

INFORME PIEZÓMETROS DE TAUSTE: 09.406.01 Y 09.406.01 BIS



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. ENTUBACIÓN REALIZADA

9. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

10. HIDROQUÍMICA

11. CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO Nº 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO Nº 1: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 2: INFORMES GEOLÓGICOS

ANEJO Nº 3: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 4: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 5: FICHAS I.P.A. Y FICHAS 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 rotoperCUSión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

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

El plazo de ejecución de las obras inicialmente previsto era de 36 meses.

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

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

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras 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 ubicado entre un glacis cuaternario y la terraza baja del Ebro por su margen izquierda y en la margen derecha del río Arba. El sondeo se emplazó directamente sobre los materiales que constituyen el acuífero 52.02 Cuaternario Aluvial y es totalmente penetrante hasta alcanzar el sustrato terciario. Los materiales del acuífero están constituidos por conglomerados, areniscas y limos del Terciario continental, coluviales y glacis cuaternarios, y cuaternario aluvial formado por depósitos de llanura de inundación y hasta cuatro niveles de terrazas bajas escalonadas conectadas hídricamente con los ríos. Las potencias pueden variar entre 23 y 33 m en el aluvial del Ebro, y con surcos de hasta 50 m en la zona de la desembocadura del Jalón. La base impermeable está constituida por arenas, arcillas, limolitas y yesos del Neógeno.

El sondeo se encuentra en la zona de recarga por retornos del regadío con acequias y tránsito hacia la descarga que se dirige hacia el río Ebro.

La circulación del agua subterránea es de tipo convergente desde los bordes del aluvial hacia el cauce del Ebro, con sentido general NO-SE.

En general, las evoluciones piezométricas presentan oscilaciones de amplitud moderada –hasta 2 ó 3 m–, fundamentalmente ligadas a la secuencia de riegos: los niveles más altos se registran en el estiaje (entre abril y noviembre), mientras que los mínimos se presentan en invierno y primavera.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro 09.406.01 está situado a unos 4 km al SO del municipio de Tauste. A este emplazamiento se accede desde la A-126, dirección Tudela, a 2,4 km de la rotonda en la que se cruza esta carretera con la que va a Gallur, A-127, se coge el camino que va hacia el SSO. A unos 700 m se toma el camino de la izquierda. Se avanzan 850 m, pasando por delante de una granja. El piezómetro se sitúa en la parcela de la izquierda.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 641.121 Y= 4.640.252 Z= 240 m.s.n.m.

El piezómetro 09.406.01 bis está emplazado a 3 metros del anterior.



Figura 1. Ubicación del piezómetro de Tauste sobre la GIS – OLEÍCOLA.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

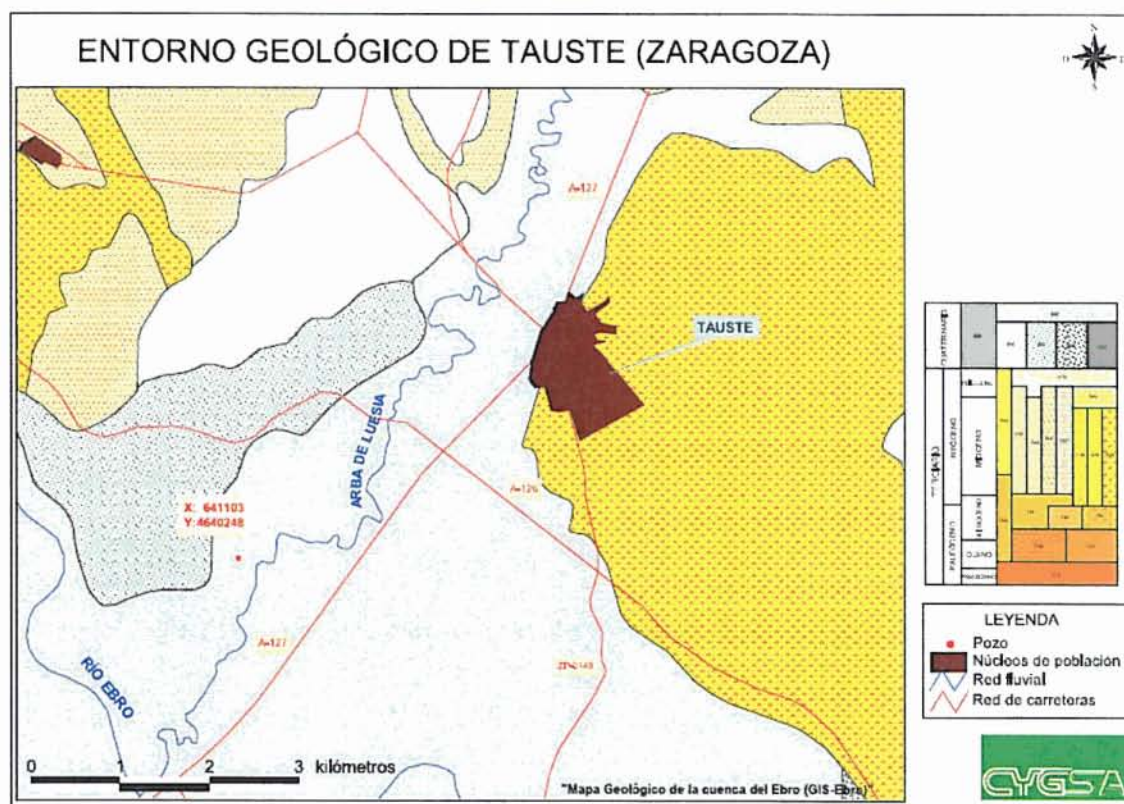


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Tauste.

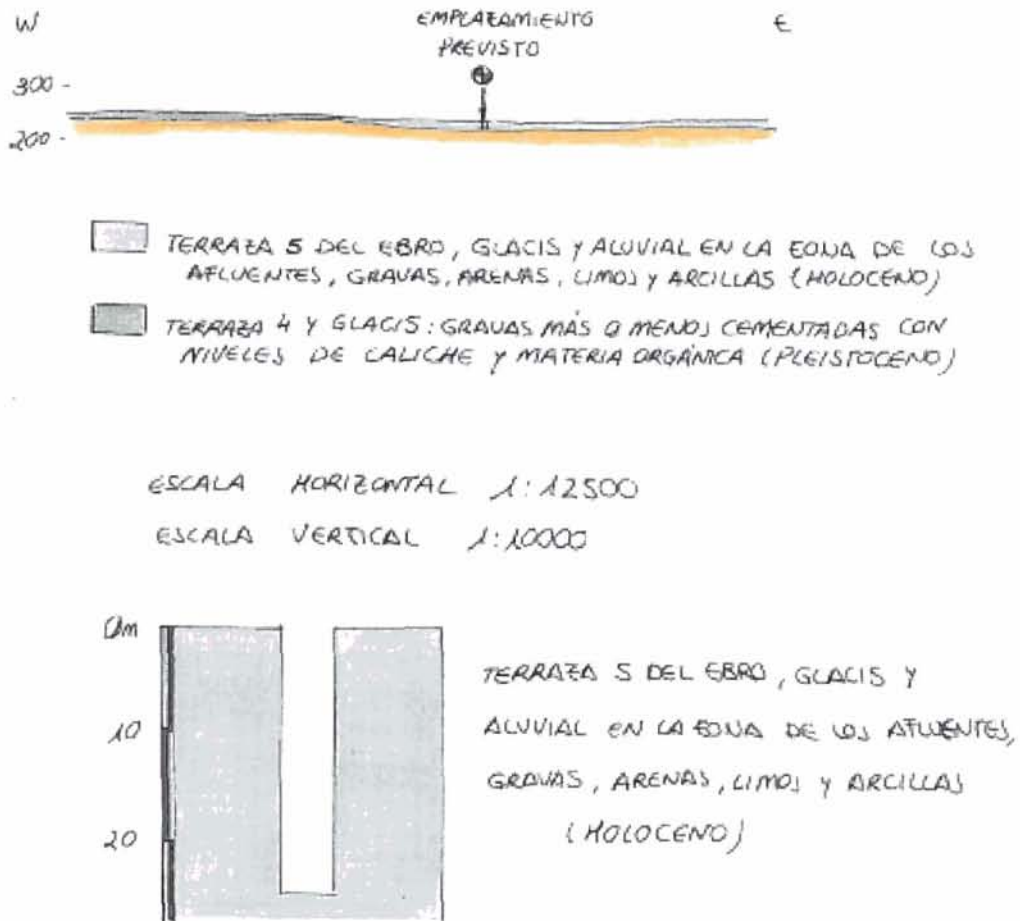


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Tauste.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 4 "Depresión del Ebro". Este dominio queda claramente inscrito entre las dos grandes estructuras que limitan las cadenas, se extiende la depresión del Ebro. Aquí los principales acuíferos son de naturaleza detrítica con porosidad intergranular, en general se trata de formaciones aluviales o de glaciés. También aparecen algunos acuíferos en rocas carbonatadas recientes (Calizas de Tárrega). Para el ITGE se trataba del Sistema Acuífero 62 (Terrazas aluviales del Ebro y afluentes).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 406 "Aluvial del Ebro: Tudela - Gelsa", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.052 denominada "Aluvial del Ebro: Tudela - Alagón", y el acuífero a controlar es el aluvial del Ebro, del Cuaternario.

El acuífero de la masa de agua 090.052 es un acuífero libre que comprende los aluviales del río Ebro y sus afluentes entre Tudela y Alagón. Los materiales aluviales que constituyen el acuífero están formados por depósitos del río Ebro y sus afluentes Queiles, Arba, Huecha y Jalón, compuestos por gravas heterométricas englobadas en una matriz arcillosa o areno-limosa. Las potencias pueden variar entre 23 y 33 m en el aluvial del Ebro, y con surcos de hasta 50 m en la zona de la desembocadura del Jalón. La base impermeable está constituida por arenas, arcillas, limolitas y yesos del Neógeno. La recarga se produce a través de la infiltración de precipitaciones y de retornos de riego, principalmente. El acuífero descarga hacia la red fluvial y hacia los aluviales aguas abajo.

El piezómetro está emboquillado sobre la terraza 5 del Ebro, de edad Holoceno. Bajo ésta aparecen los depósitos arcillosos y margosos del Neógeno, dispuestos horizontalmente.

(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 percusión.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación del 09.406.01 se realizó por el método de percusión. Se inició el 25 de octubre de 2005 a las 18:00 horas y se terminó el 28 de octubre de 2005 a las 18:30 horas. Se alcanzaron 25 metros de profundidad.

Antes de comenzar a perforar se construyó una balsa, donde poder echar el material extraído con la cuchara.

Se perforaron los 25 metros con el trépano de 600 mm de diámetro. A la vez que se avanzaba en la perforación se iba colocando tubería auxiliar, de revestimiento, para evitar desprendimientos de las paredes. El piezómetro se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 300 mm de diámetro, 5 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El anular se rellenó con gravilla silíceo seleccionada. La velocidad de avance de la perforación fue muy lenta, entre 1-2 m/h.

La perforación del piezómetro 09.406.01 bis se realizó a percusión. Se inició el 3 de noviembre de 2005 a las 8:00 horas y se terminó el 3 de noviembre de 2005 a las 16:20 horas. Se alcanzaron 15 metros de profundidad.

Antes de comenzar a perforar se construyó una balsa, donde poder echar el material extraído con la cuchara.

Se perforaron los 15 metros con el trépano de 400 mm de diámetro. A la vez que se avanzaba en la perforación se iba colocando tubería auxiliar, de revestimiento, para evitar desprendimientos de las paredes. El piezómetro 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 anular se rellenó con gravilla silíceo seleccionada. La velocidad de avance de la perforación fue de unos 2-3 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.a. Síntesis de la columna litológica atravesada en el 09.406.01 (descripción en campo):

0-13 m	Gravas, arenas y limos.
13-22 m	Arcilla gris verdosa.
22-25 m	Arcilla marrón rojiza con algo de gravilla.

Tabla 1.b. Síntesis de la columna litológica atravesada en el 09.406.01 bis (descripción en campo):

0-13 m	Gravas, arenas y limos.
13-15 m	Arcilla gris verdosa.

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

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

8. 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 de diámetro con espesores de la pared de 5 mm. Para la entubación del piezómetro imagen se han utilizado tramos de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 180 mm de diámetro de 4 mm de espesor de la pared.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería filtrante "tipo puentecillo", con una luz de malla de 0,2 mm. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación.

Tabla 2.a. Entubación realizada en 09.406.A:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-1	300	5	Acero al carbono	Ciega
1-13	300	5	Acero al carbono	Puente
13-25	300	5	Acero al carbono	Ciega

Tabla 2.b. Entubación realizada en 09.406.A bis:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-3	180	4	Acero al carbono	Ciega
3-9	180	4	Acero al carbono	Puente
9-15	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 las tuberías de 300 mm y de 180 mm por 4 "asas" soldadas a la misma y apoyadas sobre la gravilla silíceas.

