenosos o microconglomeráticos del Garum alimentados por el acuífero regional por lo que el nivel piezométrico del sondeo sería el buscado y por tanto se puede considerar que con 112 m se ha alcanzado el objetivo hidrogeológico.

Como la profundidad prevista para el sondeo era de 150 m, y todavía no se ha alcanzado claramente los materiales buscados, en coordinación con la constructora se decide



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



ensanchar el pozo hasta unos 90 m para poder entubar con tubería de 250 mm y proseguir la perforación por el interior. Al transmitir esta decisión al sondista considera que si ha tenido problemas perforando a 220 mm estos serán mayores perforando con mayor diámetro (10 pulgadas) por lo que no se atreve a realizarlo. Propone intentar entubar el sondeo con tubería de 180 mm hasta donde se pueda y finalizar con tubería de diámetro de 140 mm.

Por fin la asistencia técnica accede a entubar el pozo con tubería de 180 mm colocando tres tramos de filtro de puentecillo al final del sondeo alternando con ciegos. Puesto en conocimiento del sondista éste considera que los filtros de puentecillo aumentarán la fricción de la tubería con las paredes y además reducirán considerablemente la resistencia de la tubería para poder empujar si se atranca. Tras intensas negociaciones entre la constructora y la asistencia técnica se accede a ranurar la tubería de 180 mm en los tramos previstos para el filtro de puentecillo.

En la mañana del 6-11-06 se comunica a la constructora que el acabado debe ser idéntico al realizado en el sondeo de Tresp, colocando un anillo que haga de tope para la entubación a 24 m de profundidad en la tubería de 180 mm.

### **Entubación**

Para controlar la surgencia del pozo se deberá cementar con la suficiente garantía de sellado al menos el tramo de 24 m que se realizó de emboquille. Para ello se coloca un anillo en la tubería que se ubicará a 30 m de profundidad y unos apoyos en la cabeza de la tubería de 180 mm.

Con los datos disponibles durante la perforación:

De 0 – 76 m:	Tubería de 180 mm ciega
De 76 a 82 m:	Tubería de 180 mm ciega.
De 82 a 88 m:	Tubería de 180 mm ciega
De 88 a 94 m:	Tubería de 180 mm ciega
De 94 a 100 m:	Tubería ranurada de 180 mm
De 100 a 106 m:	Tubería ranurada de 180 mm
De 106 a 112 m:	Tubería ranurada de 180 mm

Fdo. Jesús Serrano Morata / Antonio Sanchez Lallana



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



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

<b>FECHA:</b> 6/11/06	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.07	<b>POBLACIÓN:</b> Llimiana (Lleida)	<b>PROF.:</b> 112 m
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 3/11/06	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 12 m -18 m / hora		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo 5 de rotopercusión de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

Ayer se terminó en 112 metros.

**Estado de la perforación:**

Se inicia el proceso de entubación a primera hora de la mañana. Se avanza lentamente debido a que es necesario introducir periódicamente el martillo de 165 mm para limpiar la perforación y poder hacer descender la tubería. El tramo más problemático se sitúa alrededor de los 30 metros. Al mediodía sólo se llevan colocados 48 metros.

Debido al mayor peso de la columna entubada y a las sucesivas tareas de limpieza, a partir de los 65 metros se empieza a bajar la tubería con mayor facilidad y a las 17:30 horas se alcanzan los 84 metros de profundidad.

Se coloca un suplemento en forma de anillo exterior en el metro 90 (a 22 metros de la superficie) para facilitar el posterior cierre de la surgencia por el contacto terreno-entubación.

Al final de la jornada se han conseguido entubar los 112 metros perforados.

Ante esta circunstancia favorable esta a.t. acuerda con la empresa constructora la continuación de la perforación, con el martillo de 165 mm, con objeto de intentar confirmar que se han alcanzado las Areniscas de Areny (aunque el objetivo hidrogeológico consideramos que ya se ha conseguido). Sobre la posible entubación de lo perforado en esta última fase, se decidirá posteriormente en función de la secuencia perforada.

Fdo: Elena Gómez / Antonio Sánchez Lallana.



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



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

<b>FECHA:</b> 7/11/06	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.303.07	<b>POBLACIÓN:</b> Llimiana (Lleida)	<b>PROF.:</b> 159 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 3/11/06	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 220 y 165 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 12 m -18 m / hora		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**Características de la máquina de perforación:**

Equipo 5 de rotopercusión de SACYR MICROTEC

**Profundidad alcanzada:**

Se empieza a perforar a perforar por la mañana con martillo de 165 mm a partir de 112 m. A las 13:00 horas, se llevan 159 metros.

**Estado de la perforación:**

Se perfora sin problema con el martillo pequeño sobre una serie predominantemente calcarenítica hasta el metro 157 donde aparecen claramente unas areniscas marrones claras similares a las perforadas en el piezómetro de Tremp.

**Características hidrogeológicas:**

Se detecta cierto aporte (menor a 1 l/sg), dentro de las gravas con matriz limosa. A partir de los 83 metros (cambio litológico a calcarenitas y microconglomerados), se observa un gran aporte pasando a un caudal cercano a los 4-5 litros/segundo. En el contacto de las calcarenitas con las areniscas (157 m), el sondista comenta que parece notarse otro incremento de caudal

**Reconocimiento de las muestras obtenidas:**

La serie atravesada , desde el principio, es la siguiente:

- De 0 a 3 m: Grava gruesa con matriz arenosa marrón..
- De 3 a 6 m. Limo arenoso marrón-rojizo.
- De 6 a 9 m. Limo arenoso verdoso con niveles bituminosos.
- De 9 a 10 m. Arcilla limoarenosa verdosa.
- De 10 a 13 m. Arena – arenisca de grano fino-muy fino con matriz limosa.
- De 13 a 25 m., Grava-conglomerado con matriz arenosa marrón.



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



De 25 a 30 m, Grava subredondeada,- conglomerado predominantemente calcáreo con matriz arcillosa marrón verdosa.

