



INFORME PIEZÓMETRO DE VILLARROYA: 09.502.01



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 rotoperCUSión y 4.075 mediante rotación con circulación inversa, En su mayor parte los sondeos no superan los 300 m de profundidad.

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

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

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

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

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

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

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

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

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

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

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

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

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

Sondeo ubicado en los afloramientos mesozoicos del frente de cabalgamiento de la Sierra de Cameros entre las descargas de Arnedillo y Fitero. Estos materiales están afectados por una tectónica de cabalgamientos que sitúan los materiales mesozoicos sobre los terciarios de la cuenca del Ebro al N.

El sondeo está emplazado sobre las dolomías y calizas (carniolas) que forman parte del acuífero 66.01 Jurásico marino (Lías y Dogger) en la zona de recarga del acuífero mesozoico del flujo somero no termal de la masa de agua subterránea. El flujo se dirigirá hacia la descarga regional hacia el río Alhama en Fitero o más probablemente a la descarga que se produce al N de Grávalos en el Arroyo Cantares.

2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro está situado a 1,5 km al SE de municipio de Villarroya. Para acceder a este emplazamiento se toma un camino que va hacia el este, desde el casco urbano y se avanza por ese camino algo menos de 2 km. Las coordenadas UTM punto son:

X= 577.763

Y= 4.664.737

Z= 887 m.s.n.m.



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

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Jurásico inferior identificados en la Hoja MAGNA nº 281 como unidad TA33-J11, de edad Rethiense-Hettangiense superior, que se corresponde con la Fm. Cortes de Tajuña. Sobre estos materiales se observa en las cercanías de Villarroya la intrusión de materiales volcánicos (Ofitas). El conjunto de materiales se disponen formando una alineación de dirección NE-SO a E-O que se encuentra cabalgando sobre los materiales del cretácico Superior (facies Utrillas-Escucha) de edad Albiense-Cenomaniense. Esta alineación delimita el borde norte de la Cubeta Pliocena de Villarroya, presentando buzamientos de entre 35 a más de 45° hacia el Suroeste.

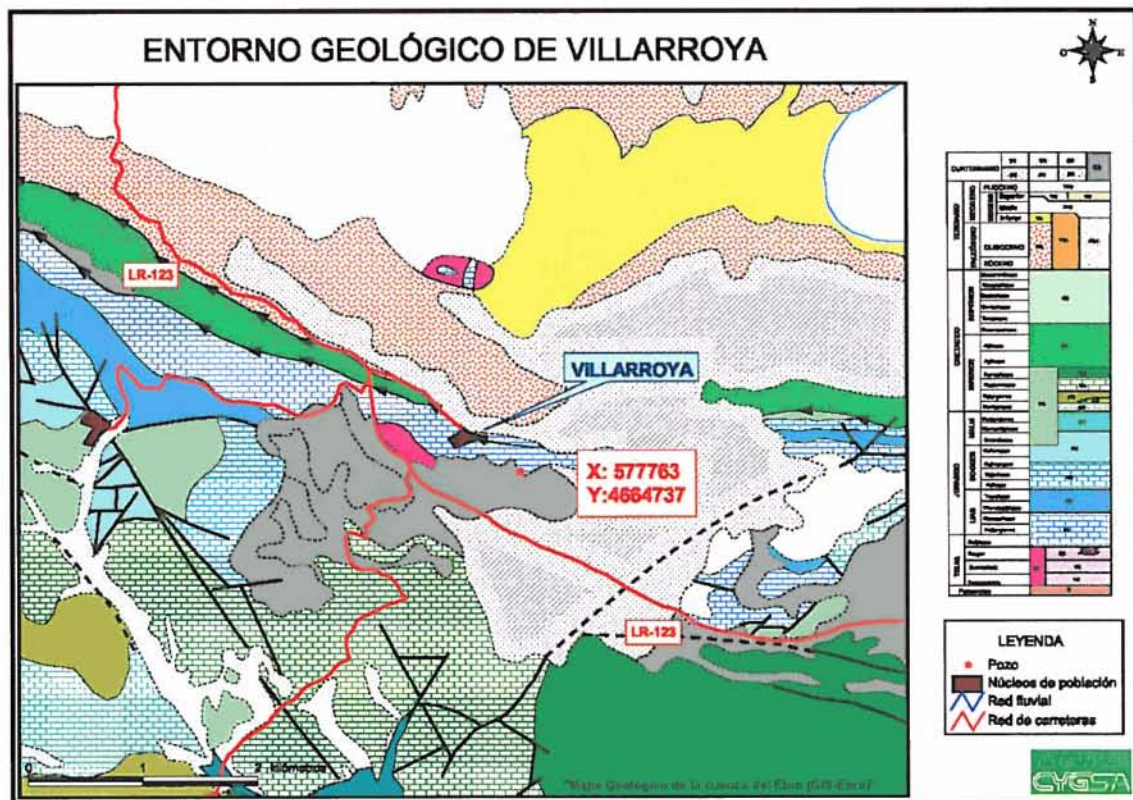


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Villarroya.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 5 "Dominio ibérico Demanda-Cameros". Este dominio queda limitado al norte por el cabalgamiento noribérico, al sur y oeste por la divisoria de cuenca sobre materiales de baja permeabilidad y al este por la traza del río efluente Alhama. Engloba a los materiales de la denominada Franja Móvil de La Rioja. Los acuíferos se han desarrollado preferentemente en litologías carbonatadas del Jurásico. En los trabajos del ITGE se denominaba Sistema Acuífero 63 (Sierras de la Demanda y Cameros).

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 502 "Fitero-Arnedillo", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.066 denominada "Fitero-Arnedillo", y el acuífero a controlar son las carnioles de la Fm Cortes de Tajuña, de edad Retiebinse-Hettangiense.

El acuífero de la masa de agua 090.066 es carbonatado, predominantemente libre, de 97,4 km² de superficie. Constituye una franja mesozoica cabalgada sobre los materiales de la Depresión terciaria del Ebro y fuertemente tectonizada. El Keuper actúa de nivel de despegue constituyendo el sustrato impermeable. A techo las facies Purbeck confinan el acuífero con carácter de acuitardo. El acuífero principal está formado por materiales carbonatados del Jurásico marino (300-700 m) y calizas del Cretácico inferior (potencia máxima 440 m.). La recarga se produce mediante infiltración de la precipitación, y subterráneamente desde los materiales situados al S. La descarga natural se realiza a través de la red fluvial y mediante pequeños manantiales. En Fitero y Arnedillo se producen descargas procedentes de un flujo térmico profundo, provocado por una anomalía geotérmica que recalienta el agua dando lugar a un flujo rápido que asciende por fracturas.

