

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



INFORME PIEZÓMETRO DE VILLALBA DE PEREJILES: 09.605.A



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

2. LOCALIZACIÓN

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

7. COLUMNA LITOLÓGICA

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

11. HIDROQUÍMICA

12. CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO Nº 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 3: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 4: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

Se han diseñado 80 sondeos. En total suponen 18.450 m de perforación, de los que 14.375 se realizan mediante 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 incluye las siguientes tareas:

- *Anteriores a la perforación*
 - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
 - Comprobación de accesos

- *Durante la perforación*
 - Seguimiento de la perforación
 - Interpretación de la testificación geofísica
 - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.

- *En el ensayos de Bombeo*
 - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
 - Representación e interpretación de datos obtenidos.

- *Seguimiento de la Seguridad y Salud*
 - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.
 - Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

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

- *Redacción de informe final de cada piezómetro*

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Sondeo ubicado en el sector oriental de la depresión de Calatayud sobre las calizas y calizas margosas del mioceno para alcanzar unos conglomerados, gravas y areniscas que constituyen el acuífero 82.01 Conglomerados terciarios de borde. Se encuentra en la zona de tránsito hacia la descarga de los flujos de agua subterránea que se debe producir de forma difusa al río Perejiles.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 1,7 km al N del municipio de Villalba de Perejiles.

Para acceder a este emplazamiento se toma la CV-310, desde Torres, dirección Sediles. A aproximadamente 1,5 km, en una curva pronunciada se coge un camino a la izquierda, que se dirige a un barranco. Donde se cruzan el camino y el barranco se sitúa el piezómetro. Las coordenadas exactas del punto son:

X= 621.489

Y= 4.577.879

Z= 628 msnm



Figura 1. Ortofoto ubicación del piezómetro de Villalba de Perejiles

VILLALBA DE PEREJIL

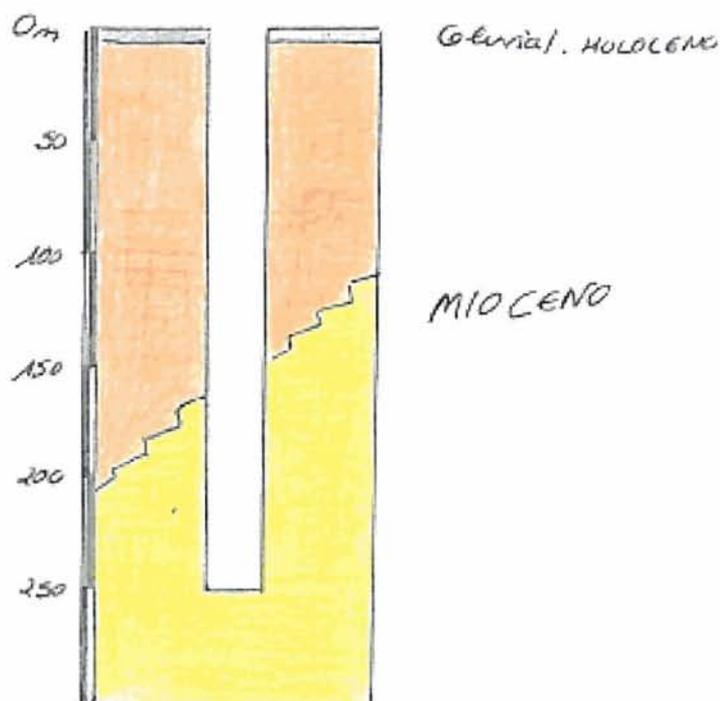
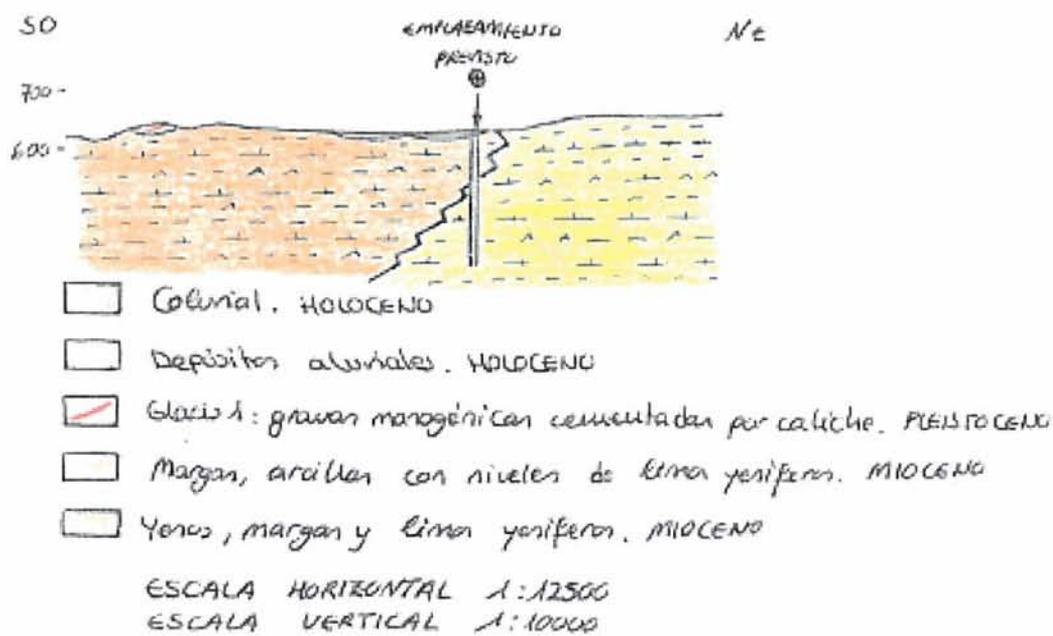


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Villalba de Perejiles

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El piezómetro se localiza en el dominio hidrogeológico 6 "Central Ibérico". Este dominio queda limitado al noreste por el cabalgamiento Noribérico, al este por el relevo estructural de la falla noribérica que bordea la sierra de Arcos, al suroeste por el umbral de Ateca y al oeste por el río Alhama. Los acuíferos más importantes aparecen en rocas carbonatadas Jurásicas (somontanos del Moncayo) y en piedemontes ibéricos (campo de Cariñena).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 605 "Depresión de Calatayud", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.082 también denominada "Huerva - Perejiles", y el acuífero a controlar son las margas del Mioceno.

El acuífero detrítico de la masa de agua 090.082 es un acuífero libre. Esta masa de agua subterránea está situada en el sector oriental de la depresión de Calatayud, entre el macizo de Montalbán, al NE, y los ríos Jalón y Jiloca. Esta cuenca intramontañosa está controlada por fallas tardihercínicas, que hacen que tenga una geometría alargada con dirección NOSE, cubierta por materiales terciarios y cuaternarios. Los materiales permeables que forman el acuífero son los conglomerados terciarios de borde de cuenca (mas de 400 m de potencia), páramos carbonatados con potencias de 225 m, los acuíferos aluviales de los ríos Perejiles y Huerva y los glaciares cuaternarios. La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones y desde la red hidrográfica. Por otro lado, no hay grandes áreas de descarga localizadas, produciéndose de manera difusa hacia los aluviales del Perejiles, Huerva y Jalón. Los páramos descargan de manera puntual en manantiales de borde.

El piezómetro se encuentra situado sobre un aluvial cuaternario, que cubre los materiales Miocenos, constituidos por margas, arcillas, limos yesíferos y yesos. Estos materiales presentan disposición subhorizontal y afloran a ambos lados del barranco donde está situado el piezómetro.

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

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperCUSión neumática a circulación directa ST30/1400 sobre camión y un grupo compresor Atlas con grúa autocarga, compresor INGERSOLL – RAND.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 26 de octubre de 2006 a las 8:30 horas y se terminó el 27 de octubre de 2006 a las 10:00 horas.

Se realizó un emboquille de 11 m de profundidad, perforado con un diámetro de 320 mm y entubado con tubería metálica ciega de 250 mm de diámetro y 4 mm de espesor.

De los 11 metros a los 193 metros finales se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El rendimiento de la perforación fue de unos 15-20 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

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

Tabla 1. Descripción de campo de la columna perforada:

0-6 m	Gravas arenosas marrones con cantos redondeados.
6-22 m	Margas grises con niveles yesíferos.
22-23 m	Yesos.
23-24 m	Margas grises con niveles yesíferos.
24-25 m	Yesos.
25-27 m	Margas grises con niveles yesíferos.
27-28 m	Yesos.
28-30 m	Margas marrones.
30-32 m	Margas grises con niveles yesíferos.
32-34 m	Yesos.
34-40 m	Margas grises con niveles yesíferos.
40-42 m	Yesos
42-107 m	Margas grises con niveles yesíferos.
107-132 m	Margas marrones con niveles yesíferos.
132-143 m	Areniscas con niveles margosos de tonos marrones.
143-149 m	Conglomerado poligénico.
149-170 m	Gravas poligénicas. Se observan niveles cementados. Matriz arcillosa y/o margosa.
170-193 m	Conglomerados poligénicos con matriz arenosa rojiza.

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.)

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El día 30 de octubre de 2006 se realiza la testificación geofísica del sondeo. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. La sonda descendió hasta los 169 metros de profundidad. A partir el sondeo estaba colapsado.

Existe un aporte de agua a los 77 metros de profundidad y otros desde los 137 m a 150 m.

La conductividad del agua es de aproximadamente 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta los 77 metros, a partir de ahí desciende bruscamente hasta los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El sondeo se ha desviado menos de 1°.

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 250 mm y 180 mm de diámetro con espesor de la pared de 4 mm.

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
0-11	250	4	Acero al carbono	Ciega
0-67	180	4	Acero al carbono	Ciega
67-79	180	4	Acero al carbono	Puente
79-139	180	4	Acero al carbono	Ciega
139-151	180	4	Acero al carbono	Puente
151-181	180	4	Acero al carbono	Ciega
181-187	180	4	Acero al carbono	Puente
187-193	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.