De 31 a 53 m Gravilla-microconglomerado matriz limosa gris clara.

De 54 a 84 m. Grava-conglomerado con matriz limosa y bituminosa con algo de arena fina de color gris.

De 85 a 91 m. Alternancia de conglomerado con cemento calcáreo con calcarenita color negro; presenta tramo menos cementados.

De 92 a 114 m. Calcarenitas grises oscuras con intercalaciones de calizas beigeas.

De 114 a 117 m. Calcarenita-caliza arenosa gris clara con restos fósiles (bivalvos).

De 117 a 129 m. Calcarenita gris clara.

130 m Alternancia de calcarenita marrón clara y gris.

De 131 a 156 m. Calcarenita gris clara.

A partir de 157 m. Arenisca marrón clara.

Parece claro que las areniscas detectadas a partir de los 157 metros, son las areniscas de Areny pero las calcarenitas aflorantes por encima de ellas, también se encontraron al final de piezómetro de Tremp por lo que, podríamos pensar en cambios laterales de facies dentro de unos niveles de la misma edad y, quizás, se podría considerar que estamos en las areniscas de Areny desde el metro 85. No obstante, sobre este extremo se puede elucubrar ahora que tenemos suficiente serie atravesada.

Dado que ya se han cumplido todos los objetivos buscados, se comenta con el jefe de obra y con el sondista que el sondeo debe finalizar a los 170 metros. Se indica también que se ha de efectuar la limpieza del pozo hasta conseguir eliminar totalmente el espumante utilizado durante la perforación.

## **DECISION SOBRE LA ENTUBACION DE LOS ULTIMOS METROS PERFORADOS**

Desde el metro 85 se han atravesado niveles de calcarenitas y areniscas muy competentes, no se han encontrado niveles más blandos que pudieran desprender las paredes de la perforación.

Por otra parte, dado que este piezómetro parece que tiene unos niveles aportantes muy claros y que parecen ser importantes, si reducimos el diámetro de la cámara de bombeo al introducir la tubería de 145 mm, disminuimos la capacidad de caudal bombeado con una bomba de menor diámetro.

Con estas razones, el equipo de esta a.t. acuerda con la empresa constructora no entubar los últimos metros perforados en 165 mm considerándolos como investigación geológica necesaria para confirmar los niveles a los que se ha llegado con el sondeo.



Perforación en 157 metros.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.

## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**

### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

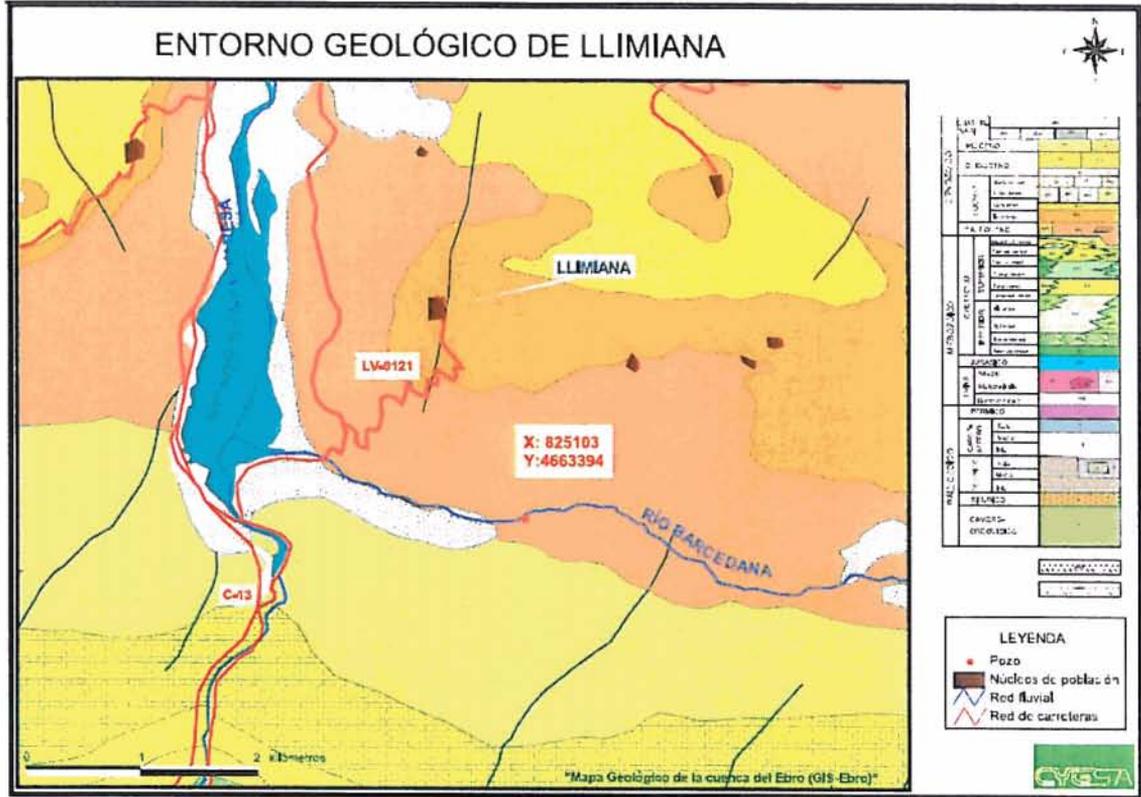


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Llimiana

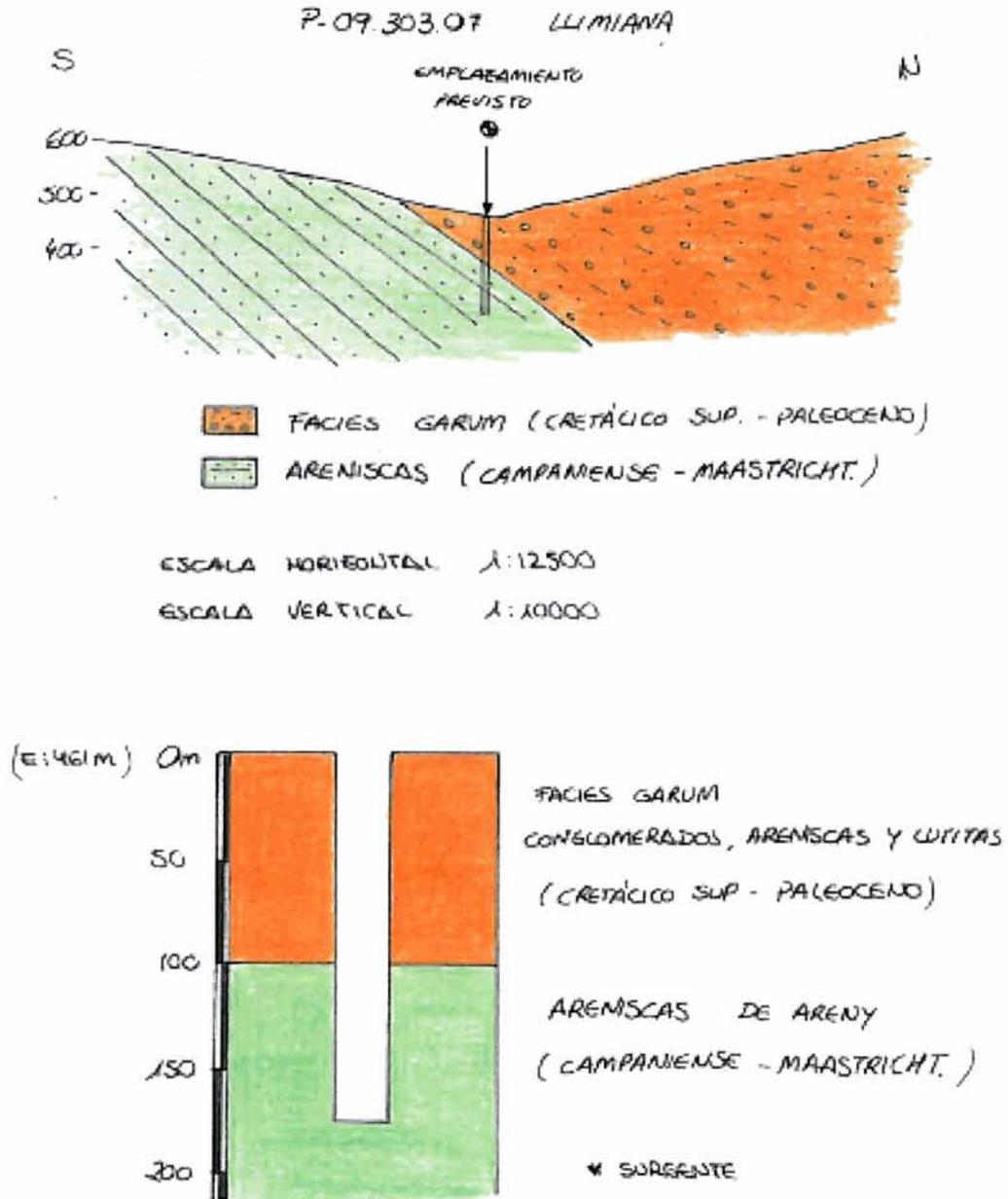
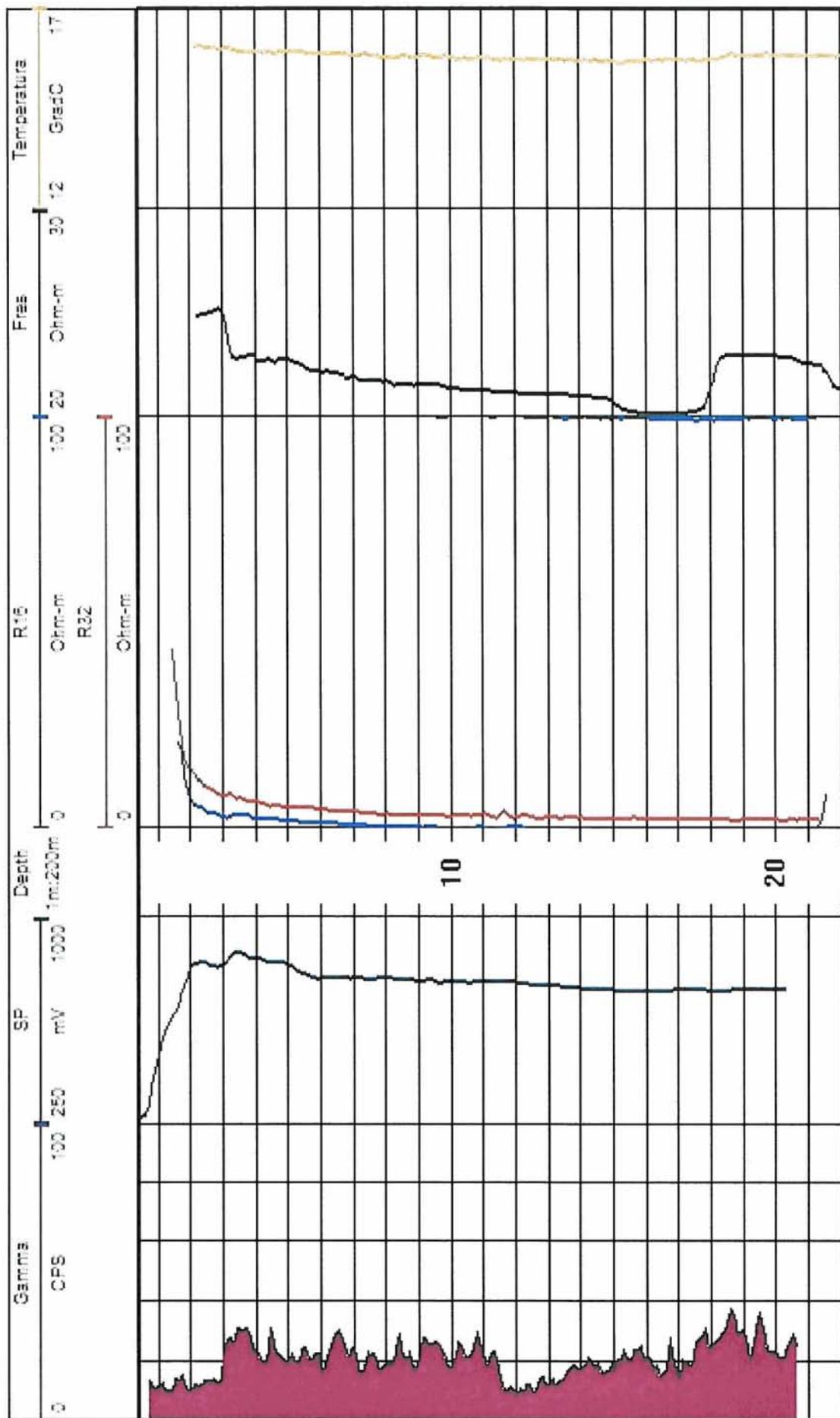


