



## **INFORME PIEZÓMETRO DE VILLANÚA: 09.204.03**



## **ÍNDICE**

### **1. PROYECTO**

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. 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 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 rotoperforación 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 lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

- Trabajos anteriores a la perforación
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos
  
- 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.
  
- 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 ha ido incorporando la documentación generada en la obra de forma casi inmediata.

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

Sondeo perforado por la imposibilidad de realizar un control hidrológico de los drenajes difusos al río Aragón a la altura de Villanúa y a favor de la conocida como "Megacapa de Villanúa". La masa de agua subterránea se sitúa en el flanco S de la Zona Axial Pirenaica e incluye las Sierras Interiores, constituidas por una serie Cretácico – Eoceno con un buzamiento general hacia el S para sumergirse bajo la Cuenca turbidítica de Jaca. La cuenca turbidítica está deformada por un conjunto de pliegues y cabalgamientos de vergencia S. La megacapa de Villanúa exhibe un complicado sistema de cabalgamientos, con varias láminas cabalgantes limitadas por cabalgamientos subparalelos a la estratificación.

El sondeo se emplaza cercano a la zona descarga sobre un relleno cuaternario coluvial para alcanzar rápidamente la Megacapa de Villanúa del acuífero 27.04 Paleoceno-Eoceno inf. A unos 400 m en dirección contraria al río

se encuentra la "Fuente del Cándalo" que es un conocido trop plein que solo funciona ocasionalmente tras fuertes lluvias.

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro dentro de la localidad de Villanúa. Después de cruzar el río Aragón tomar dirección al Albergue Juvenil. El sondeo está situado 50 metros antes de llegar al albergue, a la izquierda.

Las coordenadas del punto son:

X= 702.395

Y= 4.728.692

Z= 950 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Villanúa sobre la GIS - OLEÍCOLA



### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Eoceno, de edad de Cuisiense Superior, correspondiente a la denominada Megacapa de Villanúa o MC-3, según la nomenclatura de la Hoja MAGNA nº 144, o MT-3 según la nomenclatura de Labaume *et al.*, (1983). Estos materiales afloran en las proximidades del sondeo con una dirección E-O y buzamientos variable entre 30 a 35° hacia el Sur.

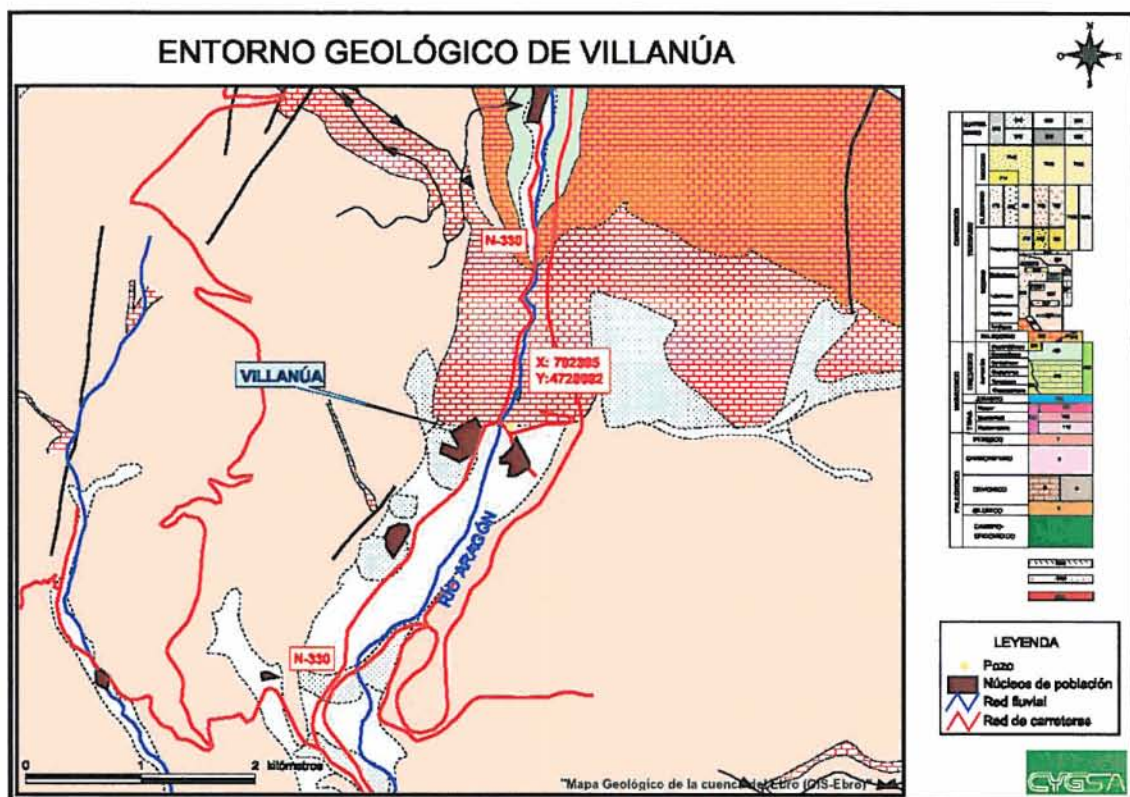


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Villanúa

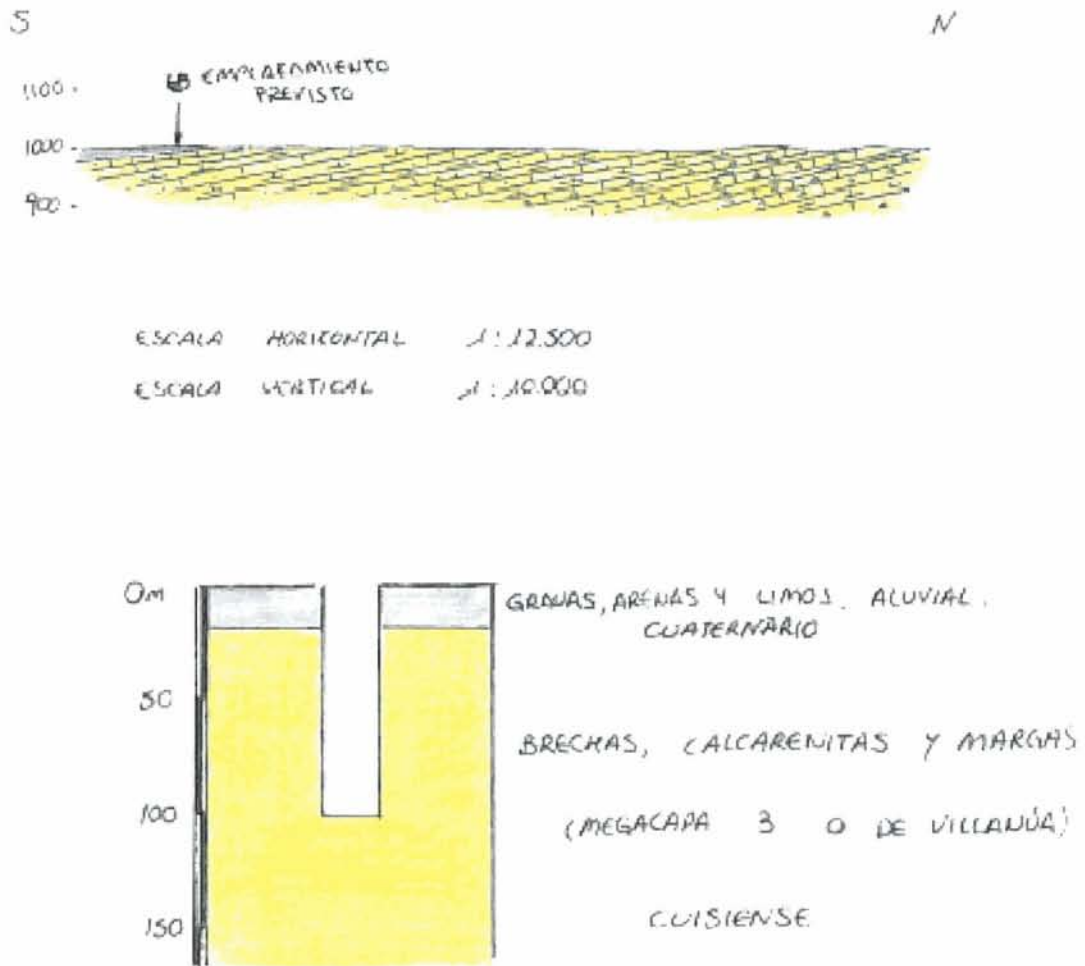


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Villanúa

## **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 2 "Dominio pirenaico del Sinclinal Jaca – Pamplona". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frente de Gavarnie), los ríos Arga y Cinca por el oeste y este respectivamente, y por el límite de los afloramientos permeables sobre la divisoria de la cuenca, al norte. Viene a corresponder con la cuenca turbidítica de Jaca y con las dos alineaciones montañosas que separa, al norte las sierras interiores pirenaicas: Ezcaurri, Telera, Tendeñera, Monte Perdido; al sur las sierras exteriores: Santo Domingo, Gratal, Gabardiella, Guara. También son las rocas carbonatadas del Cretácico superior, y en especial del Eoceno, las que dan lugar al establecimiento de los principales acuíferos de este Dominio. En los trabajos del ITGE este ámbito se venía denominando como Sistema Acuífero 67 (Sinclinal de Jaca y calizas eocenas de borde).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 204 "Ezcaurri – Peña Telera", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.027 también denominada "Ezcaurre – Peña Telera", y el acuífero a controlar es la "Megacapa" de edad Eoceno Inferior, compuesta por calizas, dolomías, calcarenitas y brechas calcáreas (Megacapas del Flysch).

El acuífero de la masa de agua 090.027 es un acuífero carbonatado, predominantemente libre, de 390,8 km<sup>2</sup> de superficie. Los acuíferos en esta masa presentan una geometría muy heterogénea debido a la compleja tectónica de la zona. El acuífero más importante está formado por materiales del Cretácico superior y Paleoceno-Eoceno inferior. El Cretácico consta de 200 m de calizas y calcarenitas, y el Paleoceno-Eoceno inferior está formado por calizas, dolomías y calcarenitas, con potencias entre 100 y 250 m. Entre ambos se intercala una serie detrítica margosa de menor permeabilidad, que puede desconectar puntualmente ambos acuíferos. Hacia el S estas formaciones se sumergen bajo las turbiditas eocenas. La geometría del acuífero está condicionada por la vergencia S de las estructuras y a la red de fracturas



transversales NNE-SSO. Al NE, en la cabecera del río Aragón, afloran calizas carstificadas del Devónico y Carbonífero de potencias entre 50 y 280 m, con una geometría compleja, afectada por fracturas y por importantes cambios laterales de facies. En las facies turbidíticas, situadas al SO, se incluyen unas megacapas carbonatadas con una estructura muy compleja de pliegues y cabalgamientos de dirección E-O y vergencia S. A techo y a muro limita con las facies turbidíticas aunque en alguna zona puede estar conectada con las calizas del Paleoceno-Eoceno inferior. La recarga se realiza por infiltración de la precipitación, en forma de lluvia o nieve, destacando los sumideros de Tortiellas y Lizara. Posiblemente también haya recarga procedente del Ibón de Estanés. La descarga natural se produce a la red fluvial y mediante manantiales.

El piezómetro se encuentra situado sobre la Megacapa 3 o de Villanúa, de edad Cuisiense. Estos materiales son el acuífero a controlar y se encuentran buzando hacia el sur. La estructura general presenta vergencia al sur, de forma que las turbiditas eocenas acaban cubriendo la megacapa.

(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 rotoperforación ST30/1400 sobre camión, un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación comenzó el 28 de mayo de 2005 a las 10:00 horas y se terminó el 29 de mayo de 2005 a las 22:00 horas.

Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 380 mm. Se entubaron 4 m con tubería metálica ciega de 400 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Desde el metro 3 hasta el metro 13 se perfora con martillo de diámetro 315 mm. Hasta el metro 6 se coloca tubería de 320 mm de diámetro y tubería de 250 mm hasta los 14 metros de profundidad.

Una vez realizado el emboquille, desde los 14 metros hasta los 120 metros de profundidad se perforaron 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. El primer aporte de agua se situó a los 14 metros de profundidad. Se trata de un aporte de 1-2 l/s. La velocidad media de avance en la perforación fue de unos 25 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 botes.

Tabla 1. Descripción de campo de la columna perforada:

0-13 m	Relleno antrópico y cuaternario poligénico.
13-40 m	Calcarenitas grises oscuras con vetas de calcita.
40-63 m	Calcarenitas grises oscuras sin apenas vetas de calcita.
63-122 m	Calizas y calizas margosas grises oscuras.

El Instituto Geológico Minero, mediante convenio de colaboración con la Confederación Hidrográfica del Ebro, efectuó una detallada descripción litoestratigráfica de las muestras extraídas. El informe correspondiente se recoge en el Anejo 2.

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

De 0 m a 14 m.- Cuaternario

De 14 m a 63 m.- Megacapa de Villanúa (Tramo calcarenítico o turbidítico), Ypresiense superior.

De 63 m a 122 m.- Megacapa de Villanúa (Tramo de brechas), Ypresiense superior.

(Columna litológica y descripción ampliada en Anejo 2, Informe geológico.)



## **8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA**

La testificación geofísica se realiza el día 30 de mayo de 2005. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. Se registraron dos zonas claras con aporte de agua, a los 32 metros y a los 64,5 metros. Y otras zonas de aporte menos claro a los 104 metros y a los 113 metros.

El nivel de agua aproximado está sobre los 2 metros.

La distancia máxima de desviación con la vertical a los 120 m de profundidad fue de 1,20 metros.

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:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-4	400	5	Acero al carbono	Ciega
0-6	320	5	Acero al carbono	Ciega
0-14	250	5	Acero al carbono	Ciega
0-30	180	4	Acero al carbono	Ciega
30-36	180	4	Acero al carbono	Puente
36-60	180	4	Acero al carbono	Ciega
60-66	180	4	Acero al carbono	Puente
66-102	180	4	Acero al carbono	Ciega
102-114	180	4	Acero al carbono	Puente
114-120	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

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

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica. La arqueta, a su vez, queda protegida por un dado de hormigón de 1X1X0.7m, que se construye a su alrededor.

