

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



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE CARIÑENA-AGUARÓN: 09.603.C



ÍNDICE

1. PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

2. LOCALIZACIÓN

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

7. COLUMNA LITOLÓGICA

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

11. HIDROQUÍMICA

12. CONCLUSIONES

ANEJOS

ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

ANEJO N° 1: INFORMES DÍARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO N° 2: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO N° 3: GEOFÍSICA

ANEJO N° 4: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO N° 5: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO N° 6: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

El seguimiento de las obras lo podemos clasificar en trabajos antes de la perforación, durante y al final de la misma.

- Trabajos anteriores a la perforación
 - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
 - Comprobación de accesos

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

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

- Seguimiento de la Seguridad y Salud
 - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
 - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.

- Visitas periódicas a las obras con atención especial a la señalización de las áreas de trabajo y al uso correcto de los equipos de protección individual (EPIS'S).

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Sondeo propuesto para controlar el acuífero terciario en la zona sur de la llanura del Campo de Cariñena, próximo a la sierra de Algairén, donde se encuentra en contacto directo con el acuífero pliocuaternario.

La masa de agua 076 Pliocuaternario de Alfamén se identifica con un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la sierra de Algairén. Está constituido por conglomerados y glacis con potencias de hasta unos 80 m de espesor. Se extiende por los llanos de Alfamén desde Cariñena hasta La Almunia-Calatorao. En el borde de la sierra se apoya sobre el acuífero detrítico terciario, y hacia el SE queda individualizado por un conjunto margoso.

La masa de agua subterránea 077 Mioceno de Alfamén esta formada por los conglomerados, areniscas y lutitas terciarias bajo los materiales

pliocuaternarios de Alfamén y constituye un acuífero multicapa. Las facies más groseras, y por tanto las más permeables, están adosadas a las sierras paleozoicas y recubren paleorrelieves jurásicos. Este acuífero está confinado por una serie arcillosa del neógeno y su espesor puede alcanzar los 300 m.

El pozo se emboquilado sobre unas gravas pliocuaternarias que forman el acuífero 76.01 Pliocuaternario de Alfamén con el propósito de alcanzar el acuífero 77.02 Detrítico terciario de Alfamén.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a unos 4 km al NO de Cariñena, en el barranco de Aguarón. El sondeo se ubica en el límite entre los términos municipales de Cariñena y Aguarón. A este punto se accede desde el pk 16+600 de la carretera que va de Cariñena a La Almunia de Doña Gomina. Se avanza por un camino asfaltado hasta llegar a un cruce. Se coge el camino de la izquierda y se avanzan 1.400 m. El piezómetro está emplazado en el mismo barranco.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 646.674

Y= 4.581.569

Z= 559 m.s.n.m.



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

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

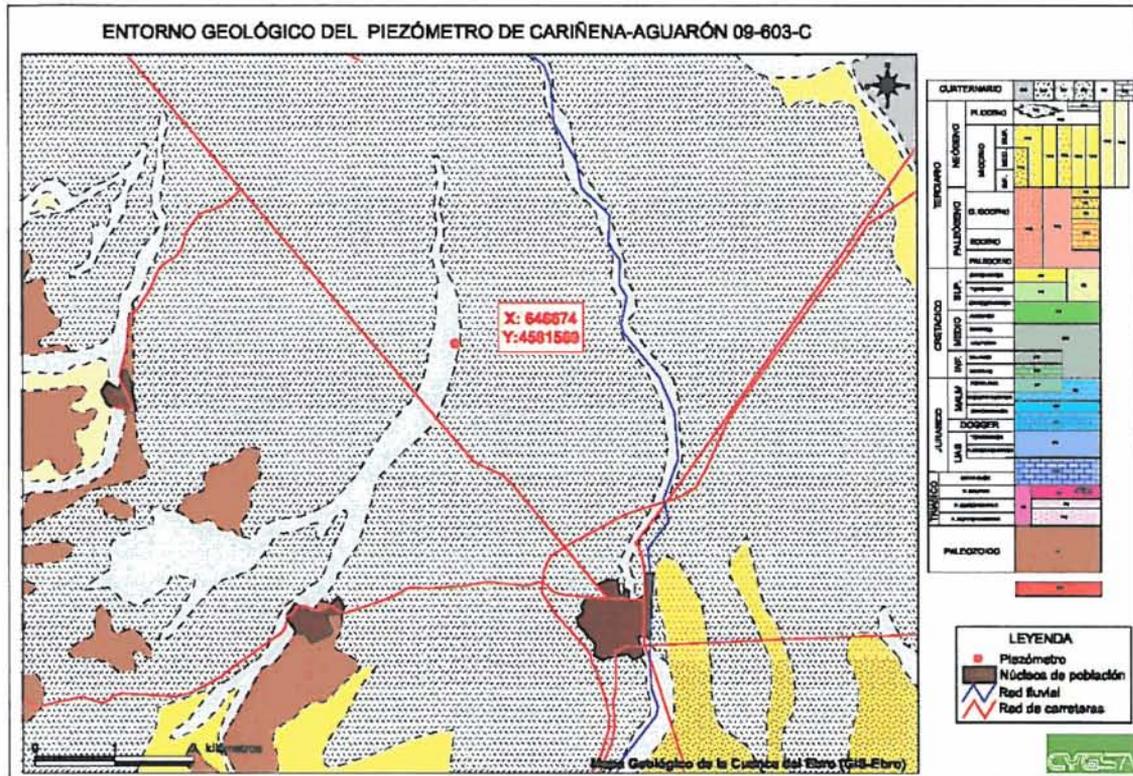


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Cariñena.

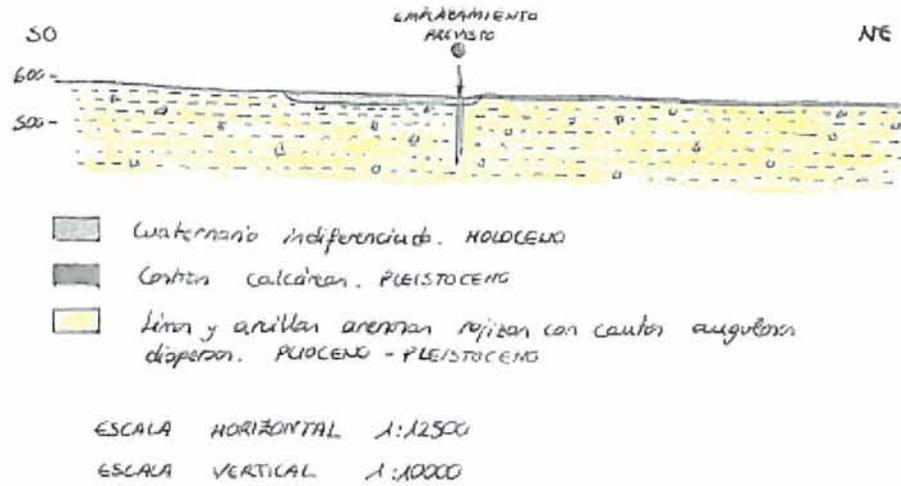


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Cariñena – Aguarón

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 6 "Central Ibérico". Este dominio queda limitado al noreste por el cabalgamiento Noribérico, al este por el relevo estructural de la falla noribérica que bordea la sierra de Arcos, al suroeste por el umbral de Ateca y al oeste por el río Alhama. Los acuíferos más importantes aparecen en rocas carbonatadas Jurásicas (somontanos del Moncayo) y en piedemontes ibéricos (campo de Cariñena). Para el ITGE se trataba de las zonas Queiles – Jalón, Jalón – Aguasvivas y Depresión de Calatayud - Montalbán dentro del Sistema Acuífero 58 (Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 603 "Campo de Cariñena", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.075 denominada "Campo de Cariñena", y el acuífero a controlar es el Plioceno – Pleistoceno.

El acuífero de la masa de agua 090.075 está formado conglomerados y areniscas miocenos, calizas terciarias (15 m) y cuaternario, formado por el aluvial y las terrazas del río Jalón y cuaternario indiferenciado; todo el conjunto descansa sobre carbonatos jurásicos (500 m de potencia). El acuífero detrítico terciario tiene una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies, configurando una geometría compleja y heterogénea. Corresponde con un sinclinal de suaves buzamientos ($<10^\circ$) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la sierra de Algairén. La recarga de la masa se realiza principalmente por infiltración de la precipitación. Además desde el río Huerva, que pierde parte de su caudal hacia el acuífero. La descarga natural se produce hacia el río Jalón y hacia los manantiales en el río Huerva. El acuífero detrítico terciario descarga generalmente hacia el jurásico excepto en la zona de Épila donde ocurre el efecto inverso.

El piezómetro está situado sobre los depósitos aluviales cuaternarios del Barranco de Aguarón que cubren los materiales del Plioceno – Pleistoceno, constituidos por limos, arcillas y gravas. Estos materiales presentan una disposición subhorizontal.

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

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

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

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 18 de octubre de 2006 a las 8:00 horas y se terminó el 20 de octubre de 2005 a las 10:30 horas.

Se realizó un emboquille de 40 m de profundidad, perforado con un diámetro de 320 mm y entubado con tubería metálica ciega de 250 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Se realizó un tapón en el fondo de unos 18 m de altura con mortero, que se dejó fraguar toda la noche.

Hasta alcanzar los 214 m totales se perforó con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El nivel es detectado a los 149 m de profundidad. La velocidad media de avance en la perforación es de unos 25-30 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

7. COLUMNA LITOLÓGICA

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

Tabla 1. Descripción de campo de la columna litológica atravesada:

0-7 m	Gravas poligénicas.
7-10 m	Arcilla marrón-anaranjada con algo de grava.
10-36 m	Grava poligénica con matriz arcillosa anaranjada.
36-101 m	Grava poligénica con bastante arena y algo de arcilla.
101-104 m	Marga marrón con algo de grava.
104-139 m	Margas de color marrón claro.
139-145 m	Grava con matriz arcillosa.
145-154 m	Gravas poligénicas.
154-160 m	Arenisca parcialmente cementada y grava poligénica.
160-167 m	Conglomerado poligénico con matriz arcillosa.
167-181 m	Gravas poligénicas con matriz arcillosa marrón grisácea.
181-205 m	Arcilla marrón-rojiza con mucha grava poligénica.
205-211 m	Gravas poligénicas gruesas.
211-214 m	Arcillas con mucha grava.

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. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 20 de octubre de 2006. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación. La sonda se atascó a los 73,90 metros de profundidad, debido al derrumbamiento de las paredes del sondeo.

No se llegó a tocar el nivel de agua.

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 250 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería ranurada, de 180 mm de diámetro. Como se habían derrumbado las paredes del sondeo, se propuso este tipo de entubación para aumentar la resistencia que la tubería con filtro de puentecillo ejerce sobre las paredes del sondeo y poder empujar en el caso en que la tubería quedase atascada. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación.

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-39	250	5	Acero al carbono	Ciega
0-148	180	4	Acero al carbono	Ciega
148-154	180	4	Acero al carbono	Ciega ranurada
154-160	180	4	Acero al carbono	Ciega
160-166	180	4	Acero al carbono	Ciega ranurada
166-214	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