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Llimiana

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**



## **ANEJO 4**

### **ENSAYO DE BOMBEO**

### ENSAYO DE BOMBEO

Localidad LLIMIANA  
 N° Registro IPA 331260009  
 Profundidad Sondeo 172 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X  
 Y  
 Z

Fecha Ensayo 17 y 18 de junio de 2007  
 Nivel estático inicial 26,92  
 Profund. Aspiración 105 m  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C  
 Grupo  
 Alternador  
 Interior tubería impulsión  $\phi$  80 mm

### Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m  
 Distancia 0 m  
 Dirección (norte) #¡DIV! °E

### Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	2	16	16	38,57	38,57
2	0	76	60	8,56	-30,01
3	0,2	1440	1364	13,55	4,99

### Síntesis litológica

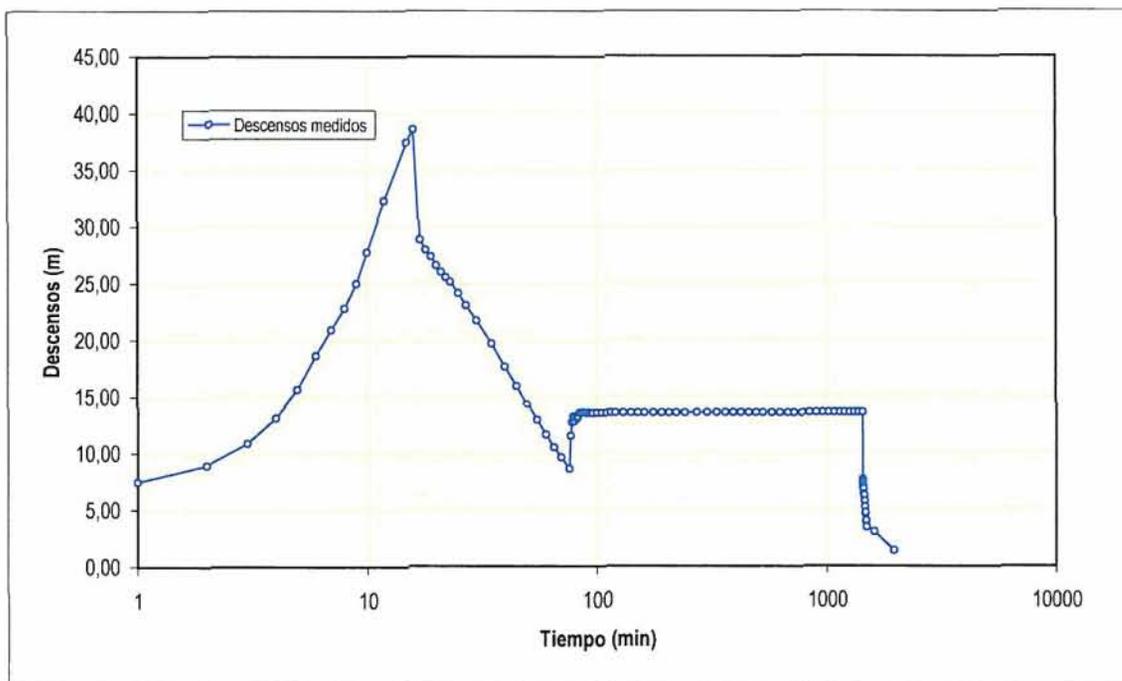
0-3 m Grava gruesa con matriz arenosa marrón  
 3-6 m Limo arenoso marrón-rojizo  
 6-9 m Limo arenoso de color verde con niveles bituminosos.  
 9-10 m Arcilla limo-arenosa verdosa.  
 10-13 m Arena de grano fino con matriz limosa.  
 13-25 m Grava con matriz arenosa marrón.  
 25-30 m Grava predominantemente calcárea con matriz arcillosa marrón  
 30-53 m Gravilla- microconglomerado con matriz limosa gris claro.  
 53-84 m Grava-conglomerado con matriz limosa y bituminosa con algo de arena fina de color gris  
 84-91 m Alternancia de conglomerado con cemento calcáreo con calcarenita negra  
 91-114 m Calcarenitas grises oscuras con intercalaciones de calizas beigeas  
 114-117 m Calcarenita-caliza arenosa gris clara con restos de bivalvos  
 117-129 m Calcarenita gris clara  
 129-131 m Alternancia de calcarenita marrón clara y gris  
 131-156 m Calcarenita gris clara.  
 156-172 m Arenisca de color gris.