El piezómetro se encuentra situado directamente sobre las Brechas y Carniolas de la Formación Cortes de Tajuña, que en esta zona se encuentra buzando unos 10° N.

(Entorno geológico puede consultarse en figura 2.)

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

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

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inició el 2 de diciembre de 2004 a las 12:15 horas y se terminó el 3 de diciembre de 2004 a las 14:00 horas.

Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad, perforado con un diámetro de 315 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

De 6 metros hasta 165 metros (final del sondeo) 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. Se tocó humedad sobre los metros 20-25. La velocidad media de perforación fue de unos 40 m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 15 de enero de 2005. En ella se registraron los parámetros de gamma natural, potencial espontáneo y resistividad, así como la verticalidad y desviación de la perforación.

La sonda, debido a desmoronamientos de las paredes del sondeo, no pudo bajar más de 87 metros.

El nivel se situó en 81,5 metros de profundidad. Sólo se pudieron identificar pequeños tramos aportantes entre 81,5 m y 87 m (profundidad máxima que alcanzó la sonda)

La distancia de máxima desviación con la vertical a los 86 m de profundidad ha sido de 2,77 metros. El Acimut mantiene una medida aproximada de 238°. El sondeo mantiene, prácticamente, una desviación de 2°.

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

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Para la entubación de este piezómetro se han utilizado tramos de 6 metros de longitud de tubería de acero al carbono de 300 mm y 180 mm de diámetro con espesores de la pared de 5 mm y 4 mm respectivamente.

Para la captación de los niveles aportantes se ha colocado tubería filtrante "tipo puentecillo", de 180 mm de diámetro, con una luz de malla de 0,2 mm. La situación de los tramos filtrantes viene dada por los aportes detectados durante la perforación y los datos de potencial espontáneo y resistividad registrados en la testificación geofísica.

Tabla 2, entubación realizada:

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
0-81	180	4	Acero al carbono	Ciega
81-87	180	4	Acero al carbono	Puente
87-99	180	4	Acero al carbono	Ciega
99-105	180	4	Acero al carbono	Puente
105-117	180	4	Acero al carbono	Ciega
117-123	180	4	Acero al carbono	Puente
123-135	180	4	Acero al carbono	Ciega
135-141	180	4	Acero al carbono	Puente
141-165	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.

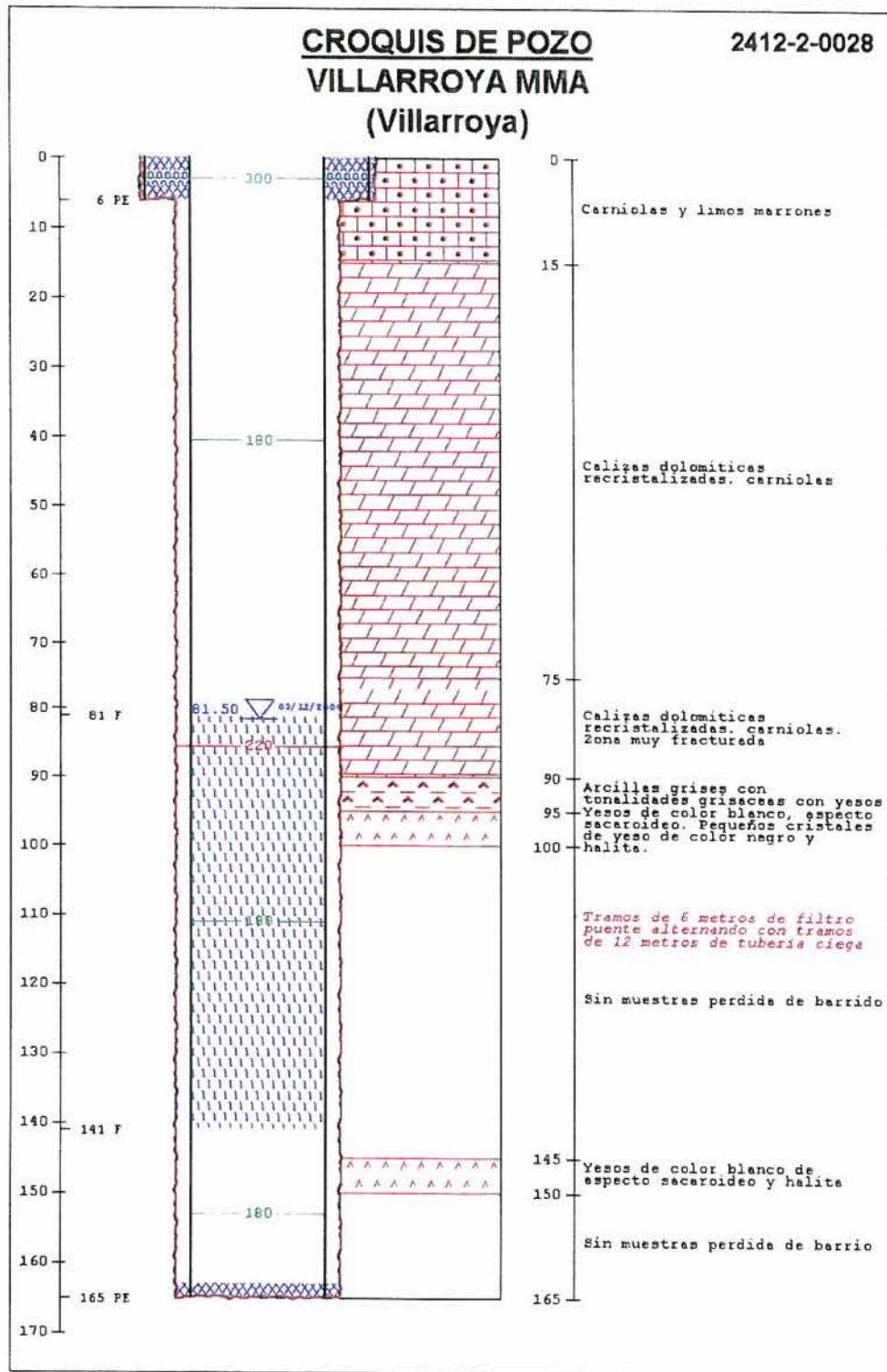


Figura 3. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero perforado está compuesto por carnioles, con anhidrita al final del sondeo, de la Formación Cortes de Tajuña (Lías).