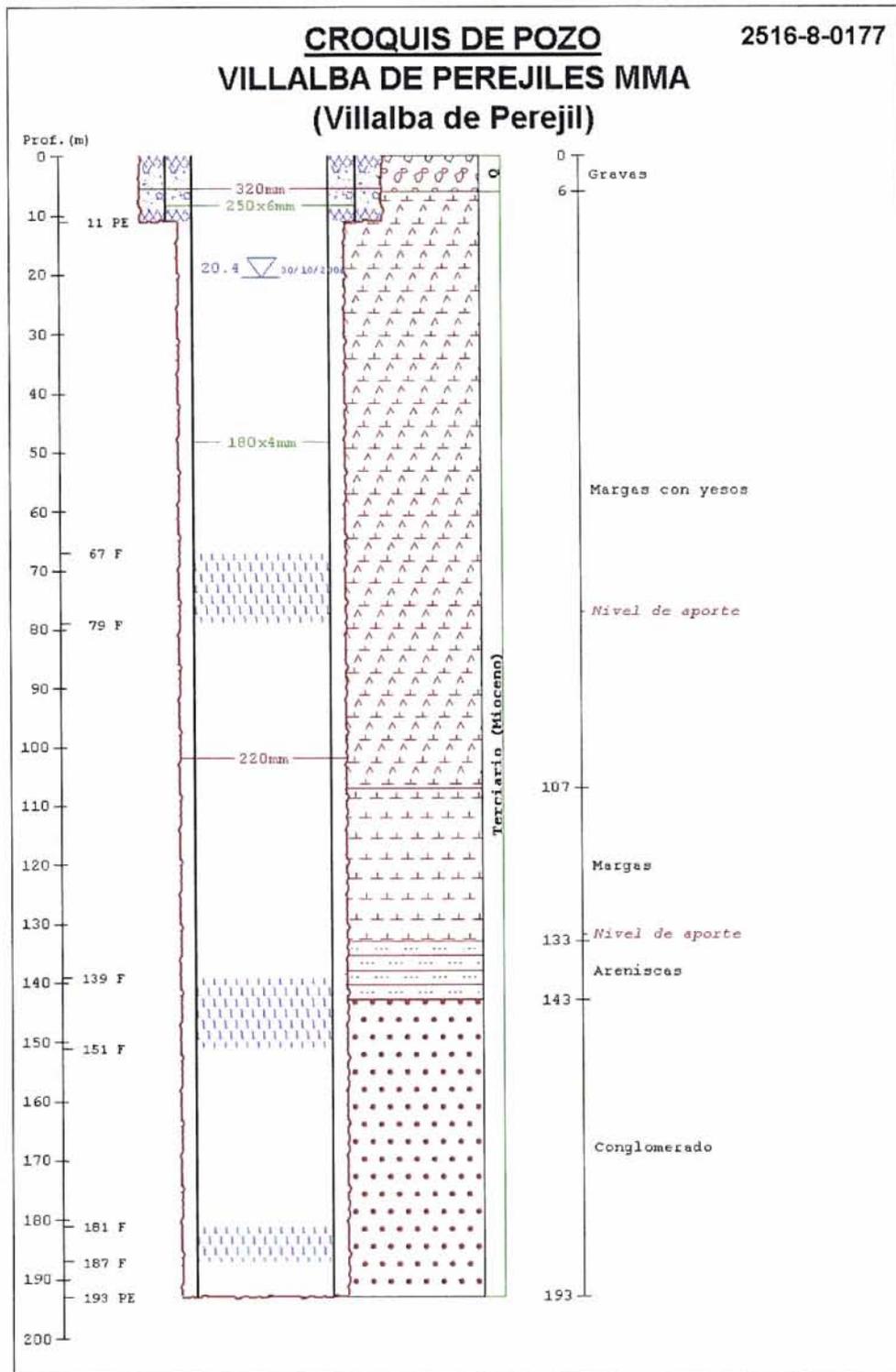


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado es de edad Mioceno.

El primer aporte de agua se detectó a los 77 metros de profundidad, con un caudal estimado de unos 10 l/s.

Se ha detectado otro aporte de agua a los 132 metros de profundidad, coincidiendo con el cambio litológico de margas a areniscas.

Tras la perforación, una vez sacado el varillaje, el 27 de octubre de 2007 a las 13:00 horas el nivel se situó en 20,40 metros.

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 15 y 16 de mayo de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 155 minutos, el caudal medio extraído fue de 4,4 l/s y el descenso del nivel fue de 5,53 m. El segundo y último escalón duró el tiempo restante hasta completar las 24 horas. El caudal medio fue de 10 l/s y el nivel descendió 19,66 metros.

En ningún momento llegó a estabilizar el nivel, sino que fue descendiendo progresivamente todo el tiempo. El descenso total del nivel fue de 25,19 m.

El agua salió muy sucia al principio, con mucho arrastre de fino y un fuerte olor fétido. Hasta las 3 horas de ensayo no comenzó a aclarar. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 3100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 8,1 y la temperatura de 22° C. Se tomaron tres muestras de

agua para analizar, una a las 6 horas de bombeo, otra a las 12 horas y una última al finalizar el ensayo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. Al final de la hora el descenso residual del nivel fue de 15,27 m. Tras desmontar el equipo, 130 minutos después de tomar la última medida, quedaban todavía 12,35 metros por recuperar.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	15,30	0,00	0,00
1	15,75	0,45	4,40
5	16,13	0,83	4,40
10	16,46	1,16	4,40
30	16,37	1,07	4,40
60	19,10	3,80	4,40
155	20,83	5,53	4,40
156	22,55	7,25	10
160	24,19	8,89	10
190	27,77	12,47	10
315	30,56	15,26	10
535	34,05	18,75	10
720	36,32	21,02	10
960	37,99	22,69	10
1200	39,42	24,12	10
1440	40,49	25,19	10
1441	36,85	21,55	0,00
1445	34,96	19,66	0,00
1450	33,94	18,64	0,00
1500	30,57	15,27	0,00
1630	27,65	12,35	0,00

Durante todo el ensayo de bombeo se controló el pozo de abastecimiento del ayuntamiento de Villalba de Perejiles. Durante las 24 horas del bombeo se dejó el pozo sin bombear. Se comprobó que, durante el bombeo, el nivel sufrió una recuperación de 4,25 m. por tanto, no fue afectado por el bombeo.

Tabla 4. Datos de campo del pozo de abastecimiento de Villalba de Perejiles:

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)
0	115,20	0
1020	110,98	-4,22
1320	110,95	-4,25

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

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

11. HIDROQUÍMICA

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

- Muestra tomada a las 6 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 2780 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,62.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 2790 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,61.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 2700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,69.)

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

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

Según los valores de conductividad eléctrica se considera un agua SALOBRE de MINERALIZACIÓN MUY ALTA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución) se considera un agua EXTREMADAMENTE DURA, y por su composición se clasifica como AGUA SULFATADA – MAGNÉSICA (según clasificación de Pipper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano, aunque si lo hacen los nitritos (concentración superior a 0,5

mg/l) y los fosfatos (concentración superior a 1 mg/l) en la muestra 2 (12 horas).

Respecto a los iones mayoritarios, se superan los valores habituales en aguas subterráneas según Custodio y Llamas para calcio (superior a los 250 mg/l) y magnesio (mayor a 100 mg/l). También se sobrepasa el contenido en sulfatos (mucho mayor a los 250 mg/l marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003).

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Muestra 1 Ensayo de bombeo	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	40,08 mg/l	37,75 mg/l	35,71 mg/l
Sulfatos	1562,4 mg/l	1618,8 mg/l	1502 mg/l
Bicarbonatos	135,90 mg/l	139,58 mg/l	137,13 mg/l
Carbonatos	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
Nitratos	< 1 mg/l	< 1 mg/l	< 1 mg/l
Sodio	47,80 mg/l	44,97 mg/l	45,73 mg/l
Magnesio	285,81 mg/l	266,10 mg/l	273,79 mg/l
Calcio	357,13 mg/l	379,72 mg/l	345,64 mg/l
Potasio	9,59 mg/l	9,82 mg/l	9,61 mg/l
Nitritos	< 0,04 mg/l	0,59 mg/l	< 0,04 mg/l
Amonio	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Boro	0,13 mg/l	0,11 mg/l	0,11 mg/l
Fosfato	0,34 mg/l	1,67 mg/l	0,23 mg/l
Anhídrido Silícico	19,73 mg/l	5,16 mg/l	18,98 mg/l
Hierro	0,05 mg/l	0,06 mg/l	< 0,05 mg/l
Manganeso	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Villalba de Perejiles 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 193 m. El acuífero atravesado está constituido por margas y yesos del Mioceno. Actualmente el nivel estático se sitúa sobre los 15 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, es de 10 l/s.

El agua extraída durante la perforación y el bombeo, tras los análisis químicos, se considera agua salobre de mineralización muy alta, extremadamente dura, y se clasifica como sulfatada – magnésica (según clasificación de Piper).

ANEJO 0
REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PROVINCIA: ZARAGOZA
MUNICIPIO: VILLALBA DE PEREJILES

Se realiza la visita al campo el 10 de junio de 2005. Se habla con el alcalde D. Eduardo y se le entrega un modelo de disponibilidad de terrenos.

Lo que se pretende es sustituir el pozo de abastecimiento, para ello se buscan dos posibles emplazamientos con las mismas características geológicas pero topográficamente más bajos.

A ambos emplazamientos se accede desde la carretera que va a Sediles. A unos 1.300 m desde el cruce aparecen un camino a la izquierda y otro a la derecha, totalmente perpendiculares a la carretera. Tomamos el camino de la izquierda y avanzamos algo más de 200 m. A la izquierda queda un pequeño alto donde podría realizarse el piezómetro. Sus coordenadas son:

X: 621493

Y: 4577913

Z: 625 m



Posible emplazamiento

A derecha y a izquierda del camino es un barranco que pertenece a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Si se avanza unos 300 m por este mismo camino hay otro sobreebanco también a mano izquierda, que está algo más alto. Sus coordenadas son:

X: 621671

Y: 4578283

Z: 659 m



Otro posible emplazamiento

En el catastro aparece como ancho del camino y por tanto pertenece al ayuntamiento.

PERFORACIÓN

El primer emplazamiento se ubica sobre un pequeño relleno aluvial sobre las margas del Mioceno y el segundo está directamente sobre esas margas. El acuífero a controlar es el Mioceno. La profundidad de la perforación se estima en unos 250-300 m.