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-24	$\phi$ 450 mm	0-24	$\phi$ 250 mm	82-88	4 mm
0-112	$\phi$ 220 mm	0-112	$\phi$ 180 mm	94-100	4 mm
112-172	$\phi$ 165 mm			106-112	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
17/6/07 9:25	0	26,92	0,00			0,00	
17/6/07 9:26	1	34,40	7,48			2,00	Agua casi clara
17/6/07 9:27	2	35,83	8,91			2,00	
17/6/07 9:28	3	37,78	10,86			2,00	
17/6/07 9:29	4	40,00	13,08			2,00	Agua turbia
17/6/07 9:30	5	42,52	15,60			2,00	
17/6/07 9:31	6	45,52	18,60			2,00	Agua clara
17/6/07 9:32	7	47,80	20,88			2,00	
17/6/07 9:33	8	49,70	22,78			2,00	Agua casi clara.
17/6/07 9:34	9	51,90	24,98			2,00	
17/6/07 9:35	10	54,65	27,73			2,00	
17/6/07 9:37	12	59,20	32,28			2,00	
17/6/07 9:40	15	64,34	37,42			2,00	
17/6/07 9:41	16	65,49	38,57			2,00	
17/6/07 9:42	17	55,79	28,87			0,00	Recuperación
17/6/07 9:43	18	54,90	27,98			0,00	
17/6/07 9:44	19	54,30	27,38			0,00	
17/6/07 9:45	20	53,52	26,60			0,00	
17/6/07 9:46	21	52,94	26,02			0,00	
17/6/07 9:47	22	52,45	25,53			0,00	
17/6/07 9:48	23	52,05	25,13			0,00	
17/6/07 9:50	25	51,07	24,15			0,00	
17/6/07 9:52	27	49,98	23,06			0,00	
17/6/07 9:55	30	48,65	21,73			0,00	
17/6/07 10:00	35	46,60	19,68			0,00	
17/6/07 10:05	40	44,58	17,66			0,00	
17/6/07 10:10	45	42,85	15,93			0,00	

17/6/07 10:15	50	41,25	14,33	0,00	
17/6/07 10:20	55	39,80	12,88	0,00	
17/6/07 10:25	60	38,50	11,58	0,00	
17/6/07 10:30	65	37,39	10,47	0,00	
17/6/07 10:35	70	36,49	9,57	0,00	
17/6/07 10:41	76	35,48	8,56	0,00	
17/6/07 10:42	77	38,38	11,46	0,20	
17/6/07 10:43	78	39,60	12,68	0,20	
17/6/07 10:44	79	40,10	13,18	0,20	
17/6/07 10:45	80	39,68	12,76	0,20	Agua clara.
17/6/07 10:46	81	39,98	13,06	0,20	
17/6/07 10:47	82	39,90	12,98	0,20	
17/6/07 10:48	83	40,09	13,17	0,20	
17/6/07 10:49	84	40,39	13,47	0,20	Cond: 559 $\mu$ S/cm pH: 8.0 T <sup>a</sup> 12° C
17/6/07 10:50	85	40,40	13,48	0,20	Agua algo turbia.
17/6/07 10:51	86	40,45	13,53	0,20	
17/6/07 10:53	88	40,45	13,53	0,20	Agua clara
17/6/07 10:55	90	40,40	13,48	0,20	
17/6/07 10:57	92	40,45	13,53	0,20	
17/6/07 10:59	94	40,43	13,51	0,20	
17/6/07 11:01	96	40,41	13,49	0,20	
17/6/07 11:05	100	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:10	105	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:15	110	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:20	115	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:25	120	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:35	130	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:45	140	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 11:55	150	40,42	13,50	0,20	
17/6/07 12:05	160	40,43	13,51	0,20	
17/6/07 12:20	175	40,44	13,52	0,20	
17/6/07 12:35	190	40,44	13,52	0,20	
17/6/07 12:50	205	40,44	13,52	0,20	
17/6/07 13:05	220	40,44	13,52	0,20	
17/6/07 13:25	240	40,44	13,52	0,20	
17/6/07 13:55	270	40,45	13,53	0,20	
17/6/07 14:25	300	40,46	13,54	0,20	
17/6/07 14:55	330	40,46	13,54	0,20	
17/6/07 15:25	360	40,47	13,55	0,20	MUESTRA 1. Cond: 566 $\mu$ S/cm pH: 7.9 T <sup>a</sup> 12° C
17/6/07 15:55	390	40,46	13,54	0,20	
17/6/07 16:25	420	40,46	13,54	0,20	
17/6/07 17:00	455	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 17:35	490	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 18:10	525	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 19:00	575	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 19:50	625	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 20:40	675	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 21:25	720	40,47	13,55	0,20	MUESTRA 2.
17/6/07 22:25	780	40,47	13,55	0,20	
17/6/07 23:25	840	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 0:25	900	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 1:25	960	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 2:25	1020	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 3:25	1080	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 4:25	1140	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 5:25	1200	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 6:25	1260	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 7:25	1320	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 8:25	1380	40,47	13,55	0,20	
18/6/07 9:25	1440	40,47	13,55	0,20	MUESTRA 3. Cond: 534 $\mu$ S/cm T <sup>a</sup> 12° C
18/6/07 9:26	1441	34,52	7,60	0,00	
18/6/07 9:27	1442	34,45	7,53	0,00	
18/6/07 9:28	1443	34,32	7,40	0,00	
18/6/07 9:29	1444	34,20	7,28	0,00	
18/6/07 9:30	1445	34,11	7,19	0,00	
18/6/07 9:31	1446	33,99	7,07	0,00	

18/6/07 9:32	1447	33,87	6,95	0,00
18/6/07 9:33	1448	33,82	6,90	0,00
18/6/07 9:34	1449	33,74	6,82	0,00
18/6/07 9:35	1450	33,65	6,73	0,00
18/6/07 9:40	1455	33,22	6,30	0,00
18/6/07 9:45	1460	33,12	6,20	0,00
18/6/07 9:50	1465	33,09	6,17	0,00
18/6/07 9:55	1470	32,59	5,67	0,00
18/6/07 10:00	1475	32,09	5,17	0,00
18/6/07 10:05	1480	31,50	4,58	0,00
18/6/07 10:10	1485	31,58	4,66	0,00
18/6/07 10:15	1490	30,85	3,93	0,00
18/6/07 10:20	1495	30,90	3,98	0,00
18/6/07 10:25	1500	30,31	3,39	0,00
18/6/07 12:25	1620	29,90	2,98	0,00
18/6/07 18:15	1970	28,25	1,33	0,00





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



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

**FECHA:** 17 y 18 de Junio de 2007

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** 09.303.07

**POBLACIÓN:** LLIMIANA

**PROF.:** 172 m

**ENSAYO DE BOMBEO DEL PIEZÓMETRO DE LLIMIANA MMA**

Se inicia el ensayo de bombeo el día 17 de junio de 2007 a las 9:25 horas, de 24 horas de duración, con el equipo habitual, pitot. La aspiración se situó a 105 m de profundidad. El nivel estático inicial estaba en 26,92 metros. El agua extraída se vertió al cauce cercano.