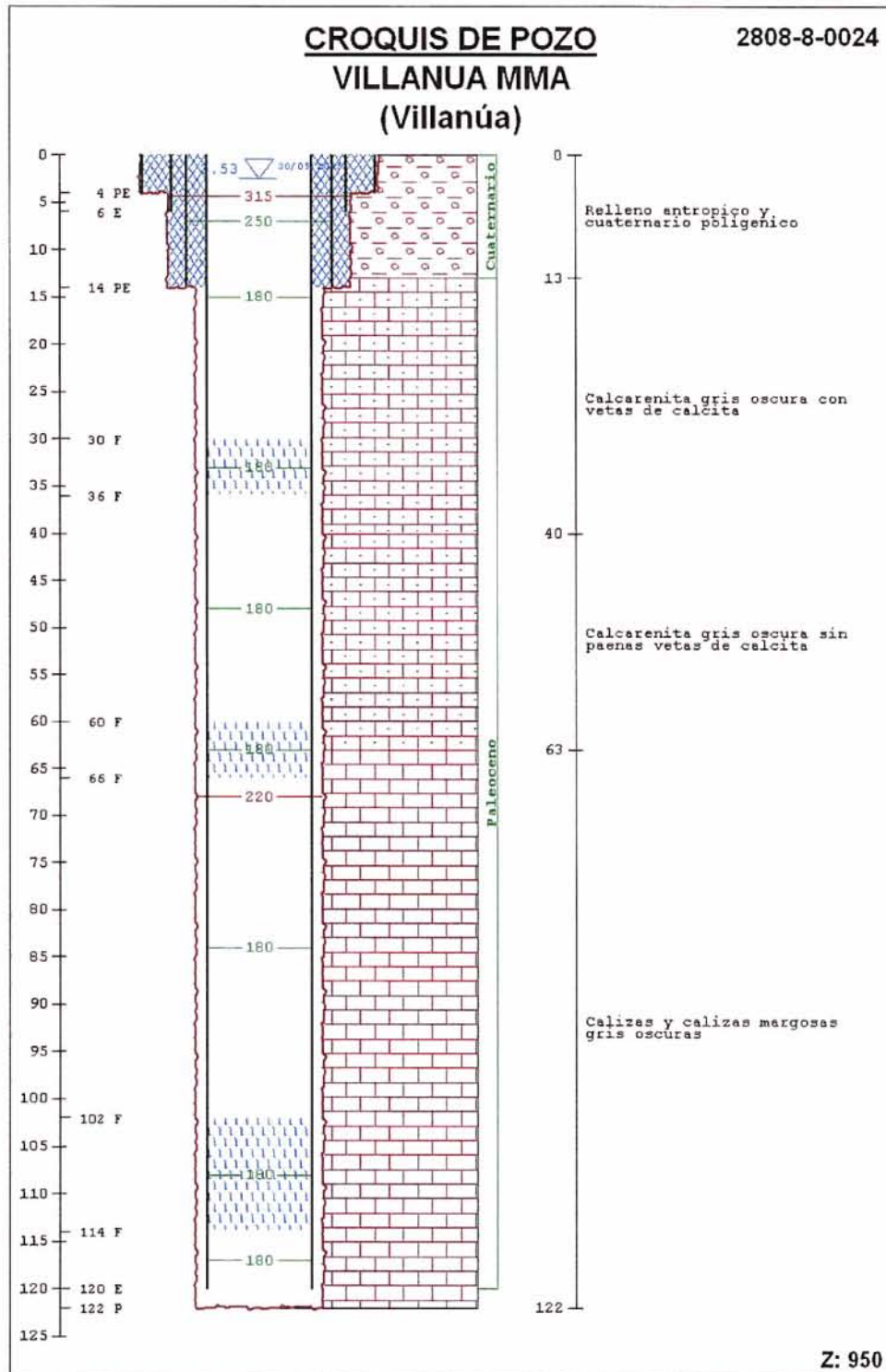


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.



## 10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado es la "megacapa de Flysch", compuesta por calcarenitas y calizas, de edad Cuisiense.

El agua se detectó sobre los 15 metros de profundidad, coincidiendo con un cambio litológico, aparición de las calizas. Sobre los 30 m de profundidad se observó un incremento de caudal hasta unos 5 l/s. A los 60 m se produjo un gran aumento del caudal, a unos 15-20 l/s.

Tabla 3, Datos mensuales de nivel medidos hasta el ensayo de bombeo:

<b>Fecha</b>	<b>Nivel (metros)</b>
30/05/05	2
20/06/05	3,25
15/07/05	5,87
16/08/05	7,21
19/09/05	6,64
24/10/05	1,61
21/11/05	5,69
19/12/05	4,21

### ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 13 y 14 de diciembre de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. La aspiración se colocó a 96 m de profundidad y el nivel estático inicial se situó a 5,52 m. El primer escalón duró 7 minutos. Se extrajo un caudal de 13,32 l/s y el descenso del nivel fue de 6,52 m. El segundo y último escalón duró los 1433 minutos restantes. El caudal extraído fue de 16,5 l/s y el descenso total del nivel fue de 29,64 m.

A los 100 minutos de bombeo el agua salía turbia, de color blanco y va aclarando poco a poco. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 255-277  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH medio fue de 7,8 y la temperatura fue de 6° C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra 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 60 minutos. En ese tiempo el nivel pasó de los 35,16 metros a los 5,91 metros, quedando 0,39 m por recuperar.

Tabla 4, Resumen de la tabla de datos del ensayo de bombeo:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	5,52	0,00	0,00
1	10,00	4,48	13,32
2	10,44	4,92	13,32
5	11,79	6,27	13,32
7	12,05	6,53	13,32
8	15,31	9,79	16,50
10	16,81	11,29	16,50
30	30,74	25,22	16,50
60	36,29	30,77	16,50
120	41,52	36,00	16,50
180	42,36	36,84	16,50
300	42,25	36,73	16,50
500	41,46	35,94	16,50
720	39,05	33,53	16,50
960	39,27	33,75	16,50
1200	36,67	31,15	16,50
1440	35,16	29,64	16,50
1441	11,70	6,18	0
1442	10,25	4,73	0
1445	9,20	3,68	0

<b>Tiempo de bombeo (minutos)</b>	<b>Profundidad (metros)</b>	<b>Descenso (metros)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
1450	8,38	2,86	0
1460	6,53	1,01	0
1480	5,99	0,47	0
1500	5,91	0,39	0

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

La interpretación se ha realizado mediante el Método de Jacob, análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación de la recuperación mediante el programa MABE (Método directo).

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

<b>Método</b>	<b>Transmisividad</b>	<b>r<sup>2</sup>.S</b>
Aprox Log Jacob 1 <sup>er</sup> Tramo (Q=13,32 l/s)	75 m <sup>2</sup> /día	---
Aprox Log Jacob 2 <sup>o</sup> Tramo (Q=16,5 l/s)	45 m <sup>2</sup> /día	---
Aprox Log Jacob 3 <sup>er</sup> Tramo (Q=16,5 l/s)	44 m <sup>2</sup> /día	---
Método Recuperación Theis	366 m <sup>2</sup> /día	---
Simulación MABE mediante la solución de Theis	115 m <sup>2</sup> /día	6,2 E-5 m <sup>2</sup>

El mejor ajuste se ha conseguido mediante simulación (prueba-error) con el programa MABE para una transmisividad de 115 m<sup>2</sup>/día.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada 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:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 142  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,72.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 266  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 8,13.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 274  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,71.)

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 BAJA - 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 de ALGO DURA a 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, aunque algunos, como el amonio y los fosfatos (en la muestra recogida durante la limpieza),

exceden los valores habituales de las aguas subterráneas dulces (según Custodio y Llamas, ed. 1996).

Los iones mayoritarios tampoco superan los valores habituales y de referencia en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), ni los marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003.

Tabla 6. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Agua de limpieza</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 3 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	2,87 mg/l	5,11 mg/l	3,65 mg/l
Sulfatos	7,74 mg/l	10,90 mg/l	8,76 mg/l
Bicarbonatos	89,02 mg/l	183,05 mg/l	189,32 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	0,32 mg/l	0,22 mg/l	0,20 mg/l
Sodio	2,69 mg/l	0,82 mg/l	1,86 mg/l
Magnesio	8,01 mg/l	4,10 mg/l	8,43 mg/l
Calcio	15,21 mg/l	63,57 mg/l	53,64 mg/l
Potasio	1,55 mg/l	0,24 mg/l	0,73 mg/l
Nitritos	0,05 mg/l	0,00 mg/l	0,03 mg/l
Amonio	0,37 mg/l	<0,04 mg/l	0,43 mg/l
Boro	0,00 mg/l	0,01 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato	1,25 mg/l	0,19 mg/l	0,20 mg/l
Anhídrido Silícico	7,17 mg/l	2,77 mg/l	2,64 mg/l
Hierro	0,00 mg/l	0,01 mg/l	0,00 mg/l
Manganeso	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l

## **12. CONCLUSIONES**

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Villanúa 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 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 120 m. El acuífero atravesado está constituido por calcarenitas y calizas, de edad Cuisiense (Eoceno Inferior).

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 16,5 l/s. La transmisividad del acuífero, calculada mediante el Método Directo MABE, solución de Theis, es de 115 m<sup>2</sup>/día.

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



## **ANEJO 0**

# **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

**PIEZOMETRO: 09 204 03**

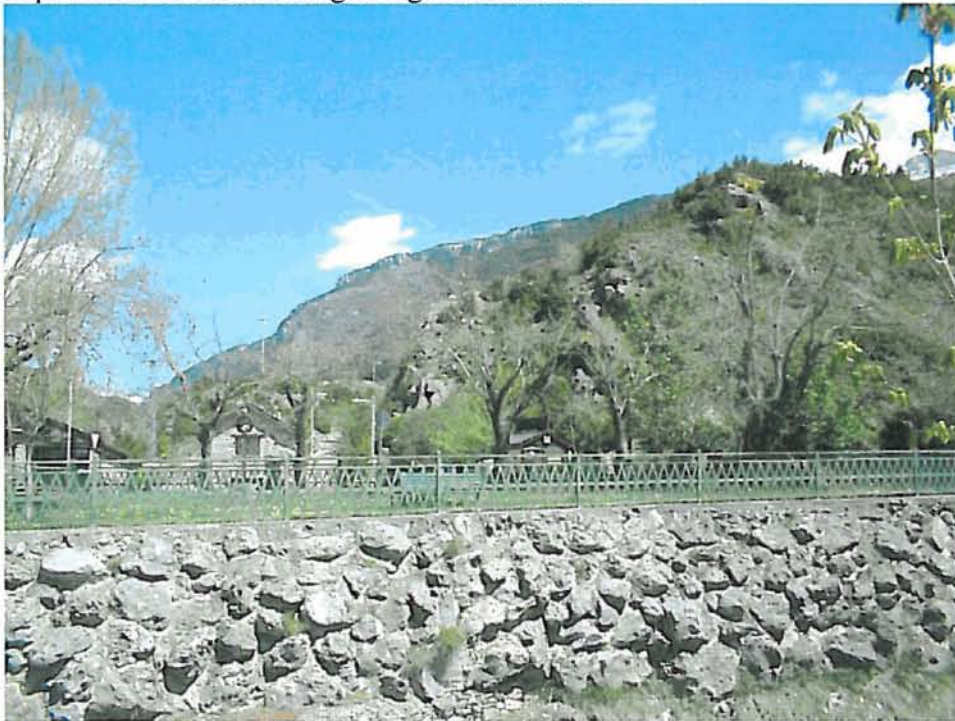
**LOCALIDAD: VILLANUA**

**PROVINCIA: HUESCA.**

Se realiza una visita al emplazamiento el martes 3/05/05 con el guarda del Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, D. José Antonio Sesé. Me confirma que la Comisión del Camino de Santiago y el Pleno del Ayuntamiento de Villanúa ha aprobado el permiso para realizar el sondeo. Me comenta también que la zona, además de ser Camino de Santiago, también es Vía Pecuaría pero que no nos preocupemos porque se tramitaría urgentemente el permiso por parte de Medio Ambiente.

Nos reunimos en el ayuntamiento con la arquitecta municipal (Virginia) para confirmar el punto exacto de perforación y el acondicionamiento final.

Al salir del despacho, nos encontramos con una señora que tiene un litigio con el ayuntamiento dado que posee escrituras que, según ella, le otorgan la propiedad de la zona de la Cabañera y camino de Santiago (las escrituras están a nombre de D. Carlos Herrán Santiago 657 52 85 83, son propietarios de la borda situada entre el camino y el Centro de Interpretación en construcción). El representante de la DGA, insiste en que este terreno pertenece al Gobierno de Aragón. Intervengo comentando que la Confederación Hidrográfica del Ebro, no quiere posibles problemas ni durante la perforación (llamadas a la Guardia Civil) ni durante la explotación y sugiero a la arquitecta si existe cerca algún lugar alternativo.



A unos 30 metros del punto inicial, existe un pequeño jardín donde se podría realizar la perforación.

### CONDICIONANTES DEL NUEVO EMPLAZAMIENTO.

Se deberá retirar la valla metálica, sujeta con tornillos, para acceder al jardín.

Se realizará cerca de la zona de bancos, separado de la zona de la valla bajo la cual, discurre una conducción.

Se realizará la arqueta de protección con mampostería.



DETALLE DE LA VALLA QUE HABRA QUE RETIRAR

Fdo: Antonio Sánchez Lallana





AYUNTAMIENTO DE VILLANUA  
C.I.F.: P22344007

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO  
JEFE DE LA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
18/08/2005 12:28:23  
23818  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
REGISTRO DE ENTRADA



SE000073818

PASEO SAGASTA 24-28  
50071 ZABALBOZA DE VILLANUA (Huesca)  
Nº SALIDA 558  
Fecha 16 ABO 2005

La presente es para comunicarles que adjunto les remitimos fotocopia de la factura y documento bancario correspondiente a la perforación tubería red general de agua que realizo empresa de sondeo para la colocación de Piezometro.

Rogamos tengan a bien realizar ingreso de la misma en el siguiente nº de cita:  
2085-2358-93-0100310629

Sin otro particular, reciban un cordial saludo.

Fdo. Luis Sieso Esteban  
Alcalde - Presidente



C/ Escuelas, 8 - 22870 Villanua/Tl (no. 974-378-004 - Fax 974-378-197) ayto.villanua@aragon.es/www.villanua.net

# TALLERES PIBONSA, SL

C/ Madrid, 36 bajos  
22700 JACA  
B-22165633  
Nº registro industrial: 2270508

Número 044/05 Fecha 16/06/05

# FACTURA

CLIENTE  
EXCMO AYUNTAMIENTO DE VILLANUA  
C) ESCUELAS, 8  
22870 VILLANUA  
P-2234400 F

Código/fecha	Descripción	Cant.	Precio/u	Dto. %	Importe
25-5-2005	REPARAR TUBERIA GENERAL SALIDA AGUA A DEPOSITO PUEBLO POR ROTURA REALIZADA POR EMPRESA DE SONDEOS				
	Mts. lubo PVC presión 125-10 ATM	4	8,86	0 16	35,44
	Bridas Gibaut para PVC 125	2	21,34	0 16	42,68
	Desplazamientos (kms)	30	0,26	0 16	7,80
	Mano de obra	9	17,00	0 16	153,00

**iberCaja** 2085

Clave Oficina: 2358-9 01-08-05 JACA  
Fecha: 16/06/05  
Oficina: JACA

Referencia: 5013-0087 079304

Código Cuenta Cliente (Cuenta): 2085 2358 93 0100310629 01-08  
Entidad: 2085 2358 93 0100310629  
Nº de oficina: 01-08  
Nº de cuenta: 01-08

Mandante: AYUNTAMIENTO DE VILLANUA  
22870 VILLANUA (HUESCA)  
Observaciones: FRA N 044-05

Beneficiario: TALLERES PIBONSA

Importe Transformada: 46.114 PTA  
277,15 EUR  
46.264 PTA  
278,05 EUR

Importe TRANSF.: 277,15 EUR  
COMISION FIJA: 0,90 EUR

Código Cuenta Cliente (Número): 3189 0249 11 1078442926  
Entidad: 3189 0249 11 1078442926  
Nº de oficina: 11  
Nº de cuenta: 1078442926

Carácter línea y saldo

Actualizamos en su cuenta el importe que se detalla.

Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja NIF G-0000652

L. Mandante:

Descuento	Base imponible	% IVA	TOTAL
%	238,92	16	277,15 Euros
			(46.114 Ptas)

FORMA DE PAGO: INGRESAR EN MULTICAJA  
C.C.C.: 3189 0249 11 1078442926

VENCIMIENTOS: Fecha: Importe:

Cuando el plazo de 3 meses desde la finalización de los obra a que hace referencia esta fin la empresa se compromete a reparar gratuitamente los vicios detectados de una mala ejecución o mantenimiento de obra conforme al Decreto 20/09 de 23 de marzo del Gobierno de Aragón.  
Los trabajos realizados por esta empresa se consideran como realizados con los precios de venta al público.  
La cantidad abonada en la presente factura se considera como el importe correspondiente al presupuesto, incluyendo cualquier modificación realizada al presupuesto inicial.  
Existen hojas de reclamaciones a disposición del cliente.