Sobre los 20-25 metros se observó humedad, con un caudal de agua muy escaso (0,1 l/s).

Durante la perforación se han detectado varias zonas de pérdida de barrido (falta de extracción de ripio y, por tanto, también de agua).

El pozo de abastecimiento del pueblo está situado a la misma cota que el piezómetro y el nivel de éste se sitúa sobre los 80 metros. El nivel del piezómetro se situó a 81,5 metros de profundidad.

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

Fecha	Nivel (metros)
03/12/2004	81,50
24/12/2004	82,20
21/01/2005	82,11
18/02/2005	82,41
18/03/2005	81,94
13/04/2005	82,10

ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 13 y 14 de abril de 2005 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El nivel estático inicial estaba en 82,1 metros y la profundidad de la aspiración en 135,5 metros. El primer escalón duró 60 minutos, el caudal medio extraído fue de 7,69 l/s y el descenso del nivel fue de 1,57 m. El segundo escalón duró otros 60

minutos. El caudal medio extraído fue de 11,11 l/s y el descenso del nivel en este escalón fue de 3,96 m. El tercer escalón duró 7 horas. El caudal extraído disminuyó de 14,28 l/s a 7,52 l/s (el nivel cayó hasta la profundidad de la bomba) y el descenso fue de 38,11 m. El último escalón duró las 15 horas restantes. El caudal medio fue de 6,55 l/s. El nivel recuperó 39,75 metros. El descenso total del nivel, al final del bombeo, fue de 2,23 m. En ningún momento llegó a estabilizar el nivel.

El agua salió turbia durante todo el ensayo. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo fue disminuyendo de 4700 a 1053 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el pH medio fue de 7,15 y la temperatura de 14^o C. Se tomaron dos muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 115 minutos. En ese tiempo el nivel pasó del metro 84,33 al metro 82,33. El descenso residual del nivel fue de 0,23 metros.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	82,10	0,00	0,00
1	83,08	0,98	7,69
2	83,09	0,99	7,69
5	83,38	1,28	7,69
10	83,63	1,53	7,69
30	83,80	1,70	7,69
60	83,67	1,57	7,69
61	83,94	1,84	11,11
62	84,00	1,90	7,69
65	84,29	2,19	7,69
70	84,63	2,53	7,69

Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
90	85,23	3,13	11,11
120	86,06	3,96	11,11
121	86,78	4,68	14,28
122	87,06	4,96	14,28
125	87,65	5,55	14,28
130	88,29	6,19	14,28
150	91,35	9,25	14,28
180	98,26	16,16	14,28
200	106,43	24,33	14,18
260	108,11	26,01	14,18
300	111,81	29,71	14,18
330	110,76	28,66	12,50
420	114,20	32,10	12,50
460	114,77	32,67	12,5
500	117,88	35,78	9,83
540	124,08	41,98	7,52
554	101,30	19,20	6,55
565	100,31	18,21	6,55
620	98,18	16,08	6,55
720	96,10	14,00	6,55
840	93,33	11,23	6,55
960	87,47	5,37	6,55
1080	85,11	3,01	6,55
1260	84,63	2,53	6,55
1380	84,44	2,34	6,55
1440	84,33	2,23	6,55
1441	82,92	0,82	0,00
1442	82,95	0,85	0,00
1445	82,64	0,54	0,00
1450	82,50	0,40	0,00
1460	82,45	0,35	0,00
1480	82,59	0,49	0,00
1500	82,22	0,12	0,00
1555	82,33	0,23	0,00

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

La interpretación del ensayo de bombeo sólo ha sido posible mediante tres métodos: Método de Jacob, análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación de la recuperación mediante el programa MABE (Método directo).

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

Método	Transmisividad	r².S	R. Equiv.
Aprox Log Jacob (2º escalón)	26.62 m ² /día	---	---
Aprox Log Jacob (3º escalón)	4.21 m ² /día	---	---
Aprox Log Jacob (4º escalón)	11.12 m ² /día	---	---
Método de Recuperación de Theis	528 m ² /día	---	---
Simulación mediante la solución de Theis	770 m ² /día	6,5 E-8 m ²	3,6E-1 m

Se considera que los parámetros representativos del acuífero son los obtenidos mediante la calibración de la recuperación con el modelo MABE.

(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:

- Final de la limpieza, con aire comprimido, de la perforación. (Conductividad: 5700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,15.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 915 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,73.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 881 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH: 7,67.)

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 ALTA – MUY ALTA (según la clasificación en función del total de sólidos disueltos), por su dureza (cantidad de iones Ca^{+2} y Mg^{+2} en solución) se considera un agua MUY DURA – EXTREMADAMENTE DURA, superando incluso los Valores Habituales en Aguas Subterráneas según Custodio y Llamas (ed. 1996) y la legislación vigente (R.D.140/2003) en la muestra de limpieza, y por su composición se clasifica como AGUA SULFATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes). La muestra de agua de limpieza se clasifica como sulfatada - sódica.

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

Respecto a los valores habituales y de referencia de los iones mayoritarios en aguas subterráneas (datos según Custodio y Llamas, ed. 1996), se rebasa, en mucho, el contenido en sulfatos y en sodio y, menos, en bicarbonatos, en la muestra de limpieza. En las demás muestras recogidas únicamente se supera el sulfato (mayor a los 250 mg/l marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003).