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.

En el piezómetro imagen se construye un dado más pequeño. En la boca del sondeo se coloca una tapa con un tapón roscado de galvanizado.

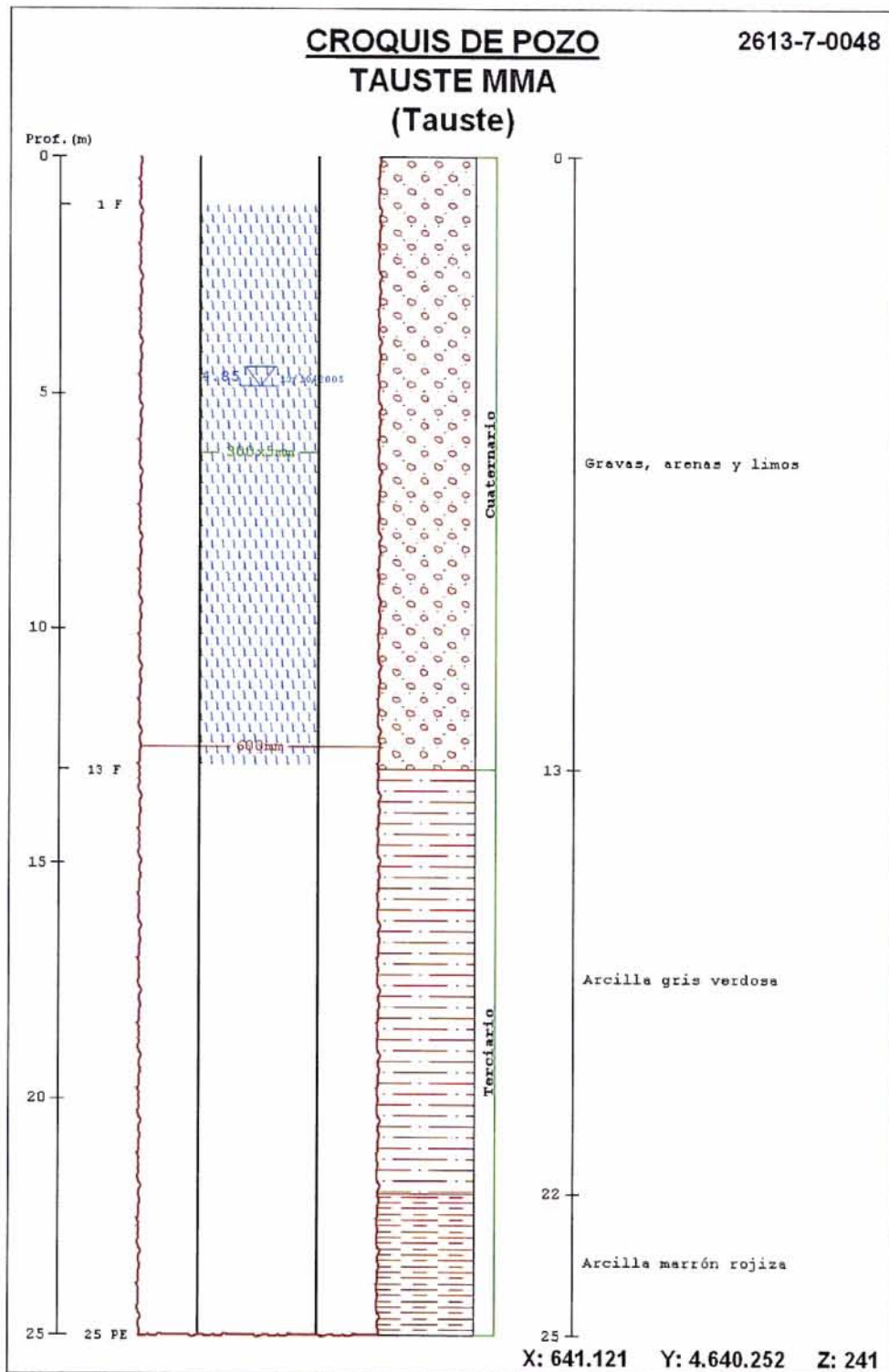


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo 09.406.01.

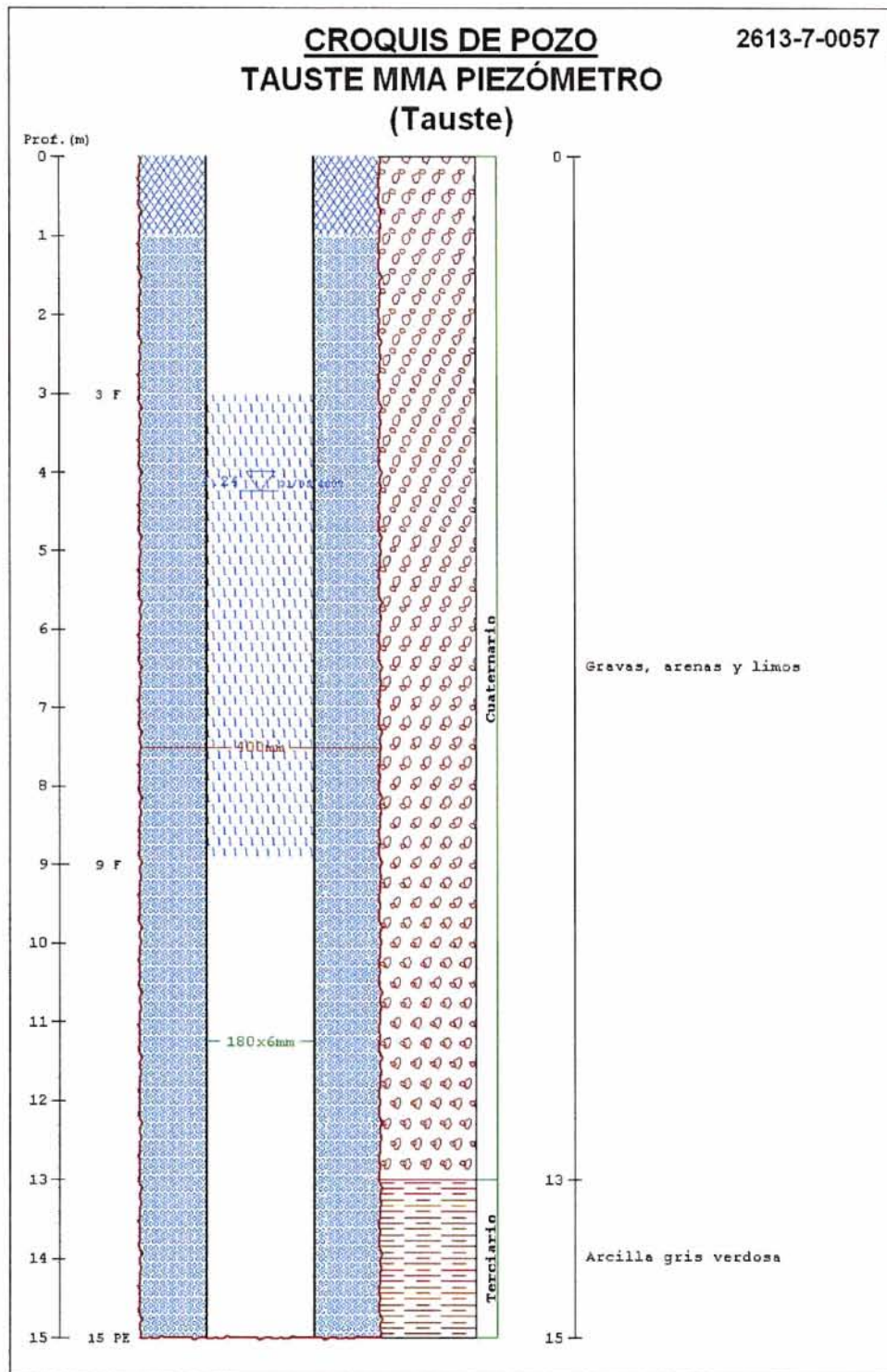


Figura 5. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo 09.406.01 bis.

9. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DEL SONDEO 09.406.01

El acuífero atravesado está constituido por los materiales detríticos de la terraza 5 del Ebro, del Holoceno.

A los 9 metros de profundidad apareció algo de agua, un aporte muy pequeño. De los 9 metros hasta el final de la perforación apenas se notó un aumento de caudal.

Con los datos obtenidos durante la perforación, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo).

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DEL SONDEO 09.406.01 bis

El acuífero atravesado está constituido por los materiales detríticos de la terraza 5 del Ebro, del Holoceno.

Se cortó el nivel de agua a los 9,5 metros de profundidad. Al igual que en el piezómetro principal, tampoco se notó un aumento de caudal en el sondeo.

Con los datos obtenidos durante la perforación, se diseñó la columna de entubación y la profundidad a la que colocar los tramos de tubería filtrante (tipo puentecillo).

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

Fecha	Nivel (metros)
31-10-05	4.85
3-11-05	4.76
9-11-05	4.42
15-12-05	4.88
20-1-06	4.99
10-2-06	4.84
9-3-06	4.87
17-4-06	4.42
16-5-06	4.26
16-6-06	3.89
21-7-06	3.99
12-8-06	3.955
20-10-06	4.54
16-11-06	4.83
20-12-06	4.86
15-1-07	4.93
22-2-07	4.88
23-3-07	4.67
24-4-07	4.4
14-5-07	4.63

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 31 de mayo y 1 de junio de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 12 minutos. El caudal extraído fue de 0,7 l/s y el descenso del nivel fue de 2,45 m. El segundo escalón duró 28 minutos. El caudal extraído fue de 0,24 l/s. El descenso del nivel en este escalón fue de 1,08 m. El tercer escalón duró 480 minutos. El caudal que se extrajo fue de 0,12 l/s y el descenso del nivel en este tiempo fue de 0,27 m. Se realizó un cuarto escalón de 9 minutos de duración, con un caudal de 0,25 l/s y el nivel descendió 1,65 m. El quinto y último escalón duró los 911 minutos restantes. El caudal medio fue de 0,12 l/s, con un descenso de 0,31 m. El descenso total del nivel fue de 5,76 m. El nivel se estabilizó a las 9 horas de bombeo.

El agua salió prácticamente clara desde el principio aunque al aumentar el caudal se enturbió. La conductividad del agua, medida in situ, durante el

ensayo aumentó de 2.780 a 3.420 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 7,4-7,7 y la temperatura varió entre 17-20° C. Se tomaron tres 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. Al final de la hora quedaban por recuperar 3,07 m. Al día siguiente, 25 horas después de terminar el bombeo, el descenso residual del nivel era de 7 cm.

Durante las 24 horas que duró el ensayo de bombeo se controló el nivel del piezómetro imagen, observándose un descenso más acusado del nivel unos minutos después de reducir el caudal en el pozo. Aunque, en general, el nivel siguió la misma pauta que el del piezómetro bombeado, al aumentar el caudal, descensos, y al reducir el caudal o incluso pararlo, recuperación.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Pozo bombeo		Caudal (l/s)	Piezómetro	
	Profundidad (metros)	Descenso (metros)		Profundidad (metros)	Descenso (metros)
0	4,79	0,00	0,00	4,24	0,00
1	5,60	0,81	0,70	4,40	0,16
12	7,24	2,45	0,70	5,72	1,48
15	7,30	2,51	0,24	6,02	1,78
24	7,70	2,91	0,24	6,63	2,39
40	8,32	3,53	0,24	7,43	3,19
45	8,31	3,52	0,12	7,60	3,36
100	8,32	3,53	0,12	7,60	3,36
240	8,30	3,51	0,12	7,19	2,95
520	8,59	3,80	0,12	7,14	2,90
521	8,98	4,19	0,25	7,19	2,95
529	10,24	5,45	0,25	7,47	3,23

Tiempo de bombeo (minutos)	Pozo bombeo		Caudal (l/s)	Piezómetro	
	Profundidad (metros)	Descenso (metros)		Profundidad (metros)	Descenso (metros)
530	10,36	5,57	0,12	7,53	3,29
570	10,58	5,79	0,12	8,14	3,90
715	10,58	5,79	0,12	8,04	3,80
915	10,58	5,79	0,12	7,68	3,44
1215	10,59	5,80	0,12	7,45	3,21
1440	10,55	5,76	0,12	7,37	3,13
1441	10,13	5,34	0,00	7,25	3,01
1445	9,95	5,16	0,00	7,23	2,99
1450	9,78	4,99	0,00	7,19	2,95
1500	7,86	3,07	0,00	6,32	2,08
1855	5,02	0,23	0,00	4,39	0,15
2945	4,86	0,07	0,00	4,24	0,00

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 ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el anejo A-4.)