PERMISOS

Ayuntamiento de Villalba de Perejiles
C/ La Fuente s/n
50333 – VILLALBA DE PEREJILES (Zaragoza)
Teléfono: 976 89 27 26 (particular del alcalde)
Fax: 976 89 27 99
Alcalde: D. Eduardo Condón Gormaz Teléfono móvil: 689 34 32 72

El secretario está martes y jueves por la tarde.



DESTINATARIO

FECHA: 5 de agosto de 2005

Ilmo. Sr. Comisario de Aguas
Centro

SU/REF.: Expte 2004-P-0919

N/REF.: 9/TCL

ASUNTO

Notificación de la construcción de varios piezómetros nuevos

La Confederación Hidrográfica del Ebro siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General del Agua, ha programado la mejora y ampliación de la red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro. La obra proyectada consta de un total de 100 nuevos sondeos, un cierto número de ellos tiene el objetivo de reemplazar a piezómetros antiguos actualmente en uso y que no reúnen las características que ahora exigimos a los puntos de la red; otros serán sondeos nuevos que tienen por objeto mejorar la cobertura geográfica.

Las obras indicadas para 80 piezómetros ya se encuentran en ejecución, y en atención a lo indicado en el artículo 177.3 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, se notifica a esa Comisaría de Aguas que durante el cuarto cuatrimestre del presente año o principios del año próximo se espera abordar la construcción de los sondeos a los que se hace referencia en el presente escrito.

Las características principales de ubicación de los nuevos piezómetros proyectados se detallan en la siguiente tabla:

Nº PIEZO MIMAM	Municipio	Provincia	X	Y	Toponimia / Paraje	Unidad
09.205.A	REVILLA	HUESCA	265633	4720305	Parcela 402 Polígono 5	Sto. Dgo.-Srra. Guara
09.603.C	AGUARÓN	ZARAGOZA	646674	4581569	Parcela 9000 Polígono 2	Campo de Cariñena
09.605.A	VILLALBA DEL PEREJIL	ZARAGOZA	621527	4577938	Parcela 9016 Polígono 2	Depresión de Calatayud

El piezómetro 09.603.C se encuentra ubicado en las inmediaciones de la Rambla de Cariñena (río Frasnó) en la cuenca del Jalón y el piezómetro 09.605.A se localiza en las inmediaciones del Barranco las Planas en la cuenca del río Perejiles. Por tanto, ambos



puntos se ubican dentro del Dominio Público Hidráulico por lo que solicita a esa Comisaría el correspondiente permiso para realizar las obras.

Toda la información que resulte de esta investigación hidrogeológica realizada será comunicada a esa Comisaría y el registro de medidas se encontrará disponible en la página web de la Red de Información de Agua, en www.oph.chebro.es junto a los datos de otros piezómetros actualmente operativos.

El Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica

P.A.: Manuel Omedas Margeli

ANEJO 1
INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN



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



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 26 de octubre de 2006	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.605.A	POBLACIÓN: VILLALBA DE PEREJILES	PROF.: 200 m
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO: 26/10/06	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 320 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15-20 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Equipo de perforación: Equipo de rotoperCUSIÓN 5

Profundidad alcanzada: 143 m a las 19:45 horas.

Estado de la perforación:

Se ha realizado un emboquille de 11 metros de profundidad. Se ha perforado con el martillo de 320 mm de diámetro y se ha entubado con tubería ciega de 250 mm de diámetro.

El resto del sondeo se está perforando con diámetro de 220 mm.

Características hidrogeológicas:

A los 77 metros de profundidad se ha cortado el nivel. El caudal aportado es de unos 10 l/s. Se ha notado un ligero incremento del aporte de agua sobre los 132 metros de profundidad coincidiendo con un cambio litológico, paso de margas a areniscas.

Columna litológica atravesada:

De 0 m a 6 m: Gravas arenosas marrones de cantos redondeados.

De 7 m a 22 m: Margas grises con niveles yesíferos.

23 m: Yesos

24 m: Margas grises con niveles yesíferos.

25 m: Yesos



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



- De 26 m a 27 m: Margas grises con niveles yesíferos.
- 28 m: Yesos.
- De 29 m a 30 m: Margas marrones.
- De 31 m a 32 m: Margas grises con niveles yesíferos.
- De 33 m a 34 m: Yesos
- De 35 m a 40 m: Margas grises con niveles yesíferos..
- De 41 m a 42 m: Yesos.
- De 43 m a 107 m: Margas grises con niveles yesíferos.
- De 108 m a 132 m: Margas marrones con niveles yesíferos.
- De 133 m a 143 m: Areniscas. Aparecen algunos niveles margosos marrones intercalados.



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



Perforación y muestras recogidas



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: 27 de octubre de 2006	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.605.A	POBLACIÓN: VILLALBA DE PEREJILES	PROF.: 193 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 26/10/06	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 320 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15-20 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Equipo de perforación: Equipo 5 de rotopercusión.

Profundidad alcanzada: 193 m.

Estado de la perforación:

A los 193 metros de profundidad se ha notado que el martillo se quedaba atrapado y no se podía seguir perforando. Como ya se había alcanzado el objetivo hidrogeológico, se ha decidido dar por finalizada la perforación.

El resto de la mañana se utiliza para sacar el varillaje.

El equipo de testificación geofísica no está disponible hasta el lunes. Se ha intentado buscar otro equipo, pero sin éxito. Por tanto, la testificación geofísica se realizará el lunes sobre las 13 horas.

Características hidrogeológicas:

A los 77 metros de profundidad se ha cortado el nivel. El caudal aportado es de unos 10 l/s. Se ha notado un ligero incremento del aporte de agua sobre los 132 metros de profundidad coincidiendo con un cambio litológico, paso de margas a areniscas.

Columna litológica atravesada:

De 0 m a 6 m: Gravas arenosas marrones de cantos redondeados.

De 7 m a 107 m: Margas grises con niveles yesíferos alternantes con yesos.

De 108 m a 133 m: Margas marrones con niveles yesíferos.

De 134 m a 143 m: Areniscas. Aparecen algunos niveles margosos marrones intercalados.

De 143 m a 149 m: Conglomerado poligénico.

De 149 m a 193 m: Gravas poligénicas con niveles más cementados.

Después de sacar el varillaje se ha medido el nivel con la sonda hidronivel habitual. A las 13:00 horas estaba en 20, 40 m.



Extracción varillaje.



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: 30/10/2006	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.605.A	POBLACIÓN: VILLALBA DE PEREJILES	PROF.: 193 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 26/10/06	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 320 Y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Estado de la perforación: finalizada.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna finaliza de la forma siguiente:

149 - 170 m: Gravas o conglomerados poligénicos con niveles más cementados, matriz arcillosa y/o margosa..

170 - 193 m: Conglomerados poligénicos con matriz arenosa rojiza.

Características hidrogeológicas

Se detecto el primer aporte de agua a los 77 m.

Testificación geofísica

El equipo de Microtec comienza la testificación geofísica a las 13:15 y se prolonga hasta las 15:15. De una primera observación de las diagrfías se deduce lo siguiente:

- La sonda de testificación desciende hasta los 169 m.
- Existe un importante aporte a los 77 m y otros desde 137 a 150 m.
- La conductividad del agua es de aproximadamente hasta 3500 µS/cm y a partir de los 77 m desciende bruscamente hasta los 1000 µS/cm.
- El sondeo se ha inclinado menos de 1°.

Entubación

Con los datos disponibles durante la perforación y la testificación se decide la siguiente entubación:

De 0 – 67 m: Tubería de 180 mm ciega

De 67 a 79 m: Filtro de puentecillo de 180 mm .

De 79 a 139 m: Tubería de 180 mm ciega



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.

C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro

50005 – ZARAGOZA

Tfno.: 976 55 74 98 Fax: 976 55 31 81

www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net

- De 139 a 151 m: Filtro de puentecillo de 180 mm.
- De 151 a 181 m: Tubería de 180 mm ciega.
- De 181 a 187 m: Filtro de puentecillo de 180 mm
- De 187 a 193 m: Tubería de 180 mm ciega

Fdo. 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



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

FECHA: 18/11/2006

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.603-C **POBLACIÓN:** Villalba de Perejiles (Zaragoza)

PROF.: 193 m

PERFORACIÓN

INICIO: 26-10-2006

SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN

DIAMETRO: 315 Y 220 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la máquina de perforación: SACYR MICROTEC (Equipo rotopercusión 5).

Profundidad alcanzada: 193 m.

Estado de la obra: Falta de construir el dado de hormigón y acondicionar el entorno.

Nivel estático

En la campaña de medidas de la Red MMA del mes de noviembre se ha medido el siguiente nivel estático:

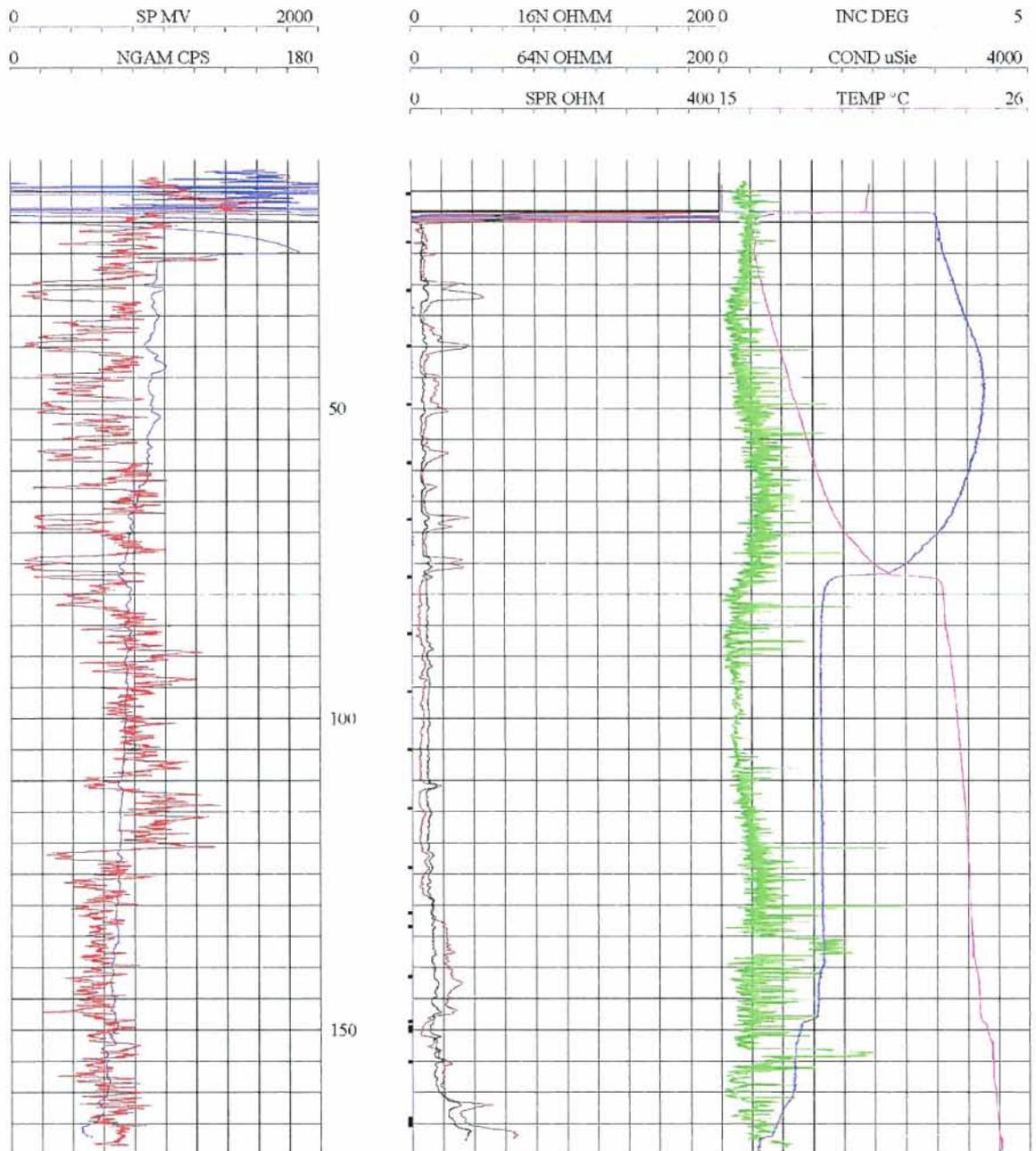
18-11-2006 13:00 13,44 m

JESÚS SERRANO MORATA

ANEJO 2
INFORME GEOLÓGICO

ANEJO 3 GEOFÍSICA

DIAGRAFIA 09-609-A VILLABA DE PEREJILES



ANEJO 4
ENSAYO DE BOMBEO



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: 15 y 16 de mayo de 2007

Nº pag.:

Nº SONDEO: 09.605.A

POBLACIÓN: VILLALBA DE PEREJILES

PROF.: 193 m

ENSAYO DE BOMBEO DEL PIEZÓMETRO DE VILLALBA MMA

Se inicia el ensayo de bombeo el día 15 de mayo de 2007 a las 18:20 horas, de 24 horas de duración, con el equipo habitual, pitot. La aspiración se situó a 174 m de profundidad. El nivel estático inicial estaba en 15,30 metros.

Se ha realizado un ensayo escalonado, con 2 escalones. El primero ha durado 155 minutos. El caudal extraído ha sido de 4,4 l/s. El descenso del nivel ha sido de 5.53 m. El segundo y último escalón ha durado hasta el final de las 24 horas. El caudal extraído en este ha sido de 10 l/s. El descenso del nivel en este escalón ha sido de 19.66 m.

	Duración	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	155 minutos	4,4	5,53
Escalón 2	1285 minutos	10	19,66

El nivel fue bajando paulatinamente durante todo el bombeo, sin llegar a estabilizar. El descenso total del nivel ha sido de 25.19 metros.

Al principio el agua sale muy sucia, de color marrón-naranja, con mucho arrastre de finos y con un fuerte olor fétido. Le cuesta más de 3 horas comenzar a limpiar. La conductividad es muy elevada durante el ensayo y el pH es básico, $C = 3100 \mu\text{S/cm}$, $\text{pH} = 8.1$ y $T^{\circ} = 22^{\circ} \text{C}$, de media.

Tras el bombeo se mide una hora de recuperación. Durante ésta el nivel va recuperándose poco a poco. Al final de la hora, el descenso residual es de 15,27 m. 2 horas más tarde se mide el nivel, todavía faltan por recuperar 12,35 m.

Se controló el pozo de abastecimiento de Villalba de Perejiles:

Fecha	Hora	Nivel (m)	Descenso (m)
15/05/2007	17:00	115,20	0,00
16/05/2007	11:20	110,98	-4,22
16/05/2007	16:20	110,95	-4,25

Se observa una recuperación del nivel, lo que indica que el bombeo no afectó al pozo de abastecimiento.

Se habló con el alcalde de Villalba para que no se bombease el pozo de abastecimiento mientras se realizaba el ensayo de bombeo.



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



Montaje del equipo de bombeo.



Ensayo de bombeo. Caudal = 10 l/s.



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



Detalle de la sonda.



Pozo de abastecimiento de Villalba de Perejiles.

Fdo.: Elena Gómez

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad	VILLALBA DE PEREJILES	
Nº Registro IPA	251680177	
Profundidad Sondeo	193 m	
Coordenadas UTM	Pozo	Piezómetro
	X	
	Y	
	Z	
Fecha Ensayo	15 y 16 de mayo de 2007	
Nivel estático inicial	15,30	
Profund. Aspiración	174 m	
Bomba	CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C	
Grupo		
Alternador		
Interior tubería impulsión	φ 80 mm	

Régimen de bombeo					
Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	4,4	155	155	5,53	5,53
2	10,2	1440	1285	25,19	19,66

Síntesis litológica

0-6 m Gravas arenosas marrones de cantos redondeados
 6-22 m Margas grises con niveles yesíferos.
 22-23 m Yesos.
 23-24 m Margas grises con niveles yesíferos.
 24-25 m Yesos.
 25-27 m Margas grises con niveles yesíferos.
 27-28 m Yesos.
 28-30 m Margas marrones.
 30-32 m Margas grises con niveles yesíferos.
 32-34 m Yesos.
 34-40 m Margas grises con niveles yesíferos.
 40-42 m Yesos.
 42-107 m Margas grises con niveles yesíferos
 107-132 m Margas marrones con niveles yesíferos.
 132-143 m Areniscas con niveles margosos de tonos marrones
 143-149 m Conglomerado poligénico.
 149-193 m Gravas poligénicas con niveles cementados

Piezómetro (nº IPA)

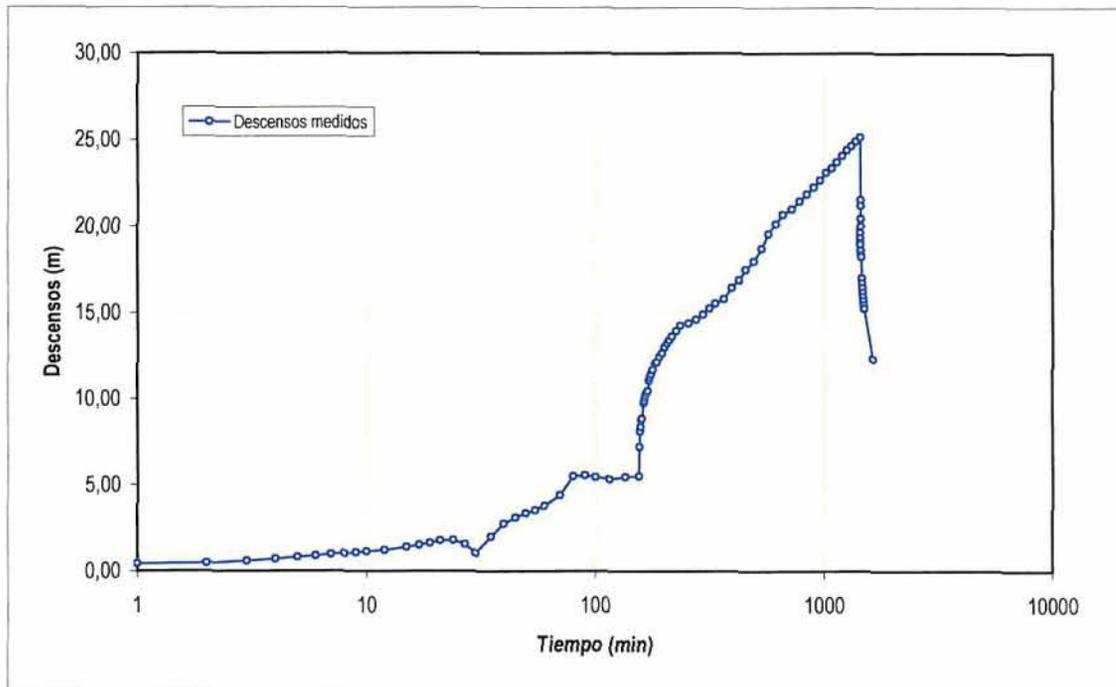
Profundidad	115,20 m
Distancia	0 m
Dirección (norte)	#1 DIV/0! °E

Perforación		Entubación		Rejilla	
0-11 m	φ 320 mm	0-11 m	φ 250 mm	67-79 m	4 mm
11-193 m	φ 220 mm	0-193 m	φ 180 mm	139-151 m	4 mm
				181-187 m	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
15/5/07 18:20	0	15,30	0,00	115,20	0,00	0,00	
15/5/07 18:21	1	15,75	0,45			4,40	
15/5/07 18:22	2	15,77	0,47			4,40	Agua sucia (naranja)
15/5/07 18:23	3	15,90	0,60			4,40	Agua turbia.
15/5/07 18:24	4	16,02	0,72			4,40	
15/5/07 18:25	5	16,13	0,83			4,40	
15/5/07 18:26	6	16,21	0,91			4,40	
15/5/07 18:27	7	16,30	1,00			4,40	
15/5/07 18:28	8	16,35	1,05			4,40	
15/5/07 18:29	9	16,40	1,10			4,40	
15/5/07 18:30	10	16,46	1,16			4,40	
15/5/07 18:32	12	16,54	1,24			4,40	
15/5/07 18:35	15	16,71	1,41			4,40	
15/5/07 18:37	17	16,84	1,54			4,40	
15/5/07 18:39	19	16,96	1,66			4,40	Agua sucia (naranja)
15/5/07 18:41	21	17,10	1,80			4,40	
15/5/07 18:44	24	17,13	1,83			4,40	
15/5/07 18:47	27	16,88	1,58			4,40	
15/5/07 18:50	30	16,37	1,07			4,40	
15/5/07 18:55	35	17,33	2,03			4,40	Agua turbia.
15/5/07 19:00	40	18,07	2,77			4,40	Agua sucia (naranja)
15/5/07 19:05	45	18,42	3,12			4,40	
15/5/07 19:10	50	18,68	3,38			4,40	
15/5/07 19:15	55	18,85	3,55			4,40	
15/5/07 19:20	60	19,10	3,80			4,40	
15/5/07 19:30	70	19,73	4,43			4,40	
15/5/07 19:40	80	20,83	5,53			4,40	