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

Determinación	Agua de limpieza	Muestra 2 Ensayo de bombeo	Muestra 3 Ensayo de bombeo
Cloruros	242,22 mg/l	13,65 mg/l	13,65 mg/l
Sulfatos	3.438,00 mg/l	446,80 mg/l	413,30 mg/l
Bicarbonatos	156,72 mg/l	151,71 mg/l	154,21 mg/l
Carbonatos	0,00 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Nitratos	30,49 mg/l	44,41 mg/l	47,77 mg/l
Sodio	1.026,97 mg/l	11,31 mg/l	12,72 mg/l
Magnesio	58,00 mg/l	18,45 mg/l	18,45 mg/l
Calcio	562,93 mg/l	204,13 mg/l	192,92 mg/l
Potasio	5,89 mg/l	1,21 mg/l	1,18 mg/l
Nitritos	0,22 mg/l	0,03 mg/l	0,03 mg/l
Amonio	0,56 mg/l	<0,04 mg/l	<0,04 mg/l
Boro	0,95 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Fosfato		0,13 mg/l	0,12 mg/l
Anhídrido Fosfórico	0,40 mg/l		
Anhídrido Silícico	4,29 mg/l	5,99 mg/l	6,00 mg/l
Hierro	0,01 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l
Manganeso	0,39 mg/l	0,00 mg/l	0,00 mg/l

12. CONCLUSIONES

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

El sondeo se ha realizado por el método de rotoperCUSión. El diámetro de la perforación es de 220 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 165 m. El acuífero atravesado son las brechas y carniolas de la Fm. Cortes de Tajuña. Actualmente el nivel se sitúa a unos 80 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 7 l/s. Los parámetros hidrogeológicos del acuífero, calculados mediante el método directo MABE son $T= 770 \text{ m}^2/\text{día}$, $r^2.S= 6,50 \text{ E-}8 \text{ m}^2$ y $R. \text{Equiv.} = 3.60 \text{ E-}1 \text{ m}$.

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

ANEJO 0

REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN

PIEZOMETRO: 09 502 01

PROVINCIA: LA RIOJA

MUNICIPIO: VILLARROYA.

Nos reunimos el 29/10/04 con el Sr. Alcalde, D. Salvador Pérez, después de haberle comentado por teléfono el objeto del proyecto. Se le entrega un tríptico con las características del proyecto.

Antes de iniciar la visita, el alcalde nos trasmite la preocupación de que la construcción del piezómetro pudiera condicionar la futura perforación de otros piezómetros cerca del pozo 09 502 01. Puesto en contacto con la Dirección de Obra desde el campo, comunicamos al edil que, aunque se deba marcar de forma orientativa un perímetro de protección de unos 100 metros, el abastecimiento al municipio siempre tendrá prioridad ante cualquier otro objetivo y que están en su derecho de colocar dicha "coletilla" en el permiso que nos otorgarán. D. Salvador queda satisfecho con dicha explicación y nos enseña el pozo de abastecimiento actual (el cual están en trámites de legalización y, según él, no poseen ninguna información sobre su construcción, columna, costes, etc.).





VISTA DE LA CASETA E INSTALACIÓN DEL POZO DE ABASTECIMIENTO

Se toma las coordenadas de este punto: 577417, 4664598, Z: 881 m.

A continuación buscamos la ubicación prevista en Proyecto 1 y en el replanteo previo. Nos encontramos que este punto se encuentra en terrenos particulares, pero a pocos metros del mismo, hallamos una zona amplia de titularidad municipal, sobre las carniolas objeto de la perforación y a unos 300-400 metros del pozo de abastecimiento. Sus coordenadas son 577378, 4664791 y Z: 918 m. Se encuentra al Este del pueblo entrando por el pueblo., tomar el camino hacia la zona alta y recorrer unos 300 metros; en esa zona, existen restos de antiguas perforaciones y escombros dispersos. Se ubica en el paraje El Esplegal ("el Cerro"), polígono 7, parcela 455.

La situación del futuro pozo 37 metros más alto que el de abastecimiento, hace que la perforación deberá tener, como mínimo 160 – 170 metros (el nivel del agua en el pozo de abastecimiento está a 90 m.) y de esta manera, atravesar el acuífero dentro de las carniolas del Lias, por lo menos, 30 metros por debajo del nivel).



DETALLE DEL EMPLAZAMIENTO ELEGIDO

El alcalde nos comenta que el día 1 de Noviembre hay pleno municipal y que cree que no habra problema para otorgar rápidamente el permiso.

Ayuntamiento de Villarroya
26587VILLARROYA. LA RIOJA
Alcalde: D. Salvador Pérez. 941 39 80 06 652 82 83 15

PIEZOMETRO: 09 502 01

LOCALIDAD: VILLARROYA

COMUNIDAD: LA RIOJA

Se visita la zona nuevamente el 17/11/04 en compañía del señor alcalde.

El objetivo es modificar, si es posible, el emplazamiento previsto para separarnos lo máximo posible del borde norte del afloramiento de carnioles, objetivo de este sondeo.

Se encuentra un punto, de titularidad municipal, situado a casi 300 metros al SE del pozo de abastecimiento actual. El alcalde sigue manifestando su conformidad con el sondeo pero se muestra preocupado por el posible condicionante que pueda suponer para el futuro este pozo de investigación.

La cota del nuevo pozo es similar a la del abastecimiento.

Se accede de forma fácil desde la LR-123, pk 31,5 y desde allí, se avanza un kilómetro para llegar al pozo del pueblo; en ese punto, tomar el camino al SE.

La parcela se ubica en el Polígono 7, parcela 389.



SAIH

AYUNTAMIENTO
DE
VILLARROYA
(LA BLOJA)

Domicilio: c/. Iglesia, 2
Código Postal, 28587

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO
23/11/2009 12:28:13
51122
Confederación Hidrográfica del Ebro
REGISTRO DE ENTRADA
4E090051122

FECHA 13/11/09 N.º
SU REFERENCIA
NUESTRA REFERENCIA
ASUNTO

SERVICIO
SAIH
ENTRADA 4875
FECHA 25-11-09

Con fecha 1 de Septiembre de 2.009, el Ayuntamiento de Villarroya recibe una solicitud de la Confederación Hidrográfica del Ebro, para la instalación de un equipo de medida automática del nivel de las aguas subterráneas.

A la vista de la documentación aportada, el Ayuntamiento de Villarroya reunido en sesión extraordinaria el pasado día veinticinco de octubre acordó entre otros asuntos.