10. HIDROQUÍMICA

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

- Muestra tomada a las 6 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 3.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,34.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 2.990 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,34.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 2.960 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,26.)

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, 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 – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano, aunque los nitratos superan los valores habituales en aguas subterráneas, datos según Custodio y Llamas (ed.1996).

En general, las concentraciones de los iones mayoritarios no sobrepasan los valores marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003, excepto para los sulfatos, que superan los 250 mg/l establecido en la legislación vigente. Por otro lado, el calcio sobrepasa los 250 mg/l establecidos por Custodio y Llamas (ed. 1996) como valores habituales en aguas subterráneas.

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	263,79 mg/l	244,11 mg/l	242,66 mg/l
Sulfatos	1.416,8 mg/l	1.280,4 mg/l	1.263,4 mg/l
Bicarbonatos	314,66 mg/l	330,58 mg/l	320,78 mg/l
Carbonatos	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
Nitratos	6,48 mg/l	15,62 mg/l	13,77 mg/l
Sodio	163,82 mg/l	137,21 mg/l	140,41 mg/l
Magnesio	76,20 mg/l	76,92 mg/l	71,63 mg/l
Calcio	621,51 mg/l	577,12 mg/l	576,72 mg/l
Potasio	7,21 mg/l	6,23 mg/l	7,23 mg/l
Nitritos	< 0,04 mg/l	0,19 mg/l	0,15 mg/l
Amonio	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Boro	0,08 mg/l	0,06 mg/l	0,05 mg/l
Fosfato	0,26 mg/l	0,38 mg/l	0,25 mg/l
Anhídrido Silícico	15,60 mg/l	19,13 mg/l	19,18 mg/l
Hierro	0,06 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l
Manganeso	0,06 mg/l	0,03 mg/l	0,05 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Cortes con el objeto de valorar las características del acuífero, determinar la calidad química del recurso y, adicionalmente, 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 percusión. El diámetro de la perforación es de 600 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 30 m. el acuífero atravesado es el aluvial del Ebro, del Holoceno. Actualmente el nivel está a unos 3 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 12,1 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 – cálcica (según clasificación de Piper).

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

SONDEO: 09 406 01

LOCALIDAD: TAUSTE

PROVINCIA: ZARAGOZA

En el mes de febrero de 2005, se realizó una primera visita al ayuntamiento de Tauste y nos entrevistamos con el técnico municipal D. José Antonio Palacios. Le explicó el objeto del proyecto y le entregó un folleto y unos modelos de las solicitudes de los permisos. Me enseñó sobre plano una parcela municipal donde podría ubicarse el piezómetro.

El 26 de Abril, nos desplazamos a la parcela referida comprobando la existencia a pocos metros de una gran excavación de áridos con un frente de más de tres metros de profundidad. Este hecho podría condicionar el buen funcionamiento del piezómetro tanto en la medición de niveles más bajos que los normales en la zona como en la afección por las futuras extracciones.

Se localiza otra parcela de titularidad pública situada sobre la terraza cuaternaria y de buen acceso para la maquinaria de perforación. Se ubica en el paraje CANDUERO (VIÑUELAS), Polígono 11, Parcela 355 y coordenadas X: 0641103, Y: 4640248. En la finca existe una pequeña viña que no se verá afectada al realizar la perforación en el extremo de esta propiedad.

Se accede desde la A-126 dirección Tudela-Novillas; después de cruzar el puente del río Arba, se toma un camino a la izquierda cruzando el Canal de Tauste.



El objetivo hidrogeológico de este piezómetro, es la terraza cuaternaria realizando un sondeo penetrante dentro de la misma; la profundidad estimada es de 25-30 metros. Los niveles de pozos cercanos están en 4-5 metros. La observación de los frentes de excavación de las explotaciones de áridos cercanas, nos indican la aparición del nivel freático a unos 3 metros. La terraza está formada por gravas arenosas con mucho pocos finos; se observa como se desmoronan los taludes por debajo de la zona saturada.





RINCON DE SOTO (La Ribera)	
19 ABR. 2005	
N	R
S	820

ayuntamiento de rincón de soto

Pza. González Gallarza, 5
26550 rincón de soto la ribera
t. 941 160013 - f. 941 141564
www.rincondesoto.org
Ayto@rincodesoto.org
urbavstro@rincodesoto.org



NOTIFICACIÓN

D/ Doña: **CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**
Calle: Paseo de Sagasta, 24-28
Población y Código postal: ZARAGOZA 50071
Provincia o Comunidad Autónoma: ARAGÓN

Para su conocimiento y efectos consiguientes, le hago saber que la **Junta de Gobierno Local de este Ayuntamiento**, en sesión ordinaria celebrada el día 14 de **Abril de 2.005**, ha adoptado, entre otros el **acuerdo** que le transcribo literalmente:

Vista la solicitud presentada por la Confederación Hidrográfica del Ebro, en fecha 25 de Febrero de 2.005 de disponibilidad de terrenos para la construcción y observación de un piezómetro en Paraje Recueja, Polígono 1, parcela 52, la Junta de Gobierno Local, por unanimidad y en votación ordinaria acuerda autorizar a la Confederación Hidrográfica del Ebro a:

- La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 metros cuadrados; necesarios para construir el sondeo 0940502 en terreno de este municipio, paraje " La Recueja", Polígono 1, parcela 52.
- La ocupación durante el periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de un metro cuadrado, en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
- El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

Contra el presente Acuerdo, que pone fin a la vía administrativa podrá interponerse **Recurso Contencioso-administrativo ante el Juzgado de lo Contencioso Administrativo de Logroño**, en el plazo de dos meses contados desde el día siguiente al de esta notificación.

Potestativamente y con carácter previo al **Recurso Contencioso-administrativo**, podrá interponerse **Recurso de Reposición ante la Junta de Gobierno Local de la Corporación**, en el plazo de un mes, contado desde la fecha de esta notificación.

Si transcurriera un mes desde la fecha de interposición del **Recurso de Reposición** sin que se notificara su resolución, se entenderá desestimado y podrá interponerse **Recurso Contencioso-administrativo ante el Juzgado de lo Contencioso Administrativo de Logroño**, en un plazo de seis meses contados desde el día siguiente a aquel en que se produzca el acto presunto.

En Rincón de Soto, a 19 de Abril de 2.005.



Secretario,

Guillermo Galindo Serrano

ANEJO 1

INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

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

FECHA: 25 y 26/10/2005	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.406.01 POBLACIÓN: Tauste (Zaragoza) PROF.: 25 m	
<u>PERFORACIÓN</u>	
INICIO: 25/10/05	SISTEMA: PERCUSIÓN
DIAMETRO: 600 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 Percusión).

Durante el 25 de octubre de 2005 se realiza el acondicionamiento del entorno del sondeo y la excavación de una zanja para verter el detritus de la perforación sin afectar las fincas colindantes.

La maquina se emplaza al final del día 25 de octubre y a primera hora del 26 de octubre de 2005 se están realizando las maniobras de instalación de la sonda de perforación.



JESÚS SERRANO MORATA

OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 26/10/05	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.406.01	POBLACIÓN: Tauste (Zaragoza)	PROF.: 25 m.
PERFORACIÓN		
INICIO: 25/10/05	SISTEMA: PERCUSION	
DIAMETRO: 600 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 1 – 2 m/hora		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Características de la maquinaria de perforación: SACYR MICROTEC (EQUIPO DE PERCUSIÓN).

Se inicia la perforación a final de la mañana; se ha emplazado directamente sobre la terraza aluvial.

Se utiliza como herramientas de perforación un trépano regular de unos 6000 kg de peso y una cuchara plana para la limpieza del detritus. Se ha realizado ya el acopio de las tuberías de revestimiento definitivas.

Se va a realizar un emboquille corto (de unos 3 metros), con una tubería de revestimiento de 650 mm para garantizar el colgado final de la tubería de revestimiento.

A las 18:00 horas se llevan perforados unos 3 metros. El ritmo de la perforación aumentará cuando se introduzca totalmente el trépano.





Detalle de la extracción del trépano para la limpieza del fondo



Extracción de la cuchara para ubicarla sobre la tubería que desagua sobre la zanja.

Fdo: Antonio Sánchez.



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: 27/10/2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.406.01 **POBLACIÓN:** Tauste (Zaragoza) **PROF.:** 25 m

PERFORACIÓN

INICIO: 25/10/05

SISTEMA: PERCUSIÓN

DIAMETRO: 600 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 5 m/día

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada:

A las 18:00 se han perforado hasta los 10 m.

La velocidad de avance ha sido de 5 m/día.

Características hidrogeológicas

Registraron un hilillo de agua a los 9 m. Desaparece al introducir la cuchara.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 10 m: Arenas y gravas.

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: 28-10-05	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.406.01	POBLACIÓN: Tauste (Zaragoza)
PROF.: 25 m	
PERFORACIÓN	
INICIO: 25/10/05	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN
DIAMETRO: 600 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 10 m/día	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada:

A las 18:00 la profundidad alcanzada es de 23 m. Se decide proseguir hasta los 25 m y dar por finalizado. Así se le comunica al d.o.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

Los materiales atravesados no han variado en toda la perforación:

De 0 m a 13 m: Gravas, arenas y limos.

De 13 m a 22 m: Arcilla gris verdosa.

De 22 m a 25 m: Arcillas marrón rojiza.

Características hidrogeológicas

Tras el hilillo de agua registrado a los 9 m apenas se ha registrado incremento del caudal aportado a la perforación.

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



Tauste 27-10-05

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

FECHA: 29 y 31/10/2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.406.01 **POBLACIÓN:** Tauste (Zaragoza) **PROF.:** 25 m

PERFORACIÓN

INICIO: 25/10/05

SISTEMA: PERCUSIÓN

DIAMETRO: 600 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 5 m/día

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada:

25 m. Sondeo finalizado.

La velocidad de avance al final del sondeo ha sido de 15 m/día.

El 31/10/05 la sonda de perforación se encuentra emplazada para realizar el piezómetro de control del bombeo a unos 2 m del sondeo.

Características hidrogeológicas

Registraron un hilillo de agua a los 9 m. Desaparece al introducir la cuchara.

El nivel el 29/10/05 a las 8:00 con el sondeo a falta de limpieza estaba en 12,00 m (Referencia = Suelo).

El nivel el 31/1/05 8:00 era de 4,85 m (Referencia = Brocal)

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 13 m: Gravas, arenas y limos.

De 13 m a 22 m: Arcilla gris verdosa.

De 22 m a 25 m: Arcilla marrón rojiza.

Con esta información se decide realizar una perforación en el piezómetro de 15 m.



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



Entubación

Se decide colocar la siguiente entubación:

De 0-1 m: Tubería ciega de 300 mm y 5 mm de espesor.

De 1-13 m: Filtro puentecillo de 300 mm y 5 mm de espesor.

De 13-25 m: Tubería ciega de 300 mm y 5 mm de espesor.

La entubación se realiza en la mañana del 29/10/05.

Está pendiente el rellenado del espacio anular con gravilla silícea calibrada.

Observaciones

Durante la perforación del sondeo se personó en la obra un vecino de Tauste (Manuel Menjón) argumentando que la finca donde se encontraba la máquina era de su propiedad. El J.O. le comenta que se dispone de permiso municipal para la realización del sondeo en la finca ya que por indicación del Ayuntamiento de Tauste dicha finca es de propiedad municipal.

El 29/10/05 tras la consulta del citado vecino al Ayuntamiento se pone en contacto José Antonio Palacios (funcionario del ayuntamiento de Tauste) con la dirección de obra comunicando que efectivamente la finca era propiedad de este señor y que al figurar el IBI a nombre del ayuntamiento creyeron en el momento de darnos el permiso que ésta era de propiedad municipal. Nos comunican que el ayuntamiento se compromete a solucionar el asunto de la titularidad.

También nos comentan que para el emplazamiento de la máquina, acopio de material auxiliar y tubería y realización de la zanja para el detritus de perforación se han arrancado algunas cepas (en aparente estado de abandono) y dos almendros secos. El propietario quiere que se le abonen estos daños por lo que los guardas monteros del Ayuntamiento de Tauste van a informar para valorar los daños.

JESÚS SERRANO MORATA



Balsa de lodos de Tauste



Maquina emplazada para piezómetro de Tauste



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 del detritus terciario del sondeo de Täuste

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

FECHA: 3/11/2005

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.406.01Bis **POBLACIÓN:** Tauste (Zaragoza) **PROF.:** 15 m

PERFORACIÓN

INICIO: 2/11/05

SISTEMA: PERCUSIÓN

DIAMETRO: 400 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 Percusión).

Profundidad alcanzada: 1 m.