15/5/07 19:50	90	20,90	5,60			4,40	
15/5/07 20:00	100	20,78	5,48			4,40	Cond: 2690µS pH: 8,3 Tª 23º C. Agua turbia.
15/5/07 20:15	115	20,67	5,37			4,40	Olor fétido.
15/5/07 20:35	135	20,80	5,50			4,40	
15/5/07 20:55	155	20,83	5,53			4,40	
15/5/07 20:56	156	22,55	7,25			10,00	Agua turbia.
15/5/07 20:57	157	23,44	8,14			10,00	
15/5/07 20:58	158	23,71	8,41			10,00	
15/5/07 20:59	159	24,11	8,81			10,00	
15/5/07 21:00	160	24,19	8,89			10,00	
15/5/07 21:03	163	25,09	9,79			10,00	Agua muy sucia.
15/5/07 21:04	164	25,21	9,91			10,00	
15/5/07 21:05	165	25,43	10,13			10,00	
15/5/07 21:07	167	25,61	10,31			10,00	
15/5/07 21:10	170	25,78	10,48			10,00	Cond: 3190µS pH: 8,3 Tª 21º C.
15/5/07 21:12	172	26,39	11,09			10,00	
15/5/07 21:14	174	26,58	11,28			10,00	
15/5/07 21:16	176	26,76	11,46			10,00	
15/5/07 21:19	179	27,02	11,72			10,00	
15/5/07 21:22	182	27,36	12,06			10,00	
15/5/07 21:25	185	27,46	12,16			10,00	
15/5/07 21:30	190	27,77	12,47			10,00	
15/5/07 21:35	195	27,98	12,68			10,00	
15/5/07 21:40	200	28,32	13,02			10,00	
15/5/07 21:45	205	28,55	13,25			10,00	Agua clara con algo de color.
15/5/07 21:50	210	28,72	13,42			10,00	
15/5/07 21:55	215	28,95	13,65			10,00	
15/5/07 22:05	225	29,26	13,96			10,00	
15/5/07 22:15	235	29,58	14,28			10,00	
15/5/07 22:35	255	29,71	14,41			10,00	
15/5/07 22:55	275	29,92	14,62			10,00	
15/5/07 23:15	295	30,21	14,91			10,00	
15/5/07 23:35	315	30,56	15,26			10,00	
15/5/07 23:55	335	30,87	15,57			10,00	
16/5/07 0:25	365	31,12	15,82			10,00	MUESTRA 1. Cond: 3110µS pH: 8,3 Tª 20º C.
16/5/07 0:55	395	31,76	16,46			10,00	
16/5/07 1:25	425	32,21	16,91			10,00	
16/5/07 1:55	455	32,82	17,52			10,00	
16/5/07 2:35	495	33,31	18,01			10,00	
16/5/07 3:15	535	34,05	18,75			10,00	
16/5/07 3:55	575	34,89	19,59			10,00	
16/5/07 4:35	615	35,46	20,16			10,00	
16/5/07 5:20	660	36,01	20,71			10,00	
16/5/07 6:20	720	36,32	21,02			10,00	MUESTRA 2. Cond: 3110µS pH: 8,2 Tª 21º C. .
16/5/07 7:20	780	36,78	21,48			10,00	
16/5/07 8:20	840	37,18	21,88			10,00	
16/5/07 9:20	900	37,59	22,29			10,00	
16/5/07 10:20	960	37,99	22,69			10,00	Cond: 3120µS pH: 8 Tª 21º C.
16/5/07 11:20	1020	38,44	23,14	110,98	-4,22	10,00	
16/5/07 12:20	1080	38,70	23,40			10,00	
16/5/07 13:20	1140	39,04	23,74			10,00	
16/5/07 14:20	1200	39,42	24,12			10,00	Cond: 3100µS pH: 8,1 Tª 22º C. .
16/5/07 15:20	1260	39,74	24,44			10,00	
16/5/07 16:20	1320	39,98	24,68	110,95	-4,25	10,00	Agua prácticamente clara.
16/5/07 17:20	1380	40,24	24,94			10,00	
16/5/07 18:20	1440	40,49	25,19			10,00	MUESTRA 3. Cond: 2690µS pH: 8,3 Tª 23º C.
16/5/07 18:21	1441	36,85	21,55			0,00	
16/5/07 18:22	1442	36,52	21,22			0,00	
16/5/07 18:23	1443	35,77	20,47			0,00	
16/5/07 18:24	1444	35,33	20,03			0,00	
16/5/07 18:25	1445	34,96	19,66			0,00	
16/5/07 18:26	1446	34,65	19,35			0,00	
16/5/07 18:27	1447	34,39	19,09			0,00	
16/5/07 18:28	1448	34,28	18,98			0,00	
16/5/07 18:29	1449	33,95	18,65			0,00	

16/5/07 18:30	1450	33,94	18,64	0,00
16/5/07 18:35	1455	33,68	18,38	0,00
16/5/07 18:40	1460	33,57	18,27	0,00
16/5/07 18:45	1465	32,34	17,04	0,00
16/5/07 18:50	1470	32,04	16,74	0,00
16/5/07 18:55	1475	31,76	16,46	0,00
16/5/07 19:00	1480	31,48	16,18	0,00
16/5/07 19:05	1485	31,24	15,94	0,00
16/5/07 19:10	1490	31,00	15,70	0,00
16/5/07 19:15	1495	30,76	15,46	0,00
16/5/07 19:20	1500	30,57	15,27	0,00
16/5/07 21:30	1630	27,65	12,35	0,00





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 2516-8-0177
(09.605.A)**

VILLALBA DE PEREJIL (ZARAGOZA)

CORREO

a.azcon@igme.es

Manuel Lasala 44, 9º 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 Villalba de Perejil (Zaragoza), de 193 metros de profundidad, 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**nlítico 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

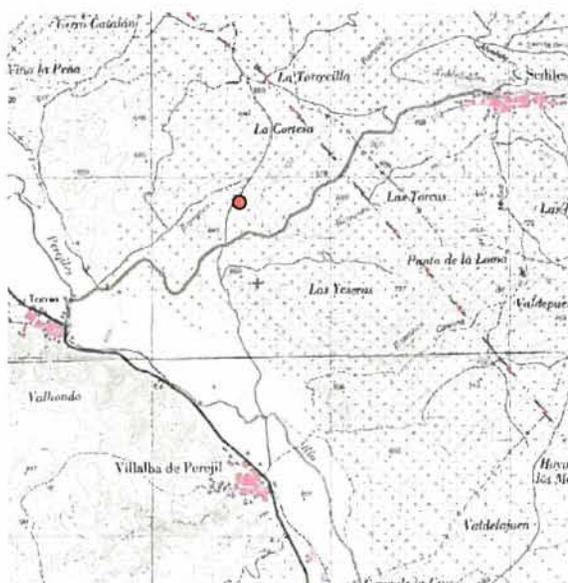


de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

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, $(tb+tr)/tr$, 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 25-16 (409) Calatayud.
- Término municipal de Villalba de Perejil (Zaragoza). El sondeo, de 193 metros de profundidad, se ubica 1,6 km al Norte de la población. Se accede a través de la carretera que une Torres con Sediles; tras abandonar Torres se recorre 1,3 km por la carretera antes de tomar un camino a la izquierda, el cual hay que seguir por espacio de 265 metros. El emplazamiento se sitúa en el cruce del camino con un barranco (figuras 1, 2 y 3).
- Referencia catastral. Polígono 2, Parcela 9016.
- Coordenadas UTM: **USO: 30T X: 621.489 Y: 4.577.879 Z: 628 msnm.**



Figuras 1 y 2. Situación en Mapa 1:50.000 y ortofoto (SigPac).



Figura 3. Panorámica dirección norte de la ubicación del sondeo y acceso. (Fuente: Google Earth).

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Huerva-Perejiles (09.082), situada en el sector oriental de la depresión de Calatayud, entre el macizo de Montalbán y los ríos Jalón y Jiloca. En la m.a.s se distinguen diferentes acuíferos, todos ellos de carácter local en el sentido de que no están implicados en la hidrogeología regional. Son los siguientes:

- **Acuífero de los páramos carbonatados:** aflora extensamente en la intercuenca Jiloca – Perejiles.
- **Detrítico de Mainar y Aluvial del Huerva:** Integrado por los materiales del Mioceno detrítico de Campo Romanos y los depósitos aluviales del Huerva, ambos conectados hidráulicamente.
- **Aluvial del río Perejiles:** está constituido por depósitos aluviales de gravas, arenas y lutitas. Su geometría es la propia de los aluviales, con un espesor medio en torno a 9 m.
- **Conglomerados de base:** constituido por los conglomerados que inician la secuencia sedimentaria terciaria sobre los materiales paleozoicos.

El objetivo del sondeo son los conglomerados de base, que presentan su máximo interés en la cuenca baja del río Perejiles y en las inmediaciones del río Jalón, donde con frecuencia constituyen un acuífero artesiano. Su recarga proviene fundamentalmente de transferencia lateral de los acuíferos fracturados instalados en los materiales paleozoicos del flanco meridional de la sierra de Vicort.

Apenas se conocen puntos de descarga naturales, siendo la mayoría de las conocidas de carácter antrópico y están constituidas por sondeos surgentes en las inmediaciones de los aluviales de los ríos Perejiles y Jalón.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El objetivo del sondeo es controlar las gravas y conglomerados que subyacen el mioceno margo yesífero de la depresión de intramontañosa de la Calatayud.