Se inició el ensayo con un caudal de 2 l/sg, en teoría menor al previsto; tras un brusco descenso de casi 8 metros nada más empezar el ensayo, sigue descendiendo el nivel a una velocidad de casi 2 metros por minuto. Se mantuvo este caudal (el cual se comprobó mediante aforos volumétricos), durante 16 minutos cuando ya se había alcanzado un nivel de 65,49 m y se procedió a medir recuperación. En una hora, el nivel se recuperó hasta los 38,38 m. Analizando la velocidad de recuperación, se decidió realizar un 2º escalón con un caudal mucho más reducido por lo que se empezó con 0,2 litros/segundo; con este caudal se consiguió la estabilización de los niveles a las 8 horas de bombeo.

	<b>Duración</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	16 minutos	2	38,57
<b>Escalón 2</b>	1424 minutos	0,2	4,99

Durante el ensayo se comprobó frecuentemente el caudal extraído mediante métodos volumétricos, fáciles de aplicar en este caso por los caudales tan reducidos.

El descenso total del nivel ha sido de 13,55 metros.

El agua ha salido clara prácticamente desde el inicio del ensayo. La conductividad media durante el ensayo ha sido de,  $C = 550 \mu\text{S/cm}$ , y el  $\text{pH} = 8.0$ ; la  $T^a = 12^\circ \text{C}$ , de media.

Tras el bombeo se mide una hora de recuperación. Durante ésta el nivel se recupera rápidamente. Al final de la hora, el descenso residual es de 3,39 m. Tras la extracción de la tubería, se vuelve a medir a las 3 y a las 6 horas apreciándose una recuperación significativa; a las 6 horas el descenso residual es de sólo 1,33 m.



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



Montaje de la tubería y vista del ensayo realizado



Fdo.: Antonio Sánchez

## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**



**CAASA**  
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

**E C**  
ENSAYOS  
N° 486 / LE1065

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 000005892

Solicitado por	CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA) PASEO ROSALES, N° 26 - PLANTA 1ª - OF. N° 6 - ESC. 4 50008 ZARAGOZA ()	
Denominación de la muestra:	LLIMIANA MU-2 (6 HORAS)	

Matriz: Agua continental

N° de muestra: 000005617

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 17/06/2007

Fecha recepción: 25/06/2007

Inicio análisis: 25/06/2007

Fin análisis: 02/07/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	0,04 mg/l	Espectrofotometría de asociación molecular (PIE-AMON)
•ANHIDRIDO SILICICO	7,61 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILO)
•BICARBONATOS	347,72 mg/l	Acidimetría, con amarrado de metilo (PIE-ALCA)
•BORO	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	113,76 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	< 2 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	553 uS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,17 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
•HIDROXIDOS	0 mg/l	Volúmetría (PIE-ALCA)
•HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
•MAGNESIO	3,85 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
•MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
•NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,71 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	1,12 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	1,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	31,32 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 mediciones tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IQ-013), incluído 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 ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BUREL, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000*

3 de julio de 2007

Fdo: Susana Aviés Espuñero  
Leda en Ciencias Químicas  
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOSMACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	0,00	0,00	0,00
SULFATOS	31,32	0,65	10,27
BICARBONATOS	347,72	5,70	89,73
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	1,88	0,08	1,34
MAGNESIO	3,85	0,32	5,19
CALCIO	113,76	5,68	93,00
POTASIO	1,12	0,03	0,47

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	507,50 mg/l
CO2 libre	10,79 mg/l
Dureza total	29,99 °Francés
Dureza total	299,91 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	14,89 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	285,19 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	285,19 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
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,02
$rNa/rK$	2,85
$rNa/rCa$	0,01
$rCa/rMg$	17,92
$rCl/rHCO_3$	0,00
$rSO_4/rCl$	#jDIV/0!
$rMg/rCa$	0,06
i.c.b.	#jDIV/0!
i.d.d.	-0,02

Nº Registro: 5617



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000006029**

Solicitado por:	VALORIZA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS, S.A. NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID ()	
Denominación de la muestra:	LLIMIANA MMA MU-2 (12 HORAS) ENSAYO DE BOMBEO	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005719

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 17/06/2007 Hora 21:20

Fecha recepción: 28/06/2007

Inicio análisis: 28/06/2007

Fin análisis: 06/07/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	7,55 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	355,07 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	105,83 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	< 2 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	530 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,60 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	< 2 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,72 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	1,90 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	28,98 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.*

10 de julio 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	0,73	0,02	0,32
SULFATOS	28,98	0,60	9,36
BICARBONATOS	355,07	5,82	90,32
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	1,90	0,08	1,50
MAGNESIO	1,44	0,12	2,15
CALCIO	105,83	5,28	95,88
POTASIO	1,00	0,03	0,46

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	503,15 mg/l
CO2 libre	10,77 mg/l
Dureza total	27,02 °Francés
Dureza total	270,19 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	291,21 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	291,21 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
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,02
$rNa/rK$	3,23
$rNa/rCa$	0,02
$rCa/rMg$	44,57
$rCl/rHCO_3$	0,00
$rSO_4/rCl$	29,30
$rMg/rCa$	0,02
i.c.b.	-4,26
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 5719