Realizando el emboquille del piezómetro a unos 2 m del sondeo. Se van a perforar 15 m con diámetro de 400 mm.

En el sondeo está pendiente colgar la tubería, rellenar el espacio anular con gravilla silícea, colocar la arqueta y hacer el dado de hormigón.

Características hidrogeológicas

El nivel el 3/11/05 8:30 era de 4,76 m (Referencia = Brocal)

Coordenada del sondeo X: 641125 Y: 4640257 Z:241ms.n.m.

El nivel del pozo de la red piezométrica 261370001 el 3/11/05 8:45 (Z: 245m.s.n.m.) era 6,01 m.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 13 m: Gravas, arenas y limos.

De 13 m a 22 m: Arcilla gris verdosa.

De 22 m a 25 m: Arcilla marrón rojiza.

Con esta información se decide realizar una perforación en el piezómetro de 15 m.

JESÚS SERRANO MORATA

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

FECHA: 3/11/2005	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09. 406.01 Bis	POBLACIÓN: Tauste (Zaragoza)	PROF.: 15 m
PERFORACIÓN INICIO: 2/11/2005	SISTEMA: PERCUSIÓN	
DIAMETRO: 400 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 15 m/día		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada:

15 m. Sondeo finalizado. Se ha terminado de perforar a las 16:30 horas.

La velocidad de avance ha sido de 15 m/día.

Para perforar este sondeo, de 400 mm de diámetro, el trépano que se ha utilizado pesa 5000 kg.

Características hidrogeológicas:

Se ha cortado el nivel a los 9,5 m de profundidad, igual que en el primer piezómetro.

Reconocimiento de muestras obtenidas:

No se han recogido muestras durante la perforación, pero tanto los espesores como las litologías que se han atravesado son las mismas que en el primer sondeo.

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 a 13 m: Gravas, arenas y limos.

De 13 a 15 m: Arcilla gris verdosa.

Entubación:

La entubación que se coloca es la siguiente:

De 0-3 m: Tubería ciega de 300 mm y 5 mm de espesor.

De 3-9 m: Filtro puentecillo de 300 mm y 5 mm de espesor.

De 9-15 m: Tubería ciega de 300 mm y 5 mm de espesor.

La entubación se realiza el jueves por la tarde. Queda pendiente para el viernes por la mañana el relleno del anular con gravilla sílicea calibrada.

ELENA GÓMEZ



Entubación



Estado del piezómetro al final de la tarde del jueves

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO

CÓDIGO IPA: 09-405-07
CÓDIGO MMA: 2913-7-0049

MUNICIPIO: TAUSTE
PROVINCIA: ZARAGOZA

HOJA Nº 2913

FECHA INICIO: 25/11/2005
FECHA FINAL: 28/11/2005

COORDENADAS UTM
HUSO 30
641.121
4.640.252
240

PARAJE: CAMINO DE LA VIÑAS
PRECISIÓN (X,Y): SIGPAC
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: JAVIER RAMAJO

VELOCIDAD (m/s)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA						COMPONENTES	PROCESOS	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRANQUILIDAD	U. LITO	U. CRONO
				LSM	LSM	MSM	MSM	MSM	MSM							
10	600 mm	1-13	Gravas de tamaño variables y tonos ocreos con matriz de arenosa (grano medio a grueso) a limosa. Se trata de cantos poligenicos de cantos de calizas mesozoicas, cuarcitas paleozoicas y areniscas, con predominio de estas ultimas. La morfología es redondeada a subredondeada, y presentan a veces costras calcareas o caliches. Se detecta un aporte de agua de 0.5 a 1 L/seg. a partir de los 9 metros.													
9	300 mm	13-23	Arcillas plásticas amarillentas pardas a gris verdosas.													
10		23-25	Arcillas de tonos pardos a marrones con pasadas de limos y areniscas.													
2		25-55														

Muestra 1
Fm. Tudela-LTZ, U3
Mioceno

3

Terrazas del to Ebro

Mioceno



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 2613-7-0048
(09.406.007)**

TAUSTE (ZARAGOZA)

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 realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Tauste (Zaragoza) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo tiene 25 metros de profundidad perforados a percusión con un diámetro de 600 mm. A 3,35 metros al oeste se perforó un segundo sondeo (09.406.07 bis), de 15 m. de profundidad y 400 mm de diámetro con objeto de servir de piezómetro durante el bombeo de ensayo del anterior.

La entubación se ha efectuado, con tubería de 300 mm desde la boca el final del sondeo, y presenta la siguiente disposición:

- 0-1 m: Tubería ciega.
- 1-13 m: Filtro Puenteillo.
- 13-25 m: Tubería ciega.

En el caso del piezómetro la entubación se ha realizado con tubería de 180 mm desde la boca hasta el final del sondeo, con la siguiente disposición:

- 0-3 m: Tubería ciega.
- 3-9 m: Filtro Puenteillo.
- 9-15 m: Tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras únicamente son significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y 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 de la posible columna litológica atravesada por el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y el contexto regional para interpretar 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 2613-7-0048 y 09.406.007, respectivamente, está situado a unos 4 km al SO del municipio de Tauste. Al emplazamiento se accede desde la carretera A-126 en dirección a Tudela. Unos 2,4 km pasada la rotonda del cruce Gallur-Tauste, se toma un camino que cruza el Canal de Tauste y se dirige hacia el sur, por el que hay que recorrer unos 680 metros antes de tomar un desvío a la izquierda que se dirige hacia una granja ganadera, por el que hay que recorrer unos 850 metros antes de llegar a la parcela en la que se ubica el piezómetro (fig. 1).

Las coordenadas UTM del primer sondeo son las siguientes:

X: 641.121.

Y: 4.640.252.

Z: 240 m.s.n.m.



Fig. 1. Situación del sondeo en mapa y ortofoto tomadas del SIGPAC.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra poco antes de la desembocadura del río Riquel en el Ebro, emboquillado en materiales cuaternarios correspondientes a la primera terraza del río Ebro, que es identificada en hoja MAGNA nº 321 (Tauste) como unidad Q₂ TG.

Estos materiales se disponen discordantemente de forma subhorizontal o con una pequeña pendiente sobre los materiales del Terciario del Mioceno inferior y medio, formados por arcillas con limos rojos, calizas y areniscas atribuidos a la Fm. Tudela.

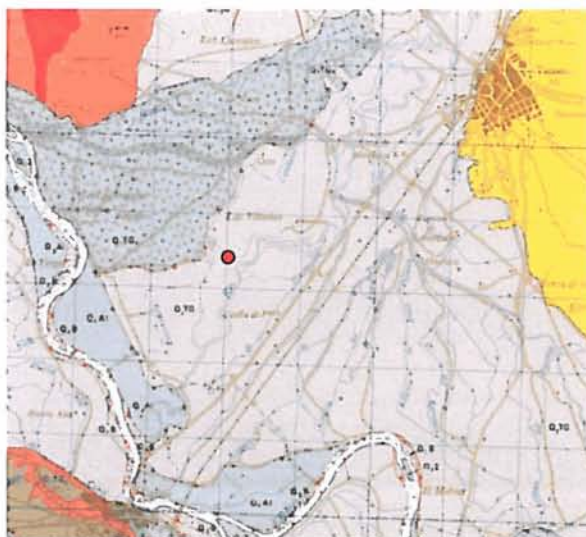


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica MAGNA de la Hoja-321 (Tauste).

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra probablemente emboquillado en la terraza Holocena más alta, situada a unos 5 a 10 metros por encima del cauce. Desde el inicio hasta el metro 13 se atraviesan gravas heterométricas, poligénicas con restos de caliche, redondeadas a subredondeadas, que se corresponderían con los depósitos más groseros de las terrazas del río Ebro. Por debajo, a partir del metro 13, se cortan lutitas amarillentas a pardas grises, algo plásticas, con pasadas de limos y areniscas en la base, correspondientes a depósitos dístales de abanico aluvial, que se han atribuido a la Formación Tudela de edad Mioceno inferior y medio (Ramblense-Aragoniense), que corresponderían con la UTS T5, según Muñoz (1992).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-13 m. Gravas de tamaño variables y tonos ocres con matriz de arenosa (grano medio a grueso) a limosa. Se trata de cantos de morfologías redondeadas a subredondeadas que presentan a veces costras calcáreas o caliches y carácter poligénicos, con cantos de calizas mesozoicas, cuarcitas paleozoicas y areniscas, con predominio de las últimas. Se detecta un aporte de agua de entre 0,5 a 1 L/s a partir de los 9 metros.

TRAMO 2

13-23 m. Arcillas plásticas amarillentas pardas a gris verdosas.

TRAMO 3

23-25 m. Arcillas de tonos pardos a marrones con pasadas de limos y areniscas.



REFERENCIAS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 321-Tauste

MUÑOZ, A. (1992). *Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la Cuenca del Ebro. (Comunidad de La Rioja)*. Ciencias de la Tierra, 15. 347 pp. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.

ANEJO 3

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad	TAUSTE	
Nº Registro IPA	261370048	
Profundidad Sondeo	25 m	
Coordenadas UTM	Pozo	Piezómetro
X		
Y		
Z		

Fecha Ensayo	31-mayo y 1-junio de 2007	
Nivel estático inicial	4,79	
Profund. Aspiración	22 m	
Bomba	CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C	
Grupo		
Alternador		
Interior tubería impulsión	φ 80 mm	

Piezómetro (nº IPA)	261370057
Profundidad	15 m
Distancia	3 m
Dirección (norte)	#1DIV/0! °E

Régimen de bombeo					
Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	0,7	12	12	2,45	2,45
2	0,24	40	28	3,53	1,08
3	0,12	520	480	3,80	0,27
4	0,25	529	9	5,45	1,65
5	0,12	1440	911	5,76	0,31

Síntesis litológica
0-13 m Gravas, arenas y limos.
13-22 m Arcilla gris verdosa.
22-25 m Arcillas marrón-rojiza con algo de gravilla.