Otorgar permiso para la realización de los trabajos correspondientes a la Instalación de un Sensor de nivel piezométrico en el sondeo sito en Villarroya, Polígono 7, Parcela 389, cota 887 (X:577763 Y:46644737) y la ocupación de los terrenos adyacentes en la medida en que sea necesario, por parte del personal de la Confederación Hidrográfica del Ebro, conforme a los términos expresados en su solicitud y dentro de las actuaciones de la "Modificación nº 1 del segundo proyecto de incorporación de nuevas infraestructuras hidráulicas a la red de información hidrológica de la cuenca del Ebro" con clave: 09.604.125/2221.

Villarroya, 13 de Noviembre de 2.009
EL ALCALDE,



Salvador Pérez Abad
Edo.: Salvador Pérez Abad.



DESTINATARIO

FECHA: 11 de abril de 2005

SU/REF.:

N/REF.: VAE

Sr. Alcalde Villarroya (La Rioja)
D. Salvador Pérez
Ayto. de Villarroya
c/ Ayuntamiento de Villarroya, 2
26587 – VILLARROYA (LA RIOJA)

ASUNTO

SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE TERRENOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y OBSERVACIÓN DE UN PIEZÓMETRO

La Confederación Hidrográfica del Ebro con el apoyo técnico de la Comunidad Autónoma, siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la Dirección General del Agua, ha programado la construcción de una red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro.

La red proyectada consta de 100 nuevos puntos, uno de los cuales está previsto que se construya en ese municipio, concretamente en el paraje “El Esplegal” o “El Cerro” polígono 7, parcela 389, de acuerdo con el proyecto que se plasma en la ficha adjunta a esta carta, con el objeto de: 1) valorar las características del acuífero, 2) determinar la calidad química del recurso y 3) medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del sondeo. Toda la información que resulte de esta investigación hidrogeológica realizada será comunicada a ese Ayuntamiento y el registro de medidas se encontrará disponible en la página web de la Red de Información de Agua, en www.opf.chebro.es junto a los datos de otros piezómetros actualmente operativos.

Las redes de control de aguas subterráneas se implantan con voluntad de utilización indefinida en el tiempo, por lo que la Administración construye estos sondeos en emplazamientos en que está garantizada previamente tanto la ejecución y la permanencia de la obra como el acceso al punto para la observación y muestreo. Por estas razones, técnicos de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro han seleccionado el punto antes indicado y, a efectos de disponer de las garantías mencionadas, solicita de ese Ayuntamiento un acuerdo formal del mismo en el que se autorice:



1. La ocupación, de modo transitorio mientras dure la ejecución de la obra, de una extensión aproximada de 100 m²; necesarios para construir el sondeo.
2. La ocupación durante un periodo de treinta años, prorrogable al término del mismo, de un espacio de 1 m², en que estará situado el sondeo y la arqueta de protección del mismo.
3. El acceso, por funcionario público o persona delegada, hasta el recinto anterior, con objeto de realizar las medidas o muestreos inherentes a la operación de control, así como a realizar los trabajos de reparación o mantenimiento que sean necesarios.

Así, quedamos a su disposición para cuantas explicaciones adicionales requieran y esperamos su pronta contestación para poder adecuar el plan de trabajo con la empresa contratista..

Atentamente,

La Técnico Facultativo Superior
de la Oficina de Planificación Hidrológica

Fdo.: M^a Teresa Carceller Layel

ANEJO 1

INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN



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



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

FECHA: 2/12/04	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09. 502.01	POBLACIÓN: Villarroya	PROF.:
PERFORACIÓN		
INICIO: 2/12/04	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)

Comienza la perforación a las 12:20.

A las 13:30 se han realizado 6 m de emboquille de diámetro 315 mm y 4 m con diámetro 220 mm.

El sondeo está emboquillado sobre las brechas calcáreas de la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña. Aunque el aspecto es muy masivo el buzamiento parece ser de unos 10º N.

Se comunica a los sondistas que la profundidad máxima a alcanzar es de 150 m. En cualquier caso el sondeo se detendrá cuando aparezcan ofitas o en su defecto arcillas multicolores de Facies Keuper. Se les entrega unas muestras de ofitas obtenidas de la cantera abandonada al W del pueblo para que se hagan una idea de su aspecto.

La cota del sondeo es similar al pozo de abastecimiento donde el nivel nos informan que está a unos 80 m.

A las 17:00 le comunico a Pablo Coloma vía SMS que se ha comenzado el sondeo y que está previsto realizar la testificación geofísica a mediodía del 3/12/04

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: 3/12/04	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09.502.01	POBLACIÓN: Villarroya (La Rioja)	PROF.: 165 m
PERFORACIÓN		
INICIO: 07/12/04	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)

Se realiza el resto de la perforación del sondeo a lo largo de la mañana. A los 100 metros se encuentra una cavidad a partir de la cual, no se expulsa ni agua ni ripio de la perforación. Con 145 metros, sale una pequeña fracción de detritus constituido por carniolas y restos de anhidrita de color blanco (característicos de estos niveles pertenecientes a los Cortes de Tajuña).

Aunque no aparece agua procedente del barrido de la perforación, parece que el nivel va a coincidir con la zona cercana a la cavidad. Dado que Pablo Coloma va a personarse en el sondeo, esperamos su presencia para decidir la finalización del sondeo.

A partir de los 150 metros, desaparece otra vez el ripio. Con 165 metros y, de acuerdo con Pablo Coloma se decide finalizar la perforación.

Pablo después de analizar las muestras, se muestra de acuerdo con esta Asistencia Técnica sobre la litología perforada en su totalidad: carniolas con anhidrita en su parte final.

Se introduce la sonda hidronivel después de extraer el varillaje y nos marca el nivel del agua a 81,5m. (valor concordante con el del pozo de abastecimiento cercano).

A las 15:10 se inicia la testificación geofísica y finaliza a las 16:45.

Debido al desmoronamiento de las paredes del sondeo en las cercanías de la cavidad, no ha sido posible testificar más allá de los 85 metros aunque se ha detectado claramente el nivel del agua a los 81,5 m.

El resumen de la perforación efectuada es el siguiente:

0-15 m. Carniolas y limos marrones claros superficiales.

15-26 m. Calizas, dolomías, carniolas de color marrón-gris.