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

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

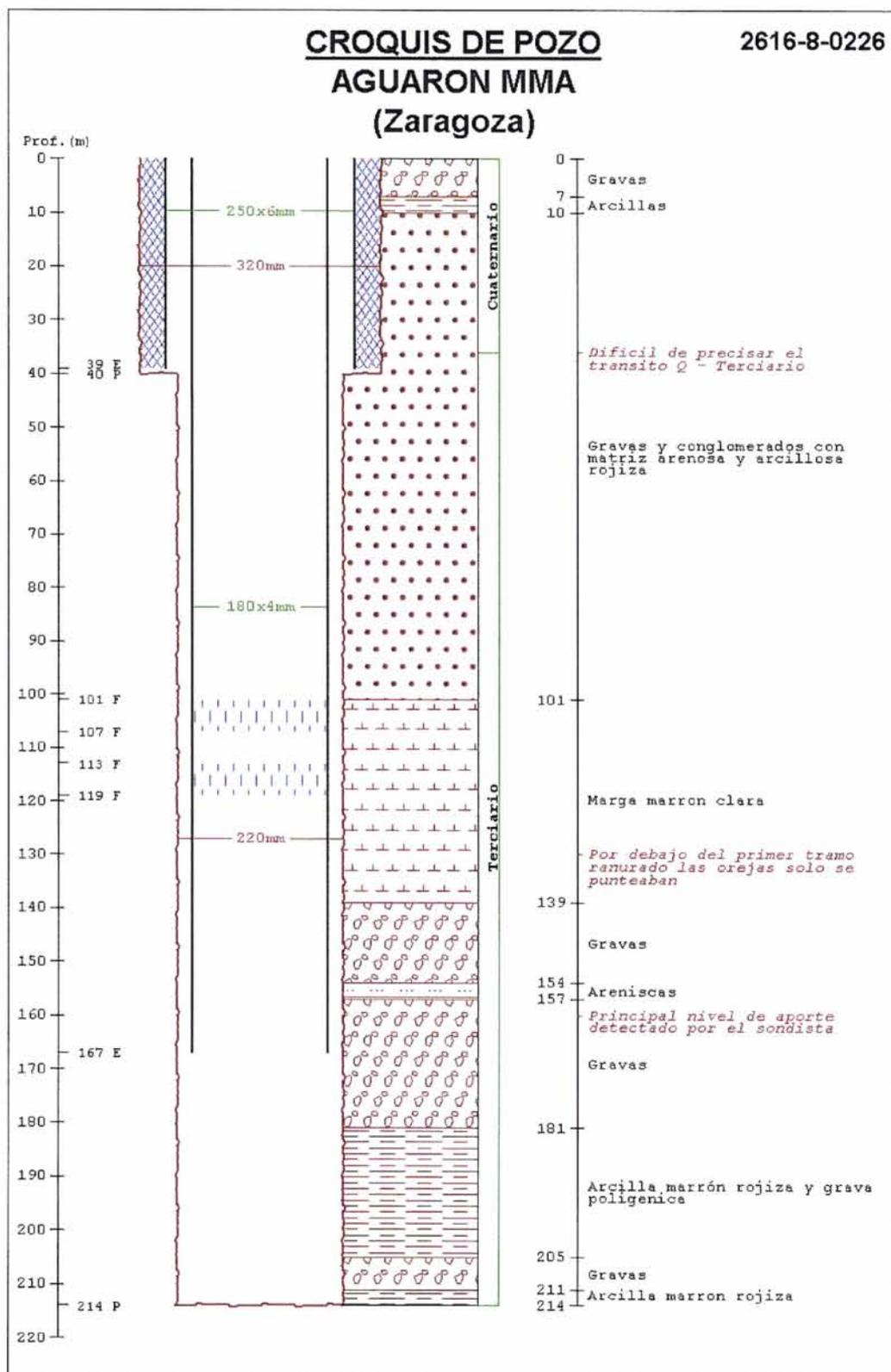


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por la alternancia de gravas, arenas y arcillas del Plioceno.

El sondista creyó detectar humedad a los 149 metros de profundidad y, a los 160 metros, un posible aporte de agua. El agua no llegó a salir por la boca del sondeo debido a posibles pérdidas.

Tras la perforación se introduce la sonda hidronivel, pero no se llegó a tocar el nivel ya que el sondeo estaba obstruido a unos 80 metros de profundidad.

Después de la entubación, el 25 de octubre de 2006, a las 18:15 h, se midió el nivel piezométrico. Se situó en 106,14 metros.

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 17 y 18 de mayo de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 60 minutos. El caudal medio extraído fue de 4 l/s y el descenso del nivel fue de 13,96 m. El segundo escalón duró 9 minutos, con un caudal de 6 l/s. El descenso del nivel en este escalón fue de 19,28 m. Como el descenso del nivel fue muy rápido se redujo el caudal a 4 l/s. Este caudal se mantuvo hasta las 5 horas de bombeo. El descenso del nivel en este escalón fue de 9,77 m. A partir de ahí, y hasta el final del bombeo el caudal extraído fue de 1,5 l/s. El nivel descendió 3,15 metros durante este escalón. El nivel se estabilizó a partir de las 10 horas de bombeo. El descenso total del nivel fue de 46,16 m.

El agua salió totalmente clara a partir de las 7 horas y media de bombeo. La conductividad media del agua, medida in situ, durante el ensayo fue de 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH de 8,1 y la temperatura de 17 $^{\circ}$ C. Se tomaron 3 muestras de agua para analizar, una a las 6 horas de bombeo, otra a las 12 horas y una última al final del bombeo (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. Al final de la hora el descenso residual fue de 0,79 m.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	59,93	0,00	0,00
2	76,10	16,17	4,00
5	71,08	11,15	4,00
10	71,54	11,61	4,00
21	71,92	11,99	4,00
30	73,46	13,53	4,00
60	73,89	13,96	4,00
61	79,11	19,18	6,00
65	89,74	29,81	6,00
69	93,17	33,24	6,00
70	92,83	32,90	4,00
75	92,89	32,96	4,00
81	93,69	33,76	4,00
100	93,42	33,49	4,00
140	95,37	35,44	4,00
180	96,64	36,71	4,00
240	97,80	37,87	4,00
300	102,94	43,01	4,00
330	104,87	44,94	1,50
400	105,01	45,08	1,50
600	106,12	46,19	1,50

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
960	106,10	46,17	1,50
1440	106,09	46,16	1,50
1441	91,23	31,30	0,00
1445	83,08	23,15	0,00
1450	73,35	13,42	0,00
1470	61,02	1,09	0,00
1500	60,72	0,79	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.)

11. HIDROQUÍMICA

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

- Muestra tomada a las 6 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 532 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,55.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 517 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,54.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 539 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,51.)

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

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

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

En general, los indicadores de contaminación no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano, aunque sí lo hacen los nitritos en la última muestra del ensayo de bombeo, sobrepasando los 0,5 mg/l.

Respecto a los iones mayoritarios no se superan los valores habituales y de referencia en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), ni tampoco las concentraciones marcadas por la Directiva 98/83/CE y por el R.D. 140/2003.

Tabla 4. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Muestra 1 Ensayo de bombeo	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	23,23 mg/l	22,51 mg/l	23,96 mg/l
Sulfatos	45,21 mg/l	62,35 mg/l	61,48 mg/l
Bicarbonatos	227,73 mg/l	232,63 mg/l	230,18 mg/l
Carbonatos	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
Nitratos	23,00 mg/l	22,09 mg/l	25,08 mg/l
Sodio	13,15 mg/l	13,44 mg/l	13,73 mg/l
Magnesio	11,84 mg/l	10,28 mg/l	8,41 mg/l
Calcio	85,76 mg/l	73,88 mg/l	89,18 mg/l
Potasio	3,03 mg/l	3,06 mg/l	3,24 mg/l
Nitritos	< 0,04 mg/l	0,30 mg/l	0,94 mg/l
Amonio	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Boro	0,03 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l
Fosfato	0,98 mg/l	0,98 mg/l	0,70 mg/l
Anhídrido Silícico	2,31 mg/l	2,35 mg/l	2,40 mg/l
Hierro	0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l
Manganeso	< 0,02 mg/l	< 0,02mg/l	0,02 mg/l

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Cariñena - Aguarón con el objeto de sustituir los piezómetros existentes en esa zona actualmente en la red para poder 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 rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 214 m. El acuífero atravesado está constituido por la alternancia de gravas, arenas y arcillas del Plioceno. Actualmente el nivel estático se sitúa sobre los 60 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 1,5 l/s.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PROVINCIA: ZARAGOZA
MUNICIPIO: CARIÑENA

Se realiza la visita al campo el 27 de abril de 2005. Se habla con el alcalde D. Alejandro Bribián y se le entrega el modelo de disponibilidad de terrenos. El alguacil D. Miguel me acompaña al campo.

En el entorno que nos interesa no hay ninguna parcela de titularidad municipal, así que se busca un punto algo más al norte. A él se accede desde la carretera que va de Cariñena a La Almunia de Doña Godina, pk 16,600, coger camino asfaltado a mano derecha que hay antes de cruzar un barranco. Avanzar hasta que se termina el asfalto y tomar el camino de la izquierda. Avanzar 1,400 km más o menos. El emplazamiento está a mano derecha.

Las coordenadas son:

X: 646687

Y: 4582490

Z: 183 m

Polígono 34, Camino 9006



PERFORACIÓN

El emplazamiento previsto se sitúa sobre el aluvial (Cuaternario). El acuífero a controlar es el Terciario. En esta zona el Terciario es bastante arcilloso. La profundidad del sondeo sería de unos 200 m.

PERMISOS

Alcalde: D. Alejandro Bribián Andrés
Ayuntamiento de Cariñena
Plaza de España, 1
50400 – CARIÑENA (Zaragoza)
Teléfono: 976 620 112 Fax: 976 620 375



DESTINATARIO

FECHA: 5 de agosto de 2005

Ilmo. Sr. Comisario de Aguas
Centro

SU/REF.: Expte 2004-P-0919

N/REF.: 9/TCL

ASUNTO

Notificación de la construcción de varios piezómetros nuevos

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

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

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

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

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



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

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

El Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica

P.A.: Manuel Omedas Margeli

ANEJO 1
INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

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

FECHA: 18 de octubre de 2006	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.603.C	POBLACIÓN: Aguarón - Cariñena	PROF.: 200 m
PERFORACIÓN INICIO: 18/10/2006	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 320 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 8-10 m/h		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada: Se ha perforado el emboquille, es decir, 40 metros de profundidad.

Estado de la perforación y actividades realizadas: A las 3 de la tarde se ha terminado de perforar el emboquille. Se ha perforado con martillo de 320 mm de diámetro. A continuación se han entubado 39 de los 40 metros perforados con tubería ciega de 250 mm de diámetro, ya que el último metro se ha derrumbado. A las 18 horas ha llegado una cuba de hormigón con 3 m³ de lechada. Se ha rellenado el anular y parte de la base del sondeo, quedando un tapón en el fondo. Se deja fraguar toda la noche.

Características hidrogeológicas: No se han detectado aportes de agua ni niveles aislados.

Columna litológica:

De 0 m a 7 m: Gravas poligénicas.

De 8 m a 10 m: Arcillas marrones-anaranjadas con algo de grava.

De 11 m a 36 m: Gravas poligénicas con matriz arcillosa naranja.

De 37 m a 40 m: Conglomerados poligénicos con algunas pasadas de gravas. Presentan bastante arena y algo de arcilla, de tonalidad naranja.



Perforación del emboquille y muestras extraídas.



Entubación del emboquille.



Cementación del anular y del fondo del sondeo.



Estado del sondeo tras el vertido de hormigón en el emboquille.

OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 19/10/06	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.603.C	POBLACIÓN: Aguarón-Cariñena (Zaragoza)	PROF.: 200 m.
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO: 18/10/06	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 320 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE: 12 m/hora (con 220 mm)		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada: Por la mañana, se inicia la jornada con 40 metros perforados de emboquille y hormigonados la tarde anterior.

Se comprueba que se ha hormigonado correctamente el anular; se ha conseguido un tapón de hormigón, dentro de la tubería de 250 mm., de 18 metros de potencia. Se perfora fácilmente y se sigue con la perforación con diámetro 220 mm.

A las 20:10 horas, se conseguido alcanzar una profundidad de 160 metros.

Estado de la perforación y actividades realizadas: Hasta los 101 metros se perfora sobre el primer nivel de gravas cuaternarias; entre 101 y 139 m, se atraviesan niveles margosos y a partir de los 139 metros se entra en el segundo nivel de gravas, objeto de este piezómetro.

Características hidrogeológicas: Con 160 m, aparentemente, no se ha tocado nivel todavía, el sondista cree que se ha cortado ya a partir de 149 metros. En la construcción de los pozos cercanos, en las mismas formaciones, el agua se cortó a partir de 130-140 m, subiendo después el nivel hasta unos 80 metros.

Dado que la perforación está prevista hasta 200 metros, se comenta que se continuará la perforación unos 40 metros por debajo de la profundidad donde se corte claramente el nivel.

Columna litológica:

La descripción de los materiales atravesados durante el día de hoy, es la siguiente:

De 40 a 101m . Gravas poligénicas con matriz arenosa y arcillosa de tonalidad naranja.

De 101 a 104 m. Marga marrón clara con algo de grava.

De 104 a 139 m. Marga marrón clara



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



De 139 a 145 m. Grava con matriz arcillosa.

De 145 a 154 m Grava poligénica.

De 154 a 160 m. Arenisca parcialmente cementada alternando con gravas (conglomerados) poligénicos.

Otras actividades: Se recibe en la obra la visita de la Directora de Obra y de un equipo de Televisión Española.



Fdo: Antonio Sánchez Lallana.



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



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 de octubre de 2006	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09. 603.C	POBLACIÓN: AGUARÓN/CARIÑENA	PROF.: 214 m
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO: 18/10/06	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 320 y 220 mm		
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada: 214 m.

Entubación: Al final de la mañana se han conseguido entubar 167 m de sondeo con la tubería prevista (de 180 mm de diámetro). La entubación se ha realizado con mucha dificultad. A la vez que se iba introduciendo la tubería se iba reperforando con el martillo de 165 mm de diámetro y se iba soplando, para limpiar el sondeo. A los 167 m de profundidad la tubería se ha atascado y no se ha podido seguir entubando.