AYUNTAMIENTO DE VILLANUA

P2234400F

C/ ESCUELAS, 8  
22870 VILLANUA (HUESCA)

Teléfono 974 37 80 04  
Fax 974 37 81 97

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL  
EBRO

JEFE DE LA OFICINA DE  
PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

PASEO DE SAGASTA 24-28  
50071 ZARAGOZA

AYUNTAMIENTO DE VILLANUA (Huesca)	
<b>SALIDA</b>	
N.º	367
Fecha	27 MAYO 2005

SU/REF: VAE

De conformidad con su escrito referente a la SOLICITUD NUEVA DE  
DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y  
OBSERVACIÓN DE UN PIEZOMETRO ,

Y dado que el Pleno autorizó la ocupación de la parcela cuya referencia  
catastral es 227801YN0228N0001XQ, y que por circunstancias del terreno no ha sido  
posible realizarla.

Teniendo en cuenta que este Ayuntamiento ha considerado que la  
actuación de referencia es importante realizarla, esta Alcaldía RESUELVE:

1.- AUTORIZAR a ocupación, de modo transitorio  
mientras dure la ejecución de la obra , de una extensión aproximada de  
100 m<sup>2</sup> , necesarios para construir sondeo 09 204 03 en terreno público  
de este municipio: parque público situado al norte de la caseta de  
telefonía y junto al barranco, margen izquierda. Coordenadas: Z: 702365  
Y: 4728683.

2.- La ocupación durante un período 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 medidas o muestreos inherentes a  
la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o  
mantenimiento que sean necesarios.

En Villanúa a 26 de mayo de 2005

EL ALCALDE-PRESIDENTE

Fdo: Luis A. Sieso Esteban



# **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



<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> 17/05/05	<b>Nº pag.:</b>		
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.204.03	<b>POBLACIÓN:</b> Villanua (Huesca)	<b>PROF.:</b> 100 m.	
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>			
<b>INICIO:</b> 16/05/05	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN		
<b>DIAMETRO:</b> 380 y 220 mm			
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>			

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

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

Se realiza el traslado desde Canfranc, el lunes por la tarde.

#### **INCIDENCIAS RESEÑABLES.**

Llueve copiosamente durante todo el día; el río Aragón baja con un caudal apreciable; se observan gran cantidad de “manantiales” laterales desde la base de los rellenos de terraza y de las márgenes hacia el cauce.

#### **PERFORACIÓN DEL EMBOQUILLE.**

Se inicia la perforación con el martillo de 380 mm. Los tres primeros metros son de fácil avance correspondiendo su litología a tierra vegetal y grava arenolimososa. A partir del cuarto metro, aparecen grandes bolos (mayores a 0,50 metros) englobados en matriz arenolimososa; (seguramente corresponden al cono de deyección del barranco lateral revestido que desemboca en el río). El martillo a partir de este punto avanza muy lentamente debido a que los bolos se mueven al ser perforados provocando un ensanchamiento considerable de la perforación (ver foto); al mismo tiempo, se empiezan a derrumbar las paredes del sondeo. Una vez perforados 5-6 metros con gran dificultad, se decide colocar la tubería de revestimiento de 300 mm y perforar con dentro con el martillo de 220 mm para inducir el avance de la misma .

Se observa como se corta a los 6 metros un nivel colgado similar a los observados en el entorno y como este agua vierte al cauce desde la base del relleno donde está emplazada la máquina.

Después de colocar 8 metros de tubería de 300 mm, con gran lentitud y con un aporte considerable de espumante, no se consigue avanzar más debido a que los bolos del fondo se mueven y se derrumban las paredes del pozo. No se ha atravesado completamente el relleno y es fundamental aislarlo para poder realizar el seguimiento exclusivamente del acuífero de la “megacapa”.

Ante la imposibilidad de seguir, de acuerdo con el jefe de obra, se comunica a la Dirección de Obra que se va a estudiar la posibilidad de cambiar de emplazamiento a las cercanías (se hablará con el Ayuntamiento el miércoles) o la ampliación del emboquille a 400 mm y la incorporación de tubería de 315 mm para posibles reducciones hasta llegar a la roca sana.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



Detalle del emplazamiento y vista de los bolos del fondo de la perforación





**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> 07/08/04	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09204.03	<b>POBLACIÓN:</b> Villanua (Huesca)
<b>PERFORACIÓN</b>	<b>PROF.:</b>
<b>INICIO:</b>	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b>	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>	

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

A las 17:00 horas el equipo de perforación procede a retirar la sonda del emplazamiento del parque donde no se pudo continuar la semana pasada.

El fin de semana no llovió en la zona y el camión sale sin problemas. No se observan grandes destrozos, sólo las rodadas de los vehículos, que se pueden arreglar con un motocultor y el entorno del emplazamiento afectado en unos 8-10 m2. El taladro ha quedado tapado en su boca con dos grandes losas de pizarra hasta que mañana se rellene convenientemente. La zona ha sido balizada (ver informe de seguridad).



Detalle de rodadas antes de sacar la sonda.



A continuación, los vehículos se trasladan al emplazamiento acordado la semana pasada con la arquitecta municipal y del cual se envió la solicitud de permiso por fax. Antes de iniciar la perforación, se procede al montaje de un nuevo martillo de fondo; ante esta circunstancia, finalizo mi visita a las 19:15 horas.



Sonda ubicada en emplazamiento previsto.

A las 20:30 horas recibo una llamada del jefe de obra comunicándome que acaban de romper una tubería de PVC al realizar la primera maniobra con el martillo de fondo. Llamo al teléfono móvil del alguacil “de guardia” que me facilitó la arquitecta municipal y no consigo respuesta. El contratista consigue localizar al alcalde y le dice que hemos roto la tubería de abastecimiento que conduce hasta el depósito; el edil comenta que mañana a primera hora enviará allí un equipo para reparar la avería.

Ante esta circunstancia, Sergio Yeste sugiere la posibilidad de desplazarse al siguiente emplazamiento: Salvatierra de Esca y volver cuando concretemos el punto exacto,( esta vez tendrá que un replanteo con el alcalde señalando físicamente el punto); me muestro de acuerdo con esta idea dado que mañana la sonda no podría trabajar en esta zona.

El miércoles a primera hora, llamaré al ayuntamiento para hablar con la arquitecta municipal y con el alcalde para quedar con él y ver la finalización de los trabajos de reparación, los de adecuación del parque y el posible nuevo punto de perforación.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana

**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> 26/05/05	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09 204.03	<b>POBLACIÓN:</b> Villanua (Huesca)
<b>PERFORACIÓN</b>	
<b>INICIO:</b>	<b>SISTEMA:</b>
<b>DIAMETRO:</b>	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>	

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**REPARACIÓN DE TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO**

Ayer, 25 de mayo, ha quedado reparado el tramo de tubería roto en los inicios de la perforación sobre el segundo emplazamiento de Villanua. Previo acuerdo con el señor alcalde, la constructora se encargó de abrir la zanja correspondiente y el ayuntamiento envió a personal municipal para colocar 3 metros de tubería de PVC de 180 mm y dos bridas de unión; aunque inicialmente el acuerdo incluía también la reposición del cable que transmite la señal de radio que comunica los dos depósitos existentes, no se ha realizado todavía por lo que el jefe de obra hablará esta tarde con el alcalde para concretarlo.



Detalle de la tubería reparada y de la grava vertida a su alrededor.



## **RESTAURACIÓN DEL ENTORNO DEL PARQUE EN EL PRIMER EMPLAZAMIENTO.**

Se ha rellenado el hueco de la perforación con la retroexcavadora utilizada para la apertura de la zanja para la reparación de la tubería. Falta eliminar las rodadas de los vehículos; se realizará a lo largo del jueves.

## **REPLANTEO DEL NUEVO PUNTO PARA LA PERFORACIÓN.**

De acuerdo con el señor alcalde, nos reunimos en la zona de la rotura con el alguacil jubilado que nos ayudó al replanteo del primer emplazamiento. Se llega a la conclusión de que el emplazamiento sigue siendo el mejor dado que aguas abajo existe mayor espesor de relleno aluvial. Se realiza un replanteo con cinta para garantizar no tocar ningún servicio otra vez y, además, se ubicará la máquina en presencia de este alguacil.

Me persono en el ayuntamiento con Sergio Yeste y nos entrevistamos con la secretaria municipal (Pilar). Le comento que no teníamos noticia de la existencia de servicios en esa zona pero que se asume el daño por parte del contratista. A continuación, se marca sobre un plano parcelario el punto donde se quiere realizar “el tercer intento” y se le comenta a esta funcionaria la necesidad de tener otro permiso antes de empezar la perforación; la secretaria me indica “que me pase mañana y que me dará el permiso firmado por el alcalde”.



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> 28/05/05	<b>Nº pag.:</b>		
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.204.03	<b>POBLACIÓN:</b> Villanua (Huesca)	<b>PROF.:</b>	
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>			
<b>INICIO:</b> 28/05/05	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN		
<b>DIAMETRO:</b> 380 y 220 mm			
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>			

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

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

#### **EMPLAZAMIENTO DE LA TERCERA TENTATIVA DE PERFORACIÓN.**

A primera hora del sábado, se realiza otro emplazamiento de la máquina evitando la traza de la conducción de abastecimiento. El ayuntamiento ha delegado en el alguacil jubilado para indicarnos por donde no hay problemas con la tubería. Después de varias maniobras con los camiones, para evitar dañar a los árboles de este pequeño parque, se coloca la sonda en posición a las 11:00.

Se inicia la perforación con el martillo de 380 mm picando por el interior de un tramo de tubería de 400 mm. Una vez introducida esta tubería 2,5 metros, se sigue picando con el martillo de 380 mm. Al alcanzar la profundidad de 4 metros, parece que se alcanza la roca del sustrato. Se sigue picando de la misma manera en roca competente, aparentemente, por lo que ya se comenta con el jefe de obra que se va a realizar un emboquille corto.

A las 13:00 esta Asistencia Técnica finaliza su visita.

A las 18:30 el jefe de obra me informa que se ha atravesado un gran bolo y que por debajo de él, existe un relleno importante hasta los 13-14 metros. Las paredes de la perforación no se mantienen y es muy difícil introducir la tubería de 300 mm. Se coloca más tubería de 400 mm y se empieza a avanzar, muy lentamente, en la construcción del emboquille.



Perforación de 380 mm por dentro de la tubería de 400 mm para la construcción del emboquille.

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> 29-5-05		<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.204.03	<b>POBLACIÓN:</b> VILLANÚA (HUESCA)	<b>PROF.:</b>
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>		
<b>INICIO:</b> 28/05/04	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 380, 315 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

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

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

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC Equipo 1.

**Profundidad alcanzada:**

Al comienzo de la visita a las 16:30 perforando con diámetro de 220 mm en 30 metros. La velocidad de avance es de unos 20 m/hora.

A las 17:30 la profundidad alcanzada es de 35 m.

La perforación se ha realizado de la forma siguiente:

De 0 m a 6 m: rotopercusión con diámetro 380 mm

De 6 m a 14 m con diámetro de 315 mm:

A partir de 14m: rotopercusión con diámetro 220 mm.

**Estado de la perforación:**

Las labores de enboquille han sido tremendamente laboriosas por el tipo de relleno existente hasta los 15 m de profundidad donde se alcanzó el sustrato rocoso. La existencia de bolos impedían el avance de la sonda de perforación. Para conseguir atravesar el relleno se ha tenido que realizar en los primeros 15 m tres reducciones de tamaño de perforación y utilizar tubería de avance de 400, 320 y 250 mm. De esta forma se ha conseguido atravesar durante la mañana del 28/5/05 el relleno y se continúa ya con terreno estable.

Velocidad media de avance: 20 m/h.

La consistencia de los materiales perforados en los últimos sondeos, en especial el de Canfranc, y de los primeros metros del actual han provocado daños en la cabeza perforadora que por ahora se van solucionando con soldadura.



### **Entubación**

Para atravesar el relleno cuaternario se ha colocado la siguiente tubería:

De 0 a 3 m: Tubería ciega de 400 mm hincada.

De 0 a 6 m: Tubería ciega de 300 mm.

De 0 a 14 m: Tubería de 250 mm.

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

La columna atravesada hasta el momento es la siguiente:

De 0 m a 15 m: Relleno antrópico y cuaternario poligénico.

De 15 a 35 m: Calcarenitas gris oscuras.

### **Características hidrogeológicas**

Justo al alcanzar las calizas a los 15 m detectaron agua. A los 30 m se observa un incremento de caudal hasta unos 5 l/sg.

Fdo. Jesús Serrano Morata.



Sondeo Villanúa 29/5/05 17:30



**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> 30-05-2005	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.204.03	<b>POBLACIÓN:</b> VILLANUA (HU)	<b>PROF.:</b> 122 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 28/5/05	<b>SISTEMA:</b> ROTOPERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 380, 315 y 220 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

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

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

**Características de la máquina de perforación:** SACYR MICROTEC (Equipo 1)

**Profundidad alcanzada:** 122 m. Finalizada.

#### **Características hidrogeológicas**

El agua la cortaron en muy poca cantidad en torno a los 15 m, aumento a los 30 m de profundidad hasta los 5 l/sg y posteriormente aumentó considerablemente a los 60 m hasta unos 15 o 20 l/sg.

Hasta los 15 m no registran nada de agua a pesar de circular agua por el barranco.

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

La columna atravesada y revisada con lo observado en la testificación geofísica es la siguiente:

- De 0 m a 13 m: Relleno antrópico y cuaternario poligénico..
- De 13 m a 40 m: Calcarenitas gris oscuras con vetas de calcita..
- De 40 m a 63 m: Calcarenitas gris oscuras sin apenas vetas de calcita..
- De 63 a 122 m: Calizas y calizas margosas gris oscuras.

Desde los 13 m se cortó la megacapa de Villanúa.

#### **Testificación geofísica**

A las 13:00 del 30/5/05 se realiza la testificación geofísica con las mismas sondas de los sondeos anteriores y finaliza a las 15:00. De un primer análisis se deduce lo siguiente:

- Nivel de agua aproximado sobre los 2 m.
- La inclinación ha sido de 1,20 m en el fondo.



**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



- Se registran dos zonas claras de aporte a los 32 metros y a los 64,5 m. Otras zonas de aporte menos claro están en 104 y en 113 m.

### **Entubación**

Con toda la información disponible se propone realizar la siguiente entubación definitiva:

- De 0 m a 30 m tubería ciega de 220 mm de diámetro y 4 mm de diámetro.
- De 30 m a 36 m filtro de puentecillo.
- De 36 m a 60 m tubería ciega.
- De 60 m a 66 m filtro de puentecillo.
- De 66 m a 102 m tubería ciega.
- De 102 m a 114 m puentecillo.
- De 114 m a 120 m tubería ciega

La entubación del pozo se realiza el 30/5/05.

Con el hormigonado de la parte baja del emboquille entre 12 y 14 m de profundidad y las tuberías ciegas se considera el sondeo perfectamente independizado del arroyo. En cualquier caso ya se ha comentado que durante la perforación no se registro agua hasta el metro 15 a pesar de circular agua por el barranco.