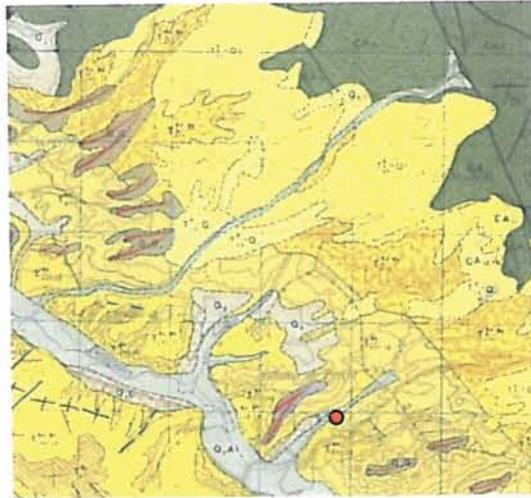


Figura 4. Situación del sondeo en la hoja MAGNA nº 409 (Calatayud)

El sondeo fue perforado a rotoperusión con un diámetro de 220 mm y se encuentra emplazado directamente sobre una delgada cobertera cuaternaria que yace sobre margas y yesos del Mioceno Inferior (Aquitaniense-Burdigaliense).

La columna litológica atravesada es la siguiente:

Profundidad	Litología
0-6 m	Gravas arenosas marrones con cantos redondeados.
6-22 m	Margas grises con niveles yesíferos.
22-23 m	Yesos.
23-24 m	Margas grises con niveles yesíferos.
24-25 m	Yesos.
25-27 m	Margas grises con niveles yesíferos.
27-28 m	Yesos.
28-30 m	Margas marrones.
30-32 m	Margas grises con niveles yesíferos.
32-34 m	Yesos.
34-40 m	Margas grises con niveles yesíferos.
40-42 m	Yesos
42-107 m	Margas grises con niveles yesíferos.
107-132 m	Margas marrones con niveles yesíferos.
132-143 m	Areniscas con niveles margosos de tonos marrones.
143-149 m	Conglomerado poligénico.
149-170 m	Gravas poligénicas. Se observan niveles cementados. Matriz arcillosa
170-193 m	Conglomerados poligénicos con matriz arenosa rojiza.

El primer aporte de agua se produjo a los 77 metros de profundidad. Posteriormente se atravesó zonas productivas entre los metros 137 a 150.

La conductividad del agua es de aproximadamente 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta el metro 77. A partir de ahí desciende bruscamente hasta 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El pozo de bombeo quedó entubados como sigue:



TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-67	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
67-79	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Filtro puente
79-139	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
139-151	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Filtro puente
151-181	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
181-187	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Filtro puente
187-193	180 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega

EL nivel piezométrico una vez acondicionado el sondeo se situó a 19,47 metros de profundidad (31/10/06).

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 15 de mayo de 2007 a las 18:20 horas, con el nivel estático inicial a 15,30 metros de profundidad. La duración fue de 24 horas.

El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El agua se vertió directamente al terreno y el control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot convenientemente calibrado.

La aspiración se situó a 174 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en un grupo DEUSCH 100KVA 150 CV, tubería de impulsión con diámetro interior de 80 mm, bomba de aspiración marca CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia.

El caudal de bombeo inicial fue de 4,4 L/seg, pero a partir del minuto 90 dio muestras de estabilización, por lo que en el minuto 155 se incrementó el caudal a 10 L/seg, que se mantuvo constante hasta el final de la prueba. El descenso final fue de 25,19 m.

La recuperación se midió con regularidad durante una hora, si bien se dispone de una medida adicional efectuada 3:30 horas después del inicio de la recuperación. El déficit de recuperación en ese tiempo fue de 12,35 m.

El agua salió sucia inicialmente y tardó en aclarar ya que en el minuto 1320 aún mantenía ligera turbidez. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" pH, conductividad y temperatura:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH
100	23,0	2690	8,30
170	21,0	3190	8,30
365	20,0	3110	8,30
720	21,0	3110	8,20
960	21,0	31120	8,00
1200	22,0	3100	8,10
1440	23,0	2690	8,30

Durante el ensayo se controló con medidas esporádicas el pozo de abastecimiento de Villalba de Perejil, situado a 1,7 km al sureste, del cual se solicitó a los responsables municipales que



permaneciera sin funcionar durante la prueba. El control efectuado no mostró relación aparente con el bombeo efectuado, ya que el movimiento del nivel de agua resultó ascendente durante la misma (4,25 m).

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

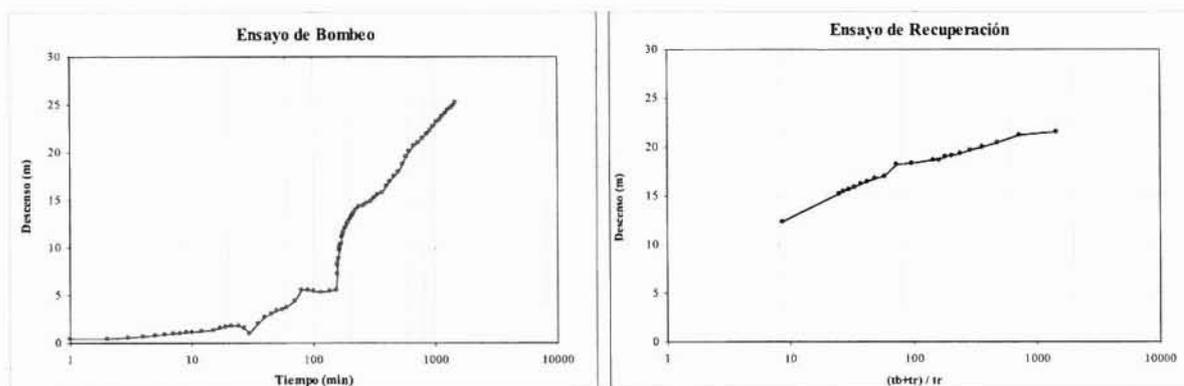


Figura 5 y 6. Curvas de descenso-tiempo en bombeo y recuperación

INTERPRETACIÓN

De la observación de las curvas de descensos-tiempos durante el bombeo (figura 5) y la recuperación (figura 6) cabe hacer las siguientes deducciones:

- La forma tendida de la curva de descensos en los primeros 20 minutos de bombeo sugiere que existe fenómenos equivalentes a almacenamiento en pozo, que en este caso concreto se puede deber a una cavidad, presumiblemente en yesos.
- El incremento de la pendiente de la curva de descensos a partir del minuto 300 sugiere la presencia de barreras hidrogeológicas positivas, de las cuales no hay evidencia en superficie.
- La prolongación de la curva de recuperación cortaría al eje de ordenadas en su mitad positiva, lo que sugiere consumo de reservas o movimiento de fondo del nivel pizométrico, lo cual también es sugerido por los datos disponibles del control durante el bombeo del pozo de abastecimiento de Villalba de Perejiles.
- No parece haber estabilización de niveles, por lo que el acuífero no funcionaría como semiconfinado

De acuerdo con lo anterior, el ensayo se ha interpretado asumiendo el modelo de Theis, por los métodos basados en la aproximación logarítmica de Jacob así como el método directo, prueba-error con el Programa MABE.

Aproximación logarítmica de Jacob

El resultado obtenido indica una transmisividad de $10,9 \text{ m}^2/\text{día}$ (Figura 7). En la figura 8 se representa los descensos simulados para los parámetros obtenidos, que muestra una aceptable concordancia en el orden de magnitud. En todo caso, el valor del coeficiente de

almacenamiento empleado es manifiestamente superior a la unidad; absurdo que sugiere un exceso de agua que puede ser imputado a doble porosidad o al almacenamiento en cavidades cársticas.

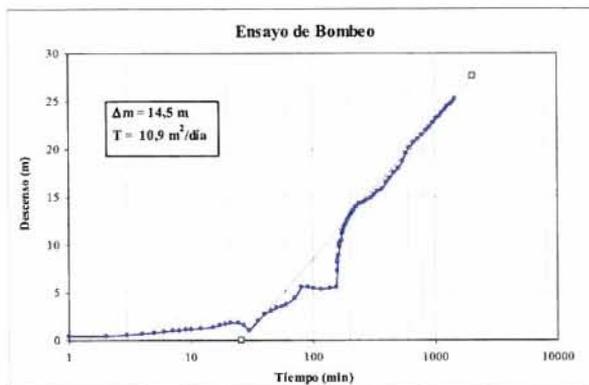


Figura 7

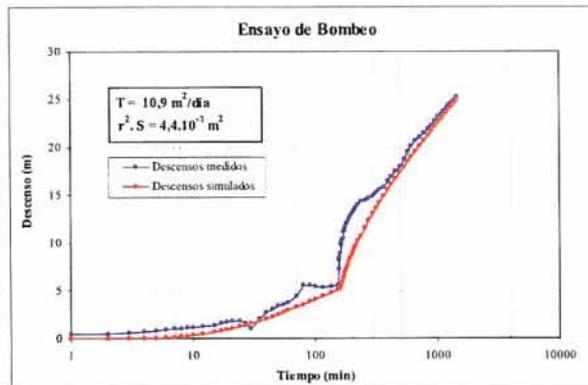


Figura 8

Recuperación de Theis

La transmisividad obtenida es de 26,7 m²/día (Figura 9). En la figura 10, se representa la recuperación teórica simulada con los parámetros obtenidos, en donde se observa una calibración deficiente a pesar de que el valor del coeficiente de almacenamiento que se deduce del valor de r².S es más coherente que en el caso anterior.