A continuación, se han realizado labores de limpieza durante una hora. Se consiguió sacar agua turbia sin sedimentos, sólo limos rojos en suspensión.

Después de sacar el varillaje se mide el nivel. Estaba en 106,14 m a las 18:30 horas.



Entubación (empujando con el varillaje)



Soplado de la tubería durante la entubación



Labores de limpieza



Final de extracción de varillaje y martillo de 165 mm de diámetro tras la limpieza

Fdo.: Elena Gómez



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: 20/10/2006

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.603.C **POBLACIÓN:** AGUARÓN/CARIÑENA **PROF.:** 214 m

PERFORACIÓN

INICIO: 18/10/06 **SISTEMA:** ROTOPERCUSIÓN

DIAMETRO: 320 Y 220 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Profundidad alcanzada: A las 12:00 se han perforado 214 m y se da por finalizado el sondeo..

Estado de la perforación:

El varillaje se extrae con gran dificultad por cantos atravesados y sobre todo por derrumbes hacia el metro 65. El sondista prevé grandes problemas para introducir la tubería en el sondeo.

Reconocimiento de las muestras obtenidas

La columna sigue de la forma siguiente:

154 - 157 m. Arenisca parcialmente cementada alternando con gravas (conglomerados) poligénicos.

158 - 167 m: Gravas poligénicas con matriz arcillosa rojiza. Algunos niveles más cementados.

168 – 181 m: Gravas poligénicas con matriz arcillosa marrón grisácea. Intercalaciones de arenisca.

182 – 205 m: Arcilla marrón rojiza y gravas poligénicas.

206 – 211 m: Gravas poligénicas.

212 - 214 m: Arcilla marrón rojiza y gravas poligénicas.

Características hidrogeológicas

Se empezó a detectar humedad hacia el metro 149 y un posible aporte de agua a los 160 m pero no llega a subir hasta la boca del sondeo por posible pérdidas. Tras la perforación se introduce la sonda de hidronivel pero no llega a detectar nivel.



CONTROL Y GEOLOGIA, S.A.

C/ Baltasar Gracián, 11 - 1º Centro

50005 – ZARAGOZA

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

www.cygsa.com cygsazaragoza@telefonica.net

Testificación geofísica

El equipo de Microtec comienza la testificación geofísica a las 13:30 y se prolonga hasta las 15:30. La sonda sólo baja hasta 73,90 m y no llega a tocar nivel.

Entubación

Con los datos disponibles durante la perforación y el colapso detectado en la testificación se decide de forma consensuada no introducir tramos de filtro puentecillo para aumentar la resistencia de la tubería y poder empujar en caso de necesidad si la tubería no baja por su peso. Además los tramos de filtro de puentecillo sobresalen con respecto a la tubería ciega aumentando la fricción con las paredes. Los tramos de filtro se realizarán mediante tubería ranurada y por debajo del metro 148 solo se les dará un punto de soldadura a las orejas de la tubería.

- De 0 – 148 m: Tubería de 180 mm ciega
- De 148 a 154 m: Tubería de 180 mm ranurada.
- De 154 a 160 m: Tubería de 180 mm ciega
- De 160 a 166 m: Tubería de 180 mm ranurada.
- De 166 a 214 m: Tubería de 180 mm ciega

Si a pesar de todas estas precauciones no bajara la tubería como última posibilidad se propone seguir perforando por el interior de la tubería de 180 mm con diámetro de 170 mm y entubar con diámetro de 140 mm.

Fdo. Jesús Serrano Morata.



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

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

FECHA: 23 y 24/10/2006

Nº pag.:

Nº SONDEO: P-09.603.C **POBLACIÓN:** AGUARÓN/CARIÑENA **PROF.:** 214 m

PERFORACIÓN

INICIO: 18/10/06 **SISTEMA:** ROTOPERCUSIÓN

DIAMETRO: 320 Y 220 mm

VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Profundidad alcanzada: 214 m.

Entubación

Con los datos disponibles durante la perforación y el colapso detectado en la testificación, como ya se indicó en el parte del día 20-10-2006, se decide de forma consensuada no introducir tramos de filtro puentecillo para aumentar la resistencia de la tubería y poder empujar en caso de necesidad si la tubería no baja por su peso. Los tramos de filtro se realizan mediante tubería ranurada y por debajo del metro 148 solo se les dará un punto de soldadura a las orejas de la tubería.

De 0 – 148 m: Tubería de 180 mm ciega

De 148 a 154 m: Tubería de 180 mm ranurada.

De 154 a 160 m: Tubería de 180 mm ciega

De 160 a 166 m: Tubería de 180 mm ranurada.

De 166 a 214 m: Tubería de 180 mm ciega

Durante la tarde del 23-10-2006 se empieza a introducir la tubería de 180 mm que baja sin problemas hasta el metro 75 donde se queda totalmente atrancada. El 24-10-2006 se introduce el martillo de 170 mm por dentro de la tubería y se baja limpiando el sondeo hasta los 214 m observándose que el sondeo aporta agua y que se detectan una gran cantidad de limos anaranjados en suspensión.

Con el varillaje apoyado en el fondo del sondeo se intenta introducir la tubería empujando con la cabeza de perforación pero es totalmente imposible. Se vuelve a sacar varillaje hasta



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

poner el martillo en el frente de la entubación (75 m) e intentar introducir la tubería. A las 17:00 con gran dificultad se consigue atravesar el tapón y se continúa introduciendo la tubería con ayuda del martillo de 170 mm y empujando con la cabeza de perforación.

Si fuera imposible bajar con tubería de 180 mm de diámetro hasta una profundidad aproximada de 160 m, zona de aporte detectada por el sondista, se llega con el Jefe de Obra al acuerdo de entubar con diámetro de 145 mm. Esta tubería deberá ser acopiada a la obra.

Fdo. Jesús Serrano Morata.



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



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.	
FECHA: 18/11/2006	Nº pag.:
Nº SONDEO: P-09.603-C POBLACIÓN: Aguaron (Zaragoza) PROF.: 214 m	
PERFORACIÓN	
INICIO: 18-10-2006 SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO: 315 Y 220 mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:	

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

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

Profundidad alcanzada: 214 m.

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

Nivel estático

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

18-11-2006 15:00 81,25 m

JESÚS SERRANO MORATA

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 2616-8-0226
(09.603.C)**

AGUARÓN (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 Aguarón (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 214 metros de profundidad perforados a rotoperusión con un diámetro inicial de 320 mm los primeros 40 metros, y 220 mm desde ahí hasta el final.

La entubación se ha efectuado con tubería de 300 mm los primeros 6 metros y 180 mm desde la boca el final del sondeo. Presenta la siguiente disposición:

- 0-148 m: Tubería ciega.
- 148-154 m: Filtro Puente.
- 154-160 m: Tubería ciega.
- 160-166 m: Filtro Puente.
- 166-214 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 la litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagramas disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo, cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 2616-8-0226 y 09.603.C, respectivamente, se ubica 4 km. al NNE de la población, en la margen derecha de Bco. de Aguarón. Al emplazamiento se accede desde el kilómetro 16,6 de la carretera A-220, entre Cariñena y La Almunia. Tras abandonar Cariñena se recorre 2,7 km por esa carretera antes de girar a la derecha para tomar un camino asfaltado, por el que hay que recorrer 740 metros. Al llegar a un cruce se toma el camino de la izquierda, por el que hay que seguir 550 metros hasta llegar el emplazamiento, en el mismo barranco de Aguarón (fig. 1).



Las coordenadas UTM del primer sondeo son las siguientes:

X: 646.674

Y: 4.581.569

Z: 559 m.s.n.m.



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

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA



Fig.2. Situación del sondeo en la Hoja-410 (La Almunia de Dña. Godina).

El sondeo se encuentra emplazado en el ámbito de materiales del aluvial del barranco (Qal), o las costras calcáreas del Pleistoceno Q₁K, para posteriormente atravesar los materiales



correspondientes al Pliocuaternalio (T_{C2-Q1}^B), según la nomenclatura, adoptada por la Hoja MAGNA nº 410 (La Almunia de Doña Godina). Las mismas se disponen discordantemente sobre materiales del terciario y hacia el SE, en la zona de Aguarón, sobre los materiales paleozoicos de la Sierra de Algairén, donde afloran materiales ordovícicos y silúricos que en la zona de Aguarón-Cosuenda presentan una dirección NE-SO y buzamientos variables entre 30 y 60° hacia el NNO.

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se encuentra emboquillado sobre materiales del cuaternario, probablemente correspondientes a depósitos del aluvial del barranco de Aguarón parcialmente encostrados, tal como se indica en la descripción de campo. Se trata de gravas poligénicas escasamente redondeadas que se atraviesan durante los primeros 7 m de sondeo.

Entre el metro 7 al 61 se corta una serie compuesta inicialmente por 3 metros de arcillas marrones que dan paso a gravas poligénicas de materiales predominantemente paleozoicos y en menor medida mesozoicos con frecuentes intercalaciones de limos y matriz arenosa a arcillosa. Estas gravas están escasamente consolidadas y presenta poco redondeamiento. Se interpreta como perteneciente a los depósitos pliocuaternalios (T_{C2-Q1}^B), que presentan un espesor de 60 a 80 metros y constituye la unidad acuífera principal (De Miguel, 1999).

Desde el metro 60 hasta el metro 216 se ha cortado una serie de litologías predominantemente conglomerática con intercalaciones de tramos de carácter arcilloso y areniscas de grano ocre a rojizas de grano fino a medio de naturaleza cuarcítica a sublitoarenitas. Los conglomerados son de carácter poligénico con clastos de litologías carbonatadas tanto mesozoicas como paleozoicas, además de clastos de areniscas del Bundsandstein y de cuarcitas paleozoicas. Estos clastos de morfologías subredondeadas a redondeadas, se encuentran inmersos en una matriz arcillosa limosa a arenosa de grano variable (medio a fino); presentando en muchas ocasiones cemento calcáreo. Estos materiales se interpretado como Terciarios y pueden corresponder en su mayor parte a la Unidad Tectosedimentaria UTS T_5 o N_1 (Villena *et al.*, 1992, Pérez, 1988), sin descartar que parte de ellos correspondan a unidades más modernas, equivalentes laterales de los carbonatos aflorantes en los relieves de la Muela, que corresponden a las UTS T_6 o N_2 (Villena *et al.*, 1992, Pérez, 1988).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-7 m. Gravas poligénicas poco redondeadas con matriz arcillosa-limosas y algo encostrados.

TRAMO 2

7-10 m. Arcillas marrón-rojizas, plásticas.

TRAMO 3

10-41 m. Gravas poligénicas con limos de tonos ocre a marrones. Se trata de gravas de diferentes granulometrías, no consolidadas formadas por cantos poligénicos de subredondeados a redondeados, con litologías paleozoicas (cuarcitas) o triasícas (areniscas del Bundsandstein).



Estas gravas presentan una matriz arcillosa o preferentemente limosas de tonos ocres a veces con tamaño de grano casi de arena fina.

TRAMO 4

41-51 m. Gravas y arenas de tonos ocres a rojizos. Se trata de gravas de tamaño variable de fino-medio a gravilla, de clastos de litologías detríticas (areniscas y cuarcitas). Presentan una matriz de arena de grano medio a fino poco consolidada.

TRAMO 5

51-61 m. Gravas poligénicas con limos y arcillas limosas de tonos ocres a marrones. Se observan cantos de suredondados a subangulosos, de litologías calcáreas y detríticas.

TRAMO 6

61-100 m. Conglomerados poligénicos de tonos ocres a marrones. Se trata de conglomerados de tamaño de clasto grueso a medio, con predominio de clastos redondeados a subredondeados con matriz de arcillos limosa a arenosa y cemento calcáreo. Son de carácter poligénico, formados por clastos de litologías carbonatadas tanto mesozoicas como paleozoicas, clastos del areniscas del Bundsandstein y de cuarcitas paleozoicas.

TRAMO 7

100-130 m. Alternancia de niveles de arcillas limosas con clastos y niveles de areniscas. En este tramo se observan niveles de arcillas limosas marrones con algún clasto así como ripios de areniscas de tamaño de grano fino a medio. Estas areniscas presentan en general granos de cuarzo, pocos restos de fragmentos de rocas, algunos feldespatos y ocasionalmente algo de mica. Los clastos de mayor tamaño son en general de cuarcitas.

TRAMO 8

130-155 m. Conglomerados poligénicos de tonos marrones, con matriz limosa a lutítica en la parte superior y arenosa en la base. Presentan cemento calcáreo.

TRAMO 9

155-160 m. Areniscas ocres a rojizas de grano fino a medio con abundante mica y de naturaleza cuarcítica a sublitoarenitas.

TRAMO 10

160-180 m. Conglomerados poligénicos de tonos marrones. Estos conglomerados presentan cementación carbonatada abundante y una matriz limosa-arenosa. Son de carácter poligénico con predominio de clastos carbonatados.