JESÚS SERRANO MORATA





**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



Testificación geofísica sondeo Villanua (30/5/05 13:30)



Panoramica de Villanua con sondeo en primera instancia



Comienzo de entubación (30/5/05 16:30)



Villanua. Comienzo de entubación. (30/5/05 16:30)



**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



Fuente de Cándalo. Trop plein de Villanúa seco.( (30/5/05 16:30)



## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**



CÓDIGO IPA: 2808-8-0024  
CÓDIGO MMA: 09-204-03

MUNICIPIO: VILLANUA  
PROVINCIA: HUESCA

HOJA N° 2808

COORDENADAS UTM HUSO 30  
702.395  
4.728.892  
555

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

FECHA INICIO: 18-05-05  
FECHA FINAL: 30-05-05  
AUTOR FICHA: Javier Ramajo

VELOCIDAD (m/s)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					ESTRUCTURAS	POROSIDAD	GRIETAS	Sp	Temperatura	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	U. LITO	U. GRUPO
				L-AN	L-AR	AC-AR	MA-AR	AD-AR									
16	400 mm 320 mm 250 mm	5											0-13 m. Limolitas de color marrón ocre con gravas y cantos de calizas recristalizadas y areniscas de grano fino. Se trata de depósitos cuaternarios del río Aragón y de rellenos antrópicos.	1		D	
21	220 mm 180 mm	10											13-35 m. Calcarentitas y Calizas arenosas de tonos gris oscuros a negros. Se trata de calcarenitas y calizas arenosas con granos de cuarzo de tamaño limo a arena fina ocasionalmente de grano medio con textura casi granosostenida a granosostenida ( <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> ) con niveles de textura <i>wackestone</i> algo limosos. Se observan también hacia la parte inferior la existencia de bioclastos: posible restos de bivalvos y macroforaminíferos bentónicos de los que se han identificado <i>alveolinas</i> y <i>nummulites</i> . Se observa la presencia de frecuentes grietas rellenas de calcita.	2		Megacapa de Villanua (Tramo Calcarentítico o turbidítico)	
23		20											35-63 m. Calcarentitas y calizas bioclásticas y arenosas de colores gris marrón a negro. Se trata de calizas con gran cantidad de detriticos (granos de cuarzo) de tamaño limo o grano fino, presentan también frecuentes restos de foraminíferos ( <i>alveolinas</i> y <i>nummulites</i> ). Estas calizas presentan generalmente texturas casi granosostenidas de tipo <i>packstone</i> a <i>grainstone</i> . Al igual que el tramo anterior se observa la existencia de abundantes grietas rellenas de calcita.	3		Megacapa de Villanua (Tramo Calcarentítico o turbidítico)	
27		30											A partir del metro 30 se observa un aumento de los aportes de agua que llegan a alcanzar 15-20 l/s en el metro 60.	4		Megacapa de Villanua (Tramo de brechas)	
25		40											63-71 m. Tramo de calizas margosas y margas de color negro a gris oscuro con niveles de calizas grises marrones limosas. Este tramo se observa muy marcado en las diagrafas.	5		Megacapa de Villanua (Tramo de brechas)	
21		50											63-71 m. Tramo de calizas margosas de color negro a gris oscuro con niveles de calizas grises marrones a negros limosas a arenosas con bioclastos. Se trata de un tramo donde existe abundantes restos de niveles de margocalizas a margas calcáreas que se detectan muy bien por medio de las diagrafas. Las calizas son limosas a arenosas de grano fino a muy fino a veces algo margosas con texturas variadas de <i>mudstone</i> a <i>wackestone</i> o de <i>wackestone</i> a <i>packstone</i> que presenta abundantes fósiles de macroforaminíferos <i>alveolinas</i> y <i>nummulites</i> , a veces de gran tamaño. Hacia la parte inferior se observa un aumento en el contenido en detriticos y una disminución en los niveles margosos. Al igual que el tramo superiores observan frecuentes grietas rellenas de calcita.	6		Megacapa de Villanua (Tramo de brechas)	
22		60															

Megacapa de Villanua (Tramo de brechas) Eoceno (Presencia superior?)



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME GEOLÓGICO**

**PIEZÓMETRO N° 2808-8-0024  
(09.204.003)**

**VILLANÚA (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 Villanúa (Huesca) en la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. El 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 tiene 122 metros de profundidad y se ha realizado mediante la técnica de RotoperCUSión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros. El sondeo se ha perforado con un diámetro de 380 mm en los primeros 4 metros, desde el metro 6 hasta el metro 15 con un diámetro de 315 mm y desde este punto hasta el final con un diámetro de 220 mm. La entubación se ha efectuado, con tubería de 400 mm desde la boca hasta el metro 4, con una tubería interna de 320 mm desde el metro 0 hasta el 6 y tubería de 250 mm hasta el metro 14, partir de este punto hasta el final del sondeo con tubería de 180 mm. Presenta la siguiente disposición: De 0-30 m: Tubería ciega. De 30-36 m: Filtro Puente. De 36-60 m: Tubería ciega. De 60-66 m: Filtro Puente. De 66-102 m: Tubería Ciega. De 102-114 m: Filtro Puente. De 114-120 m: Tubería Ciega.

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

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 2808-8-0024 y 09.204.03, respectivamente, se localiza en el término municipal de Villanúa. El piezómetro se encuentra situado dentro del casco urbano de la localidad en las proximidades del Albergue (Fig.1), en el punto de coordenadas:

X: 702.395

Y: 4.728.692

Z: 955 msnm

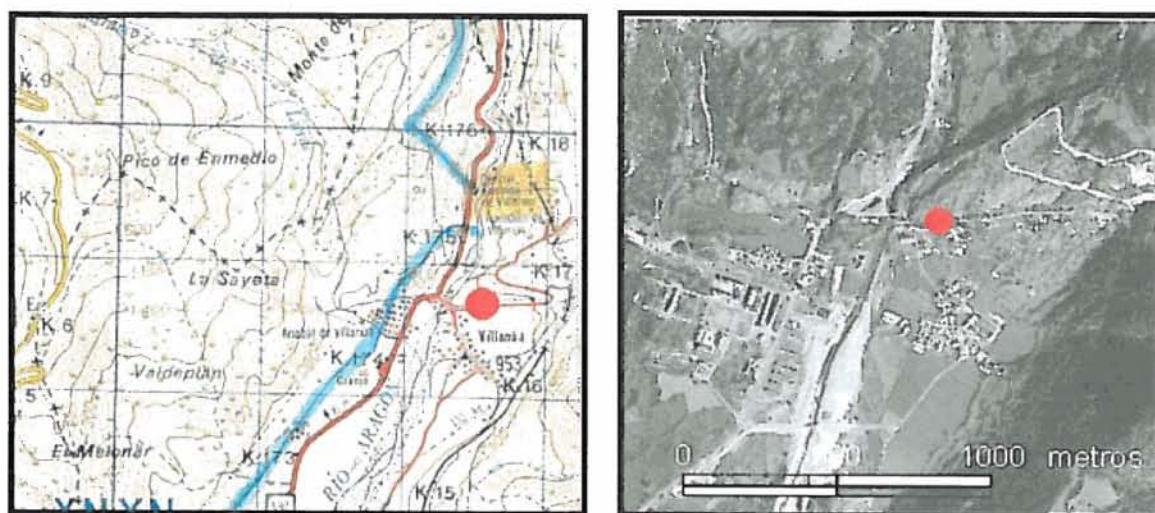


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:50.000 y ortofoto (tomadas de la Ficha IPA de la CHE).

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Eoceno identificados en la Hoja MAGNA nº 144 como unidad 29, de edad de Cuisiense Superior, correspondiente a la denominada Megacapa de Villanúa o MC-3, según la nomenclatura de dicha hoja, o MT-3 según la nomenclatura de Labaume *et al.*, (1983). Estos materiales afloran en las proximidades del sondeo con una dirección E-O y buzamientos variable entre 30 a 35° hacia el Sur.

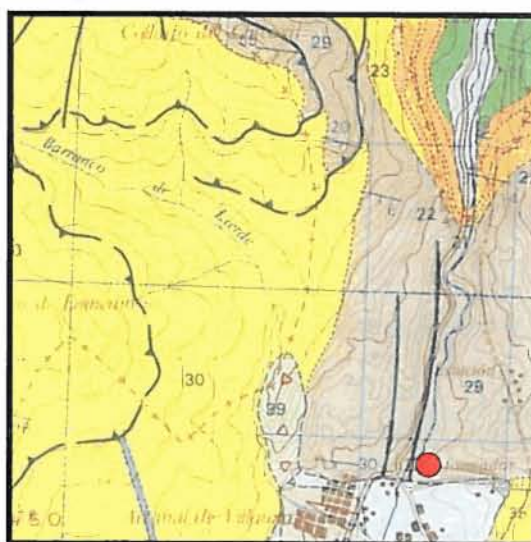


Fig.2. Situación del sondeo en la Hoja MAGNA nº 144 (Ansó).



## FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

Los primeros 14 metros atravesados corresponden a materiales cuaternarios del Aluvial del río Aragón y a rellenos antrópicos.

A continuación se atraviesa la denominada Capa de Villanúa o MC-3, también denominada megaturbidita 3 (MT-3) por Labaume *et al.*, (1983), identificada como unidad 29 en la Hoja MAGNA nº144. Esta unidad litoestratigráfica, al igual que el resto de las denominadas megacapas o megaturbiditas, está constituida por materiales procedentes de la destrucción y colapso de las plataformas carbonatadas del Eoceno, que van a ser redepositadas en un medio de talud o cuenca con facies de turbiditas. Los sedimentos de carácter turbidítico que se desarrollaron en el área del Sinclinorio de Jaca-Pamplona durante el Eoceno se corresponden con el denominado Grupo Hecho (Barnolas *et al.*, 2004), dentro del que se distingue hasta un total de 9 megacapas de gran continuidad lateral (Labaume *et al.*, 1983; Payros *et al.*, 1999; Barnolas *et al.*, 2004), originadas por la acción conjunta del plegamiento de las Sierras Exteriores y la actividad sísmica producida durante los movimientos que conformaron la zona Axial. La procedencia de los materiales es la margen sur de la Cuenca (Barnolas y Teixell, 1994; Payros *et al.*, 1999). La edad, según los últimos trabajos de Payros *et al.* (1999), y Barnolas *et al.* (2004) es Ypresiense superior.

Los materiales que conforman la megacapa se cortan desde el metro 13 hasta el final del sondeo y se pueden subdividir en dos partes, por sus facies y características sedimentológicas:

- La primera, que se corta desde el metro 13 hasta el 63, está formada por materiales de tipo calcarenítico con restos de bioclastos que parecen mostrar un carácter gradado, con una disminución del tamaño de grano y de los bioclastos hacia techo. Se puede atribuir sin muchas dudas al denominado tramo o secuencia turbidítica o calcarenítica (Labaume *et al.*, 1983; Payros *et al.*, 1999 y Barnolas *et al.*, 2004 y 2006). La calidad de las muestras obtenidas no permiten distinguir los dos subtramos en los que se puede subdividir este intervalo (Fig.3).
- El segundo tramo se identifica desde el metro 63 hasta el final del sondeo, y está formado por depósitos de brechas de tipo “*debris-flow*” (Labaume *et al.*, 1983; Payros *et al.*, 1999 y Barnolas *et al.*, 2004 y 2006). Este a su vez se puede subdividir en dos partes: una con predominio de las brechas, con gran cantidad de margas y una textura de tipo *mud-supported*, característica de la parte superior del tramo, y un tramo inferior compuesto por grandes bloques, a veces hectométricos, procedentes de las plataformas carbonatadas no muy fragmentados y, generalmente, con texturas de tipo *clast-supported* que presentan ordenación granodecreciente y gran presencia de macroforaminíferos. Entre el metro 63 y 71 se aprecia en las muestras y, sobre todo, en las diagráfias la presencia de abundantes margas y margocalizas de modo similar a lo mostrado en la Fig.



3, mientras que desde el metro 71 hasta el final del sondeo se observa una disminución progresiva de la presencia de los términos más margosos, tanto en los ripios como en las diagrafas, aunque no se aprecia claramente el que se halla llegado a cortar en el sondeo el tramo de brechas con textura *clast-supporte*, lo cual se debe seguramente al gran espesor que puede presentar esta megacapa; en concreto, más de 200 metros (Memoria de la Hoja Magna 144; Labaume *et al.*, 1983).

El tramo basal de la parte inferior de la Megacapa y el tramo calcarenítico superior parecen, por sus características de facies y estructura, los más favorables desde el punto de vista hidrogeológico

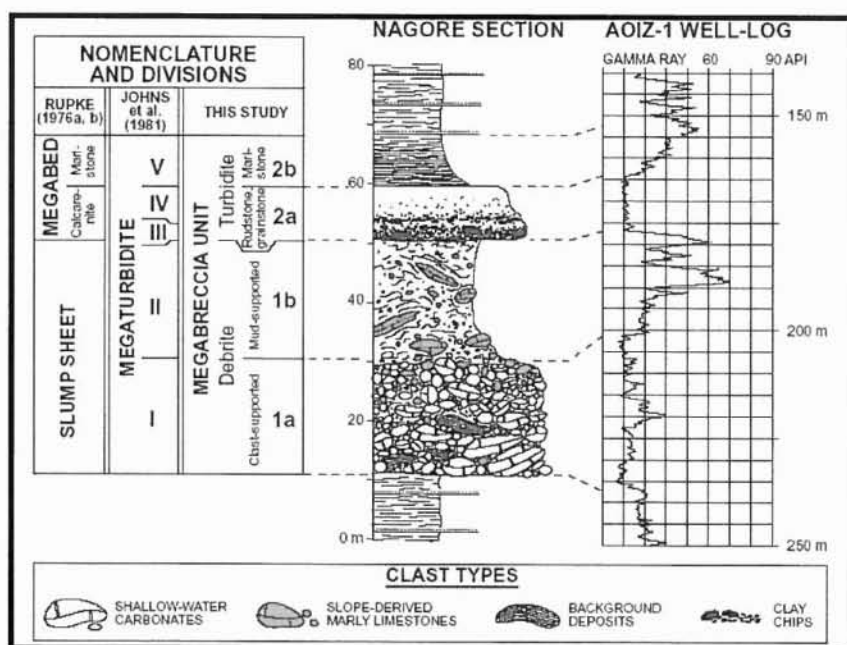


Fig.3. Esquema ideal de una "megaturbidita" o "megabrecha" y su relación con el registro de diagrafas de Gamma Natural, tomado de Payros *et al* (1999).

### COLUMNA LITOLÓGICA.

#### TRAMO 1

0-13 m. Limolitas de color marrón ocre con gravas y cantos de calizas recristalizadas y areniscas de grano fino. Se trata de depósitos cuaternarios del río Aragón y rellenos antrópicos.

#### TRAMO 2

13-35 m. Calcarenitas y Calizas arenosas de tonos gris oscuros a negros con granos de cuarzo de tamaño limo a arena fina, ocasionalmente de grano medio, con textura casi granosostenida a granosostenida (*packstone* a *grainstone*) con niveles de textura *wackestone* algo limosos. Hacia la parte inferior se observa la existencia de bioclastos de bivalvos y macroforaminíferos



bentónicos, entre los que se han identificado alveolinas y nummulites. Se observa la presencia de frecuentes grietas rellenas de calcita.

Durante la perforación se ha detectado aporte de agua a partir del metro 13 con un caudal que varía desde 0,5 hasta 1-2 L/s.

#### **TRAMO 3**

35-63 m. Calcarenitas y calizas bioclásticas y arenosas de color gris marrón a negro con gran cantidad de detríticos (granos de cuarzo) de tamaño limo o grano fino, así como frecuentes restos de foraminíferos (Alveolinas y Nummulites). Las calizas tienen texturas casi granosostenidas de tipo *packstone* a *grainstone* y presentan grietas rellenas de calcita.

A partir del metro 30 se observa un aumento de los aportes de agua que llegan a alcanzar 15-20 L/s en el metro 60.

#### **TRAMO 4**

63-71 m. Calizas margosas de color negro a gris oscuro con niveles de calizas grises marrones limosas. Este tramo se identifica claramente en las diagrfias.

#### **TRAMO 5**

71-122 m. Calizas margosas de color negro a gris oscuro con niveles de calizas grises marrones a negras limosas a arenosas con bioclastos. Se trata de una serie alternante con niveles blandos de margocalizas a calizas margosas bien identificados en las diagrfias. Las calizas son limosas a arenosas, de grano fino a muy fino, a veces algo margosas, con texturas variadas de *mudstone* a *wackestone* o de *wackestone* a *packstone* y presentan abundantes macroforaminíferos (alveolinas y nummulites), a veces de gran tamaño. Hacia la parte inferior se observa un aumento en el contenido en detríticos y una disminución en los niveles margosos. Al igual que en el tramos superiores, se observan frecuentes grietas rellenas de calcita.