26-45 m. Carniolas, dolomías y calizas recristalizadas en fragmentos mayores debido a la fracturación del terreno.

45-100 m. Carniolas con intercalaciones margosas marrones.

100-145m . No se recupera testigo.

145- 150 m. Carniolas con niveles de anhidrita.

150-165 m. No se recupera testigo.

La entubación decidida conjuntamente con Pablo Coloma es la siguiente:

0-81m. Tubería ciega.
81-87 m. Puentecillo.
87-99 m. Tubería ciega.
99-105 m. Puentecillo.
105-117 m. Tubería ciega.
117-123 m. Puentecillo.
123-135 m. Tubería ciega.
135-141 m. Puentecillo.
141-165m. Tubería ciega.

24 metros de tubería filtrante puentecillo y 141 m de tubería ciega.

Se indica que se debe realizar un tapón en el fondo. Dado que no ha sido posible expulsar agua del sondeo, ni con espumante, no se considera necesario el proceso de limpieza del sondeo.

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: 5 y 6/12/04	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09. 502.01	POBLACIÓN: Villarroya	PROF.: 160
<u>PERFORACIÓN</u>		
INICIO: 2/12/04	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)

A las 12:30 del 5/12/04 están entubando. Han introducido 122 m de tubería. La tubería no baja por si sola por lo que tienen que ir limpiando con el martillo de 170 mm. Añaden gran cantidad de espumante para favorecer la limpieza.

Según me indica el jefe de obra Miguel Ángel Galve la entubación finaliza el 5/12/04 a las 22:00.

En las limpiezas sucesivas durante la entubación se extrae algo de muestra. Todo indica que se trata del nivel de anhidritas de la base de la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña. Cabe citar que en un sondeo testiguero realizado en 2003 en Arnedillo la base de esta formación estaba compuesta por decenas de metros de anhidritas corroboradas por la testificación realizada por los especialistas ORTI y SALVANY.

De las muestras obtenidas todo parece indicar que no se ha alcanzado el keuper en la perforación.

El 6/12/04 a las 14:00 el sondeo está totalmente finalizado y las máquinas abandonan el emplazamiento.

Se mide la conductividad de agua extraída del pozo el 5/15/04 siendo de 5.370 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

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



Laboriosa entubación Villarroya (5/12/04 12:30)



Sondeo finalizado (6/12/04 14:00)

ANEJO 2

INFORME GEOLÓGICO



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DE SONDEOS



CÓDIGO IPA: 3218-2-0028
CÓDIGO MMA: 09.502.02

MUNICIPIO: VILLABROYA
PROVINCIA: LOGRONO

HOJA N°: 3218

COORDENADAS UTM HUSO 31
577.783
4.684.737
930

PARAJE: EL CERRO
PRECISIÓN (X,Y): GPS
PRECISIÓN Z: GPS

FECHA INICIO: 27/12/04
FECHA FINAL: 4/12/04

AUTOR FICHA: Javier Ramajo

VELOCIDAD (m/s)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA				ESTRUCTURA	PERFORACIÓN	REPERFORACIÓN	LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITOL.	U. CRONO.
				LIM.	GRA.	ARG.	OTRO									
45	315 mm 300 mm	5										0-15 m. Dolomías oquerosas y calizas dolomíticas de tonos ocres a marrones o pardos. Se trata de dolomías junto a calizas dolomíticas, de tamaño de grano medio a grueso, de aspecto oqueroso (carniolas), con niveles de aspecto brechoso con restos de dolomías ocres a negras y posibles clastos de yeso y/o anhidrita. Se observa patinas y linciones rojizas, así como frecuentes restos de arcillas y/o limos pardo marrones a rojizos que indican la existencia de karstificación. Se observa rípios de algún nivel margoso.	1			
21	220 mm 180 mm	15-25										15- aprox 45 m. Dolomías, calizas dolomíticas, carnioles y brechas de color gris ocre a marrón con patinas rojizas. Las dolomías tienen un tamaño de grano que varía desde grueso a fino o medio, con aspecto oqueroso en ocasiones. Se observan niveles brechoides con restos de clastos irregulares de calizas dolomíticas (mudstone), otros de dolomías oquerosas así como algunos de yeso y/o anhidrita. Se observan frecuentes patinas y linciones rojizas, así como gran cantidad de grietas rellenas de calcita. Se detecta humedad desde el metro 20-25, con un caudal estimado de 0,1 l/s.	2			
43		45-70										45-70 m. Dolomías, carnioles y brechas de color gris oscuro pardos a marrones con intercalaciones de margas y margocalizas dolomíticas de tonos grises a verde. Las dolomías tienen un aspecto oqueroso con un tamaño de grano variable entre fino-medio a grueso, predominando este último. Así mismo son frecuentes los niveles de brechas de clastos irregulares de calizas dolomíticas micríticas, dolomías cristalinas, carnioles y otros de anhidrita. Se observan algún nivel con frecuentes rípios de anhidrita de tonos blanco marrones que probablemente indican la presencia de niveles intercalados. Se observan frecuentes grietas rellenas de calcita.	3			
34		70-100										70-100 m. Dolomías, calizas dolomíticas, carnioles y brechas de color gris oscuro pardo a marrón con patinas rojizas y niveles de yeso/anhidrita. Las dolomías presentan tamaños de grano variable entre fino a medio, a veces algo más grueso con niveles de brechas intraclásticas con frecuentes clastos de yeso y/o anhidrita. Se observan abundantes grietas rellenas de calcita. Se ha detectado claramente el nivel del agua a los 81,5 m.	4			
43		100-145										100-145 m. En este tramo se produce una pérdida total de recuperación que se atribuye por parte de la constructora a la existencia de "una cavidad a partir de la cual, no se expulsa ni agua ni rípios de la perforación".	5			
35		145-165										145-165 m. En el metro 145 al 150 se recupera el barrido del sondeo y se observan rípios de anhidritas de grano fino de color gris marrón rojizo a blanco, con algún rípios de dolomías de color gris marrón.	6			
38		165														

Fm. Cortes de la Jura
Fm. Lecera
Jarásico (Lias) Helvético-Sinemuriense



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 2412-2-0028
(09. 502.002)**

VILLARROYA (LA RIOJA)

CORREO

zaragoza@igme.es

Fernando El Católico, 59 – 4º C
50006-ZARAGOZA
TEL. : 976 555153 – 976 555282
FAX : 976 553358



ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Villarroya (La Rioja) 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 es de 160 metros de profundidad y se ha realizado mediante a rotoperCUSión con recuperación de “ripios” de la perforación y toma de muestras cada 5 metros.