TRAMO 11

180-201 m. Arcillas limosas rojizas con clastos sueltos.

TRAMO 12

201-211m. Conglomerados poligénicos ocres. Se trata de conglomerados algo cementados de matriz limosa arenosa, de clastos subredondeados, con predominio de litologías paleozoicas (cuarcitas) entre los clastos

TRAMO 11

211-214 m. Arcillas ocres rojizas



REFERENCIAS

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 410-La Almunia de Doña Godina .

PÉREZ, A. (1.989).- *Estratigrafía y Sedimentología del Terciario del borde meridional de la Depresión del Ebro (Sector Riojano-Aragonés) y Cubetas de Muniesa y Montalbán*. Tesis Doctoral. Dpto. de Ciencias de La Tierra, Univ. De Zaragoza, 525 pp.

VILLENA, J.; GONZÁLEZ, A.; MUÑOZ, A.; PARDO, G.; PÉREZ, A. (1992). Síntesis Estratigráfica Del Terciario Del Borde Sur De La Cuenca Del Ebro: Unidades Genéticas, *Acta Geológica Hispánica*, 27, 2, 225-245

DE MIGUEL, JOSÉ LUÍS (1998). *El agua en el Sistema Acuífero de Alfamén. Estudio hidrológico y de gestión*. Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza. (inédita)

ANEJO 3 GEOFÍSICA

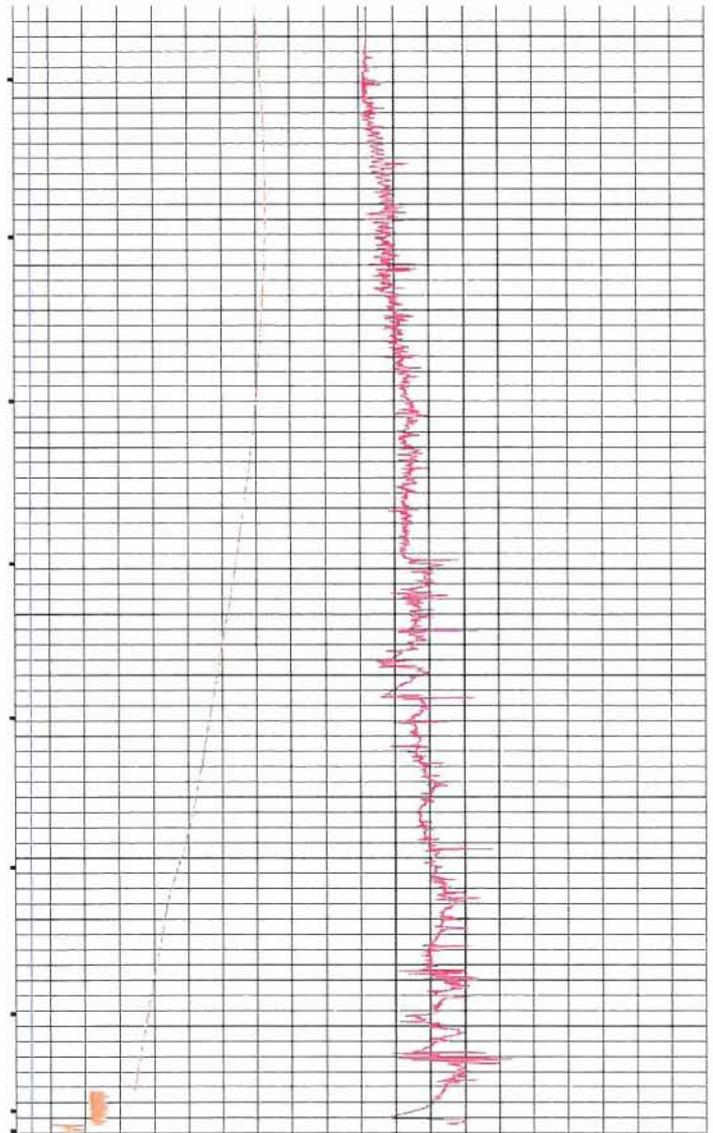
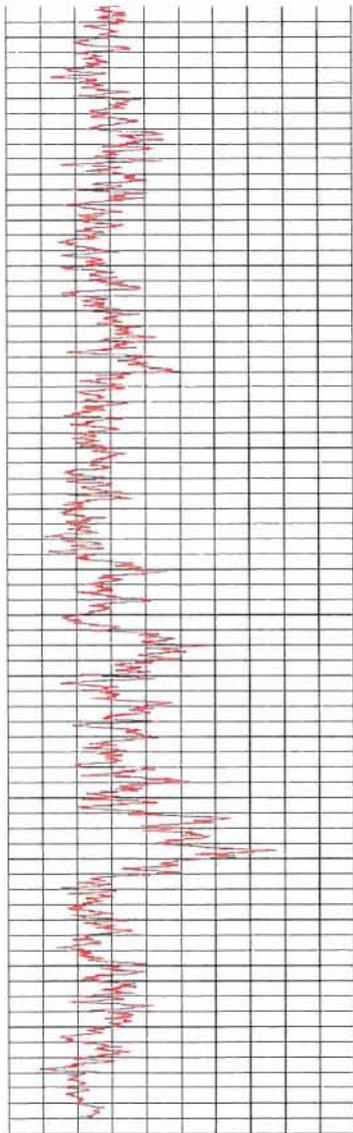
DIAGRAFIA 09-603-C AGUARÓN-CARIÑENA

0 NGAM CPS 100

0 COND uSie 500.0

INC DEG 10

18 TEMP °C 20



ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO



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



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

FECHA: 17 y 18 de mayo de 2007

Nº pag.:

Nº SONDEO: 09.603.C

POBLACIÓN: CARIÑENA-AGUARÓN

PROF.: 214 m

INFORME DEL ENSAYO DE BOMBEO DEL PIEZÓMETRO DE CARIÑENA – AGUARÓN MMA (261680226)

El ensayo de bombeo comenzó el 17 de mayo de 2007 y duró 24 horas. Se realizó con el equipo habitual, pitot. La aspiración se situó a 157 m de profundidad. El nivel estático inicial estaba en 59,93 m.

Se inició el ensayo con un caudal de 4 l/s. Este caudal se mantuvo durante una hora. En ella el nivel descendió 13,96 m. A continuación se aumentó el caudal a 6 l/s. El nivel comenzó a descender muy rápido y se decidió dejar caer el caudal para que se regule. A los 70 minutos de bombeo el caudal era de 4 l/s. Este caudal se mantuvo durante casi 4 horas, pero el nivel seguía bajando. A las 5 horas de bombeo el caudal era de 1,5 l/s, caudal que se mantuvo hasta el final de las 24 horas.

	Duración	Descenso parcial (m)	Caudal (l/s)
Escalón 1	60 minutos	13,96	4,0
Escalón 2	9 minutos	19,28	6,0
Escalón 3	231 minutos	9,77	4,0
Escalón 4	1140 minutos	3,15	1,5

El nivel se estabilizó a partir de las 10 horas de bombeo. El descenso total del nivel fue de 46,16 m.

El agua salió muy sucia al principio. A los 17 minutos ya salía turbia, de color naranja, y a la hora de bombeo sólo tenía algo de color naranja, pero no comenzó a salir totalmente clara hasta las 7 horas y media de ensayo. Se tomaron medidas de conductividad, pH y temperatura in situ. La media de estos parámetros fueron de $C = 550 \mu\text{S/cm}$, $\text{pH} = 8.1$ y $T^{\circ} = 17^{\circ} \text{C}$.

Tras el bombeo se midió una hora de recuperación. En esta hora se pasó del metro 106.09 al metro 60.72, quedando un descenso residual del nivel de 0.79 metros.



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

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad	CARINENA-AGUARON	
N° Registro IPA	261680226	
Profundidad Sondeo	214 m	
Coordenadas UTM	Pozo	Piezómetro
	X	
	Y	
	Z	
Fecha Ensayo	17 y 18 de mayo de 2007	
Nivel estático inicial	59,93	
Profund. Aspiración	157 m	
Bomba	CAPRARI 6° E6S 54/20 50 C	
Grupo		
Alternador		
Interior tubería impulsión	φ 80 mm	

Piezómetro (n° IPA)

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

Escalón	Caudal (l/s)	Régimen de bombeo			
		Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	4	60	60	13,96	13,96
2	6	69	9	33,24	19,28
3	4	300	231	43,01	9,77
4	1,5	1440	1140	46,16	3,15

Síntesis litológica

0-7 m Gravas poligénicas.
 7-10 m Arcilla marrón-anaranjada con algo de grava
 10-36 m Grava poligénica con matriz arcillosa anaranjada
 36-101 m Grava poligénica con bastante arena y algo de arcilla
 101-104 m Marga marrón con algo de grava
 104-139 m Margas de color marrón claro.
 139-145 m Grava con matriz arcillosa.
 145-154 m Gravas poligénicas.
 154-160 m Arenisca parcialmente cementada y grava poligénica
 160-167 m Conglomerado poligénico con matriz arcillosa
 167-181 m Gravas poligénicas con matriz arcillosa marrón grisácea
 181-205 m Arcilla marrón-rojiza con mucha grava poligénica
 205-211 m Gravas gruesas poligénicas.
 211-214 m Arcilla con mucha grava.

Perforación		Entubación		Ciega ranurada	
0-39 m	φ 320 mm	0-39 m	φ 250 mm	148-154 m	4 mm
39-214 m	φ 220 mm	0-214 m	φ 180 mm	160-166 m	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
17/5/07 13:20	0	59,93	0,00			0,00	
17/5/07 13:22	2	76,10	16,17			4,00	
17/5/07 13:23	3	71,64	11,71			4,00	Agua sucia (marrón).
17/5/07 13:24	4	71,02	11,09			4,00	
17/5/07 13:25	5	71,08	11,15			4,00	
17/5/07 13:26	6	71,15	11,22			4,00	
17/5/07 13:27	7	71,27	11,34			4,00	
17/5/07 13:28	8	71,40	11,47			4,00	
17/5/07 13:29	9	71,46	11,53			4,00	
17/5/07 13:30	10	71,54	11,61			4,00	
17/5/07 13:32	12	71,61	11,68			4,00	
17/5/07 13:35	15	71,72	11,79			4,00	
17/5/07 13:37	17	71,80	11,87			4,00	Agua turbia (naranja).
17/5/07 13:39	19	71,88	11,95			4,00	
17/5/07 13:41	21	71,92	11,99			4,00	
17/5/07 13:44	24	72,00	12,07			4,00	
17/5/07 13:47	27	72,99	13,06			4,00	
17/5/07 13:50	30	73,46	13,53			4,00	Agua turbia con algo de color (naranja).
17/5/07 13:55	35	73,50	13,57			4,00	
17/5/07 14:00	40	73,65	13,72			4,00	
17/5/07 14:05	45	73,71	13,78			4,00	
17/5/07 14:10	50	73,76	13,83			4,00	
17/5/07 14:15	55	73,86	13,93			4,00	
17/5/07 14:20	60	73,89	13,96			4,00	
17/5/07 14:21	61	79,11	19,18			6,00	Agua turbia con algo de color (naranja).
17/5/07 14:22	62	81,01	21,08			6,00	
17/5/07 14:23	63	82,93	23,00			6,00	
17/5/07 14:24	64	87,15	27,22			6,00	
17/5/07 14:25	65	89,74	29,81			6,00	
17/5/07 14:26	66	91,44	31,51			6,00	
17/5/07 14:27	67	92,82	32,89			6,00	
17/5/07 14:28	68	93,84	33,91			6,00	