#### **REFERENCIAS**

BARNOLAS, A., TEIXELL, A., (1994). - Platform sedimentation and collapse in a carbonate-dominated margin of a foreland basin (Jaca Basin, Basin, Eocene, Southern Pyrenees). *Geology* **22**, 1107-1110 p.

BARNOLAS, A., PAYROS, A; SAMSÓ, J.M; SERRA-KIEL, J. Y TOSQUELLA. J. (2004).- La Cuenca Surpirenaica desde el Ilerdiense al Priaboniense. En *Geología de España* (J. A. VERA ED.). 313-320p.

BARNOLAS, A., SAMSÓ, J. M. Y GIL-PEÑA. I. (2006). - The Eocene South-Pyrenean carbonates gravity flow deposits in the Jaca-Pamplona Basin: internal structure variability and interpretation. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. **8**, 09743.

LABAUME, P., MUTTI, E., SEGURET, M., ROSELL, J., (1983). - Megaturbidites carbonates du basin turbiditique de l'Eocene inférieur et moyen Sud-Pyrenes. *Bull. Soc. Geol. Fr.* (**XXV-6**), 927-941 p.

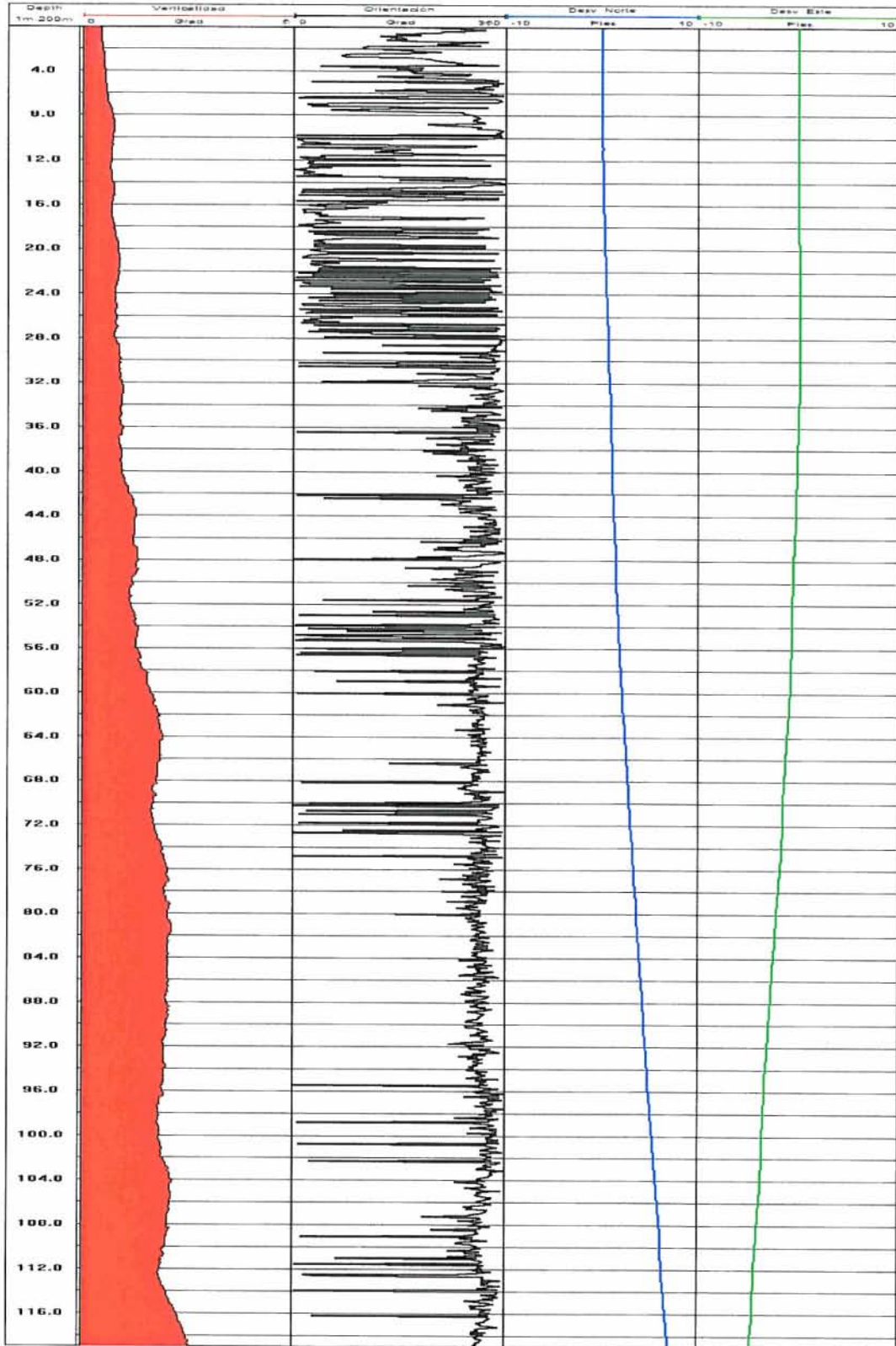
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 144-Ansó (1994).

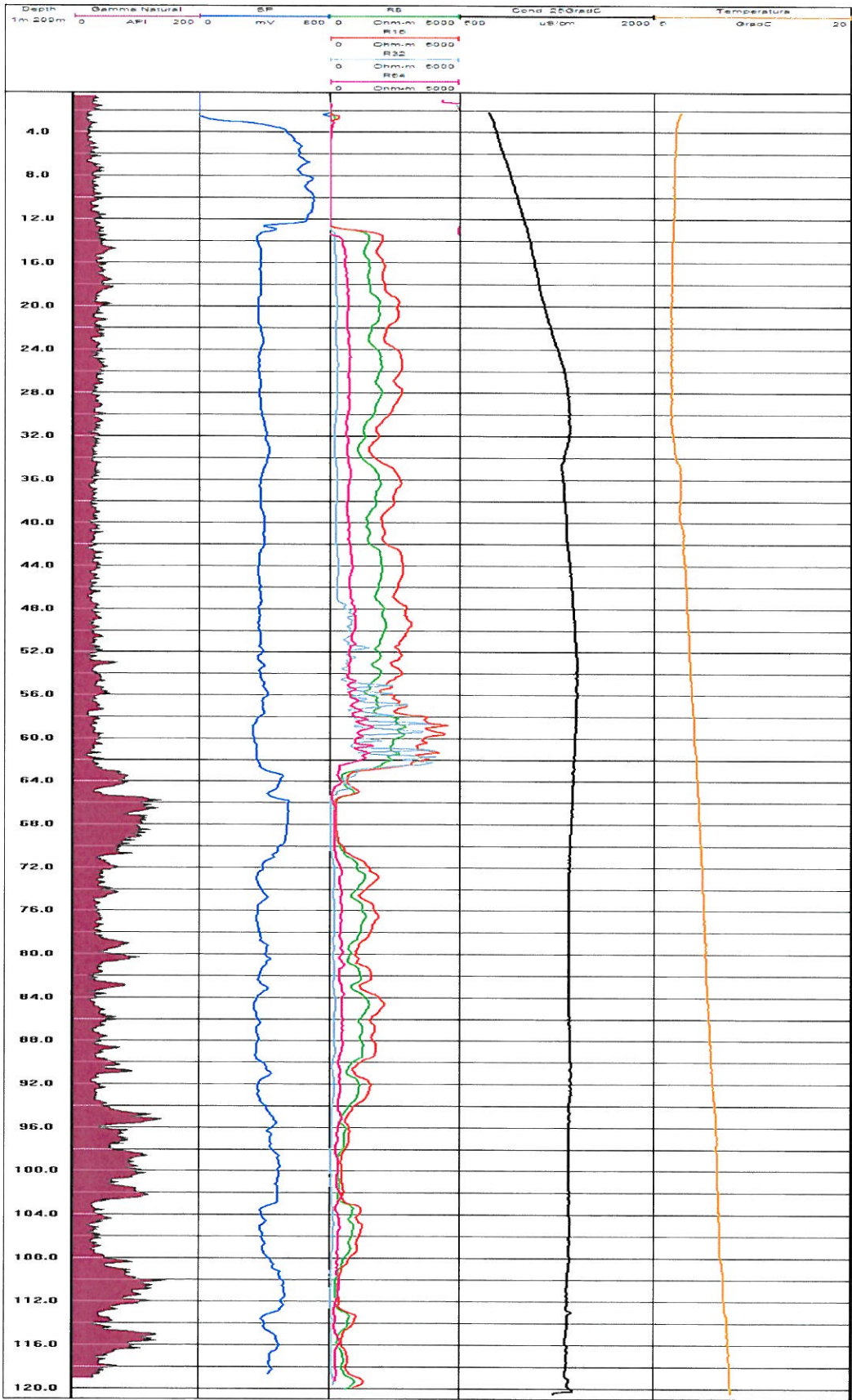
PAYROS, A., PUJALTE, V., & ORUE-ETXEBARRÍA, X., (1999). - The South Pyrenean Eocene carbonate megabreccias Revisited: New interpretation based on evidence from the Pamplona Basin. *Sedimentary Geology*, v. **125**, 165-194.

## **ANEJO 3 GEOFÍSICA**



DIAGRAFIA 09-000-VILLANUA 09-204-03





## **ANEJO 4**

# **ENSAYO DE BOMBEO**



### ENSAYO DE BOMBEO

Localidad VILLANUA  
 N° Registro IPA 280880024  
 Profundidad Sondeo 122 m  
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro  
 X  
 Y  
 Z

Fecha Ensayo 13 y 14 de diciembre de 2005  
 Nivel estático inicial 5,52  
 Profund. Aspiración 96 m  
 Bomba CAPRARI 6" E6S 54/20 50 C  
 Grupo DEUSCH 100KVA 150 CV  
 Alternador MERCATE

#### Piezómetro (n° IPA)

Profundidad m  
 Distancia 0 m  
 Dirección (norte) #1DIV/0! °E

### Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	13,32	7	7	6,53	6,53
2	16,5	1440	1433	29,64	23,11

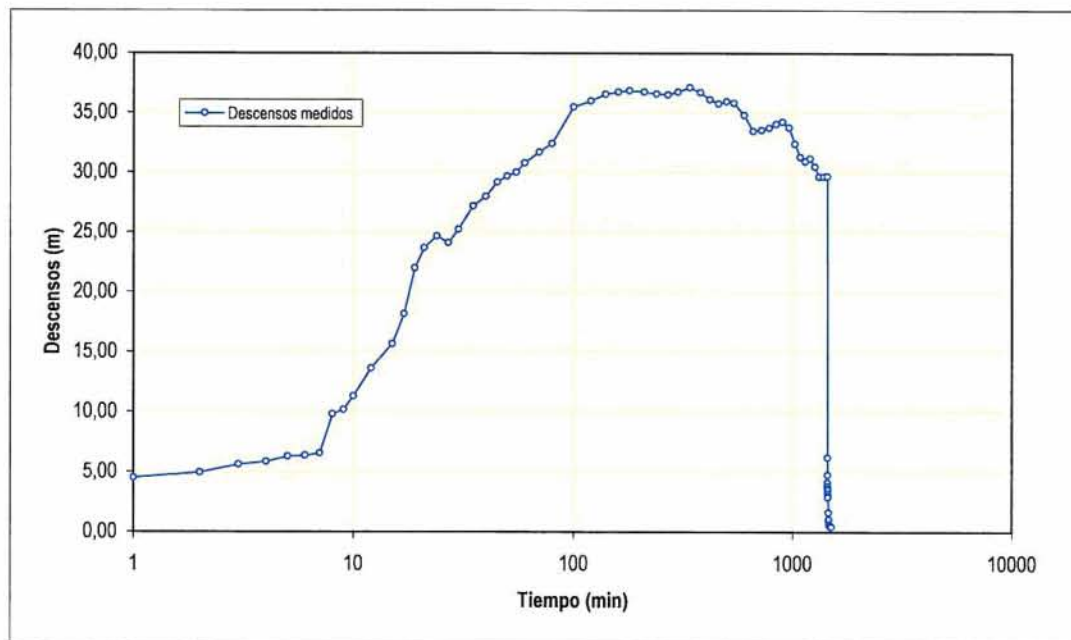
### Síntesis litológica

0-13 m Relleno antrópico y poligénico  
 13-40 m Calcarenita gris oscura con abundantes vetas de caliza  
 40-63 m Calcarenita gris oscura  
 63-120 m Calcarenita y caliza margosa gris oscura

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-6 m	φ 380 mm	0-4 m	φ 400 mm	30-36 m	4 mm
6-14 m	φ 315 mm	0-6 m	φ 320 mm	60-66 m	4 mm
14-120 m	φ 220 mm	0-14 m	φ 250 mm	102-114 m	4 mm
		0-120 m	φ 180 mm		

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
13/12/05 8:00	0	5,52					
13/12/05 8:01	1	10,00	4,48			13,32	Agua sucia.
13/12/05 8:02	2	10,44	4,92			13,32	Agua muy turbia (marrón)
13/12/05 8:03	3	11,12	5,60			13,32	
13/12/05 8:04	4	11,34	5,82			13,32	
13/12/05 8:05	5	11,79	6,27			13,32	
13/12/05 8:06	6	11,86	6,34			13,32	
13/12/05 8:07	7	12,05	6,53			13,32	Agua muy turbia (marrón - ocre)
13/12/05 8:08	8	15,31	9,79			16,50	
13/12/05 8:09	9	15,69	10,17			16,50	
13/12/05 8:10	10	16,81	11,29			16,50	
13/12/05 8:12	12	19,14	13,62			16,50	
13/12/05 8:15	15	21,16	15,64			16,50	
13/12/05 8:17	17	23,68	18,16			16,50	
13/12/05 8:19	19	27,50	21,98			16,50	
13/12/05 8:21	21	29,19	23,67			16,50	
13/12/05 8:24	24	30,17	24,65			16,50	
13/12/05 8:27	27	29,60	24,08			16,50	
13/12/05 8:30	30	30,74	25,22			16,50	
13/12/05 8:35	35	32,68	27,16			16,50	
13/12/05 8:40	40	33,50	27,98			16,50	Agua muy turbia (ocre).
13/12/05 8:45	45	34,70	29,18			16,50	
13/12/05 8:50	50	35,20	29,68			16,50	
13/12/05 8:55	55	35,53	30,01			16,50	
13/12/05 9:00	60	36,29	30,77			16,50	
13/12/05 9:10	70	37,20	31,68			16,50	
13/12/05 9:20	80	37,92	32,40			16,50	
13/12/05 9:40	100	40,99	35,47			16,50	Agua muy turbia (blanca).
13/12/05 10:00	120	41,52	36,00			16,50	
13/12/05 10:20	140	42,06	36,54			16,50	
13/12/05 10:40	160	42,25	36,73			16,50	Cond: 267 μS/cm pH: 8,4 T°: 7 °C
13/12/05 11:00	180	42,36	36,84			16,50	
13/12/05 11:30	210	42,25	36,73			16,50	Agua turbia
13/12/05 12:00	240	42,09	36,57			16,50	
13/12/05 12:30	270	42,01	36,49			16,50	Cond: 266 μS/cm pH: 8,5 T°: 6° C
13/12/05 13:00	300	42,25	36,73			16,50	
13/12/05 13:40	340	42,64	37,12			16,50	Agua turbia
13/12/05 14:20	380	42,20	36,68			16,50	14:00. MUESTRA 1. Cond: 277μS/cm pH: 8,6 T°: 6°
13/12/05 15:00	420	41,62	36,10			16,50	
13/12/05 15:40	460	41,28	35,76			16,50	
13/12/05 16:20	500	41,46	35,94			16,50	
13/12/05 17:00	540	41,33	35,81			16,50	Cond: 255μS/cm pH: 8,4 T°: 6° C
13/12/05 18:00	600	40,30	34,78			16,50	Agua casi clara.