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005895**

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

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005620

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 18/06/2007 Hora: 9:20

Fecha recepción: 25/06/2007

Inicio análisis: 25/06/2007

Fin análisis: 02/07/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	7,59 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	356,29 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	< 0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	121,29 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	2,91 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	553 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,12 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	< 2 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,69 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	1,11 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	2,07 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	29,51 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.*

**3 de julio 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	2,91	0,08	1,26
SULFATOS	29,51	0,61	9,40
BICARBONATOS	356,29	5,84	89,34
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	2,07	0,09	1,44
MAGNESIO	0,96	0,08	1,26
CALCIO	121,29	6,05	96,84
POTASIO	1,11	0,03	0,45

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	521,86 mg/l
CO2 libre	11,58 mg/l
Dureza total	30,68 °Francés
Dureza total	306,81 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	14,76 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	292,21 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	292,21 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

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

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,12
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,02
$rNa/rK$	3,17
$rNa/rCa$	0,01
$rCa/rMg$	76,62
$rCl/rHCO_3$	0,01
$rSO_4/rCl$	7,49
$rMg/rCa$	0,01
i.c.b.	-0,44
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 5620

## **ANEJO 6**

### **FICHA IPA Y FICHA MMA**



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

Tipo: SINDI  
Fuente de información: CHE (OPH)  
Mapa 1:50.000 (3312) ES-ONA UTMX: 328570 UTMY: 4653005 COTA: 460  
Provincia: LLEIDA Municipio: LLIMIANA  
Localidad: Paraje: LLIMIANA MMA  
Dominio Hidrográfico: Sincinal de Tremp Unidad: Tremp - Isma  
Acuífero: Cretácico superior (Campaniense)  
Masa Subterránea A: TREMP-ISONA Masa Subterránea B:  
Acuífero: Cretácico superior (Campaniense) Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT  
Río: BARCEDANA Cuenca: Ebro

Observaciones: Se detecta cierto aporte (menor a 1 l/s), dentro de las gravas con matriz limosa. A partir de los 83 metros (cambio litológico a calcarenitas y micromogolomados), se observa un gran aporte pasando a un caudal cercano a los 4-5 litros/segundo. En el contacto de las calcarenitas con las areniscas (157 m), el sondista comenta que parece notarse otro incremento de caudal. Se podría considerar que estamos en las areniscas de Arny desde el metro 85.



LlimianaRedJulio2007(1) (17/07/2007)

Nº	Realización/Fecha	Fuente de información	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	VAE	CHE (OPH)	23/09/2001		
27	TCL	CHE (OPH)	04/09/2008		

**PERFORACIÓN**

Contratista: SACVB MCB/111/07 Año: 2006  
Tipo perforación: ROTOPERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 159  
Observaciones: El 15-8-2006 se perfora un embudo de 13 m a percusión. El 5-11-2006 continua la perforación a rotoperforación.

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	24	450
24	112	220
112	159	165

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	13	450	8	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	3	250		Metálica ciega	CEMENTACIÓN
0	24	180	4	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
24	76	180	4	Metálica ciega	
76	82	180	4	Metálica ramurada	
82	85	180	4	Metálica ciega	
85	94	180	4	Metálica ramurada	
94	106	180	4	Metálica ciega	
106	106	180	4	Metálica ramurada	
106	112	180	4	Metálica ciega	
112	159			Sin Embudo/in	

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
05/11/2006	Inclinación

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	3	GRAVAS		
Observaciones: Grava gruesa con matriz arenosa marrón.				
3	6	LIMOLITAS		
Observaciones: Limo arenoso marrón-rojizo				
6	9	LIMOLITAS		
Observaciones: Limo arenoso verdoso con niveles bituminosos.				
9	10	ARCILLAS		
Observaciones: Arcilla limosa arenosa verdosa.				
10	13	ARENISCAS		
Observaciones: Aram - arenisca de grano fino-medio con matriz limosa.				
13	25	GRAVAS		
Observaciones: Grava conglomerado con matriz arenosa marrón.				
25	30	GRAVAS		
Observaciones: Grava subredondeada, conglomerado predominantemente calcáreo con matriz arenosa marrón verdosa.				
30	53	GRAVAS		
Observaciones: Grava-medioconglomerado matriz limosa gris clara.				
53	84	CONGLOMERADOS		
Observaciones: Grava-conglomerado con matriz limosa y bituminosa con algo de arena fina de color gris.				
84	91	CONGLOMERADOS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Alternancia de conglomerado con cemento calcáreo con calcarenita color negro; presenta trazo menas cementadas.				
91	114	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Calcarenitas grises oscuras con intercalaciones de calizas beige.				
114	117	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Calcarenita-caliza arenosa gris clara con restos fósiles (bivalvos).				
117	129	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Calcarenita gris clara.				
129	130	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Alternancia de calcarenita marrón clara y gris.				
130	156	CALIZAS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Calcarenita gris clara.				
156	157	ARENISCAS	CRETÁCICO SUPERIOR	ACUÍFERO
Observaciones: Arenisca marrón clara.				

**PIEZOHIDROMETRÍA**

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	37.59	14.74	18.85	25.6203	4.4391

Fecha de muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
07/07/2008	14.74		445.26		Nivel Estático	SINDI MANUAL	CHE (OPH)	EBROCAL	0

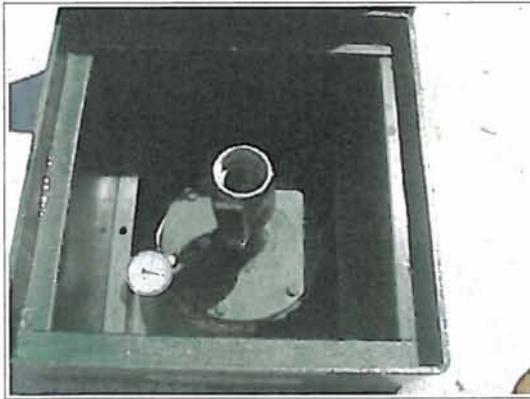
Observaciones: El hitorico llevaba agua.