Perforación	Entubación	Rejilla
0-25 m φ 600 mm	0-25 m φ 300 mm	1-13 m 5 mm

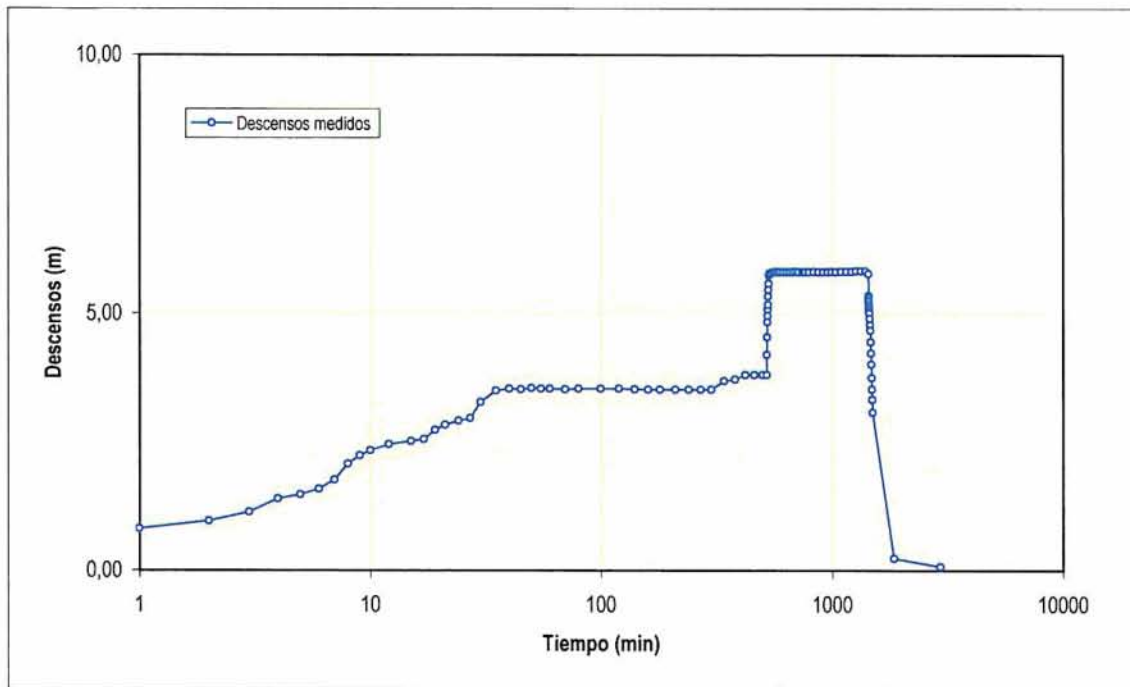
Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
31/5/07 14:25	0	4,79	0,00	4,24	0,00	0,00	
31/5/07 14:26	1	5,60	0,81	4,40	0,16	0,70	Agua clara con algo de suciedad.
31/5/07 14:27	2	5,75	0,96	4,45	0,21	0,70	
31/5/07 14:28	3	5,92	1,13	4,52	0,28	0,70	
31/5/07 14:29	4	6,18	1,39	4,65	0,41	0,70	
31/5/07 14:30	5	6,26	1,47	4,77	0,53	0,70	
31/5/07 14:31	6	6,37	1,58	4,92	0,68	0,70	
31/5/07 14:32	7	6,55	1,76	5,04	0,80	0,70	
31/5/07 14:33	8	6,86	2,07	5,16	0,92	0,70	
31/5/07 14:34	9	7,02	2,23	5,30	1,06	0,70	
31/5/07 14:35	10	7,12	2,33	5,46	1,22	0,70	
31/5/07 14:37	12	7,24	2,45	5,72	1,48	0,70	
31/5/07 14:40	15	7,30	2,51	6,02	1,78	0,24	
31/5/07 14:42	17	7,34	2,55	6,19	1,95	0,24	
31/5/07 14:44	19	7,52	2,73	6,31	2,07	0,24	
31/5/07 14:46	21	7,62	2,83	6,44	2,20	0,24	
31/5/07 14:49	24	7,70	2,91	6,63	2,39	0,24	Agua clara (ligero tono marrón).
31/5/07 14:52	27	7,75	2,96	6,80	2,56	0,24	
31/5/07 14:55	30	8,06	3,27	7,00	2,76	0,24	
31/5/07 15:00	35	8,28	3,49	7,26	3,02	0,24	
31/5/07 15:05	40	8,32	3,53	7,43	3,19	0,24	
31/5/07 15:10	45	8,31	3,52	7,60	3,36	0,12	
31/5/07 15:15	50	8,33	3,54	7,64	3,40	0,12	
31/5/07 15:20	55	8,32	3,53	7,65	3,41	0,12	
31/5/07 15:25	60	8,32	3,53	7,66	3,42	0,12	
31/5/07 15:35	70	8,31	3,52	7,65	3,41	0,12	
31/5/07 15:45	80	8,32	3,53	7,64	3,40	0,12	
31/5/07 16:05	100	8,32	3,53	7,60	3,36	0,12	
31/5/07 16:25	120	8,32	3,53	7,54	3,30	0,12	
31/5/07 16:45	140	8,31	3,52	7,40	3,16	0,12	
31/5/07 17:05	160	8,30	3,51	7,34	3,10	0,12	
31/5/07 17:25	180	8,30	3,51	7,29	3,05	0,12	
31/5/07 17:55	210	8,30	3,51	7,26	3,02	0,12	
31/5/07 18:25	240	8,30	3,51	7,19	2,95	0,12	
31/5/07 18:55	270	8,30	3,51	7,16	2,92	0,12	
31/5/07 19:25	300	8,30	3,51	7,14	2,90	0,12	
31/5/07 20:05	340	8,47	3,68	7,10	2,86	0,12	MUESTRA 1. Cond: 2780 µS/cm pH: 7.5 Tª 18° C
31/5/07 20:45	380	8,50	3,71	7,14	2,90	0,12	

31/5/07 21:25	420	8,59	3,80	7,18	2,94	0,12
31/5/07 22:05	460	8,59	3,80	7,15	2,91	0,12
31/5/07 22:45	500	8,59	3,80	7,14	2,90	0,12
31/5/07 23:05	520	8,59	3,80	7,14	2,90	0,12
31/5/07 23:06	521	8,98	4,19	7,19	2,95	0,25
31/5/07 23:08	523	9,32	4,53	7,22	2,98	0,25
31/5/07 23:09	524	9,61	4,82	7,26	3,02	0,25
31/5/07 23:10	525	9,74	4,95	7,30	3,06	0,25
31/5/07 23:11	526	9,86	5,07	7,34	3,10	0,25
31/5/07 23:12	527	9,95	5,16	7,38	3,14	0,25
31/5/07 23:13	528	10,11	5,32	7,43	3,19	0,25
31/5/07 23:14	529	10,24	5,45	7,47	3,23	0,25
31/5/07 23:15	530	10,36	5,57	7,53	3,29	0,12
31/5/07 23:17	532	10,52	5,73	7,88	3,64	0,12
31/5/07 23:19	534	10,54	5,75	7,94	3,70	0,12
31/5/07 23:21	536	10,56	5,77	8,01	3,77	0,12
31/5/07 23:24	539	10,56	5,77	8,09	3,85	0,12
31/5/07 23:29	544	10,57	5,78	8,17	3,93	0,12
31/5/07 23:30	545	10,57	5,78	8,19	3,95	0,12
31/5/07 23:35	550	10,57	5,78	8,21	3,97	0,12
31/5/07 23:40	555	10,57	5,78	8,21	3,97	0,12
31/5/07 23:45	560	10,58	5,79	8,19	3,95	0,12
31/5/07 23:50	565	10,58	5,79	8,15	3,91	0,12
31/5/07 23:55	570	10,58	5,79	8,14	3,90	0,12
1/6/07 0:00	575	10,58	5,79	8,14	3,90	0,12
1/6/07 0:10	585	10,58	5,79	8,14	3,90	0,12
1/6/07 0:20	595	10,58	5,79	8,11	3,87	0,12
1/6/07 0:40	615	10,58	5,79	8,12	3,88	0,12
1/6/07 1:00	635	10,58	5,79	8,12	3,88	0,12
1/6/07 1:20	655	10,58	5,79	8,12	3,88	0,12
1/6/07 1:40	675	10,58	5,79	8,07	3,83	0,12
1/6/07 2:00	695	10,59	5,80	8,07	3,83	0,12
1/6/07 2:20	715	10,58	5,79	8,04	3,80	0,12
1/6/07 2:50	745	10,58	5,79	7,93	3,69	0,12
1/6/07 3:10	765	10,58	5,79	7,92	3,68	0,12
1/6/07 3:40	795	10,58	5,79	7,85	3,61	0,12
1/6/07 4:20	835	10,59	5,80	7,79	3,55	0,12
1/6/07 5:00	875	10,58	5,79	7,73	3,49	0,12
1/6/07 5:40	915	10,58	5,79	7,68	3,44	0,12
1/6/07 6:20	955	10,58	5,79	7,62	3,38	0,12
1/6/07 7:00	995	10,59	5,80	7,57	3,33	0,12
1/6/07 7:40	1035	10,58	5,79	7,52	3,28	0,12
1/6/07 8:40	1095	10,59	5,80	7,48	3,24	0,12
1/6/07 9:40	1155	10,59	5,80	7,47	3,23	0,12
1/6/07 10:40	1215	10,59	5,80	7,45	3,21	0,12
1/6/07 11:40	1275	10,60	5,81	7,39	3,15	0,12
1/6/07 12:40	1335	10,60	5,81	7,33	3,09	0,12
1/6/07 13:40	1395	10,60	5,81	7,15	2,91	0,12
1/6/07 14:25	1440	10,55	5,76	7,37	3,13	0,12
1/6/07 14:26	1441	10,13	5,34	7,25	3,01	0,00
1/6/07 14:27	1442	10,10	5,31	7,25	3,01	0,00
1/6/07 14:28	1443	10,04	5,25	7,25	3,01	0,00
1/6/07 14:29	1444	10,01	5,22	7,25	3,01	0,00
1/6/07 14:30	1445	9,95	5,16	7,23	2,99	0,00
1/6/07 14:31	1446	9,90	5,11	7,23	2,99	0,00
1/6/07 14:32	1447	9,88	5,09	7,21	2,97	0,00
1/6/07 14:33	1448	9,84	5,05	7,21	2,97	0,00
1/6/07 14:34	1449	9,82	5,03	7,20	2,96	0,00
1/6/07 14:35	1450	9,78	4,99	7,19	2,95	0,00
1/6/07 14:40	1455	9,68	4,89	7,10	2,86	0,00
1/6/07 14:45	1460	9,56	4,77	7,05	2,81	0,00
1/6/07 14:50	1465	9,45	4,66	7,98	3,74	0,00
1/6/07 14:55	1470	9,23	4,44	6,94	2,70	0,00
1/6/07 15:00	1475	9,01	4,22	6,96	2,72	0,00
1/6/07 15:05	1480	8,79	4,00	6,70	2,46	0,00
1/6/07 15:10	1485	8,53	3,74	6,63	2,39	0,00

MUESTRA 2. Cond: 3210 $\mu\text{S/cm}$ pH: 7.4 T° 17° C

MUESTRA 3. Cond: 3420 $\mu\text{S/cm}$ pH: 7.7 T° 20° C

1/6/07 15:15	1490	8,31	3,52	6,53	2,29	0,00
1/6/07 15:20	1495	8,11	3,32	6,42	2,18	0,00
1/6/07 15:25	1500	7,86	3,07	6,32	2,08	0,00
1/6/07 21:20	1855	5,02	0,23	4,39	0,15	0,00
2/6/07 15:30	2945	4,86	0,07	4,24	0,00	0,00



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

FECHA: 1 de junio de 2007

Nº pag.:

Nº SONDEO: 09.406.01

POBLACIÓN: TAUSTE

PROF.: 25 m

Ensayo de bombeo del sondeo de Tauste MMA (261370048)

El ensayo de bombeo en el sondeo de Tauste comienza el 31 de mayo de 2007 a las 14:25 horas. Se realiza un ensayo escalonado. Al principio se realiza con el equipo habitual, pitot. Pasado un tiempo se decide colocar tubería de pvc para evacuar el agua lo más lejos posible y evitar infiltración. El nivel estático inicial está en 4,79 m y la bomba se ubicó a 22 m de profundidad.

Se inicia el bombeo con un caudal de 0,7 l/s, medido por cubicación. Este caudal se mantuvo durante 12 minutos. Como el nivel descendía muy rápido se dejó caer el caudal hasta los 0,24 l/s. Este caudal se mantuvo hasta los 40 minutos de bombeo. El caudal se dejó caer hasta los 0,12 l/s. Con este caudal el nivel llegó a estabilizar.

A los 520 minutos de bombeo se intentó aumentar el caudal a 0,25 l/s. El nivel bajó bruscamente. Se decidió dejar caer el caudal hasta los 0,12 l/s, caudal que se mantuvo hasta el final del bombeo.

	Duración (minutos)	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	12	0,7	2,45
Escalón 2	28	0,24	1,08
Escalón 3	480	0,12	0,27
Escalón 4	9	0,25	1,65
Escalón 5	911	0,12	0,31

El descenso total del nivel fue de 5,76 m.

El agua salió prácticamente clara desde el principio del bombeo. La conductividad fue aumentando según avanzó el bombeo de 2780 a 3420 μ S/cm. El pH medio fue de 7,5 y la temperatura de 18° C.

Tras el bombeo se midió una hora de recuperación. En esa hora el nivel pasó de 10,55 m (nivel dinámico final) a 7,86 m, quedando un descenso residual de 3,07 m. 6 horas después el nivel se situó en 5,02 m, quedando 0,23 m por recuperar. 25 horas después de terminar el bombeo el nivel se situó en 4,86 m, quedando solamente 7 cm por recuperar.

Durante el bombeo y la recuperación se controló el nivel del piezómetro imagen.

	Duración (minutos)	Caudal (l/s)	Descenso total (m)
Escalón 1	12	0,7	1,48
Escalón 2	28	0,24	3,19
Escalón 3	480	0,12	2,90
Escalón 4	9	0,25	3,23
Escalón 5	911	0,12	3,13

Durante la primera hora de recuperación el nivel del piezómetro imagen pasó de 7,37 m a 6,32 m, quedando 2,08 m por recuperar. 6 horas después el descenso residual era de 15 cm. 25 horas después de terminar de bombear el nivel estaba completamente recuperado.





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



Fdo.: Elena Gómez



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 2613-7-0048
(09.406.007)**

TAUSTE (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 Tauste (Zaragoza), de 25 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**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, $(tb+tr)/tr$, 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 26-13 (321) Tauste.
- Término municipal de Tauste (Zaragoza). El sondeo, de 25 metros de profundidad, se ubica 4 km al WSW de Tauste, 1,8 km al este del río Ebro y 190 m al WNW del río Arba de Luesia. Se accede a través de la carretera A-126 en dirección a Tudela. Unos 2,4 km pasada la rotonda del cruce Gallur-Tauste, se toma un camino que cruza el Canal de Tauste y se dirige hacia el sur, por el que hay que recorrer unos 680 metros antes de tomar un desvío a la izquierda que se dirige hacia una granja ganadera, por el que hay que recorrer unos 850 metros antes de llegar a la parcela en la que se ubica el piezómetro (figuras 1, 2 y 3).
- Referencia catastral. Polígono 11, Parcela 354.
- Coordenadas UTM: **USO: 30T** **X: 641.121** **Y: 4.640.252** **Z: 240 msnm.**



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



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

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Tudela-Alagón (09.052), integrado por las formaciones aluviales del río Ebro entre las poblaciones de Tudela y Alagón y sus afluentes Queiles, Huecha y Jalón, por la margen derecha, y Arba de Luesia, por la izquierda. La principal formación acuífera es la llanura de inundación del río Ebro y sus afluentes y hasta cuatro niveles de terrazas bajas escalonadas conectadas hídricamente con el río. Con menor importancia cabe citar los conglomerados, areniscas y limos del Terciario continental, coluviales y glaciares cuaternarios. Los espesores máximos varían normalmente entre 23 y 33 m en el aluvial del Ebro, con surcos de hasta 50 m en la zona de la desembocadura del Jalón.