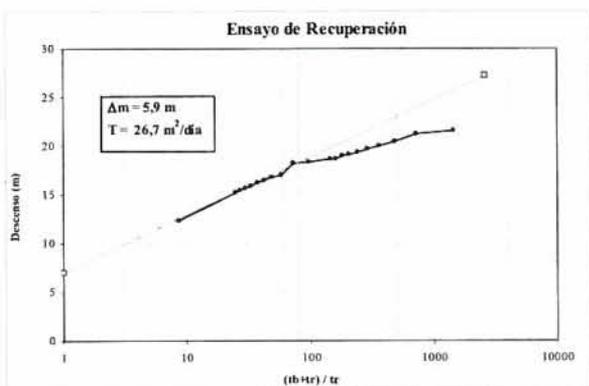


Figura 9

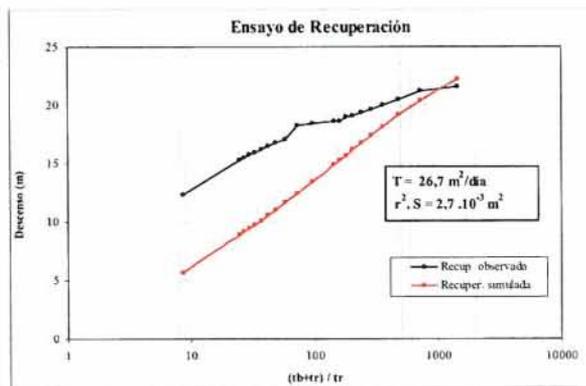


Figura 10

Método directo (Solución de Theis)

La calibración del bombeo y la recuperación se ha conseguido para idénticos parámetros y mejora notablemente los resultados precedentes. No obstante, la calibración es más satisfactoria en bombeo que en recuperación, posiblemente por la mayor sensibilidad de esta última a afecciones externas.

Para ello, ha habido que admitir un almacenamiento en cavidades cársticas (yesos), doble porosidad, equivalente a que el radio del sondeo fuese de 0,42 metros en la zona de fluctuación de niveles, en vez de los 0,09 m de radio nominal.

Asimismo, también ha sido indispensable admitir la presencia de hasta cuatro barreras positivas, posiblemente cambios laterales de facies, la distancias comprendidas entre 18 y 76 metros, aproximadamente.

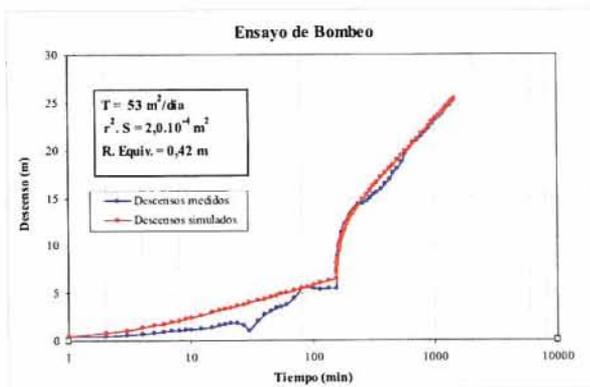


Figura 11

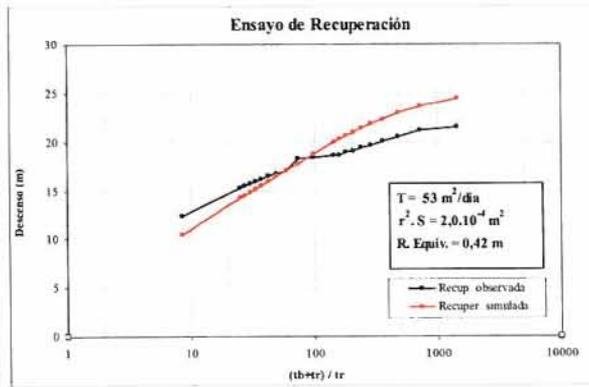


Figura 12

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Metodo de interpretación	Transmisividad m²/día	S	r².S m²	R. Equiv. m
Aproximación Logarítmica de Jacob	10,9	--	4,4E-01	--
Recuperación Theis	26,7	--	2,7E-03	--
Simulación Bombeo (solución de Theis)	53,2	--	2,0E-04	0,42
Simulación recuperación (solución de Theis)	53,2	--	2,0E-04	0,42

Se considera que los parámetros más fiables son los obtenidos mediante la calibración con la solución de Theis del bombeo y la recuperación.

Transmisividad: 53 m²/día.
 $R^2.S$ 2,0 .10⁻⁴ m².
 Radio Equivalente: 0,42 m.

Se trata de un sondeo con tramos aportantes en niveles de evaporitas así como en los conglomerados de base que eran el objetivo inicial del mismo. El conjunto se comporta como un acuífero confinado, multicapa, en el que el valor del coeficiente de almacenamiento, deducible de $r^2.S$, es inferior al 1%.

El efecto de almacenamiento en pozo o cavidades conectadas con el mismo es moderado, pero insoslayable para conseguir una aceptable calibración. La mayor probabilidad es que corresponda al almacenamiento de una cavidad en cástica en yesos en algún nivel evaporítico atravesado. A ello apunta tanto que el primer nivel productivo atravesado fuese en yesos, así



como la elevada salinidad de al agua, que en este caso concreto es muy superior a la habitual de los conglomerados objetos de este sondeo.

También es insoslayable la presencia de barreras hidráulicas que delimitan un compartimento de dimensiones próximas a 60 x 90 metros.

Es probable que haya existido durante el ensayo un movimiento de fondo del nivel piezométrico que haya dificultado la calibración de la recuperación. Cabe la posibilidad de que este movimiento responda a la recuperación del pozo de abastecimiento a Villalba de Perejil, que posiblemente habría sido bombeado con anterioridad al ensayo con objeto de llenar los depósitos de regulación.



ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEOLocalidad: **Villaiba de Perejil (Zaragoza)**Hoja MTN **25-16 (409) Calatayud**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	2516-8-0177	Coordenadas sondeo:	621489 4577879 628
Nº de Inventario Piezómetro:	----	Coordenadas Piezómetro:	622903 4576954 732
Profundidad del sondeo:	193	Distancia del piezómetro:	1690 metros a 123 °E
Nivel estático:	15,30 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 2 Parcela 9016
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	7 m	Fecha ensayo:	15 de mayo de 2007
Profundidad muro Fm acuífera (m)	13 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV
Longitud del filtro (Screen length)	24 m	Grupo :	DEUSCH 100KVA 150 CV
φ perforación (annulus diameter)	220 mm	Profundidad bomba:	174 m
φ pantalla (casing diameter)	180 mm		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
18:20	0	0	15,30	0	115,20	0	
18:21	4,4	1	15,75	0,45			
18:22	4,4	2	15,77	0,47			Agua sucia (naranja)
18:23	4,4	3	15,90	0,60			Agua turbia.
18:24	4,4	4	16,02	0,72			
18:25	4,4	5	16,13	0,83			
18:26	4,4	6	16,21	0,91			
18:27	4,4	7	16,30	1,00			
18:28	4,4	8	16,35	1,05			
18:29	4,4	9	16,40	1,10			
18:30	4,4	10	16,46	1,16			
18:32	4,4	12	16,54	1,24			
18:35	4,4	15	16,71	1,41			
18:37	4,4	17	16,84	1,54			
18:39	4,4	19	16,96	1,66			Agua sucia (naranja)
18:41	4,4	21	17,10	1,80			
18:44	4,4	24	17,13	1,83			
18:47	4,4	27	16,88	1,58			
18:50	4,4	30	16,37	1,07			
18:55	4,4	35	17,33	2,03			Agua turbia.
19:00	4,4	40	18,07	2,77			Agua sucia (naranja)
19:05	4,4	45	18,42	3,12			
19:10	4,4	50	18,68	3,38			
19:15	4,4	55	18,85	3,55			
19:20	4,4	60	19,10	3,80			
19:30	4,4	70	19,73	4,43			
19:40	4,4	80	20,83	5,53			
19:50	4,4	90	20,90	5,60			
20:00	4,4	100	20,78	5,48			Cond: 2690µS pH: 8,3 Tª 23º C. Agua turbia.
20:15	4,4	115	20,67	5,37			Olor fétido.
20:35	4,4	135	20,80	5,50			
20:55	4,4	155	20,83	5,53			
20:56	10	156	22,55	7,25			Agua turbia.
20:57	10	157	23,44	8,14			
20:58	10	158	23,71	8,41			
20:59	10	159	24,11	8,81			
21:00	10	160	24,19	8,89			
21:03	10	163	25,09	9,79			Agua muy sucia.



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
21:04	10,00	164	25,21	9,91			
21:05	10,00	165	25,43	10,13			
21:07	10,00	167	25,61	10,31			
21:10	10,00	170	25,78	10,48			Cond: 3190µS pH: 8,3 Tª 21º C.
21:12	10,00	172	26,39	11,09			
21:14	10,00	174	26,58	11,28			
21:16	10,00	176	26,76	11,46			
21:19	10,00	179	27,02	11,72			
21:22	10,00	182	27,36	12,06			
21:25	10,00	185	27,46	12,16			
21:30	10,00	190	27,77	12,47			
21:35	10,00	195	27,98	12,68			
21:40	10,00	200	28,32	13,02			
21:45	10,00	205	28,55	13,25			Agua clara con algo de color.
21:50	10,00	210	28,72	13,42			
21:55	10,00	215	28,95	13,65			
22:05	10,00	225	29,26	13,96			
22:15	10,00	235	29,58	14,28			
22:35	10,00	255	29,71	14,41			
22:55	10,00	275	29,92	14,62			
23:15	10,00	295	30,21	14,91			
23:35	10,00	315	30,56	15,26			
23:55	10,00	335	30,87	15,57			
0:25	10,00	365	31,12	15,82			MUESTRA 1. Cond: 3110µS pH: 8,3 Tª 20º C.
0:55	10,00	395	31,76	16,46			
1:25	10,00	425	32,21	16,91			
1:55	10,00	455	32,82	17,52			
2:35	10,00	495	33,31	18,01			
3:15	10,00	535	34,05	18,75			
3:55	10,00	575	34,89	19,59			
4:35	10,00	615	35,46	20,16			
5:20	10,00	660	36,01	20,71			
6:20	10,00	720	36,32	21,02			MUESTRA 2. Cond: 3110µS pH: 8,2 Tª 21º C. .
7:20	10,00	780	36,78	21,48			
8:20	10,00	840	37,18	21,88			
9:20	10,00	900	37,59	22,29			
10:20	10,00	960	37,99	22,69			Cond: 3120µS pH: 8 Tª 21º C.
11:20	10,00	1020	38,44	23,14	110,98	-4,22	
12:20	10,00	1080	38,70	23,40			
13:20	10,00	1140	39,04	23,74			
14:20	10,00	1200	39,42	24,12			Cond: 3100µS pH: 8,1 Tª 22º C. .
15:20	10,00	1260	39,74	24,44			
16:20	10,00	1320	39,98	24,68	110,95	-4,25	Agua prácticamente clara.
17:20	10,00	1380	40,24	24,94			
18:20	10,00	1440	40,49	25,19			MUESTRA 3. Cond: 2690µS pH: 8,3 Tª 23º C.
18:21	0,00	1441	36,85	21,55			
18:22	0,00	1442	36,52	21,22			
18:23	0,00	1443	35,77	20,47			
18:24	0,00	1444	35,33	20,03			
18:25	0,00	1445	34,96	19,66			
18:26	0,00	1446	34,65	19,35			
18:27	0,00	1447	34,39	19,09			
18:28	0,00	1448	34,28	18,98			
18:29	0,00	1449	33,95	18,65			
18:30	0,00	1450	33,94	18,64			
18:35	0,00	1455	33,68	18,38			
18:40	0,00	1460	33,57	18,27			
18:45	0,00	1465	32,34	17,04			
18:50	0,00	1470	32,04	16,74			
18:55	0,00	1475	31,76	16,46			
19:00	0,00	1480	31,48	16,18			
19:05	0,00	1485	31,24	15,94			
19:10	0,00	1490	31,00	15,70			
19:15	0,00	1495	30,76	15,46			
19:20	0,00	1500	30,57	15,27			
21:30	0,00	1630	27,65	12,35			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00005615