17/5/07 14:29	69	93,17	33,24	6,00	
17/5/07 14:30	70	92,83	32,90	4,00	
17/5/07 14:32	72	92,78	32,85	4,00	
17/5/07 14:35	75	92,89	32,96	4,00	
17/5/07 14:37	77	93,00	33,07	4,00	Cond: 555µS pH: 8,0 Tª 17° C
17/5/07 14:41	81	93,69	33,76	4,00	
17/5/07 14:44	84	93,46	33,53	4,00	
17/5/07 14:47	87	93,32	33,39	4,00	
17/5/07 14:50	90	93,40	33,47	4,00	
17/5/07 14:55	95	93,41	33,48	4,00	
17/5/07 15:00	100	93,42	33,49	4,00	
17/5/07 15:05	105	93,44	33,51	4,00	
17/5/07 15:10	110	93,53	33,60	4,00	
17/5/07 15:15	115	93,71	33,78	4,00	
17/5/07 15:20	120	93,82	33,89	4,00	
17/5/07 15:30	130	94,21	34,28	4,00	
17/5/07 15:40	140	95,37	35,44	4,00	
17/5/07 16:00	160	96,06	36,13	4,00	
17/5/07 16:20	180	96,64	36,71	4,00	
17/5/07 16:40	200	96,95	37,02	4,00	
17/5/07 17:00	220	97,50	37,57	4,00	
17/5/07 17:20	240	97,80	37,87	4,00	
17/5/07 17:50	270	98,34	38,41	4,00	
17/5/07 18:20	300	102,94	43,01	4,00	Cond: 551 µS Agua turbia.
17/5/07 18:50	330	104,87	44,94	1,50	El agua empieza a aclarar.
17/5/07 19:20	360	104,96	45,03	1,50	MUESTRA 1. Cond: 540 µS pH: 8,1 Tª 17° C
17/5/07 20:00	400	105,01	45,08	1,50	Agua clara.
17/5/07 20:40	440	105,81	45,88	1,50	
17/5/07 21:20	480	106,27	46,34	1,50	
17/5/07 22:00	520	106,22	46,29	1,50	
17/5/07 22:40	560	106,15	46,22	1,50	
17/5/07 23:20	600	106,12	46,19	1,50	
18/5/07 0:20	660	106,08	46,15	1,50	
18/5/07 1:20	720	106,10	46,17	1,50	MUESTRA 2. Cond: 548 µS pH: 8,1 Tª 17° C
18/5/07 2:20	780	106,11	46,18	1,50	
18/5/07 3:20	840	106,11	46,18	1,50	
18/5/07 4:20	900	106,12	46,19	1,50	
18/5/07 5:20	960	106,10	46,17	1,50	
18/5/07 6:20	1020	106,10	46,17	1,50	
18/5/07 7:20	1080	106,11	46,18	1,50	
18/5/07 8:20	1140	106,08	46,15	1,50	
18/5/07 9:20	1200	106,07	46,14	1,50	
18/5/07 10:20	1260	106,09	46,16	1,50	
18/5/07 11:20	1320	106,09	46,16	1,50	
18/5/07 12:20	1380	106,08	46,15	1,50	
18/5/07 13:20	1440	106,09	46,16	1,50	MUESTRA 3. Cond: 560 µS pH: 8,1 Tª 18° C
18/5/07 13:21	1441	91,23	31,30	0,00	
18/5/07 13:22	1442	87,73	27,80	0,00	
18/5/07 13:23	1443	86,28	26,35	0,00	
18/5/07 13:24	1444	84,59	24,66	0,00	
18/5/07 13:25	1445	83,08	23,15	0,00	
18/5/07 13:26	1446	81,10	21,17	0,00	
18/5/07 13:27	1447	79,92	19,99	0,00	
18/5/07 13:28	1448	77,82	17,89	0,00	
18/5/07 13:29	1449	75,58	15,65	0,00	
18/5/07 13:30	1450	73,35	13,42	0,00	
18/5/07 13:35	1455	65,67	5,74	0,00	
18/5/07 13:40	1460	61,85	1,92	0,00	
18/5/07 13:45	1465	61,34	1,41	0,00	
18/5/07 13:50	1470	61,02	1,09	0,00	
18/5/07 13:55	1475	60,91	0,98	0,00	
18/5/07 14:00	1480	60,85	0,92	0,00	
18/5/07 14:05	1485	60,82	0,89	0,00	
18/5/07 14:10	1490	60,78	0,85	0,00	
18/5/07 14:15	1495	60,76	0,83	0,00	

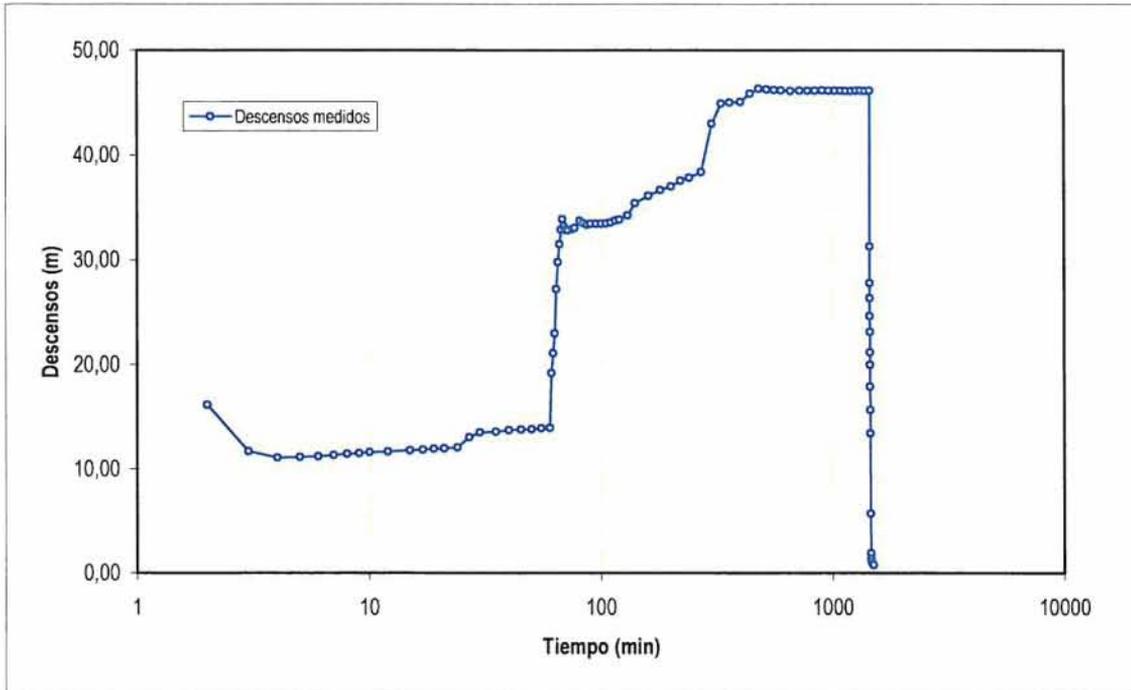
18/5/07 14:20

1500

60,72

0,79

0,00





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO N° 2616-8-0226
(09.603.C)**

AGUARÓN (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 Aguarón (Zaragoza), de 214 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

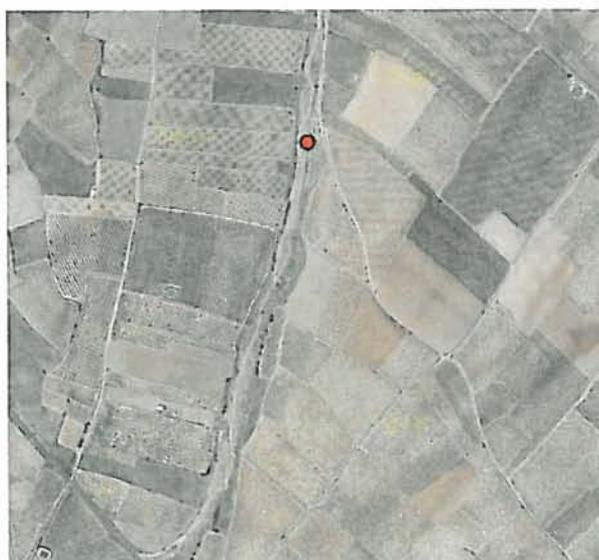
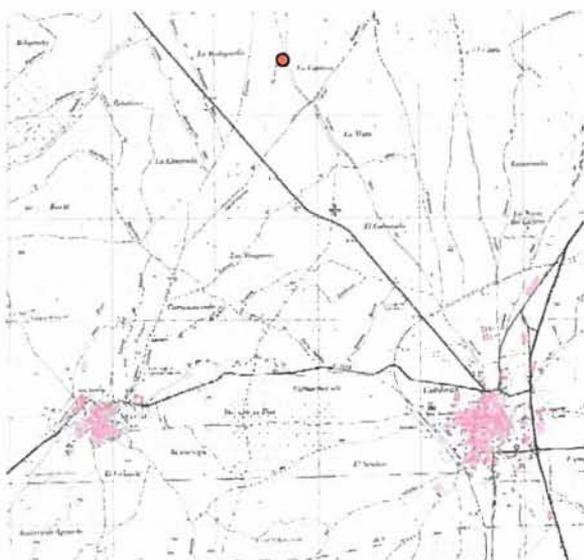


de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

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, $(t_b+tr)/tr$, lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 26-16 (410) La Almunia de Doña Godina.
- Término municipal de Aguarón (Zaragoza). El sondeo, de 214 metros de profundidad, se ubica 4 km. al NNE de la población, en la margen derecha de Bco. de Aguarón. Al emplazamiento se accede desde el kilómetro 16,6 de la carretera A-220, entre Cariñena y La Almunia. Tras abandonar Cariñena se recorre 2,7 km por esa carretera antes de girar a la derecha para tomar un camino asfaltado, por el que hay que recorrer 740 metros. Al llegar a un cruce se toma el camino de la izquierda, por el que hay que seguir 550 metros hasta llegar el emplazamiento, en el mismo barranco de Aguarón.
- Referencia catastral. Polígono 2, Parcela 9000.
- Coordenadas UTM: **USO: 30T X: 646.674 Y: 4.581.569 Z: 556 msnm.**



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

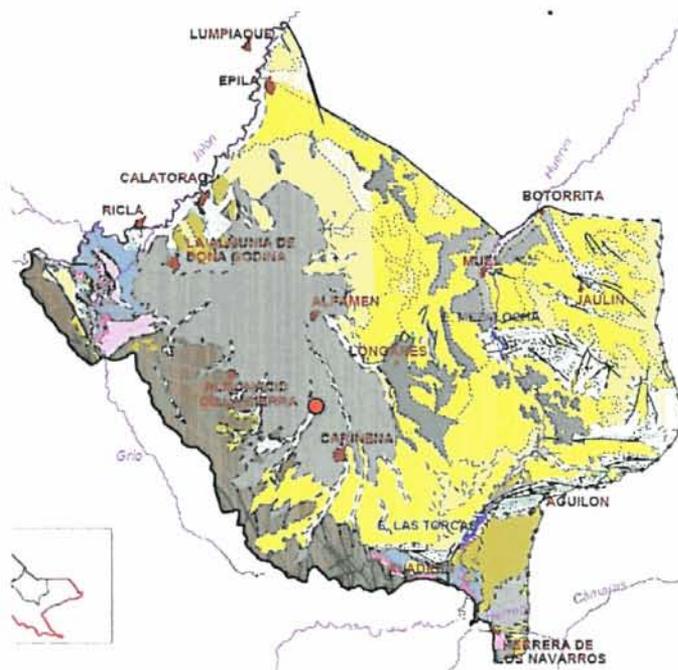


Figura 3. Panorámica dirección norte de la ubicación del sondeo y acceso. (Fuente: Google Earth).

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se ubica en la masa de agua subterránea (m.a.s.) Mioceno de Alfamén (09.077), localizada en las estribaciones septentrionales de la Ibérica en el interfluvio Jalón-Huerta.

La principal formación acuífera es la constituida por conglomerados, areniscas y lutitas miocenas, cuyas facies mas gruesas constituyen un acuífero multicapa, de mas de 300 metros de espesor, confinado por una serie arcillosa del neógeno y adosado a la sierra paleozoica de Algairén. Esta formación recubre paleorrelieves jurásicos integrados en una m.a.s. infrayacente, denominada Campo de Cariñena (09-075), integrada en el contexto regional, limitada entre el paleozoico de Algairén y la "Falla Noribérica", un accidente tectónico no aflorante de más de 250 km de longitud y dirección NO-SE que delimita en profundidad el ámbito Ibérico del de la Depresión del Ebro.





En el sector de La Almunia, Alfamén y Cariñena existe una m.a.s. superpuesta denominada Plioceno de Alfamén (09.076).

La recarga se produce fundamentalmente mediante transferencia lateral de las m.a.s. supra e infrayacente, así como de los materiales paleozoicos de la sierra de Algairén. El flujo se orienta en dirección noroeste, hacia el Jalón, que actúa como línea de descarga conjunta de las tres masas superpuestas.

El principal mecanismo de descarga son las extracciones mediante sondeos, constituyendo esta m.a.s. el más explotado de la cuenca del Ebro.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

El sondeo fue perforado a rotoperusión con un diámetro de 220 mm y se encuentra emplazado sobre un delgado nivel de gravas encostradas que descansan sobre depósitos de raña del Plioceno-Pleistoceno, identificados en las hoja MAGNA nº 410 (La Almunia de Doña Godina) con las siglas Q₁K y T^B_{C2} Q₁.

A aproximadamente 61 metros de profundidad se atraviesan materiales miocenos, atribuible al Aragoniense inferior, caracterizado por frecuentes cambios laterales de facies y una estructura asimilable a un suave sinclinal con buzamientos inferiores a 10° y flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la sierra de Algairén.