13/12/05 19:00	660	38,96	33,44	16,50	
13/12/05 20:00	720	39,05	33,53	16,50	MUESTRA 2. Cond: 262 $\mu$ S/cm pH: 8,4 T <sup>a</sup> : 6° C
13/12/05 21:00	780	39,23	33,71	16,50	
13/12/05 22:00	840	39,55	34,03	16,50	
13/12/05 23:00	900	39,75	34,23	16,50	
14/12/05 0:00	960	39,27	33,75	16,50	
14/12/05 1:00	1020	37,91	32,39	16,50	
14/12/05 2:00	1080	36,80	31,28	16,50	Agua clara.
14/12/05 3:00	1140	36,44	30,92	16,50	
14/12/05 4:00	1200	36,67	31,15	16,50	
14/12/05 5:00	1260	36,01	30,49	16,50	
14/12/05 6:00	1320	35,15	29,63	16,50	
14/12/05 7:00	1380	35,15	29,63	16,50	
14/12/05 8:00	1440	35,16	29,64	16,50	MUESTRA 3. Cond: 268 $\mu$ S/cm pH: 8,7 T <sup>a</sup> : 7° C
14/12/05 8:01	1441	11,70	6,18	0,00	
14/12/05 8:02	1442	10,25	4,73	0,00	
14/12/05 8:03	1443	9,60	4,08	0,00	
14/12/05 8:04	1444	9,31	3,79	0,00	
14/12/05 8:05	1445	9,20	3,68	0,00	
14/12/05 8:06	1446	9,12	3,60	0,00	
14/12/05 8:07	1447	9,00	3,48	0,00	
14/12/05 8:08	1448	8,71	3,19	0,00	
14/12/05 8:09	1449	8,50	2,98	0,00	
14/12/05 8:10	1450	8,38	2,86	0,00	
14/12/05 8:15	1455	7,12	1,60	0,00	
14/12/05 8:20	1460	6,53	1,01	0,00	
14/12/05 8:25	1465	6,14	0,62	0,00	
14/12/05 8:30	1470	6,08	0,56	0,00	
14/12/05 8:35	1475	6,02	0,50	0,00	
14/12/05 8:40	1480	5,99	0,47	0,00	
14/12/05 8:45	1485	5,95	0,43	0,00	
14/12/05 8:50	1490	5,92	0,40	0,00	
14/12/05 8:55	1495	5,92	0,40	0,00	
14/12/05 9:00	1500	5,91	0,39	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: 14 de diciembre de 2005**

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO: P-09.204.03**

**POBLACIÓN: VILLANÚA**

**PROF.: 122 m**

**Ensayo de bombeo del sondeo de Villanúa MMA (280880024)**

El 13 de diciembre de 2005, a las 8:00 horas, comienza el ensayo de bombeo en el piezómetro de Villanúa. Dura 24 horas. Se utiliza el equipo habitual, pitot. El agua se evacua al barranco, añadiendo unos tubos a continuación del pitot para alcanzar el barranco. La bomba está ubicada a 96 m de profundidad. El nivel estático inicial se sitúa en 5,52 m.

Se comienza el aforo con un caudal de 13,32 l/s. Como el nivel no baja mucho (6,53 m), a los 7 minutos se decide aumentar el caudal hasta el máximo que puede extraer la bomba, 16,5 l/s. Este caudal se mantiene hasta el final del aforo.

	<b>Duración</b>	<b>Descenso (m)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
<b>Escalón 1</b>	7 minutos	6,53	13,32
<b>Escalón 2</b>	1433 minutos	23,11	16,5

El descenso total ha sido de 23,11 m. el nivel dinámico final está en 35,16 m.

Durante el primer minuto, el agua salió sucia y luego pasó a estar turbia, de color marrón oscuro al principio, pasando a ocre conforme se avanza en el aforo. A los 100 minutos de bombeo el agua salía turbia, de color blanco y va aclarando poco a poco. La conductividad de agua está entre 255 y 277  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH es de 8,5 y la temperatura media de 6º C.

Después del aforo se mide una hora de recuperación. En el primer minuto el nivel se recupera casi 24 metros, está en 11,70. A partir de ahí va recuperando más despacio. Al final de la hora está en el metro 5,91, es decir, sólo quedan 39 cm por recuperar.

Se ha observado el manantial cercano, situado en la margen izquierda del río. Durante el aforo, este manantial ha sufrido una ligera pérdida de caudal. Tras el cese del bombeo, ese caudal se ha recuperado por completo.





Primeras horas del ensayo de bombeo

Fdo.: Elena Gómez



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 2808-8-0024  
(09.204.03)**

**VILLANÚA (Huesca)**

CORREO

a.azcon@igme.es

Manuel Lasala 44, 9° B  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX : 976 553358



## **OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Villanúa (Huesca), construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

Esta campaña de prospecciones permitirá la obtención de valiosa información de tipo sedimentológico, estratigráfico e hidrogeológico en zonas deficientemente conocidas, aspectos, todos ellos, de interés para la CHE y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), razón por la que ambos organismos firmaron en diciembre de 2004 un Convenio de Colaboración, en el marco del cual se emite el presente informe, mediante el que se canaliza el asesoramiento del IGME a la CHE con objeto de aprovechar esta oportunidad de acceso al subsuelo para obtener, mejorar y compartir toda la información que brinda este ambicioso proyecto.

El hecho que los sondeos a construir tengan como objetivo principal el control piezométrico, no la captación de aguas, hace que estos hayan sido perforados con pequeño diámetro y acabados menos exigentes que los requeridos para la explotación de las aguas subterráneas. Estas circunstancias impone importantes restricciones al normal desarrollo de los ensayos de bombeo: los sondeos suelen estar afectados por importantes pérdidas de carga, no están completamente desarrollados y el caudal de bombeo está muy limitado por el diámetro disponible y pocas veces es posible lograr la deseada estabilidad del caudal. Todo ello hace que los ensayos se alejen considerablemente de las condiciones ideales postuladas para su interpretación, por lo que la mayoría de ellos son prácticamente ininterpretables con el software tradicional disponible en el mercado, que suelen carecer de la versatilidad necesaria para adaptarse a las condiciones que aquí se dan; en particular en lo que respecta a la variabilidad del caudal de bombeo y los límites del acuífero.

Para soslayar este escollo, se ha procedido a la interpretación de los ensayos de bombeo con el programa MABE (acrónimo de **M**odelo **A**nalítico de **B**ombeos de **E**nsayo), desarrollado por A. Azcón e implementado en una hoja de cálculo Excel. MABE se basa en la Solución de Theis, la Solución de Hantush y en el principio de superposición para poder contemplar ensayos de bombeo a caudal variable y la presencia de barreras hidrogeológicas que hacen que los acuíferos se alejen de la habitual exigencia de “infinito”. MABE está diseñado para analizar Bombeos de Ensayo de hasta ocho escalones y simular hasta cuatro barreras hidrogeológicas, sean positivas o negativas.

La Solución de Theis y de Hantush está complementada por un algoritmo que contempla el almacenamiento en pozo así como en grandes redes cársticas mediante la introducción del concepto de Radio Equivalente. En caso de sondeo escalonado, el programa puede ajustar automáticamente los descensos por pérdida de carga y determinar la ecuación del pozo.

También está implementada la aproximación semilogarítmica de Jacob; el método de Theis para ensayos de recuperación; el método de Lee para ensayos escalonados; el método de Boulton, Prickett y Walton, para acuíferos con drenaje diferido y los métodos semilogarítmicos de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el



punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

El programa permite simular para todos los métodos (excepto el de Boulton, Pricket y Walton) los descensos teóricos y las recuperaciones correspondientes a los parámetros físicos e hidrogeológicos introducidos, lo que permite calibrar la bondad de la interpretación realizada y, si procede, mejorarla mediante tanteos iterativos, así como simular los descensos inducidos por la explotación continuada del sondeo. La representación gráfica de la simulación de la recuperación se efectúa en función del tiempo adimensional,  $(t_b+tr)/tr$ , lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

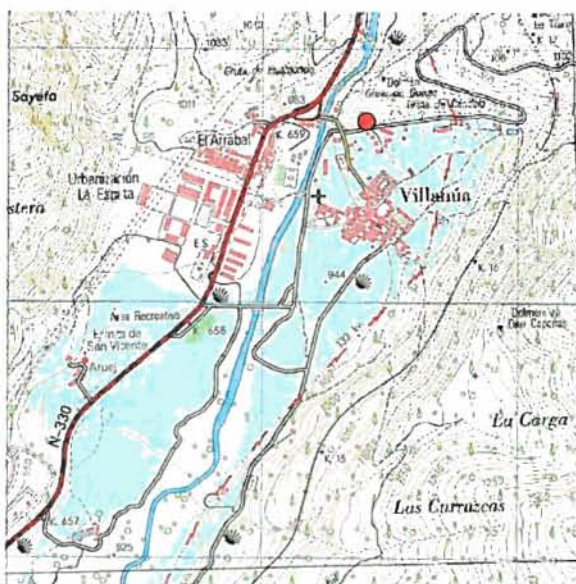
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 28-08 (144) de Ansó.
- Término municipal de Villanúa (Huesca). El sondeo se encuentra situado dentro del casco urbano de la localidad en las proximidades del Albergue (Figuras 1, 2 y 3 )
- Referencia catastral. Polígono 5, Parcela 358.
- Coordenadas UTM:

USO: 30T

X: 702.395

Y: 4.728.692

Z: 1020 msnm..



Figuras 1 y 2. Situación en ortofoto y Mapa 1:50.000.



Figura 3. Panorámica y acceso (Fuente: Google Earth).

### ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea Ezcaurre-Peña Telera (09.027), situada en el flanco sur de la Zona Axial Pirenaica y las Sierras Interiores. En la misma se identifican tres dominios estructurales: un dominio hercínico al norte, de estructura antiforme, en el que se instalan numerosos acuíferos de carácter local; adosado a su flanco sur se sitúa la potente serie carbonatada del Cretácico, Paleoceno y Eoceno inferior de las Sierras Interiores, que constituyen un acuífero cárstico (s.s) que drena a través de caudalosos manantiales situados sobre la misma red fluvial a la salida de los profundos valles que diseccionan ortogonalmente las formaciones acuíferas; y por último, la cuenca turbidítica de Jaca, bajo la cual se sumergen las formaciones carbonatadas anteriores, y que intercalan formaciones carbonatadas o “megacapac”, constituidas por materiales procedentes de la destrucción de las plataformas carbonatadas del Eoceno, que se redepositan en un medio de talud. En el sinclínorio de Jaca-Pamplona, se distingue 9 megacapac, de elevada potencia y gran continuidad lateral, cuyo papel hidrogeológico a nivel regional aún no es bien conocido.

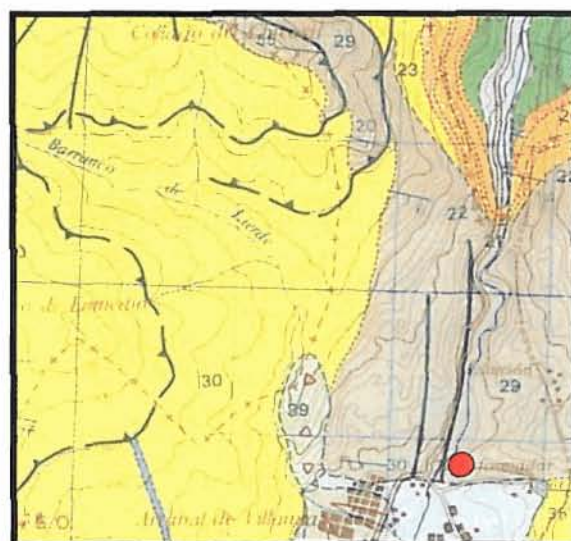


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja nº 144 (Ansó)





## **INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN**

El sondeo se encuentra emboquillado en la proximidad de la megacapa de Villanúa, de edad Cuisiense Superior, que aflora en las proximidades del sondeo con una dirección E-O y buzamientos variable entre 30 a 35° hacia el Sur, los cuales se cortan desde el metro 13 hasta el final del sondeo.

Dentro de la megacapa de Villanúa se pueden distinguir dos tramos: el primero se atraviesa hasta el metro 63 y está constituido por calcarenitas y calizas arenosas de tonos gris oscuros a negros con granos de cuarzo de tamaño limo a arena fina, ocasionalmente de grano medio; el segundo se atraviesa hasta el final de la perforación y, a su vez, se puede subdividir en dos partes: Entre el metro 63 y 71 se aprecia en las muestras y diagrafías la presencia de abundantes margas y margocalizas, mientras que desde el metro 71 hasta el final del sondeo se observa una disminución progresiva los términos más margosos

El primer aporte de agua se detecta hacia el metro 13, en el contacto de los materiales cuaternarios con las calizas de la megacapa, con un caudal estimado entre 0,5 y 2 L/seg. Mas importantes son los aporte que se detectan entre a partir del metro 30, que aumentan a medida que el sondeo progresa de manera que a los 60 metros de profundidad se estima que el sondeo produce un caudal de 15 a 20 L/seg.

No obstante, no parece que se haya llegado a cortar el tramo basal de la megacapa, constituido por brechas que por litología y estructura presenta buenas expectativas hidrogeológicas.

Como resultado de la testificación geofísica, el sondeo quedó entubado como sigue:

<b>ENTUBACIÓN</b>				
<b>TRAMO (m)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Filtro</b>
0-4	400	5	Hierro	Ciega
0-6	320	5	Hierro	Ciega
0-14	250	5	Hierro	Ciega
0-30	180	4	Hierro	Ciega
30-36	180	4	Hierro	Filtro puente
36-60	180	4	Hierro	Ciega
60-66	180	4	Hierro	Filtro puente
66-102	180	4	Hierro	Ciega
102-114	180	4	Hierro	Filtro puente
114-120	180	4	Hierro	Ciega

## **INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO**

El ensayo comenzó el 13 de diciembre de 2005, a las 8:00 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El nivel inicial fue de 5,52 m.

La aspiración se situó a 96 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH



10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante diafragma calibrado y tubo pitot, y el agua se evacuó a un barranco próximo.

El bombeo se inició con un caudal de 13,32 L/seg, pero visto que el descenso era poco significativo se incrementó a 16,50 L/seg que se mantuvo hasta el final de la prueba. La evolución de niveles fue anómala, ya que tras el aumento de caudal se acentuó de manera desproporcionada los descensos, y tras una pseudo estabilización hacia el minuto 300 de bombeo los niveles comenzaron a recuperar sin que hubiera causa aparente para ello.

Tras completar 24 horas de bombeo se midió la recuperación durante una hora, al término de la cual quedaba por recuperar 39 cm.

Durante el ensayo, un manantial situado en la margen izquierda del río Aragón, a unos 150 metros, resultó ligeramente afectado, recuperándose totalmente al cesar el bombeo.

El agua extraída estaba muy turbia al inicio de la prueba, pero llegó a aclarar hacia el minuto 600. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" la temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	pH
160	7,0	267	8,4
170	6,0	266	8,5
360	--	277	8,6
540	6,0	255	8,4
720	6,0	262	8,4
1440	7,0	268	8,7

En el anexo nº 1 se recoge la ficha resumen de los datos e incidencias del ensayo de bombeo.