El sondeo se ha perforado con un diámetro de 315 mm en los primeros 6 metros y desde el metro 6 hasta el final del sondeo con un diámetro de 220. La entubación se ha efectuado, con tubería de 300 mm desde la boca hasta el metro 6, a partir de este punto y hasta el final del sondeo con tubería de 180 mm. Presenta la siguiente disposición: De 0-81 m: Tubería ciega. De 81-87 m: Filtro Puente. De 87-99 m: Tubería ciega. De 99-105 m: Filtro Puente. De 105-117 m: Tubería Ciega. De 117-123 m Filtro Puente. De 123-135 m: Tubería ciega. De 135-141 m: Filtro Puentecillo. De 141-165 m: Tubería Ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos “ripios” recogidas a intervalos de 5 metros. 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 diagraFias 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 disponible 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 piezómetro cuyos códigos de identificación son 2412-2-0028 y 09.502.002, está situado 1,5 km al SE de municipio de Villarroya. Para acceder a su emplazamiento se toma un camino que desde el casco urbano va hacia el este y se recorre por él algo menos de 2 km.

Las coordenadas UTM del punto son:

X= 577.763

Y= 4.664.737

Z= 930 m.s.n.m.

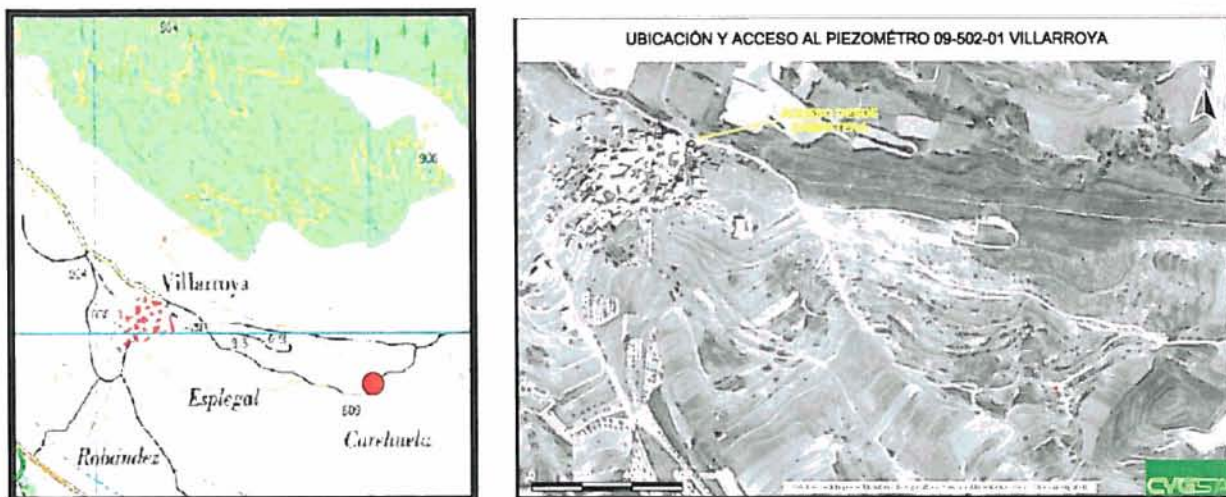


Fig. 1. Situación del sondeo en mapa 1:25.000 y ortofoto.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Jurásico inferior identificados en la Hoja MAGNA nº 281 como unidad TA33-J11, de edad Rethiense-Hettangiense superior, que se corresponde con la Fm. Cortes de Tajuña. Sobre estos materiales se observa en las cercanías de Villarroya la intrusión de materiales volcánicos (Ofitas). El conjunto de materiales se disponen formando una alineación de dirección NE-SO a E-O que se encuentra cabalgando sobre los materiales del cretácico Superior (facies Utrillas-Escucha) de edad Albiense-Cenomaniense. Esta alineación delimita el borde norte de la Cubeta Pliocena de Villarroya, presentando buzamientos de entre 35 a más de 45° hacia el Suroeste.

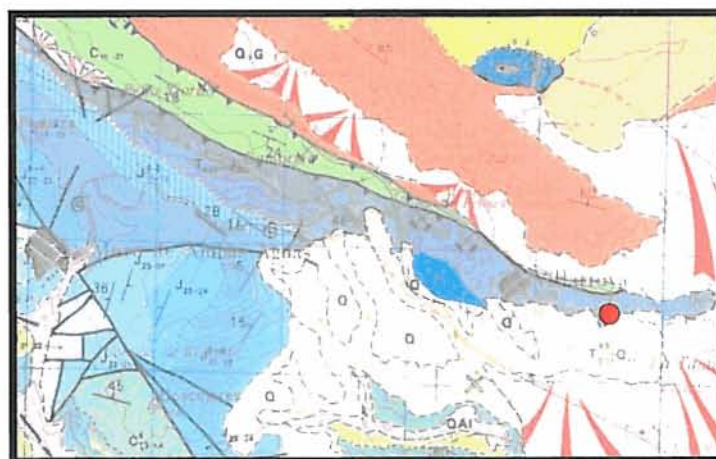


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica 1:50.000 MAGNA, Hoja-281 (Cervera del Río Alhama).



FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El sondeo se ha emboquillado directamente sobre los materiales de la formación Cortes de Tajuña del Jurásico inferior (Gómez y Goy, 1979), a los que se les ha atribuido una edad de Rethiense-Hettangiense en la Cartografía Magna de la Hoja (281), y que Gómez *et al.*, (2003 y 2004) atribuyen al intervalo Rethiense-Sinemuriense. Según Coloma (1999), la formación Cortes de Tajuña presenta en la zona de Muro de Aguas a Torrecilla en Cameros espesores de entre 45 a 120 metros, y evoluciona a unos 350 metros en el área del Moncayo (San Román, 1990 y San Román y Aurell, 1992).