Figura 4. Situación del sondeo en la hoja MAGNA nº 410 (La Almunia de Doña Godina)

La columna litológica atravesada es la siguiente:

- 0 - 7 m. Gravas poligénicas algo encostradas.
- 7 - 10 m. Arcillas plásticas de color marrón rojizo.
- 10 - 41 m. Gravas poligénicas con limos.
- 41 - 51 m. Gravas y arenas .
- 51 - 61 m. Gravas poligénicas con limos y arcillas de tonos ocre a marrones.



- 61 -100 m. Conglomerados poligénicos de tonos ocres a marrones.
- 100 -130 m. Alternancia de arcillas con clastos y niveles de areniscas.
- 130 -155 m. Conglomerados poligénicos de tonos marrones.
- 155 -160 m. Areniscas finas de color ocres rojizas.
- 160 -180 m. Conglomerados poligénicos de tonos marrones.
- 180 -201 m. Arcillas rojizas con clastos dispersos.
- 201 -211 m. Conglomerados poligénicos ocres.
- 211 -214 m. Arcillas ocres rojizas.

Los niveles productivos se localizaron los conglomerados. El primer tramo productivo se detectó hacia el metro 149 (humedad de los ripios). Posteriormente hacia el metro 160 de detectó otro nivel productivo, igualmente de escasa importancia.

Solo se pudo efectuar la testificación de los primero 74 metros del sondeo, debido a atasco de la sonda.

La entubación del sondeo quedó como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-39	250 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
0-148	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
148-154	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ranurada
154-160	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
160-166	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ranurada
166-214	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega

EL nivel piezométrico al finalizar (18/11/06) se situaba a 81,25 metros de profundidad.

INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 17 de mayo de 2007 a las 13:20 horas, con el nivel estático inicial a 88,60 metros de profundidad. La duración del bombeo fue de 24 horas.

Se inició el ensayo con un caudal de 4 l/s, que se mantuvo durante una hora. A continuación se aumentó el caudal a 6 l/s. El nivel comenzó a descender muy rápido y se decidió dejar caer el caudal para que se regule, de manera que a los 70 minutos de bombeo el caudal era de 4 l/s. Este caudal se mantuvo durante casi 4 horas, pero el nivel seguía bajando. A las 5 horas de bombeo el caudal era de 1,5 l/s, caudal que se mantuvo hasta el final de las 24 horas. La recuperación se controló durante 60 minutos. El descenso residual fue de 0,79 m.

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

La aspiración se situó a 157 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 agua salió sucia inicialmente. A la hora de bombeo presentaba turbidez de color anaranjado que persistió hasta el minuto 400, en el que el agua aclaró completamente.

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
77	17,0	555	8,0
360	17,0	540	8,1
720	17,0	548	8,1
1440	18,0	560	8,1

Los resultados de los análisis fueron:

	Minuto 380	Minuto 720	Minuto 1440
CL ⁻	23,23 mg/l	22,51 mg/l	23,96 mg/l
SO ₄ ⁼	45,21 mg/l	62,35 mg/l	61,48 mg/l
CO ₃ H ⁱ	227,73 mg/l	232,63 mg/l	230,18 mg/l
CO ₃ ⁼	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
NO ₃ ⁻	23,00 mg/l	22,09 mg/l	25,08 mg/l
Na ⁺	13,15 mg/l	13,44 mg/l	13,73 mg/l
Mg ⁺⁺	11,84 mg/l	10,28 mg/l	8,41 mg/l
Ca ⁺⁺	85,76 mg/l	73,88 mg/l	89,18 mg/l
K ⁺	3,03 mg/l	3,06 mg/l	3,24 mg/l
NO ₂ ⁻	< 0,04 mg/l	0,30 mg/l	0,94 mg/l
NH ₄ ⁻	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Boro	0,03 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l
Fosfato	0,98 mg/l	0,98 mg/l	0,70 mg/l
SiO ₂	2,31 mg/l	2,35 mg/l	2,40 mg/l
Hierro	0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l
Manganeso	< 0,02 mg/l	< 0,02mg/l	0,02 mg/l

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

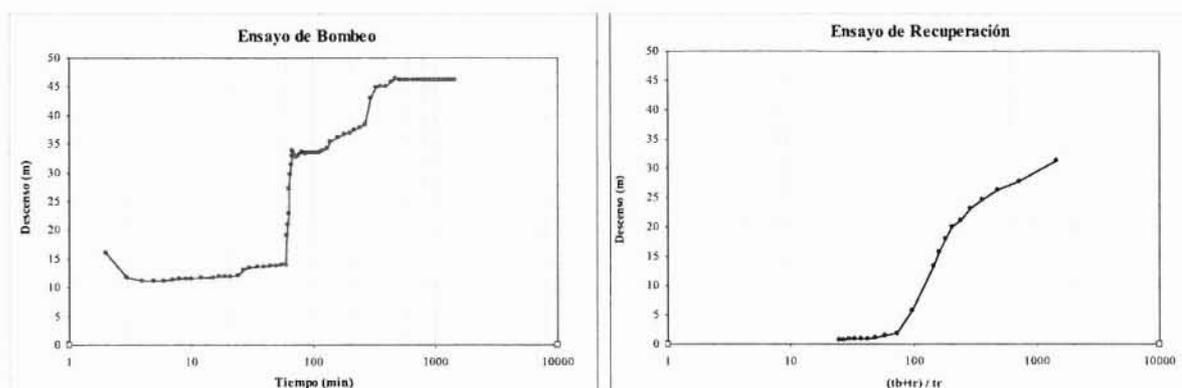


Figura 5 y 6. Curvas de descenso-tiempo en bombeo y recuperación



INTERPRETACIÓN

De la observación de las curvas de descensos-tiempos durante el bombeo (figura 5) cabe hacer los siguientes comentarios:

- Llama la atención que la disminución de caudal del minuto 300 lleve aparejado un bruscos descenso del nivel dinámico, lo que sugiere que la disminución de caudal no fue intencionada, sino que se produjo de manera automática posiblemente por disminuir la entrada del agua del acuífero al sondeo, lo cual suele suceder cuando el nivel dinámico desciende por debajo de la profundidad de un nivel productivo y este queda descolgado. Del mismo modo, el bruscos descenso de niveles ocurrido en el minuto 60 al incrementar el caudal de 4 a 6 L/seg fue irreversible, ya que cuando nueve minutos más tarde se retornó al caudal de 4 L/seg, el nivel del agua no recuperó en absoluto. En este caso la explicación más plausible es que el incremento de caudal dejó descolgado un nivel productivo.
- La posibilidad antes apuntada contradice, sin embargo, la información disponible, ya que en todo momento el nivel de agua quedó por encima de la rejilla. Una posible explicación es que los primeros niveles productivos pasaran inadvertidos durante la perforación por lo que no se ranuró la entubación a su altura, por lo que su aportación se produzca a través del empaque de gravas entre la pared del sondeo y la entubación. Estos hipotéticos niveles aportantes se encontrarían en el tramo conglomerático atravesado entre 61 y 100 m de profundidad.

Como consecuencia de lo antes apuntado, estaríamos ante un ensayo en la que el acuífero se comporta con transmisividad descendente, por lo que su interpretación es prácticamente imposible a partir de la curva de descensos tiempo obtenida del bombeo, ya que únicamente cabe interpretar por tramos, lo que obviamente arrojará resultados de la transmisividad diferentes dependiendo de si estos pertenecen al inicio o al final de la prueba.

La interpretación de la recuperación no escapa a estas vicisitudes, pero evita el enmascaramiento producido por las pérdidas de carga.

De acuerdo con lo anterior, el ensayo se ha interpretado asumiendo tanto el modelo de Theis (acuífero confinado) como el de Hantush (acuífero semiconfinado). En ambos casos se ha aplicado como el método directo, prueba-error, con el Programa MABE. Para la interpretación de la recuperación también se ha utilizado el método de Theis, basado en la aproximación logarítmica de Jacob.

Método Recuperación de Theis

Se ha determinado la transmisividad para dos posibles tramos; el tramo final, que presenta una transmisividad de 34 m²/día (figura 7), y el tramo intermedio, con un valor de 0,74 m²/día (figura 9), muy dispares entre sí. En ambos casos, al lado se ha representado la curva simulada para esos valores, en los que se pone de manifiesto lo insatisfactorio de estos resultados, sea por que no se cumple los requisitos para la aplicar la aproximación logarítmica de Jacob o es inapropiado el modelo de Theis para este acuífero.



Figura 7

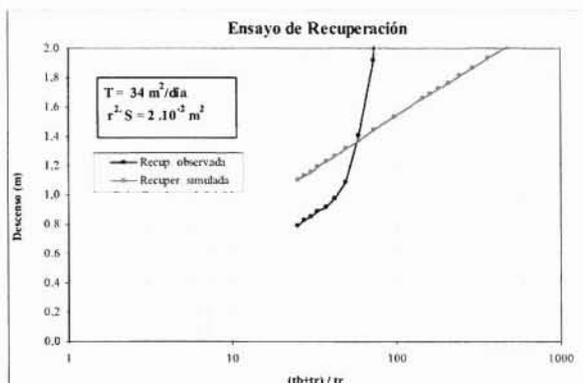


Figura 8

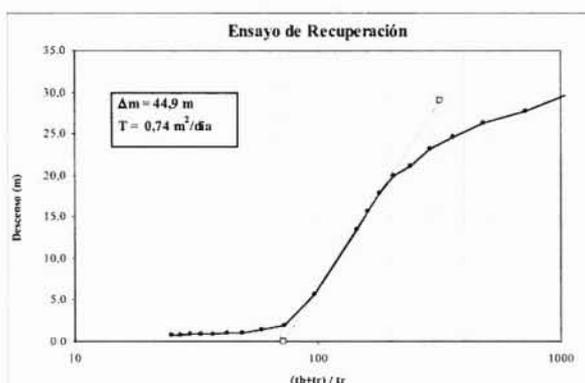


Figura 9

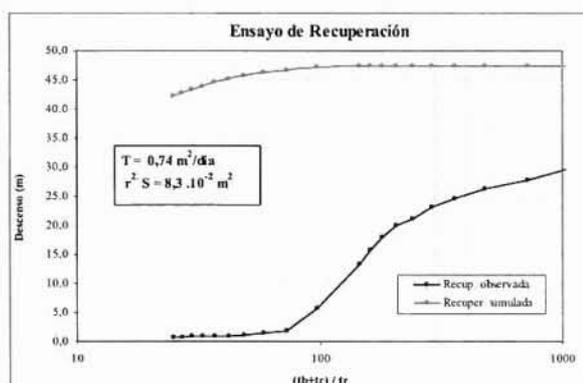


Figura 10

Método directo (Solución de Theis)

Se toma en consideración para la simulación el último escalón de bombeo y la recuperación. Los resultados obtenidos se muestra en las figuras 11 y 12 y son deficientes y sugieren la invalidez del modelo de Theis.

La curva simulada del último escalón se considera que está afectada por una pérdida de carga equivalente a 15 m.



Figura 11

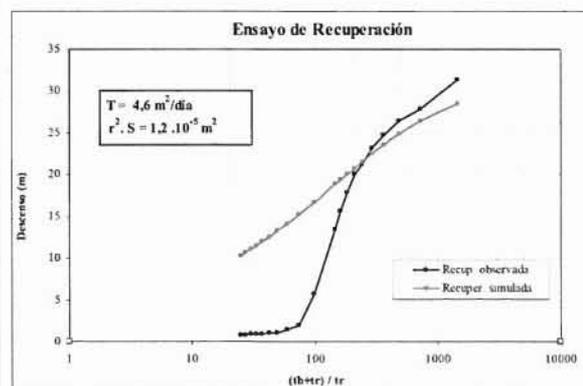


Figura 12



Método directo (Solución de Hantush)

La calibración obtenida considerando el acuífero como semiconfinado mejora notablemente la anterior, obteniéndose parámetros muy similares para la simulación del descenso y la recuperación. La transmisividad obtenida es de 1,95 a 2 m²/día, según se trate de bombeo o recuperación, el orden de magnitud del coeficiente de almacenamiento deducible del valor de r².S es de 10⁻³, y el cociente de la distancia entre el Factor de Goteo (r/B) es de 3,6 a 3,8.10⁻².

El descenso debido a la pérdida de carga en el último escalón es de 9,77 m.