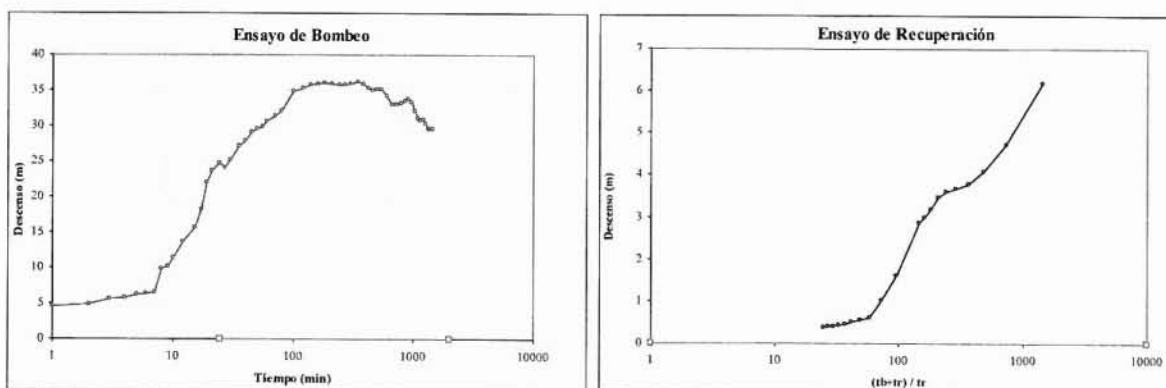


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

## INTERPRETACIÓN

A la vista de las figuras 5 y 6 cabe concluir que el ensayo resultó completamente anómalo, tanto en lo que respecta al bombeo como a la recuperación, lo que hace imposible una rigurosa interpretación del mismo. En vista a ello sólo se puede intentar una simple evaluación con objeto de determinar el orden de magnitud de la transmisividad. Para ello se ha utilizado el Método de Jacob, análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación de la recuperación mediante el programa MABE (Método directo).

### Método de Jacob

Se ha intentado ajustar diferentes rectas a los escalones efectuados (fig. 7) encontrándose los siguientes resultados:

Aprox. Log. de Jacob	Pendiente	Transmisividad m <sup>2</sup> /día
1 <sup>er</sup> tramo ( Q= 13,32 L/seg)	2,78	75
2 <sup>do</sup> tramo ( Q= 16,5 L/seg)	5,84	45
3 <sup>ro</sup> tramo ( Q= 16,5 L/seg)	5,98	44

Los resultados son relativamente uniformes ya que valor del primer tramo debe considerarse como el valor máximo posible debido a la mas que probable invalidez de la aproximación logarítmica de Jacob. La simulación de los descensos para el valor de la transmisividad del último tramo (fig. 8) reproduce de manera grosera la evolución hasta el minuto 200, no así la recuperación posterior que puede se debida a una mejora de la eficiencia del pozo durante el bombeo, y para ello hay que admitir un cierto efecto de almacenamiento cártico puesto de manifiesto por un radio equivalente de 33 cm. En todo caso, la transmisividad de 44 m<sup>2</sup>/día debe considerarse como un límite inferior de la horquilla de posibles valores de este parámetro.

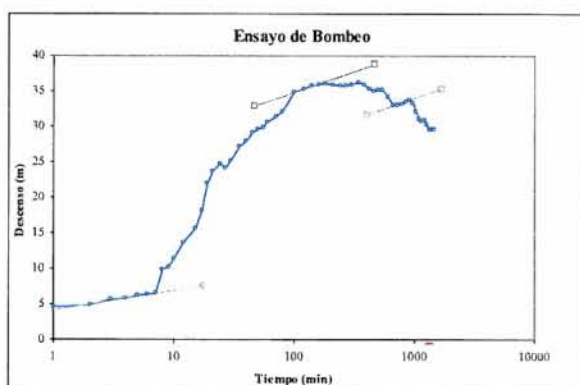


Figura 7

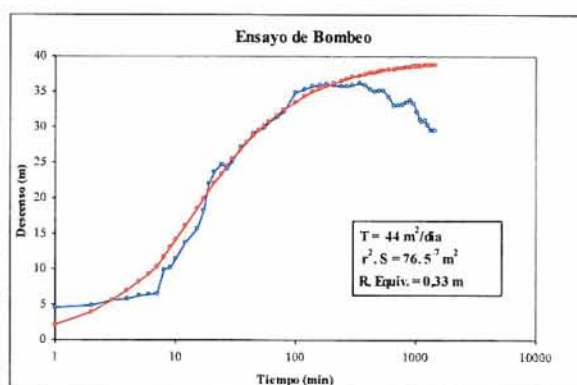


Figura 8

Hay que hacer notar que esta interpretación no considera la existencia de pérdidas de carga, lo cual contradice la importante recuperación que se produce al cesar el bombeo. Ello hace que la verosimilitud de esta interpretación sea escasa.

## Recuperación Método de Theis

El resultado obtenido es de  $366 \text{ m}^2/\text{día}$ . En la figura 9 se representa la recuperación junto a la recta de ajuste, mientras que en la figuras 10 se compara los datos de campo con los teóricos para ese valor de la transmisividad.



Figura 9

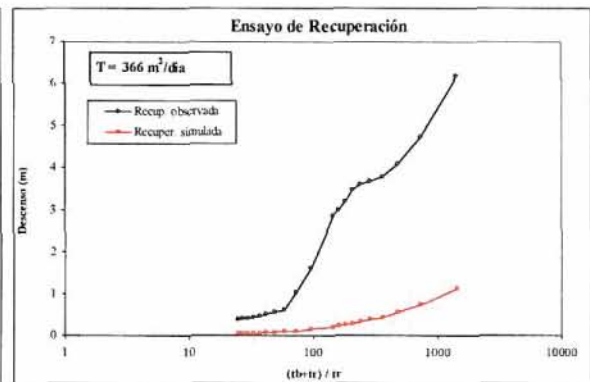


Figura 10

No hay similitud entre la curva teórica y la experimental, lo que indica que la que la aproximación logarítmica de Jacob no es aplicable. En todo caso, dado que la recuperación teórica es más rápida que la experimental, cabe deducir que el valor real de la transmisividad es inferior al obtenido por este método.

## Método directo (MABE)

La calibración con la solución de Theis de la recuperación permite cierta similitud a grandes rasgos para  $115 \text{ m}^2/\text{día}$  (fig. 11). Para ello ha habido que asimilar el río Aragón como una barrera positiva situada a 150 metros al oeste del piezómetro. No obstante, la simulación de los descensos es totalmente diferente a los datos experimentales.

A destacar que incluso la curva experimental de recuperación es anómala, ya que su evolución natural parece interrumpida por una afección (¿bombeo?) de corta duración.

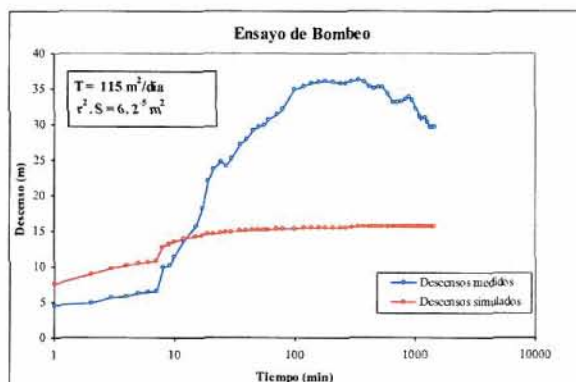


Figura 11

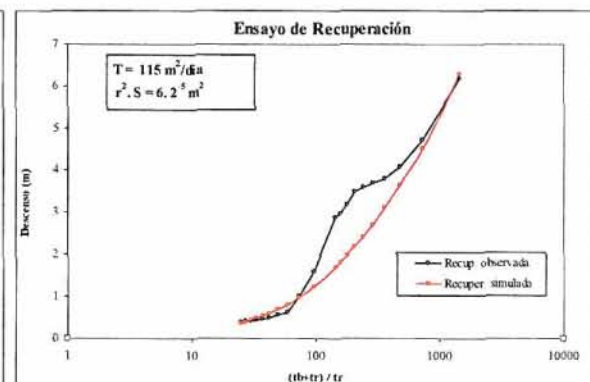


Figura 12





## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Método	Transm. m <sup>2</sup> /día	r <sup>2</sup> .S m <sup>2</sup>
Aprox .Log. Jacob 1er tramo ( Q= 13,32 L/seg)	75	---
Aprox .Log. Jacob 2 <sup>do</sup> tramo ( Q= 16,5 L/seg)	45	---
Aprox .Log. Jacob 3 <sup>er</sup> tramo ( Q= 16,5 L/seg)	44	---
Método Recuperación Theis	366	---
Simulación MABE mediante la solución de Theis	115	6,2E-05

Se considera que los parámetros obtenidos mediante aproximación logarítmica (Método de Jacob y Método recuperación Theis son equívocos y en ningún caso representativos ya que la simulación de los niveles para estos parámetros no los reproducen correctamente y no contemplan la existencias de importantes pérdidas de carga., que para el caudal de bombeo se estiman son superiores a 23 metros.

El mejor ajuste se ha conseguido mediante simulación (prueba-error) con el programa MABE para una transmisividad de 115 m<sup>2</sup>/día. Dicho resultado debe considerarse como el más fiable de cuantos se han obtenido, pero, aún así, como una simple aproximación a la realidad, pues la recuperación presenta anomalías de difícil comprensión. En todo caso, la sensibilidad del ajuste a la transmisividad es alta.

Las anomalías detectadas son de difícil justificación y posiblemente responden a diversas causas simultáneas, tales como el desarrollo del piezómetros a medida que se bombea y la efección ejercida por algún bombeo próximo.



## ANEXO Nº 1

**ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad: **VILLANÚA (Huesca)**  
 Hoja MTN **28-08 (144) Ansó**

Nº de Inventario Pozo de bombeo: **2808-8024**  
 Nº de Inventario Piezómetro:  
 Profundidad del sondeo: **30 m**  
 Nivel estático: **5,52 m**  
 Profundidad techo Fm. acuífera (m) **30 m**  
 Profundidad muro Fm acuífera (m) **122 m**  
 Longitud del filtro (Screen lenght) **24 m**  
 Ø perforación (annulus diameter) **220 mm**  
 Ø pantalla (casing diameter) **180 mm**

Coordenadas sondeo: **702395 4728692 1020**  
 Coordenadas Piezómetro:  
 Distancia del piezómetro:  
 Toponimia./Ref.Catastral. **Polígono 5, parcela 358**  
 Fecha ensayo: **13 de diciembre de 2005**  
 Bomba: **CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV**  
 Grupo: **DEUSCH 10KVA 150 CV**  
 Profundidad bomba: **96 m**

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
8:00	0,0	0	5,52	0,00			
8:01	13,32	1	10,00	4,48			Agua sucia.
8:02	13,32	2	10,44	4,92			Agua muy turbia (marrón)
8:03	13,32	3	11,12	5,60			
8:04	13,32	4	11,34	5,82			
8:05	13,32	5	11,79	6,27			
8:06	13,32	6	11,86	6,34			
8:07	13,32	7	12,05	6,53			Agua muy turbia (marrón - ocre)
8:08	16,50	8	15,31	9,79			
8:09	16,50	9	15,69	10,17			
8:10	16,50	10	16,81	11,29			
8:12	16,50	12	19,14	13,62			
8:15	16,50	15	21,16	15,64			
8:17	16,50	17	23,68	18,16			
8:19	16,50	19	27,50	21,98			
8:21	16,50	21	29,19	23,67			
8:24	16,50	24	30,17	24,65			
8:27	16,50	27	29,60	24,08			
8:30	16,50	30	30,74	25,22			
8:35	16,50	35	32,68	27,16			
8:40	16,50	40	33,50	27,98			Agua muy turbia (ocre).
8:45	16,50	45	34,70	29,18			
8:50	16,50	50	35,20	29,68			
8:55	16,50	55	35,53	30,01			
9:00	16,50	60	36,29	30,77			
9:10	16,50	70	37,20	31,68			
9:20	16,50	80	37,92	32,40			
9:40	16,50	100	40,99	35,47			Agua muy turbia (blanca).
10:00	16,50	120	41,52	36,00			
10:20	16,50	140	42,06	36,54			
10:40	16,50	160	42,25	36,73			Cond: 267 µS/cm pH: 8,4 T°: 7 °C
11:00	16,50	180	42,36	36,84			
11:30	16,50	210	42,25	36,73			Agua turbia
12:00	16,50	240	42,09	36,57			
12:30	16,50	270	42,01	36,49			Cond: 266 µS/cm pH: 8,5 T°: 6° C
13:00	16,50	300	42,25	36,73			
13:40	16,50	340	42,64	37,12			Agua turbia
14:20	16,50	380	42,20	36,68			14:00. MUESTRA 1. Cond: 277µS/cm pH: 8,6 T°: 6° C



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
15:00	16,5	420	41,62	36,10			
15:40	16,5	460	41,28	35,76			
16:20	16,5	500	41,46	35,94			
17:00	16,5	540	41,33	35,81			Cond: 255 $\mu$ S/cm pH: 8,4 T <sup>o</sup> : 6° C
18:00	16,5	600	40,3	34,78			Agua casi clara.
19:00	16,5	660	38,96	33,44			
20:00	16,5	720	39,05	33,53			MUESTRA 2. Cond: 262 $\mu$ S/cm pH: 8,4 T <sup>o</sup> : 6° C
21:00	16,5	780	39,23	33,71			
22:00	16,5	840	39,55	34,03			
23:00	16,5	900	39,75	34,23			
0:00	16,5	960	39,27	33,75			
1:00	16,5	1020	37,91	32,39			
2:00	16,5	1080	36,8	31,28			Agua clara.
3:00	16,5	1140	36,44	30,92			
4:00	16,5	1200	36,67	31,15			
5:00	16,5	1260	36,01	30,49			
6:00	16,5	1320	35,15	29,63			
7:00	16,5	1380	35,15	29,63			
8:00	16,5	1440	35,16	29,64			MUESTRA 3. Cond: 268 $\mu$ S/cm pH: 8,7 T <sup>o</sup> : 7° C
8:01	0	1441	11,7	6,18			
8:02	0	1442	10,25	4,73			
8:03	0	1443	9,6	4,08			
8:04	0	1444	9,31	3,79			
8:05	0	1445	9,2	3,68			
8:06	0	1446	9,12	3,60			
8:07	0	1447	9	3,48			
8:08	0	1448	8,71	3,19			
8:09	0	1449	8,5	2,98			
8:10	0	1450	8,38	2,86			
8:15	0	1455	7,12	1,60			
8:20	0	1460	6,53	1,01			
8:25	0	1465	6,14	0,62			
8:30	0	1470	6,08	0,56			
8:35	0	1475	6,02	0,50			
8:40	0	1480	5,99	0,47			
8:45	0	1485	5,95	0,43			
8:50	0	1490	5,92	0,40			
8:55	0	1495	5,92	0,40			
9:00	0	1500	5,91	0,39			



## **ANEJO 5**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17 30005 MURCIA  
Tel: 968 213 926 Fax: 968 210 948

LABORATORIO: Avda Europa, s/n. Polig. Ind. Base 2000  
30564 LORQUI (MURCIA)  
Tel: 968 693 711 Fax: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **MICROTEC AMBIENTE, S.A.**

**PLATERÍA, 6, 3º.  
30004 MURCIA**

Denominación de la muestra: **09-204-03.-  
VILLANUA (HUESCA).-**

UTM-X:  
UTM-Y:

Matriz: **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE** Envases: **1 PET 130 ml.**  
Fecha muestreo **30/05/2005** Hora Fecha recepción **20/06/2005** Inicio análisis **20/06/2005** Fin análisis **29/06/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>142</b> µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH .....	<b>7,72</b> ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>2,87</b> mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>7,74</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>89,02</b> mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b> mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS .....	<b>0,32</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO .....	<b>2,69</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>8,01</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>15,21</b> mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>1,55</b> mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,05</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO .....	<b>0,37</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	<b>1,25</b> mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>7,17</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILL)
HIERRO.....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO .....	<b>0,00</b> mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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).....

jueves, 21 de julio de 2005

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT. O.M. 16-7-87), Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).