El sustrato impermeable está constituida por arenas, arcillas, limolitas y yesos del Neógeno.

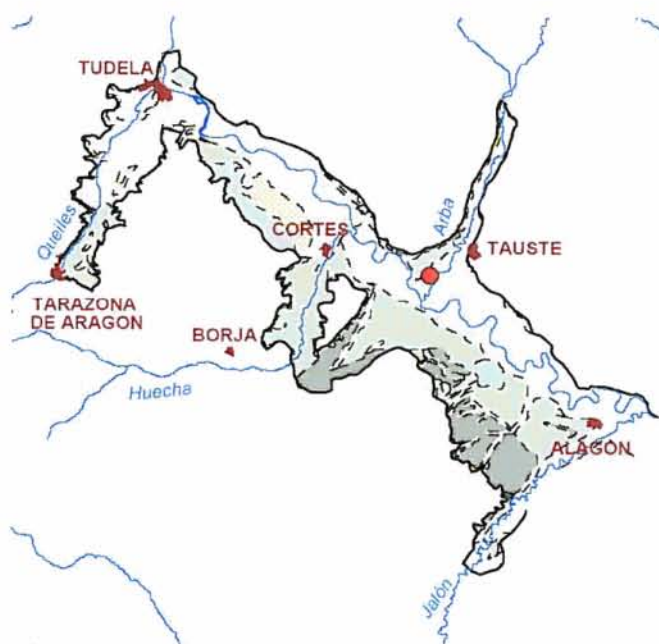


Figura 4. Masa de Agua Subterránea 09.052 (Tudela-Alagón)



La composición litológica de los elementos de cada terraza y su grado de cementación varían considerablemente de unos niveles a otros, aumentando este último conforme más antiguos son los depósitos

La recarga de la unidad se realiza por infiltración del agua de lluvia y retornos de riego. Otros mecanismos de recarga son el almacenamiento en riberas en épocas de avenida, aportes de barrancos laterales y aportes subterráneos del aluvial aguas arriba de la unidad. El flujo de las aguas subterráneas coincide grosso modo con el de las aguas superficiales, modificado local y temporalmente por las extracciones y durante las crecidas, que invierten el sentido de la relación río-acuífero. Las salidas de la unidad se verifican por flujo subterráneo difuso a los ríos.

El nivel piezométrico oscila entre 390 m.s.n.m en la cabecera de los ríos Ebro y Queiles, y 250 m.s.n.m en la zona baja del Ebro, cerca del límite provincial con Zaragoza. En general, las evoluciones piezométricas presentan oscilaciones de amplitud moderada –hasta 2 ó 3 m–, fundamentalmente ligadas a la secuencia de riegos: los niveles más altos se registran en el estiaje (entre abril y noviembre), mientras que los mínimos se presentan en invierno y primavera. En la franja acuífera más cercana al Ebro, la evolución de la superficie libre está ligada a las oscilaciones del río y presenta variaciones de mayor amplitud –hasta 4 m–, con máximos piezométricos en invierno y primavera, y mínimos en los periodos de estiaje, entre julio y octubre.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El objetivo del sondeo es atravesar en todo su espesor el acuífero aluvial, hasta alcanzar el sustrato mioceno.

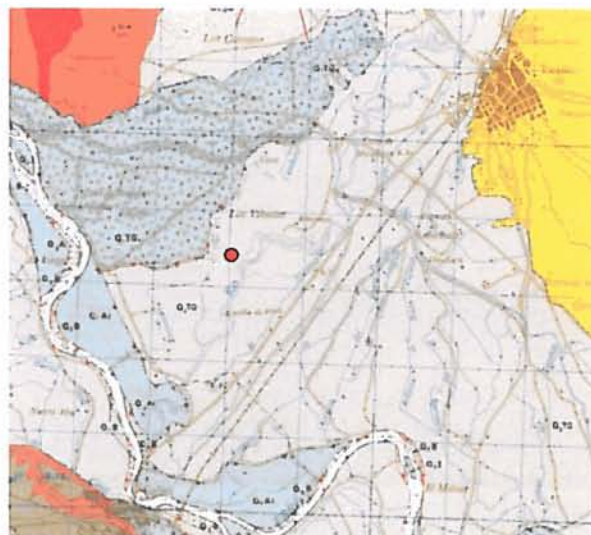


Figura 5. Situación del sondeo en la hoja MAGNA nº 321 (Tauste)

El sondeo fue perforado a percusión con un diámetro de 600 mm y se encuentra emplazado directamente sobre la terraza baja del Ebro, a 1850 metros al este del río Ebro y 190 m al



noroste de su afluente, el río Arba de Luesia. A 3 metros al oeste se perforó un segundo sondeo de 400 mm de diámetro y 15 m de profundidad para que sirviera de piezómetro durante el bombeo del anterior.

La columna litológica atravesada fue la siguiente:

- 0 - 13 m: Limos grises oscuros.
- 13 - 22 m: Arcilla gris verdosa (Neógeno).
- 22 - 25 m: Arcilla marrón rojiza con algo de gravilla (Neógeno).

Hacia el metro 9 se detectó algo de humedad en el sondeo. No se detectó ningún otro nivel productivo significativo.

El pozo de bombeo quedó entubados como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0 - 1 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
1 - 13 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Filtro puente
13 - 25 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega

La entubación del sondeo destinado a piezómetro fue la siguiente:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0 - 3 m	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
3 - 9 m	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
9 - 15 m	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega

EL nivel piezométrico se situó a 4,85 metros de profundidad (31/10/05).

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 31 de mayo de 2007, a las 14:10 horas, con el nivel estático inicial a 4,79 metros de profundidad en el pozo de bombeo y 4,24 metros en el piezómetro.

El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo y el piezómetro situado a 3 metros al oeste, el agua se vertió directamente al terreno mediante una manguera para alejar el vertido del pozo de bombeo, y el control del caudal se efectuó mediante continuos aforos volumétricos, ya que el tubo Pitot no estaba calibrado para el caudal del aforo.

La aspiración se situó a 22 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 inicia fue de 0,7 L/seg, pero hubo que bajarlo considerablemente y efectuar continuos reajuste quedando finalmente el siguiente régimen:

Tiempo (m)	Caudal (L/seg)	Descenso (m)	
		Pozo bombeo	Piezómetro
12	0,70	2,45	1,48
40	0,24	3,53	3,19
520	0,12	3,80	2,90
529	0,25	5,45	3,23
1.440	0,12	5,76	3,13

La recuperación se midió con regularidad durante una hora, si bien se dispone de dos medidas esporádicas dentro de las 24 horas siguientes al inicio de la recuperación.

El agua salió clara desde el principio. 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
340	18,0	2780	7,50
715	17,0	3210	7,40
1440	20,0	3420	7,70

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

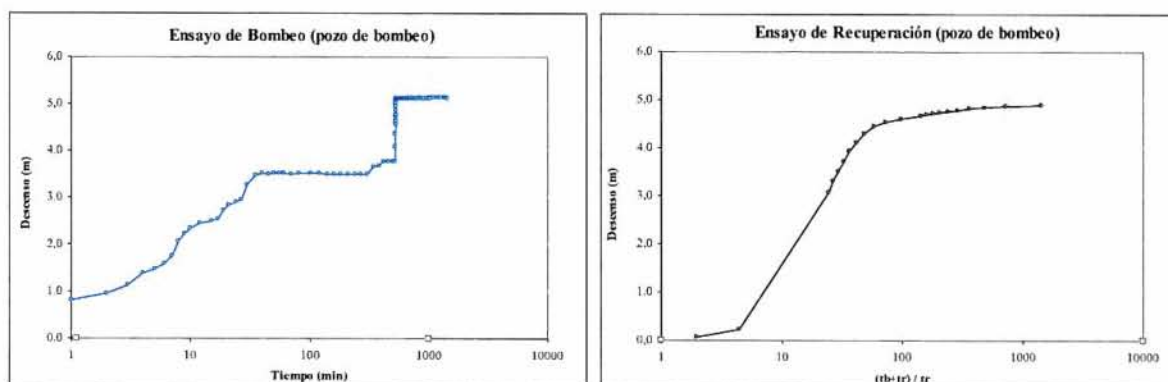


Figura 6 y 7. Curvas de descenso-tiempo en el pozo de bombeo

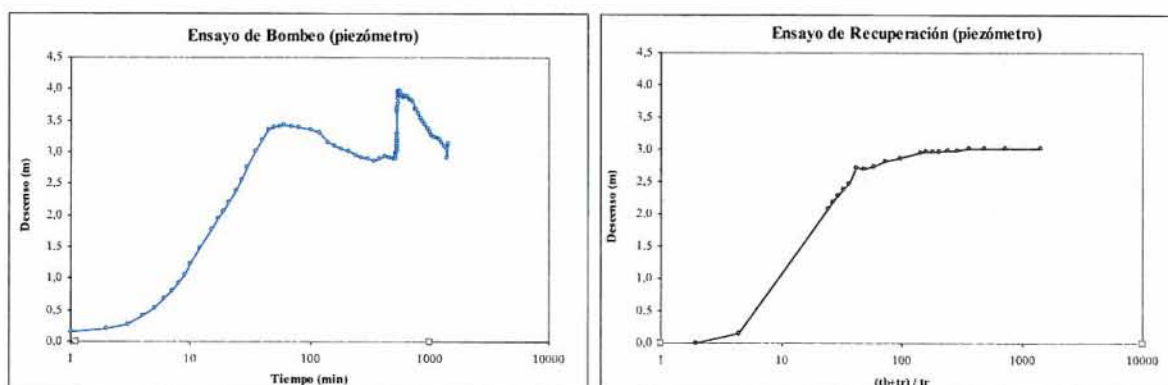


Figura 8 y 9. Curvas de descenso-tiempo en el piezómetro

INTERPRETACIÓN

Las curvas de descensos-tiempos en el pozo de bombeo (Fig nº 6) y el piezómetro (figura 8) muestran una evolución dispar, ya que mientras el piezómetro muestra recuperación de niveles cuando se disminuye el caudal, en el pozo de bombeo esto no sucede y los niveles, como mucho se estabilizan, lo que probablemente es achacado a que las pérdidas de carga están afectadas por fenómenos de histéresis.

De la baja calidad de las curvas obtenidas durante el bombeo cabe inferir tendencia a la estabilización, lo que debe ser achacado a semiconfinamiento o, más probablemente, a fenómenos de drenaje diferido, en el que debido a la insuficiente duración del ensayo no se llega a manifestar el acuífero con su coeficiente de almacenamiento real.

Consiguientemente, la interpretación se a efectuado mediante calibración prueba-error (método directo) con la solución Hantush, tomando en consideración el almacenamiento en pozo, relativamente importante en relación con el exiguo caudal de bombeo.

Método directo (Solución de Hantush)

La calidad de la calibración obtenida dista de ser perfecta y es mejor en recuperación que en descensos, lo cual parece se achacado a posibles deficiencias en la medición del caudal durante el bombeo y a fenómenos de histéresis en la desaturación-saturación y pérdidas de carga.