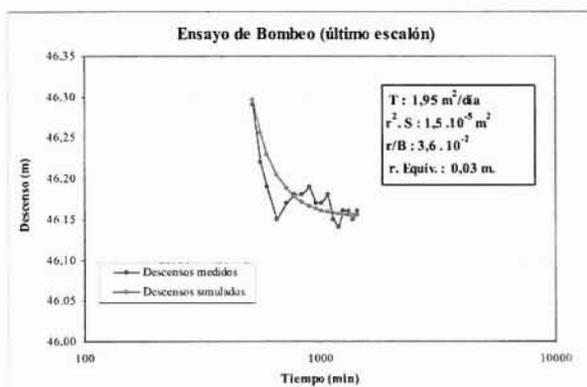


Figura 13

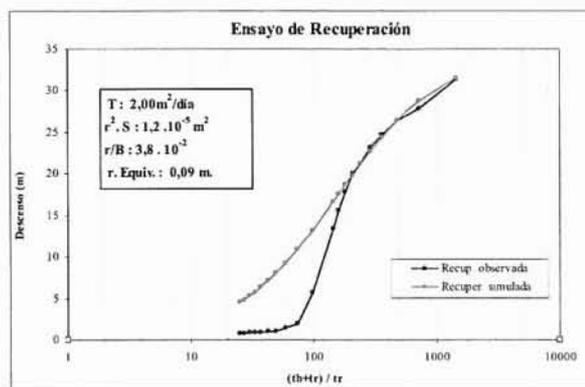


Figura 14

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro:

Método de interpretación	Transmisividad m ² /día	S	r ² .S m ²	r/B
Aprox. Logarítmica (Recuperación Theis). Tramo final	34	–	2,0E-02	–
Aprox. Logarítmica (Recuperación Theis)	0,74	–	8,3E-02	–
Simulación Bombeo (solución de Theis)	4,6	–	1,2E-05	–
Simulación recuperación (solución de Theis)	4,6	–	1,2E-05	–
Simulación Bombeo (solución de Hantush)	1,95	–	1,5E-05	3,6E-02
Simulación Recuperación (solución de Hantush)	2,00	–	1,2E-05	3,8E-02

Se estima que la interpretación más fiable es la correspondiente al modelo de acuífero semiconfinado, por lo que los parámetros hidráulicos más plausibles son los siguientes:

Transmisividad: 2 m²/día.
r².S: 1,5 . 10⁻⁵ m².
r/B : 3,6.10⁻²

Cabe destacar la gran sensibilidad que en este caso la recuperación presenta frente al almacenamiento en el pozo, definido por el radio equivalente. Así, la diferencia más notable entre los parámetros deducidos en el bombeo y la recuperación es el radio equivalente, el cual



da lugar a cambios muy sustanciales en la forma de la curva de recuperación. En la figura 15 se representa la recuperación simulada para los parámetros deducidos en la calibración del descenso, que muestra una forma muy diferente al correspondiente a la figura 14, a pesar que la única diferencia práctica es el menor valor del almacenamiento en pozo considerado (0,03 frente 0,09 m).

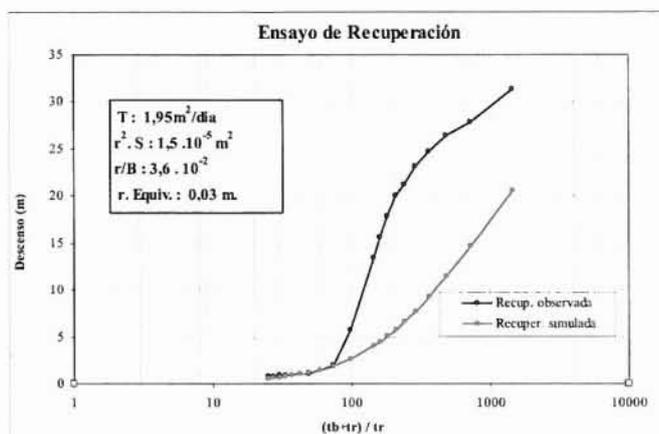


Figura 15

El hecho que en este caso el único tramo calibrado es el final, el cual quedaba sin calibrar en la simulación mostrada en la figura 14, pone de manifiesto la sensibilidad de la recuperación a las variaciones del almacenamiento en el entorno del sondeo, posiblemente inducidas durante la perforación. El radio equivalente es el parámetro de calibración, sin significación real, que permite compensar las anomalías que introduce la anisotropía vertical de los parámetros relacionados con el almacenamiento, el coeficiente de almacenamiento (S) y el factor de goteo (B).



ANEXO Nº 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **Aguarón (Zaragoza)**
 Hoja MTN **27-16 (410) La Almunia de Doña Godina**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	2616-8-0226	Coordenadas sondeo:	646674	4581569	556
Nº de Inventario Piezómetro:	----	Coordenadas Piezómetro:			
Profundidad del sondeo:	214 m	Distancia del piezómetro:			
Nivel estático:	59,93 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 2 Parcela 9000		
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	139 m	Fecha ensayo:	17 de mayo de 2007		
Profundidad muro Fm acuífera (m)	211 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV		
Longitud del filtro (Screen lenght)	12 m	Grupo :	DEUSCH 100KVA 150 CV		
φ perforación (annulus diameter)	220 mm	Profundidad bomba:	157 m		
φ pantalla (casing diameter)	180 mm				

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
13:20	0	0	59,93	0			
13:22	4,0	2	76,10	16,17			
13:23	4,0	3	71,64	11,71			Agua sucia (marrón).
13:24	4,0	4	71,02	11,09			
13:25	4,0	5	71,08	11,15			
13:26	4,0	6	71,15	11,22			
13:27	4,0	7	71,27	11,34			
13:28	4,0	8	71,40	11,47			
13:29	4,0	9	71,46	11,53			
13:30	4,0	10	71,54	11,61			
13:32	4,0	12	71,61	11,68			
13:35	4,0	15	71,72	11,79			
13:37	4,0	17	71,80	11,87			Agua turbia (naranja).
13:39	4,0	19	71,88	11,95			
13:41	4,0	21	71,92	11,99			
13:44	4,0	24	72,00	12,07			
13:47	4,0	27	72,99	13,06			
13:50	4,0	30	73,46	13,53			Agua turbia con algo de color (naranja).
13:55	4,0	35	73,50	13,57			
14:00	4,0	40	73,65	13,72			
14:05	4,0	45	73,71	13,78			
14:10	4,0	50	73,76	13,83			
14:15	4,0	55	73,86	13,93			
14:20	4,0	60	73,89	13,96			
14:21	6,0	61	79,11	19,18			Agua turbia con algo de color (naranja).
14:22	6,0	62	81,01	21,08			
14:23	6,0	63	82,93	23,00			
14:24	6,0	64	87,15	27,22			
14:25	6,0	65	89,74	29,81			
14:26	6,0	66	91,44	31,51			
14:27	6,0	67	92,82	32,89			
14:28	6,0	68	93,84	33,91			
14:29	6,0	69	93,17	33,24			
14:30	4,0	70	92,83	32,90			
14:32	4,0	72	92,78	32,85			
14:35	4,0	75	92,89	32,96			
14:37	4,0	77	93,00	33,07			Cond: 555µS pH: 8,0 Tª 17º C
14:41	4,0	81	93,69	33,76			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
14:44	4,0	84	93,46	33,53			
14:47	4,0	87	93,32	33,39			
14:50	4,0	90	93,40	33,47			
14:55	4,0	95	93,41	33,48			
15:00	4,0	100	93,42	33,49			
15:05	4,0	105	93,44	33,51			
15:10	4,0	110	93,53	33,60			
15:15	4,0	115	93,71	33,78			
15:20	4,0	120	93,82	33,89			
15:30	4,0	130	94,21	34,28			
15:40	4,0	140	95,37	35,44			
16:00	4,0	160	96,06	36,13			
16:20	4,0	180	96,64	36,71			
16:40	4,0	200	96,95	37,02			
17:00	4,0	220	97,50	37,57			
17:20	4,0	240	97,80	37,87			
17:50	4,0	270	98,34	38,41			
18:20	4,0	300	102,94	43,01			Cond: 551 μS Agua turbia.
18:50	1,5	330	104,87	44,94			El agua empieza a aclarar.
19:20	1,5	360	104,96	45,03			MUESTRA 1. Cond: 540 μS pH: 8,1 T° 17° C
20:00	1,5	400	105,01	45,08			Agua clara.
20:40	1,5	440	105,81	45,88			
21:20	1,5	480	106,27	46,34			
22:00	1,5	520	106,22	46,29			
22:40	1,5	560	106,15	46,22			
23:20	1,5	600	106,12	46,19			
0:20	1,5	660	106,08	46,15			
1:20	1,5	720	106,10	46,17			MUESTRA 2. Cond: 548 μS pH: 8,1 T° 17° C
2:20	1,5	780	106,11	46,18			
3:20	1,5	840	106,11	46,18			
4:20	1,5	900	106,12	46,19			
5:20	1,5	960	106,10	46,17			
6:20	1,5	1020	106,10	46,17			
7:20	1,5	1080	106,11	46,18			
8:20	1,5	1140	106,08	46,15			
9:20	1,5	1200	106,07	46,14			
10:20	1,5	1260	106,09	46,16			
11:20	1,5	1320	106,09	46,16			
12:20	1,5	1380	106,08	46,15			
13:20	1,5	1440	106,09	46,16			MUESTRA 3. Cond: 560 μS pH: 8,1 T° 18° C
13:21	0	1441	91,23	31,30			
13:22	0	1442	87,73	27,80			
13:23	0	1443	86,28	26,35			
13:24	0	1444	84,59	24,66			
13:25	0	1445	83,08	23,15			
13:26	0	1446	81,10	21,17			
13:27	0	1447	79,92	19,99			
13:28	0	1448	77,82	17,89			
13:29	0	1449	75,58	15,65			
13:30	0	1450	73,35	13,42			
13:35	0	1455	65,67	5,74			
13:40	0	1460	61,85	1,92			
13:45	0	1465	61,34	1,41			
13:50	0	1470	61,02	1,09			
13:55	0	1475	60,91	0,98			
14:00	0	1480	60,85	0,92			
14:05	0	1485	60,82	0,89			
14:10	0	1490	60,78	0,85			
14:15	0	1495	60,76	0,83			
14:20	0	1500	60,72	0,79			

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00005241

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

PIEZOMETRO AGUARÓN-CARIÑENA MUESTRA 6 h

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005007

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 17/05/2007 Hora: 19:22

Fecha recepción: 29/05/2007

Inicio análisis: 29/05/2007

Fin análisis: 01/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,31 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	227,73 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	85,76 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	23,23 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	532 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,98 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	11,84 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	23,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,55 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,03 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,15 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	45,21 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.

5 de junio de 2007

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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	23,23	0,66	11,50
SULFATOS	45,21	0,94	16,51
BICARBONATOS	227,73	3,73	65,48
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	23,00	0,37	6,51
SODIO	13,15	0,57	9,69
MAGNESIO	11,84	0,97	16,50
CALCIO	85,76	4,28	72,49
POTASIO	3,03	0,08	1,31

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	436,33 mg/l
CO2 libre	10,22 mg/l
Dureza total	26,29 °Francés
Dureza total	262,90 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	76,23 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	186,77 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	186,77 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,43
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,12
rNa/rK	7,38
rNa/rCa	0,13
rCa/rMg	4,39
$rCl/rHCO_3$	0,18
rSO_4/rCl	1,44
rMg/rCa	0,23
i.c.b.	0,01
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 5007



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005244

Solicitado por

CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA)
BALTASAR GRACIAN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA

Denominación de la muestra

CARIÑENA-AGUARÓN ENSAYO DE BOMBEO - MUESTRA2 (12 horas)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005003

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 18/05/2007 Hora: 1:20

Fecha recepción: 29/05/2007

Inicio análisis: 29/05/2007

Fin análisis: 05/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,35 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	232,63 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	73,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	22,51 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	517 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,98 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	10,28 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	22,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,30 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,54 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,06 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,44 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	62,35 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SI LF)

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 acreditación 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.