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
03/06/2008	21.82			438.30	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
27/05/2008	20.4			439.6	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
06/04/2008	21.8			438.2	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
10/03/2008	23.35			436.67	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24/02/2008	24.40			435.51	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
14/01/2008	26.8			433.2	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17/11/2007	27.3			432.7	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/11/2007	26.25			433.72	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/10/2007	26.73			433.27	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
25/09/2007	27.02			432.58	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/08/2007	27.32			432.48	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17/07/2007	29.12			431.88	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/06/2007	27.72			432.28	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
22/05/2007	27.57			432.45	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
25/04/2007	26.35			431.625	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/03/2007	33.10			426.94	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
23/02/2007	33.59			426.40	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									

## OTRAS FOTOS



Detalle (17/07/2007)



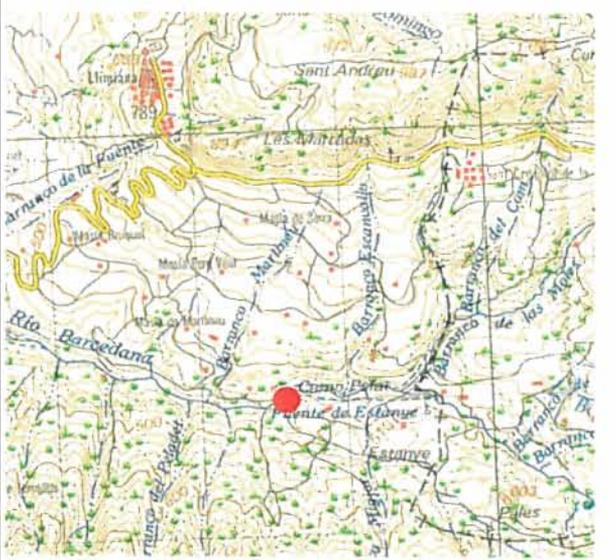
Detalle arqueta (17/07/2007)

## FICHA DE PIEZÓMETRO

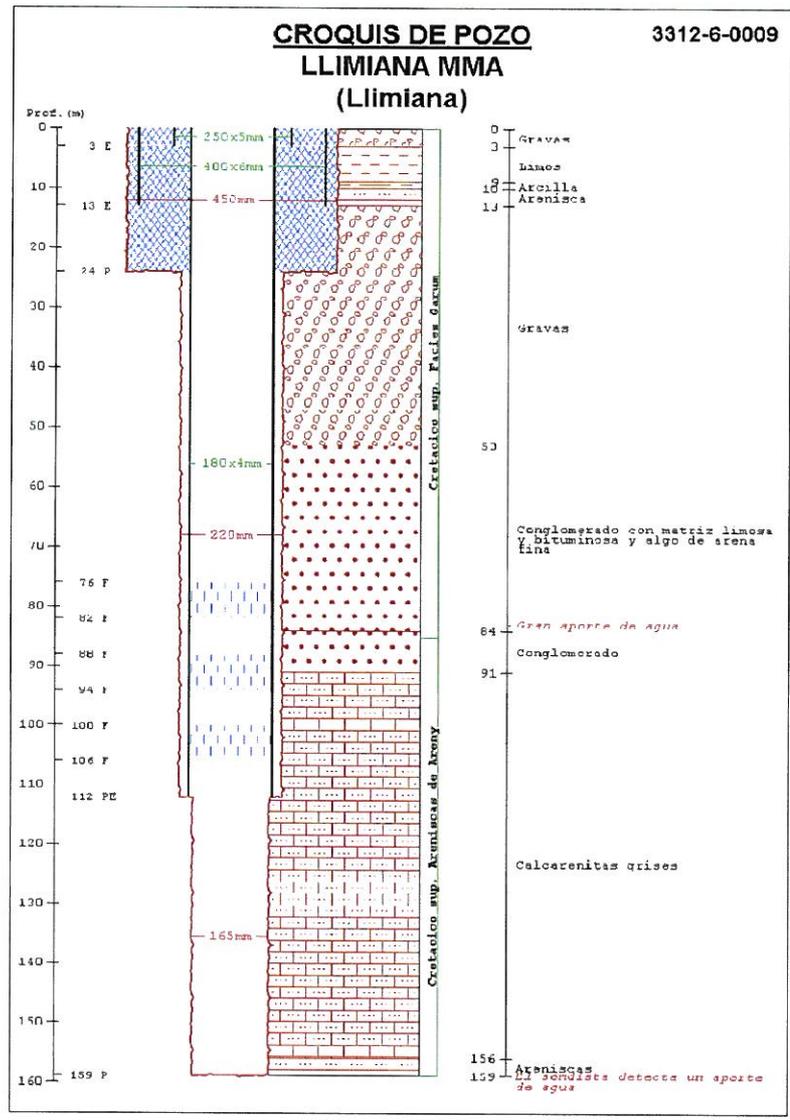
TOPONIMIA		LLIMIANA MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.303.012	
CÓDIGO IPA		331260009	Nº MTN 1:50.000 3312	MUNICIPIO LLMIANA		PROVINCIA Lérida	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA		038   TREMP-ISONA					
U. HIDROGEOLÓGICA		303   Tremp - Isona					
ACUÍFERO(S)		038-04 Maestrichiense. Areniscas de Areny					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	825103	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4663400					
COTA DEL SUELO msnm	Z	460	DATOS OBTENIDOS DE:	1:50000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		7		PARCELA		33	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Llimiana					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
MÉTODO			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				EMPAQUE			No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	24	450	0	13	400	Metálica	76	82	Ranurada	0	24
24	112	220	0	3	250	Metálica	88	94	Ranurada		
112	159	165	0	112	180	Metálica	100	106	Ranurada		

HISTORIA	
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO	

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

# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



# FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