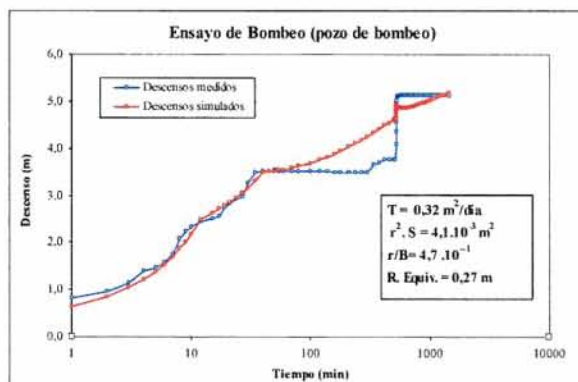


Figura 10

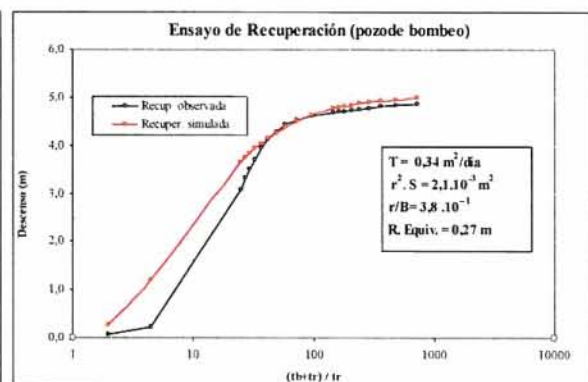


Figura 11

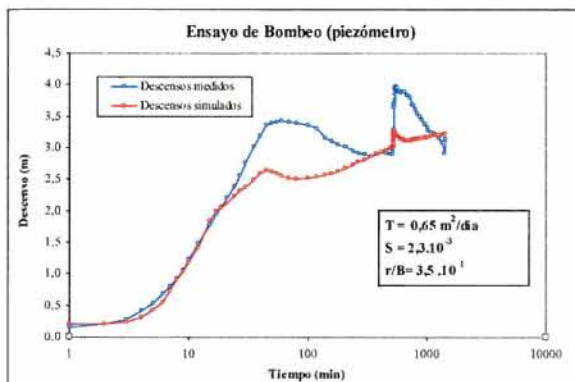


Figura 12

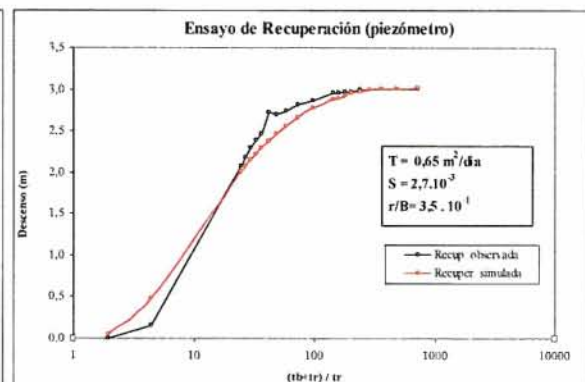


Figura 13



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Punto de observación	Metodo de interpretación	Transmisividad m ² /día	S	r ² .S m ²	r/B	R. Equiv. m
Pozo bombeo	Simulación Bombeo (solución de Hantush)	0,32	--	4,1E-03	4,7E-01	0,27
Pozo bombeo	Simulación recuperación (solución de Hantush)	0,34	--	2,1E-03	3,8E-01	0,27
Piezómetro	Simulación Bombeo (solución de Hantush)	0,65	0,23%	--	3,5E-01	0,19
Piezómetro	Simulación recuperación (solución de Hantush)	0,65	0,27%	--	3,5E-01	0,19

A destacar que la calibración era muy sensible a la transmisividad, por lo que se considera que este parámetro está suficientemente acotado. En lo que respecta a los parámetros relativos a la disponibilidad de agua -almacenamiento en pozo (R. Equiv), Factor de Goteo B, y coeficiente de almacenamiento (S y, en el pozo de bombeo, r².S) existen numerosas combinaciones de los mismos que arrojan resultados satisfactorios, pero que no difieren sensiblemente en los valores reflejados en la tabla.

El coeficiente de almacenamiento obtenido es demasiado pequeño para un acuífero libre y sugiere que se trata del valor representativo del funcionamiento del acuífero en los primeros momentos de bombeo, lo que apunta que se está ante un modelo de funcionamiento propio de drenaje diferido.

El valor del factor r/B es, por el contrario, inusualmente alto para las características litológicas del acuífero, refuerza la hipótesis de que se trata de un acuífero libre con drenaje diferido, en el que debido a la insuficiente duración del ensayo de bombeo no se pone de manifiesto la fase final en la que el acuífero funciona con su coeficiente de almacenamiento real.

Se considera que los parámetros más fiables son los obtenidos en el piezómetro en la calibración de la recuperación.

Transmisividad: 0.65 m²/día.
Coef. Almacenamiento. 0.27%
r/B: 0,35



ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEOLocalidad: **Tauste (Zaragoza)**Hoja MTN **26-13 (321) Tauste**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	2613-7-0048	Coordenadas sondeo:	641121 4640252	240
Nº de Inventario Piezómetro:	2613-7-0057	Coordenadas Piezómetro:	641118 4640252	240
Profundidad del sondeo:	25	Distancia del piezómetro:	3 metros a	-98 °E
Nivel estático:	4,79 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 7 Parcela 370	
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	7 m	Fecha ensayo:	31 de mayo de 2007	
Profundidad muro Fm acuífera (m)	13 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV	
Longitud del filtro (Screen lenght)	12 m	Grupo :	DEUSCH 100KVA 150 CV	
Ø perforación (annulus diameter)	600 mm	Profundidad bomba:	22 m	
Ø pantalla (casing diameter)	300 mm			

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
14:26	0,70	1	5,60	0,81	4,40	0,16	Agua clara con algo de suciedad.
14:27	0,70	2	5,75	0,96	4,45	0,21	
14:28	0,70	3	5,92	1,13	4,52	0,28	
14:29	0,70	4	6,18	1,39	4,65	0,41	
14:30	0,70	5	6,26	1,47	4,77	0,53	
14:31	0,70	6	6,37	1,58	4,92	0,68	
14:32	0,70	7	6,55	1,76	5,04	0,80	
14:33	0,70	8	6,86	2,07	5,16	0,92	
14:34	0,70	9	7,02	2,23	5,30	1,06	
14:35	0,70	10	7,12	2,33	5,46	1,22	
14:37	0,70	12	7,24	2,45	5,72	1,48	
14:40	0,24	15	7,30	2,51	6,02	1,78	
14:42	0,24	17	7,34	2,55	6,19	1,95	
14:44	0,24	19	7,52	2,73	6,31	2,07	
14:46	0,24	21	7,62	2,83	6,44	2,20	
14:49	0,24	24	7,70	2,91	6,63	2,39	Agua clara (ligero tono marrón).
14:52	0,24	27	7,75	2,96	6,80	2,56	
14:55	0,24	30	8,06	3,27	7,00	2,76	
15:00	0,24	35	8,28	3,49	7,26	3,02	
15:05	0,24	40	8,32	3,53	7,43	3,19	
15:10	0,12	45	8,31	3,52	7,60	3,36	
15:15	0,12	50	8,33	3,54	7,64	3,40	
15:20	0,12	55	8,32	3,53	7,65	3,41	
15:25	0,12	60	8,32	3,53	7,66	3,42	
15:35	0,12	70	8,31	3,52	7,65	3,41	
15:45	0,12	80	8,32	3,53	7,64	3,40	
16:05	0,12	100	8,32	3,53	7,60	3,36	
16:25	0,12	120	8,32	3,53	7,54	3,30	
16:45	0,12	140	8,31	3,52	7,40	3,16	
17:05	0,12	160	8,30	3,51	7,34	3,10	
17:25	0,12	180	8,30	3,51	7,29	3,05	
17:55	0,12	210	8,30	3,51	7,26	3,02	
18:25	0,12	240	8,30	3,51	7,19	2,95	
18:55	0,12	270	8,30	3,51	7,16	2,92	
19:25	0,12	300	8,30	3,51	7,14	2,90	
20:05	0,12	340	8,47	3,68	7,10	2,86	MUESTRA 1. Cond: 2780 µS/cm pH: 7.5 Tª 18º C
20:45	0,12	380	8,50	3,71	7,14	2,90	



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
21:25	0	420	8,59	3,80	7,18	2,94	
22:05	0	460	8,59	3,80	7,15	2,91	
22:45	0	500	8,59	3,80	7,14	2,90	
23:05	0	520	8,59	3,80	7,14	2,90	
23:06	0	521	8,98	4,19	7,19	2,95	
23:08	0	523	9,32	4,53	7,22	2,98	
23:09	0	524	9,61	4,82	7,26	3,02	
23:10	0	525	9,74	4,95	7,30	3,06	
23:11	0	526	9,86	5,07	7,34	3,10	
23:12	0	527	9,95	5,16	7,38	3,14	
23:13	0	528	10,11	5,32	7,43	3,19	
23:14	0	529	10,24	5,45	7,47	3,23	
23:15	0	530	10,36	5,57	7,53	3,29	
23:17	0	532	10,52	5,73	7,88	3,64	
23:19	0	534	10,54	5,75	7,94	3,70	
23:21	0	536	10,56	5,77	8,01	3,77	
23:24	0	539	10,56	5,77	8,09	3,85	
23:29	0,1	544	10,57	5,78	8,17	3,93	
23:30	0,1	545	10,57	5,78	8,19	3,95	
23:35	0,1	550	10,57	5,78	8,21	3,97	
23:40	0,1	555	10,57	5,78	8,21	3,97	
23:45	0,1	560	10,58	5,79	8,19	3,95	
23:50	0,1	565	10,58	5,79	8,15	3,91	
23:55	0,1	570	10,58	5,79	8,14	3,90	
0:00	0,1	575	10,58	5,79	8,14	3,90	
0:10	0,1	585	10,58	5,79	8,14	3,90	
0:20	0,1	595	10,58	5,79	8,11	3,87	
0:40	0,1	615	10,58	5,79	8,12	3,88	
1:00	0,1	635	10,58	5,79	8,12	3,88	
1:20	0,1	655	10,58	5,79	8,12	3,88	
1:40	0,1	675	10,58	5,79	8,07	3,83	
2:00	0,1	695	10,59	5,80	8,07	3,83	
2:20	0,1	715	10,58	5,79	8,04	3,80	MUESTRA 2. Cond: 3210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.4 T* 17° C
2:50	0,1	745	10,58	5,79	7,93	3,69	
3:10	0,1	765	10,58	5,79	7,92	3,68	
3:40	0,1	795	10,58	5,79	7,85	3,61	
4:20	0,1	835	10,59	5,80	7,79	3,55	
5:00	0,1	875	10,58	5,79	7,73	3,49	
5:40	0,1	915	10,58	5,79	7,68	3,44	
6:20	0,1	955	10,58	5,79	7,62	3,38	
7:00	0,1	995	10,59	5,80	7,57	3,33	
7:40	0,1	1035	10,58	5,79	7,52	3,28	
8:40	0,1	1095	10,59	5,80	7,48	3,24	
9:40	0,1	1155	10,59	5,80	7,47	3,23	
10:40	0,1	1215	10,59	5,80	7,45	3,21	
11:40	0,1	1275	10,60	5,81	7,39	3,15	
12:40	0,1	1335	10,60	5,81	7,33	3,09	
13:40	0,1	1395	10,60	5,81	7,15	2,91	
14:25	0,1	1440	10,55	5,76	7,37	3,13	MUESTRA 3. Cond: 3420 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.7 T* 20° C
14:26	0	1441	10,13	5,34	7,25	3,01	
14:27	0	1442	10,10	5,31	7,25	3,01	
14:28	0	1443	10,04	5,25	7,25	3,01	



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
14:28	0,00	1443	10,04	5,25	7,25	3,01	
14:29	0,00	1444	10,01	5,22	7,25	3,01	
14:30	0,00	1445	9,95	5,16	7,23	2,99	
14:31	0,00	1446	9,90	5,11	7,23	2,99	
14:32	0,00	1447	9,88	5,09	7,21	2,97	
14:33	0,00	1448	9,84	5,05	7,21	2,97	
14:34	0,00	1449	9,82	5,03	7,20	2,96	
14:35	0,00	1450	9,78	4,99	7,19	2,95	
14:40	0,00	1455	9,68	4,89	7,10	2,86	
14:45	0,00	1460	9,56	4,77	7,05	2,81	
14:50	0,00	1465	9,45	4,66	6,98	2,74	
14:55	0,00	1470	9,23	4,44	6,94	2,70	
15:00	0,00	1475	9,01	4,22	6,96	2,72	
15:05	0,00	1480	8,79	4,00	6,70	2,46	
15:10	0,00	1485	8,53	3,74	6,63	2,39	
15:15	0,00	1490	8,31	3,52	6,53	2,29	
15:20	0,00	1495	8,11	3,32	6,42	2,18	
15:25	0,00	1500	7,86	3,07	6,32	2,08	
21:20	0,00	1855	5,02	0,23	4,39	0,15	
15:30	0,00	2945	4,86	0,07	4,24	0,00	

ANEJO 4

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por:	MICROTEC AMBIENTE, S.A.U.		
	NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL 28006 MADRID		
Denominación de la muestra:	09-406-01 TAUSTE.-		MADRID
	UTM-X:		UTM-Y:

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

Tipo de muestra: **PUNTUAL**

Fecha muestreo **01/12/2005** Hora Fecha recepción **27/12/2005** Inicio análisis **27/12/2005** Fin análisis **05/01/2006**