5 de junio de 2007

Fdo. Susana Avilés Espinero
Lda. 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	22,51	0,63	10,41
SULFATOS	62,35	1,30	21,27
BICARBONATOS	232,63	3,81	62,48
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	22,09	0,36	5,84
SODIO	13,44	0,58	11,25
MAGNESIO	10,28	0,85	16,28
CALCIO	73,88	3,69	70,96
POTASIO	3,06	0,08	1,51

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	443,93 mg/l
CO2 libre	10,68 mg/l
Dureza total	22,68 °Francés
Dureza total	226,81 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	36,12 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	190,79 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	190,79 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,51
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,15
rNa/rK	7,47
rNa/rCa	0,16
rCa/rMg	4,36
$rCl/rHCO_3$	0,17
rSO_4/rCl	2,04
rMg/rCa	0,23
i.c.b.	-0,04
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 5003



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005244

Solicitado por

CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA)
BALTASAR GRACIAN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA

Denominación de la muestra:

CARIÑENA-AGUARÓN ENSAYO DE BOMBEO - MUESTRA2 (12 horas)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005003

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 18/05/2007 Hora: 1:20

Fecha recepción: 29/05/2007

Inicio análisis: 29/05/2007

Fin análisis: 05/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,35 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	232,63 mg/l	Acidimetría con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	73,88 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	22,51 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	517 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,98 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	10,28 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	22,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,30 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,54 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,06 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,44 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	62,35 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 (IQ-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 BVQI, conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.*

5 de junio de 2007

Fdo. Susana Avilés Espinero
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	22,51	0,63	10,41
SULFATOS	62,35	1,30	21,27
BICARBONATOS	232,63	3,81	62,48
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	22,09	0,36	5,84
SODIO	13,44	0,58	11,25
MAGNESIO	10,28	0,85	16,28
CALCIO	73,88	3,69	70,96
POTASIO	3,06	0,08	1,51

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,01 °C
Sólidos disueltos	443,93 mg/l
CO2 libre	10,68 mg/l
Dureza total	22,68 °Francés
Dureza total	226,81 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	36,12 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	190,79 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	190,79 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,51
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,15
rNa/rK	7,47
rNa/rCa	0,16
rCa/rMg	4,36
$rCl/rHCO_3$	0,17
rSO_4/rCl	2,04
rMg/rCa	0,23
i. c. b.	-0,04
i. d. d.	-0,01

Nº Registro: 5003



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00005374

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

CARIÑENA-AGUARÓN ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 3 (24 horas)

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **00005006**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Fecha muestreo: **18/05/2007** Hora: **13:20**

Fecha recepción: **29/05/2007**

Inicio análisis: **29/05/2007**

Fin análisis: **05/06/2007**

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	2,40 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	230,18 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,02 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	89,18 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-CaAA)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	23,96 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	539 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,70 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	8,41 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MgAA)
*MANGANESO	0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
*NITRATOS	25,08 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
*NITRITOS	0,94 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,51 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,24 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	13,73 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SULFATOS	61,48 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.

12 de junio de 2007

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

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	23,96	0,68	11,02
SULFATOS	61,48	1,28	20,87
BICARBONATOS	230,18	3,77	61,51
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	25,08	0,40	6,60
SODIO	13,73	0,60	10,26
MAGNESIO	8,41	0,69	11,89
CALCIO	89,18	4,45	76,43
POTASIO	3,24	0,08	1,42

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,02 °C
Sólidos disueltos	459,37 mg/l
CO2 libre	11,32 mg/l
Dureza total	25,73 °Francés
Dureza total	257,31 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	68,64 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	188,78 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	188,78 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,52
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,13
rNa/rK	7,21
rNa/rCa	0,13
rCa/rMg	6,43
$rCl/rHCO_3$	0,18
rSO_4/rCl	1,89
rMg/rCa	0,16
i.c.b.	-0,01
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 5006

ANEJO 6
FICHA IPA Y FICHA MMA



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA



Tipo: SONDEO

Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (2616) LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA

UTMX: 646674

UTMY: 4581569

COTA: 559

Provincia: ZARAGOZA

Municipio: AGUARON

Localidad:

Paraje: AGUARON MMA

Dominio Hidrogeológico: Central Ibérico

Unidad: Campo de Cariñena

Acuífero:

Masa Subterránea A:

Masa Subterránea B: MIOCENO DE ALFAMÉN

Acuífero:

Redes:

PG	PL	PH	CG	CL	CH	CE	L	T	LH	I	OT
<input type="checkbox"/>											

Río: JALON

Cuenca: EBRO

Observaciones: Se empezó a detectar humedad hacia el metro 149 y un posible aporte de agua a los 160 m pero no llega a subir hasta la boca del sondeo por posible pérdidas. En la testificación geofísica la sonda sólo baja hasta 73,90 m y no llega a tocar nivel. Durante la limpieza salía agua con muchos arrastres de limos anaranjados. La entubación se ha realizado con mucha dificultad a pesar de meter filtros de puentecillo por temor a colapsar la tubería. A la vez que se iba introduciendo la tubería se iba reperforando con el martillo de 165 mm de diámetro y se iba soplando, para limpiar el sondeo. A los 167 m de profundidad la tubería se ha atascado y no se ha podido seguir entubando.



AguaronMMA (1) (21/12/2006)

N°	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	10/11/2006	20/10/2006	
12		CHE (OPH)	17/01/2008	12/01/2008	

PERFORACIÓN

Contratista: SACYR MICROTEC

Año: 2006

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA Profundidad total: 214

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	40	320
40	214	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	39	250		Metálica ciega	CEMENTACION
0	101	180	4	Metálica ciega	
101	107	180	4	Metálica ranurada	
107	113	180	4	Metálica ciega	
113	119	180	4	Metálica ranurada	
119	167	180	4	Metálica ciega	
167	214	180	4	Sin Entubación	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
20/10/2006	Ganma natural

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	7	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
Observaciones: Gravas poligénicas.				
7	10	ARCILLAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
Observaciones: Arcillas marrones-anaranjadas con algo de grava.				
10	36	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
Observaciones: Gravas poligénicas con matriz arcillosa naranja.				
36	40	CONGLOMERADOS	MIOCENO	
Observaciones: Conglomerados poligénicos con algunas pasadas de gravas. Presentan bastante arena y algo de arcilla, de tonalidad naranja.				
40	101	GRAVAS	MIOCENO	
Observaciones: Gravas poligénicas con matriz arenosa y arcillosa de tonalidad naranja.				
101	104	MARGAS	MIOCENO	
Observaciones: Marga marrón clara con algo de grava.				
104	139	MARGAS	MIOCENO	
Observaciones: Marga marrón clara				

139	145	GRAVAS	MIOCENO
Observaciones: Grava con matriz arcillosa.			
145	154	GRAVAS	MIOCENO
Observaciones: Grava poligénica.			
154	157	ARENISCAS	MIOCENO
Observaciones: Arenisca parcialmente cementada alternando con gravas (conglomerados)			
157	167	GRAVAS	MIOCENO
Observaciones: Gravas poligénicas con matriz arcillosa rojiza. Algunos niveles más cementados.			
167	181	GRAVAS	MIOCENO
Observaciones: Gravas poligénicas con matriz arcillosa marrón grisácea. Intercalaciones de arenisca.			
181	205	ARCILLAS	MIOCENO
Observaciones: Arcilla marrón rojiza y gravas poligénicas			
205	211	GRAVAS	MIOCENO
Observaciones: Gravas poligénicas			
211	214	ARCILLAS	MIOCENO
Observaciones: Arcilla marrón rojiza y gravas poligénicas.			

PIEZOHIROMETRÍA

NIVEL: NIVEL I

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
7	81.25	72.675	8.575	74.6264	2.9634

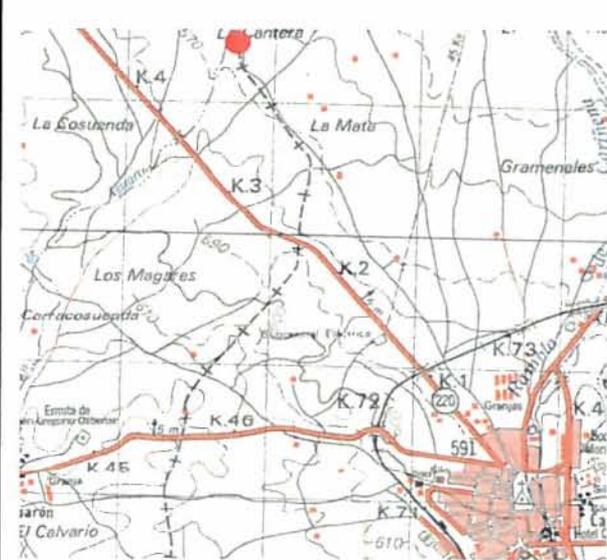
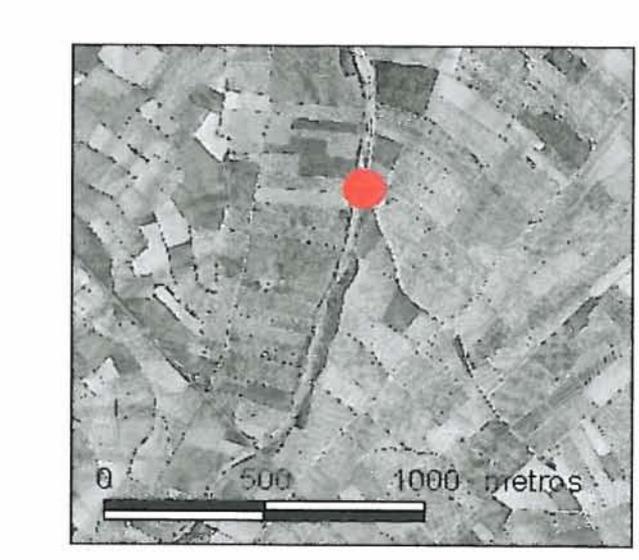
Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
12/01/2008	73.75			485.255	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/12/2007	73.47			485.53	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
14/11/2007	73.16			485.845	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/10/2007	72.68			486.325	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
19/01/2007	74.21			484.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/12/2006	73.88			485.12	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
18/11/2006	81.25			477.75	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									

FICHA DE PIEZÓMETRO

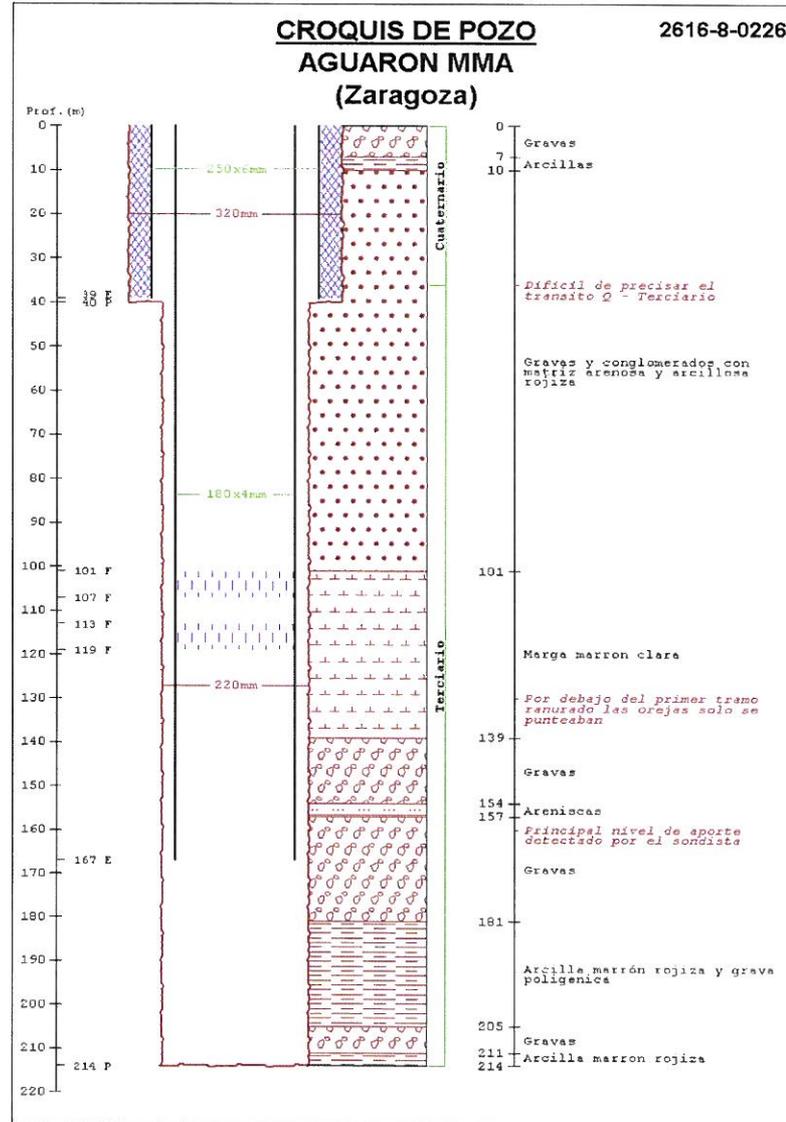
TOPONIMIA		RAMBLA AGUARON MMA			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.603.016	
CÓDIGO IPA		261680226	Nº MTN 1:50.000	2616	MUNICIPIO AGUARON		PROVINCIA ZARAGOZA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA SUBTERRÁNEA		075 CAMPO DE CARIÑENA						
U. HIDROGEOLÓGICA		603 Campo de Cariñena						
ACUÍFERO(S)		075-02 Detrítico terciario de Alfamen						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	646674	DATOS OBTENIDOS DE:		GPS	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		BROCAL
	Y	4581569						
COTA DEL SUELO msnm	Z	559	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		2			PARCELA		19	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Aguaron						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
METODO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	40	320	0	39	250	Metálica	101	107	Puentecillo	0	39
40	214	220	0	167	180	Metálica	113	119	Puentecillo		

HISTORIA		
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO		

LOCALIZACIÓN	
UBICACIÓN DEL SONDEO	FOTO AÉREA
	

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