Solicitado por:	VALORIZA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS, S.A. NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID ()	
Denominación de la muestra:	VILLALBA DE PEREJILES - ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 1 (6 HORAS)	

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00005291**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **16/05/2007** Hora: **0:20**

Fecha recepción: **11/06/2007**

Inicio análisis: **11/06/2007**

Fin análisis: **18/06/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	19,73 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	135,90 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,13 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	357,13 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	40,08 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2780 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,34 mg P-PO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-POSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	285,81 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,62 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	9,59 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	47,80 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1562,4 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación.

Los ensayos marcados en este informe () no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.*

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

21 de junio de 2007

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

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	40,08	1,13	3,15
SULFATOS	1562,40	32,53	90,64
BICARBONATOS	135,90	2,23	6,21
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	47,80	2,08	4,76
MAGNESIO	285,81	23,52	53,86
CALCIO	357,13	17,82	40,81
POTASIO	9,59	0,25	0,56

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

SULFATADA - MAGNÉSICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,08 °C
Sólidos disueltos	2459,01 mg/l
CO2 libre	5,19 mg/l
Dureza total	206,87 °Francés
Dureza total	2068,72 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	1957,32 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	111,46 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	111,46 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	15,11
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,06
rNa/rK	8,48
rNa/rCa	0,12
rCa/rMg	0,76
$rCl/rHCO_3$	0,51
rSO_4/rCl	28,77
rMg/rCa	1,32
i.c.b.	-1,06
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 5291



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005373

Solicitado por:	CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA) BALTASAR GRACIAN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA	
Denominación de la muestra:	VILLALBA DE PEREJILES MMA - MUESTRA 2 ENSAYO DE BOMBEO 12 HORAS	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005004

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 16/05/2007 Hora: 6:20

Fecha recepción: 29/05/2007

Inicio análisis: 29/05/2007

Fin análisis: 05/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	5,16 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	139,58 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,11 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	379,72 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	37,75 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2790 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	1,67 mg P-PO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	0,06 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	266,10 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,59 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,61 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	9,82 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	44,97 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1618,8 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA. Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente. Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IC-013), incluido en el alcance de esta acreditación. Los ensayos marcados en este informe () no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio. CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000*

12 de junio de 2007

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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	37,75	1,06	2,87
SULFATOS	1618,80	33,70	90,95
BICARBONATOS	139,58	2,29	6,17
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	44,97	1,96	4,54
MAGNESIO	266,10	21,90	50,86
CALCIO	379,72	18,95	44,01
POTASIO	9,82	0,25	0,58

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

SULFATADA - MAGNÉSICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,08 °C
Sólidos disueltos	2504,35 mg/l
CO2 libre	5,46 mg/l
Dureza total	204,40 °Francés
Dureza total	2043,96 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	1929,55 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	114,48 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	114,48 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	15,20
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,05
rNa/rK	7,79
rNa/rCa	0,10
rCa/rMg	0,87
$rCl/rHCO_3$	0,47
rSO_4/rCl	31,65
rMg/rCa	1,16
i.c.b.	-1,07
i.d.d.	-0,03

Nº Registro: 5004



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00005616

Solicitado por:

VALORIZA CONSERVACION DE INFRAESTRUCTURAS, S.A.
NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID ()

Denominación de la muestra:

VILLALBA DE PEREJILES - ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 3 (24 HORAS)

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00005292**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **16/05/2007** Hora: **18:20**

Fecha recepción: **11/06/2007**

Inicio análisis: **11/06/2007**

Fin análisis: **18/06/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	18,98 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	137,13 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,11 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	345,64 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	35,71 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2700 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,23 mg P-PO4 ³⁻ /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	273,79 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	< 1 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,69 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	9,61 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	45,73 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1502 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.

Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.

Las muestras tomadas por técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013), incluido en el alcance de esta acreditación.

Los ensayos marcados en este informe () no están incluidos en el alcance de la acreditación del Laboratorio.*

CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

21 de junio de 2007

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

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	35,71	1,01	2,92
SULFATOS	1502,00	31,27	90,57
BICARBONATOS	137,13	2,25	6,51
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,00	0,00	0,00
SODIO	45,73	1,99	4,73
MAGNESIO	273,79	22,53	53,63
CALCIO	345,64	17,25	41,06
POTASIO	9,61	0,25	0,59

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - MAGNÉSICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,08 °C
Sólidos disueltos	2369,00 mg/l
CO2 libre	4,46 mg/l
Dureza total	199,05 °Francés
Dureza total	1990,53 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	1878,12 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	112,47 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	112,47 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	14,36
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,06
rNa/rK	8,09
rNa/rCa	0,12
rCa/rMg	0,77
$rCl/rHCO_3$	0,45
rSO_4/rCl	31,05
rMg/rCa	1,31
i.c.b.	-1,22
i.d.d.	-0,04

Nº Registro: 5292

ANEJO 6
FICHA IPA Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		VILLALBA DE PEREJIL MMA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.605.002	
CÓDIGO IPA		251680177	Nº MTN 1:50.000	2516	MUNICIPIO VILLALBA PEREJIL	PROVINCIA ZARAGOZA		
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA SUBTERRÁNEA		082 HUERVA-PEREJILES						
U. HIDROGEOLÓGICA		605 Depresión de Calatayud						
ACUÍFERO(S)		06.05-03 Conglomerados terciarios de borde						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	621489		DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4577879						
COTA DEL SUELO msnm	Z	628		DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		2			PARCELA	9016		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Villalab de Perejiles						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		Rotopercusión		PROFUNDIDAD DEL SONDEO				193		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	11	320	0	11	250	Metálica	67	79	Puentecillo	0	11		
11	193	220	0	193	180	Metálica	139	151	Puentecillo				
							181	187	Puentecillo				

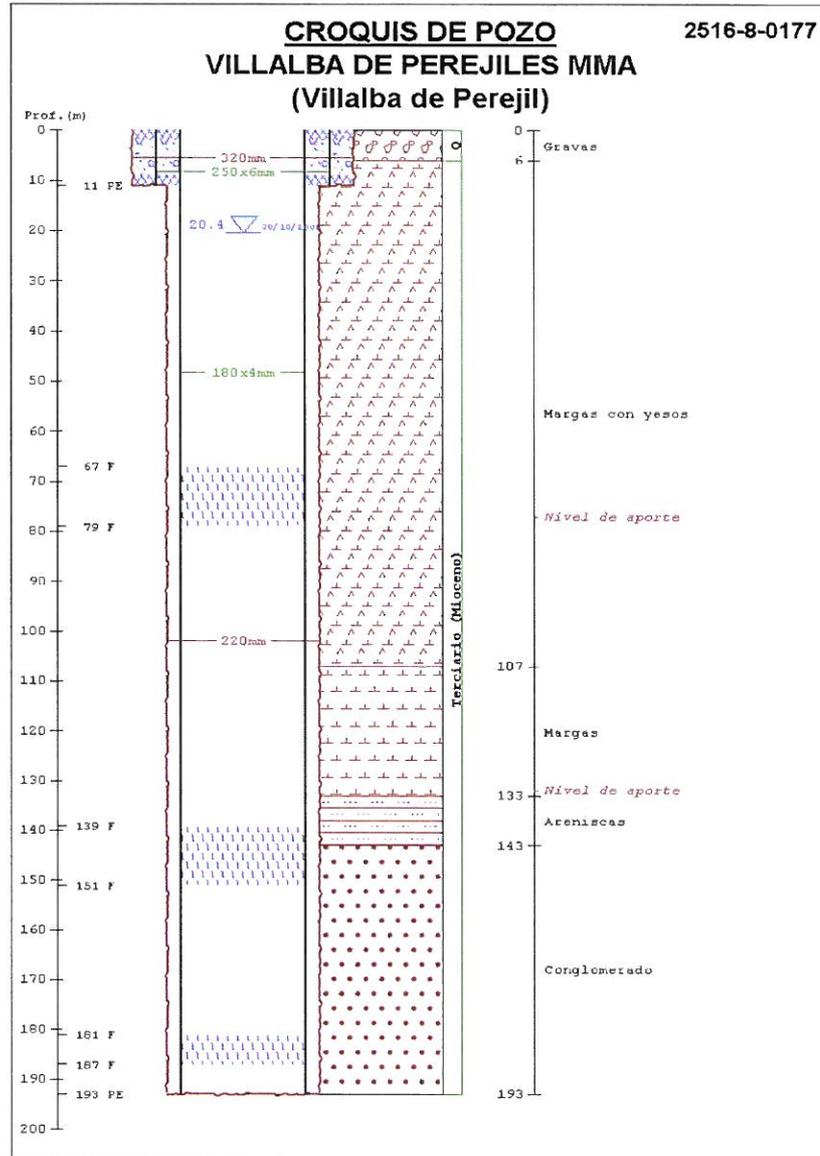
HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO			

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