DETERMINACIÓN	RESULTADO		METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	1,351	µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,66	ud. de pH	Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	202,16	mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	307,10	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	308,43	mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	40,37	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	112,94	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	58,55	mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	139,86	mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	5,00	mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	1,01	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04	mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,07	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	1,27	mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	23,16	mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,02	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 (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.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005539

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

TAUSTE MMA 6 HORAS

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: 000005295

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: 31/05/2007

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	15,60 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
•BICARBONATOS	314,66 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
•BORO	0,08 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	621,51 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	263,79 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	3200 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,26 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	76,20 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
•MANGANESO	0,06 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	6,48 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITTA)
•NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,34 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	7,21 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	163,82 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	1416,8 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 (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 BVQL, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.*

19 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	263,79	7,44	17,63
SULFATOS	1416,80	29,50	69,90
BICARBONATOS	314,66	5,16	12,22
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	6,48	0,10	0,25
SODIO	163,82	7,13	15,98
MAGNESIO	76,20	6,27	14,06
CALCIO	621,51	31,02	69,55
POTASIO	7,21	0,18	0,41

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

SULFATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,09 °C
Sólidos disueltos	2886,53 mg/l
CO2 libre	22,89 mg/l
Dureza total	186,57 °Francés
Dureza total	1865,70 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	1607,78 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	258,07 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	258,07 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	7,16
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,20
rNa/rK	38,64
rNa/rCa	0,23
rCa/rMg	4,95
$rCl/rHCO_3$	1,44
rSO_4/rCl	3,96
rMg/rCa	0,20
i.c.b.	0,02
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 5295



CAASA
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

E C
ENSAYOS
Nº 486 / LE1065

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005545

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

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005302

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 01/06/2007

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	19,13 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	330,58 mg/l	Acidimetría, con arranque de metilo (PIE-AI.CA)
*BORO	0,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	577,12 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	244,11 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2990 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,38 mg P-PO ₄ 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	76,92 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,03 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	15,62 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NIT A)
*NITRITOS	0,19 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NIT I)
pH	7,34 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	6,23 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	137,21 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	1280,4 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 ANÁLISIS DE AGUAS, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR BUREL, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

19 de junio de 2007

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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOSMACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	244,11	6,89	17,56
SULFATOS	1280,40	26,66	67,98
BICARBONATOS	330,58	5,42	13,82
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	15,62	0,25	0,64
SODIO	137,21	5,97	14,47
MAGNESIO	76,92	6,33	15,34
CALCIO	577,12	28,80	69,81
POTASIO	6,23	0,16	0,39

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

SULFATADA - CÁLCICAOTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,08 °C
Sólidos disueltos	2688,03 mg/l
CO2 libre	24,04 mg/l
Dureza total	175,78 °Francés
Dureza total	1757,83 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	1486,85 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	271,13 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	271,13 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	6,19
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,17
rNa/rK	37,46
rNa/rCa	0,21
rCa/rMg	4,55
$rCl/rHCO_3$	1,27
rSO_4/rCl	3,87
rMg/rCa	0,22
i.c.b.	0,11
i.d.d.	0,02

N° Registro: 5302



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005531

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

TAUSTE MMA - ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 3 (24 HORAS)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005285

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 01/06/2007 Hora: 14:25

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	19,18 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
•BICARBONATOS	320,78 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
•BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	576,72 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	242,66 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2960 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,25 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	71,63 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
•MANGANESO	0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	13,77 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
•NITRITOS	0,15 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,26 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	7,23 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	140,41 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	1263,4 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.*

19 de junio de 2007

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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUIMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	242,66	6,84	17,72
SULFATOS	1263,40	26,30	68,10
BICARBONATOS	320,78	5,26	13,61
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	13,77	0,22	0,57
SODIO	140,41	6,11	14,91
MAGNESIO	71,63	5,89	14,39
CALCIO	576,72	28,78	70,25
POTASIO	7,23	0,18	0,45

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

SULFATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,08 °C
Sólidos disueltos	2656,33 mg/l
CO2 libre	28,05 mg/l
Dureza total	173,50 °Francés
Dureza total	1735,04 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	1472,10 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	263,09 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	263,09 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	6,31
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,18
rNa/rK	33,03
rNa/rCa	0,21
rCa/rMg	4,88
$rCl/rHCO_3$	1,30
rSO_4/rCl	3,84
rMg/rCa	0,20
i.c.b.	0,08
i.d.d.	0,02

Nº Registro: 5285

ANEJO 5

FICHA IPA Y FICHA MMA



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

Tipo: SONDOS Fuente de información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000 (2010) TAUSTE UTMX: 641117 UTMY: 464251 COTA: 240
 Provincia: ZARAGOZA Municipio: TAUSTE
 Localidad: TAUSTE Paraje: PIEZOMETRO SONDEO ANA TAUSTE
 Dominio Hidrológico: Depresión del Ebro Unidad: Aluvial del Ebro Tudela - Gelsa
 Acuífero: Cuaternario aluvial
 Masa Subterránea A: ALUVIAL DEL EBRO TI DELA-ALAGÓN Masa Subterránea B:
 Acuífero: Redes: PG PL PH CG CL CH CE J T LH I OI
 Río: ARBA DE LUCESIA Cuenca: Ebro
 Observaciones: Se usó el nivel de agua a los 9.5 m.



TaustelhsSinTapa (09/11/2005)

Nº	Realización/Fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA FIN	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	17/11/2005	09/11/2005	
2	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	14/11/2007		J Soriano. Revisión cota

PERFORACIÓN

Contratista: SACVA MURIO TEC EQUIPO DE PERFORACION Año: 2005
 Tipo perforación: PERFORACION Profundidad total: 15
 Observaciones: Inicio 2-11-05 y fin 4-11-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	15	400

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	1	180	5	Metálica ciega	CEMENTACION
1	3	180	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
3	9	180	5	Metálica punteado	EMPAQUE DE GRAVA
9	15	180	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	15	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
Observaciones: Gravas, arenas y limos				
13	15	ARCILLAS	MIOCENO	ACUÍFERO
Observaciones: Arcilla gris verdosa				

OTRAS FOTOS

TausteAcondicionadoDetalle (09/11/2005)



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

Tipo: SÓNDEO Fuente de información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000: (2013) IAU STE UTMN: 641121 UTMY: 4640252 COTA: 240
 Provincia: ZARAGOZA Municipio: IAU STE
 Localidad: IAU STE Paraje: SÓNDEO DE IAU STE MMA
 Dominio Hidrológico: Depresión del Ebro Unidad: Aluvial del Ebro Tudela - Gelsa
 Acuífero: Cusumano aluvial
 Masa Subterránea A: ALUVIAL DEL EBRO TUDELA-ALAGÓN Masa Subterránea B:
 Acuífero: Cusumano aluvial Redes: PG PL PH CG CL CH CE L I LH I OT
 Río: ARBA DE L'ESLA Cuenca: Ebro
 Observaciones: El nivel de agua aparece a los 9,5 m



Tanteo acondicionado Detalle (01/11/2005)

Nº	Realización/fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	07/04/2003		
35	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	29/07/2008		Jesús Serrano - Red MMA

PERFORACIÓN

Contratista: SACYR MR/TEC Equipo de perforación Año: 2005
 Tipo perforación: PERCUSSIVA Profundidad total: 25
 Observaciones: Inicio el 25-11-05 y fin 4-11-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	25	600

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	1	300	5	Metálica ciega	CEMENTACÓN
1	13	300	5	Metálica puentecillo	EMPAQUE DE GRAVA
13	25	300	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	13	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
13	22	ARCILLAS	MIOCENO	ACUITIVO
22	25	ARCILLAS	MIOCENO	ACUITIVO

Observaciones: Gravas, arenas y limos
 Observaciones: Arcilla gris verdosa
 Observaciones: Arcillas marrones

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
36	5	3,77	1,23	4,4671	0,9921

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
28/07/2008	3,83			236,17	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
16/06/2008	4,21			235,79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
19/05/2008	4,21			235,79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
16/04/2008	4,61			235,39	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
19/03/2008	5			235	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0

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
11/02/2008	4,71			235,29	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
21/01/2008	4,91			235,09	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
14/12/2007	4,6			235,4	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
23/11/2007	4,56			235,44	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
11/10/2007	4,12			235,84	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
19/09/2007	3,82			236,14	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
21/08/2007	3,77			236,23	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
20/07/2007	3,79			236,21	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
19/06/2007	4,09			235,91	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
02/06/2007	4,28			235,72	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
01/06/2007	4,44			235,56	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
14/05/2007	4,63			235,37	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
24/04/2007	4,4			235,6	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
23/03/2007	4,67			235,33	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
22/02/2007	4,88			235,12	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
15/01/2007	4,93			235,07	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
20/12/2006	4,86			235,14	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
16/11/2006	4,83			235,17	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
20/10/2006	4,54			235,46	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
12/09/2006	3,96			236,045	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
21/07/2006	3,99			236,01	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
16/06/2006	3,89			236,11	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0

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
16/05/2006	4,26			235,74	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
17/04/2006	4,42			235,58	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
09/03/2006	4,87			235,13	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
10/02/2006	4,84			235,16	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
20/01/2006	4,99			235,01	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
15/12/2005	4,88			235,12	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
09/11/2005	4,42			235,58	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
03/11/2005	4,76			235,24	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
31/10/2005	4,85			235,15	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0

OTRAS FOTOS





TausteEmplazamiento (01/11/2005)

FICHA DE PIEZÓMETRO

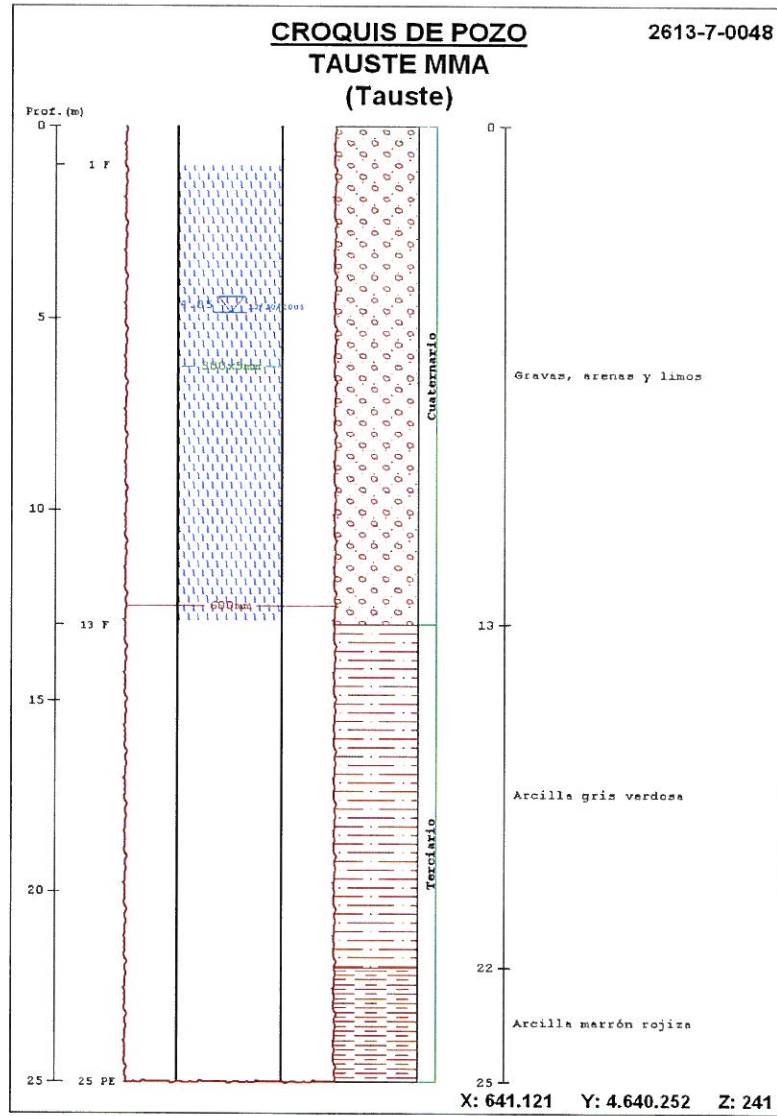
TOPONIMIA		TAUSTE MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.406.007	
CÓDIGO IPA		261370048	Nº MTN 1:50.000 2613	MUNICIPIO TAUSTE		PROVINCIA ZARAGOZA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA		052 ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN					
U. HIDROGEOLÓGICA		406 Aluvial del Ebro: Tudela - Gelsa					
ACUÍFERO(S)		052-02 Cuaternario aluvial					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	641121	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4640252					
COTA DEL SUELO msnm	Z	240	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		11		PARCELA	355		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Manuel Menjon					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
METODO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						EMPAQUE		Si	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	25	600	0	25	300	Metálica	1	13	Puentecillo	0	1

HISTORIA		
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO		

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

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