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

CENTRO DE ANÁLISIS 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.

Nº Registro: CAA/GE-1.538-05

Página 1 de 1



Tel.: 968 693 711 Fax: 968 690 691  
Web: www.caasa-lab.com  
e-mail: caasa@caasa-lab.com

INFORME DE CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)  
RESULTADO  
DE ENSAYO BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO  
solicitado por: 50005 ZARAGOZA

ZARAGOZA

Denominación ENSAYO BOMBEO. VILLANÚA.-  
de la muestra: MUESTRA 2 (12 HORAS).-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Tipo de muestra: PUNTUAL

Fecha muestreo 13/12/2005 Hora 20:00 Fecha recepción 27/12/2005 Inicio análisis 27/12/2005 Fin análisis 05/01/2006

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	266 $\mu$ S/cm	Electrometría (P I E COND)
pH.....	8,13 ud. de pH	Electrometría (P I E PH)
CLORUROS.....	5,11 mg/l	Método argentométrico de Mohr (P I E CLOR)
SULFATOS.....	10,90 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SULF)
BICARBONATOS.....	183,05 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (P I E ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P I E ALCA)
NITRATOS.....	0,22 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITA)
SODIO.....	0,82 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
MAGNESIO.....	4,10 mg/l	Complexometría (P I E DURE)
CALCIO.....	63,57 mg/l	Complexometría (P I E CALC)
POTASIO.....	0,24 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P I E NaKA)
NITRITOS.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E AMON)
BORO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E BORO)
FOSFATO .....	0,19 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción (P I E FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	2,77 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E SILI)
HIERRO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E HIER)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P I E MANG)

Observaciones:

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 (10-013).....

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el  
REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M 16-7-87).  
Nº Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de  
Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de  
virtudes de aguas y productos residuales (GRUPO 3)

lunes, 09 de enero de 2006

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

CENTRO DE ANÁLISIS 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.

Nº Registro: CAA/GE- 4.274 -05

Página 1 de 1





## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	5,11	0,14	4,27
SULFATOS.....	10,90	0,23	6,72
BICARBONATOS.....	183,05	3,00	88,90
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	0,22	0,00	0,11
SODIO.....	0,82	0,04	1,00
MAGNESIO.....	4,10	0,34	9,50
CALCIO.....	63,57	3,17	89,32
POTASIO.....	0,24	0,01	0,17

AGUA: BICARBONATADA - CÁLCICA

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos.....	270,99 mg/l.
CO2 libre .....	2,17 mg/l
Dureza total.....	17,56 ° Francés
Dureza total .....	175,62 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente .....	25,57 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	150,13 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	150,13 mg/l de CO3Ca

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

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	0,12
rNa+rK/rCa+rMg .....	0,01
rNa/rK .....	5,81
rNa/rCa .....	0,01
rCa/rMg .....	9,40
rCl/rHCO3.....	0,05
rSO4/rCl .....	1,57
rMg/rCa .....	0,11
i.c.b.....	0,71
i.d.d.....	0,03

N° Registro: CAA/GE- 4.274 -05

LABORATORIO OFICINAS:  
 Avda Europa, s/n Polig Ind Base 2000  
 30564 LORQUÍ (MURCIA)  
 Tel 968 693 711 Fax 968 690 691  
 www.caasa-lab.com mail:  
 caasa@caasa-lab.com

## CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por:	<b>MICROTEC AMBIENTE, S.A.</b>  <b>PASEO DELICIAS, 20, 3º D.</b> <b>28045 MADRID</b>	<b>MADRID</b>  UTM-X: <input style="width: 50px;" type="text"/> UTM-Y: <input style="width: 50px;" type="text"/>
Denominación de la muestra:	<b>ENSAYO BOMBEO. VILLANUA.-</b> <b>3ª MUESTRA (24 HORAS)</b>	

Matriz: **AGUA CONTINENTAL** Tomada por: **EL CLIENTE**

Tipo de muestra: **PUNTUAL**

Fecha muestreo **14/12/2005** Hora      Fecha recepción **29/12/2005** Inicio análisis **29/12/2005** Fin análisis **05/01/2006**

DETERMINACIÓN	RESULTADO		METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	<b>274</b>	µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	<b>7,71</b>	ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	<b>3,65</b>	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	<b>8,76</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	<b>189,32</b>	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	<b>0,00</b>	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS .....	<b>0,20</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	<b>1,86</b>	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	<b>8,43</b>	mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	<b>53,64</b>	mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	<b>0,73</b>	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	<b>0,03</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO .....	<b>0,43</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	<b>0,00</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO .....	<b>0,20</b>	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO .....	<b>2,64</b>	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	<b>0,00</b>	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. FeAA)
MANGANESO.....	<b>0,00</b>	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MnAA)

Observaciones:

*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).-----*

**martes, 10 de enero de 2006**

*CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. está inscrito en el REGISTRO ESPECIAL DE EMPRESAS COLABORADORAS DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (antes MOPT, O.M. 16-7-87). N° Reg. 0017, y habilitado para colaborar con los Organismos de Cuenca Hidrográfica en el ejercicio de las funciones de control de vertidos de aguas y productos residuales (GRUPO 3).*

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

*CENTRO DE ANÁLISIS 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.*

## **ANEJO 6**

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





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

Tipo: SONDEO Fuente de información: CHE (OFI)  
 Mapa 1:50.000 (250'4) ANS/1 UTMX: 702395 UTMY: 4728692 COTA: 938  
 Provincia: HUESCA Municipio: VILLANVA  
 Localidad: Paraje: VILLANVA MMA CASCO URBANO  
 Dominio Hidrográfico: Sinalua de Josa - Pamplona Unidad: Ezcaurm - Peña Telera  
 Arterio: Falcoemo-Eoceno inf. Masa Subterránea A: EZCAURRE-PESA TELERA Masa Subterránea B:  
 Arterio: Falcoemo-Eoceno inf. Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT  
 Rio: ARAGON Cuenca: EBRU  
 Observaciones: El agua aparece a los 15 m, a los 30 m aumento el caudal y hasta los 60 m el caudal apartado por el sondeo durante la perforación se incrementa considerablemente. Tiene un trop plein cercano conocido como Fuente de Cudalo



VillanvaPanorámica (01/03/2006)

Nº	Realización	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	VAE	CHE (OFI)	23/08/2001		
48	Z-AMALTEA	CHE (OFI)	19/08/2008		Angel Amtegus, Red MMA

**PERFORACIÓN**

Contratista: SACVR MICROTEC Año: 2005  
 Tipo perforación: ROT/PERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 122  
 Observaciones: Inicio 28-5-05 y fin 31/5/05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	4	330
4	14	315
14	122	220

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	4	400	5	Metálica ciega	
0	6	320	5	Metálica ciega	
0	14	250	5	Metálica ciega	
0	14	180	4	Metálica ciega	CEMENTACION
14	30	180	4	Metálica ciega	
30	36	180	4	Metálica puercocillo	
36	60	180	4	Metálica ciega	
60	66	180	4	Metálica puercocillo	
66	102	180	4	Metálica ciega	
102	114	180	4	Metálica puercocillo	
114	120	180	4	Metálica ciega	
120	122	180	4	Sin Embocación	

**TRATAMIENTOS ESPECIALES**

Fecha	Tipo
30/05/2005	Temperatura
30/05/2005	Resistividad
30/05/2005	Por. Espontáneo
30/05/2005	Gamma natural
30/05/2005	Inclinación

**LITOLOGIA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	15	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	CUATERNARIO NO ALUVIAL	
Observaciones: Relleno antrópico y cuaternario				
13	40	CALIZAS	PALEOCENO	
Observaciones: Calizas gris oscuras con vetas de caliza				
40	63	CALIZAS	PALEOCENO	
Observaciones: Calizas gris oscuras sin vetas de caliza				
63	122	CALIZAS	PALEOCENO	
Observaciones: Calizas y calizas margosas gris oscuras.				

**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica				
37	8.17	0.44	7.73	3.6493	2.0512				
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
08/08/2008					No Medible		CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones: Piezometro sellado									
03/07/2008	1.31			936.49	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
20/06/2008	1.33			936.67	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
09/05/2008	1.19			936.81	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
04/04/2008	1.39			936.21	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
14/03/2008	2.1			935.9	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/02/2008	4.43			933.57	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/01/2008	4.66			933.34	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
07/12/2007	5.42			932.38	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
16/11/2007	5.96			932.04	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
19/10/2007	5.6			932.4	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/09/2007	2.32			935.68	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
11/08/2007	5.86			932.14	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
09/07/2007	6.13			931.87	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
22/06/2007	7.77			934.63	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
09/05/2007	1.45			936.55	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/04/2007	0.87			937.13	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
12/03/2007	2.32			935.68	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									
05/02/2007	4.88			933.12	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OFI)	BROCAL	0
Observaciones:									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Píezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
04.01.2007	3.91			954.09	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
07.12.2006	1.44			956.16	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.93)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
17.11.2006	0.44			957.56	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.93)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
01.08.2006	1.17			949.83	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
07.07.2006	4.93			953.09	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20.06.2006	2.22			953.78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
18.05.2006	2.62			953.38	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
25.04.2006	2.21			953.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
28.03.2006	1.25			956.75	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24.02.2006	5.23			952.77	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20.01.2006	4.56			953.44	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19.12.2005	4.21			953.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21.11.2005	5.69			952.31	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24.10.2005	1.61			956.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19.09.2005	0.64			951.36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
16.08.2005	7.21			950.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
15.07.2005	5.87			952.13	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20.06.2005	3.25			954.75	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Primera medida con el brocal definitivo									
30.05.2005	2			956	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CIE (0.91)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Pto. al provisional.									

## OTRAS FOTOS



280824VillamaFin (15/06/2005)



280824VillamaFin2 (15/06/2005)



280824VillamaMMA (01/03/2006)



280824VillamaMMAdetalle (01/03/2006)

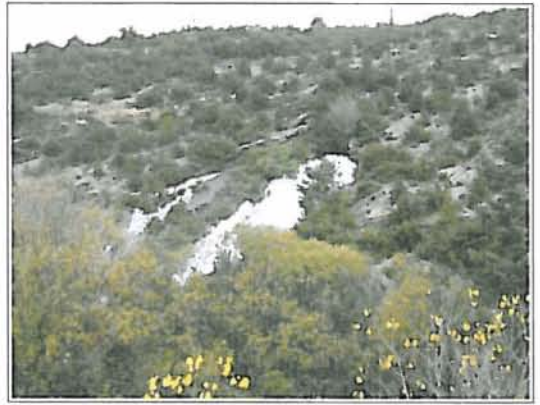




VillenaTest (10/05/2005)



Fuente Candalo (01/11/2006)



Fuente Candalo activa (01/11/2006)



Fuente Candalo activa (01/11/2006)



280880024TropfsteinCartel (01/11/2006)

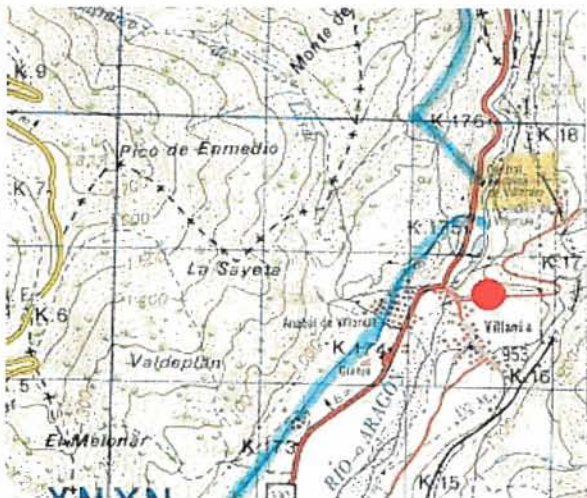



## FICHA DE PIEZÓMETRO

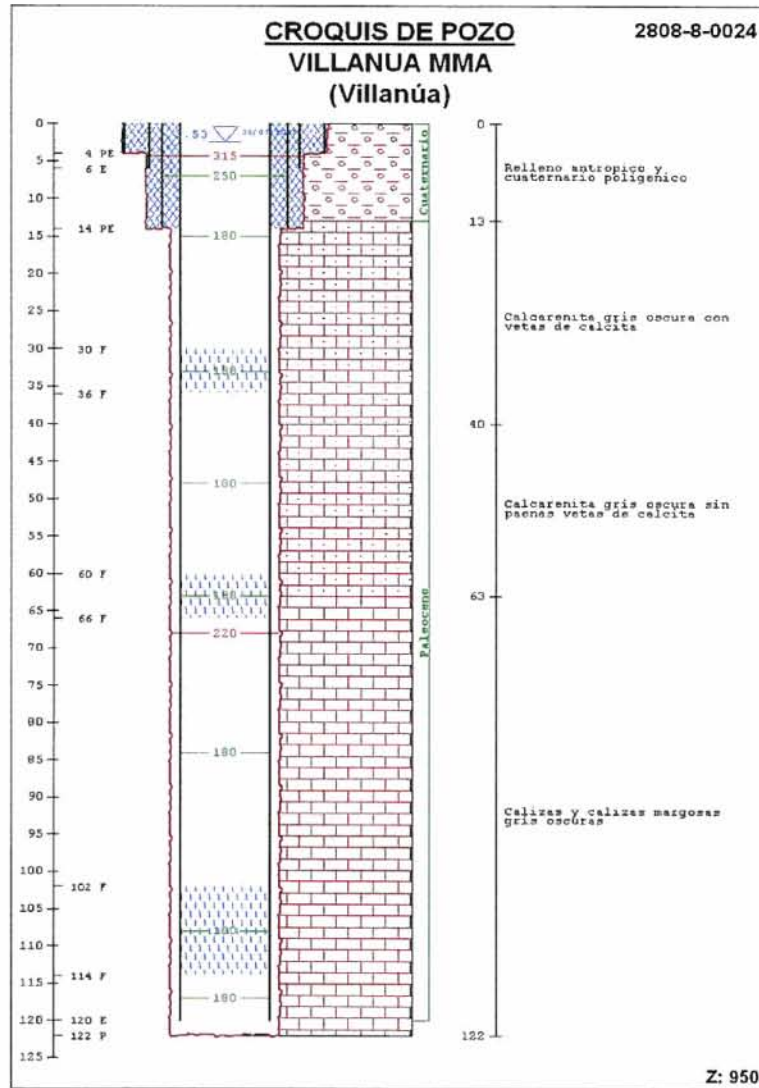
TOPONIMIA		VILLANUA MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.204.03	
CÓDIGO IPA		280880024	Nº MTN 1:50.000 2808	MUNICIPIO VILLANUA		PROVINCIA HUESCA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		027   EZCAURRE-PEÑA TELERA					
U. HIDROGEOLÓGICA		09.02.04: Ezcaurri - Peña Telera					
ACUÍFERO(S)		072-04: Paleoceno - Eoceno inferior					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	702395	DATOS OBTENIDOS DE:	Gis oleícola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4728692					
COTA DEL SUELO msnm	Z	958	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		Casco urbano		PARCELA			
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Villanúa					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						122		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	4	380	0	4	400	Metálica	30	36	Puentecillo	0	14		
4	14	315	0	6	300	Metálica	60	66	Puentecillo				
14	122	220	0	14	250	Metálica	102	114	Puentecillo				
			0	30	180	Metálica							
			36	60	180	Metálica							
			66	102	180	Metálica							
			114	120	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	30/05/2005
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN	
<p>MAPA TOPOGRÁFICO 1.50.000</p> 	<p>FOTO AÉREA</p> 

**CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA**



**FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE**