En el sondeo se atraviesan en sus primeros 15 metros dolomías oquerosas y calizas dolomíticas con algún nivel de brechas. A continuación, entre el metro 15 al 45, se pasa a un tramo con mayor presencia de niveles de brechas con restos de anhidritas y, posteriormente entre el tramo 45 al 70, a un tramo que además de las dolomías oquerosas y niveles de brechas presenta intercalaciones margosas y posibles niveles de naturaleza dolomítica. A continuación se corta un tramo dolomías, carniolas y niveles de brechas con frecuentes restos de clastos de anhidrita entre los metros 70 a 100. Por último, a partir de este tramo y hasta el metro 145 no se recupera ripios, circunstancia que se atribuye a una cavidad que también impide la extracción de agua. Sin embargo, entre el metro 145 y el 150 las muestras recogidas corresponden a anhidritas de grano fino. A partir de este metro hasta el final se produce la pérdida de barrido y no se recupera ripio.

La interpretación de las muestras recuperadas sugiere que se atraviesa hasta el metro 100 la Fm. Cortes de Tajuña. A partir del metro 145 se cortan anhidritas de la denominada Fm. Lécera (Gómez *et al.*, 2003) que se encuentra en cambio lateral con aquella (Aurell *et al.*, 2002, Gómez y Goy, 2005). Si bien esta formación es más típica del área central de la Cordillera Ibérica, donde presenta espesores de varios centenares de metros, aparece de manera discontinua en otras áreas de la zona occidental y Nororiental de la Cordillera Ibérica y, puntualmente en diversas áreas de la cuenca del Ebro, Tajo, cuenca Vasco-Cantábrica, Asturias y Pirineos (Aurell *et al.*, 2002, Gómez y Goy, 2005, Gómez *et al.*, 2007).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-15 m. Dolomías oquerosas y calizas dolomíticas de tonos ocres a marrones o pardos. Se trata de dolomías junto a calizas dolomíticas, de tamaño de grano medio a grueso, y aspecto oqueroso (carniolas). Intercala niveles de aspecto brechoide y restos de dolomías ocres a negras y posibles clastos de yeso y/o anhidrita. Se observa patinas y tinciones rojizas, así como frecuentes restos de arcillas y/o limos pardo marrones a rojizos que indican la existencia de karstificación. Se observan ripios de algún nivel margoso.



TRAMO 2

De 15 a aprox. 45 m. Dolomías, calizas dolomíticas, carniolas y brechas de color gris ocre a marrón con patinas rojizas. Las dolomías tienen un tamaño de grano que varia desde grueso a fino o medio, con aspecto oqueroso en ocasiones. Se observan niveles brechoides con restos de clastos irregulares de calizas dolomíticas (mudstone), otros de dolomías oquerosas así como algunos de yeso y/o anhidrita. Se observan frecuentes patinas y tinciones rojizas, así como gran cantidad de grietas rellenas de calcita. Se detecta humedad desde el metro 20-25 con un caudal estimada de 0,1 l/s.

TRAMO 3

45-70 m. Dolomías, carniolas y brechas de color gris oscuros pardos a marrones con intercalaciones de margas y margocalizas dolomíticas de tonos grises a verde. Las dolomías tienen un aspecto oqueroso con un tamaño de grano variable entre fino-medio a grueso, predominando este último. Así mismo, son frecuentes los niveles de brechas con clastos irregulares de calizas dolomíticas micríticas, dolomías cristalinas, carniolas y otros de anhidrita. Se observan algún nivel con frecuentes ripios de anhidrita de tonos blanco marrones que probablemente indican la presencia de niveles intercalados. Se observan frecuentes grietas rellenas de calcita.

TRAMO 4

70-100 m. Dolomías, calizas dolomíticas, carniolas y brechas de color gris oscuro pardo a marrón con patinas rojizas y niveles de yeso/anhidrita. Las dolomías presentan tamaños de grano variable entre fino a medio y a veces algo mas grueso, con niveles de brechas intraclásticas con frecuentes clastos de yeso y/o anhidrita. Se observan grietas rellenas de calcita. Se ha detectado claramente el nivel del agua a los 81,5 m.

TRAMO 5

100-145 m. en este tramo se produce una pérdida total de recuperación que se atribuye por parte de la constructora a la existencia de "una cavidad a partir de la cual, no se expulsa ni agua ni ripio de la perforación".

TRAMO 6

145-165 m. En el metro 145 al 150 se recupera el barrido del sondeo y se observan ripios de anhidritas de grano fino de color gris marrón rojizo a blanco, con algún ripio de dolomías de color gris marrón.



REFERENCIAS

AURELL, M.; MELÉNDEZ, G.; OLÓRIZ, F. (COORD); BÁDENAS, B.; CARACUEL, J.; GARCÍA-RAMOS, J.C.; GOY, A.; LINARES, A.; QUESADA, S.; ROBLES, S.; RODRÍGUEZ-TOVAR, F.J.; ROSALES, I.; SANDOVAL, J.; SUÁREZ DE CENTI, C.; TAVERA, J.M. & VALENZUELA, M. (2002): *Jurassic*. In: GIBBONS, W. Y MORENO, T. (EDS), *The Geology of Spain*. Geological Society, London, pp.213-254.

GÓMEZ, J. J. y GOY, A. (1979).- Las Unidades Litoestratigráficas del Jurásico medio y superior, en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 35, pp. 596-598.

GÓMEZ, J. J., COMAS-RENGIFO, M. J. Y GOY, A. (2003) - Las unidades Litoestratigráficas del Jurásico Inferior de las Cordilleras Ibérica y Costeras Catalanas. *Rev. Soc. Geol. España*: 16(3-4):227-237.

GÓMEZ, J. J., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S., GOY, A., (2004) - Primera Fase de post-rifting: Jurásico Inferior y Medio. *Geología de España* (J. A. Vera Ed.). 495-503p.

GÓMEZ, J. J. GOY, A. Y BARRÓN, E. (2007). - Late Triassic and Early Jurassic palaeogeographic evolution and depositional cycles of the Western Tethys Iberian platform system (Eastern Spain). . *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 222, 77-94.

GÓMEZ, J. J. GOY, A. Y BARRÓN, E. (2007) - Events around the Triassic-Jurassic boundary in northern and eastern Spain: A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 244, 89-110.

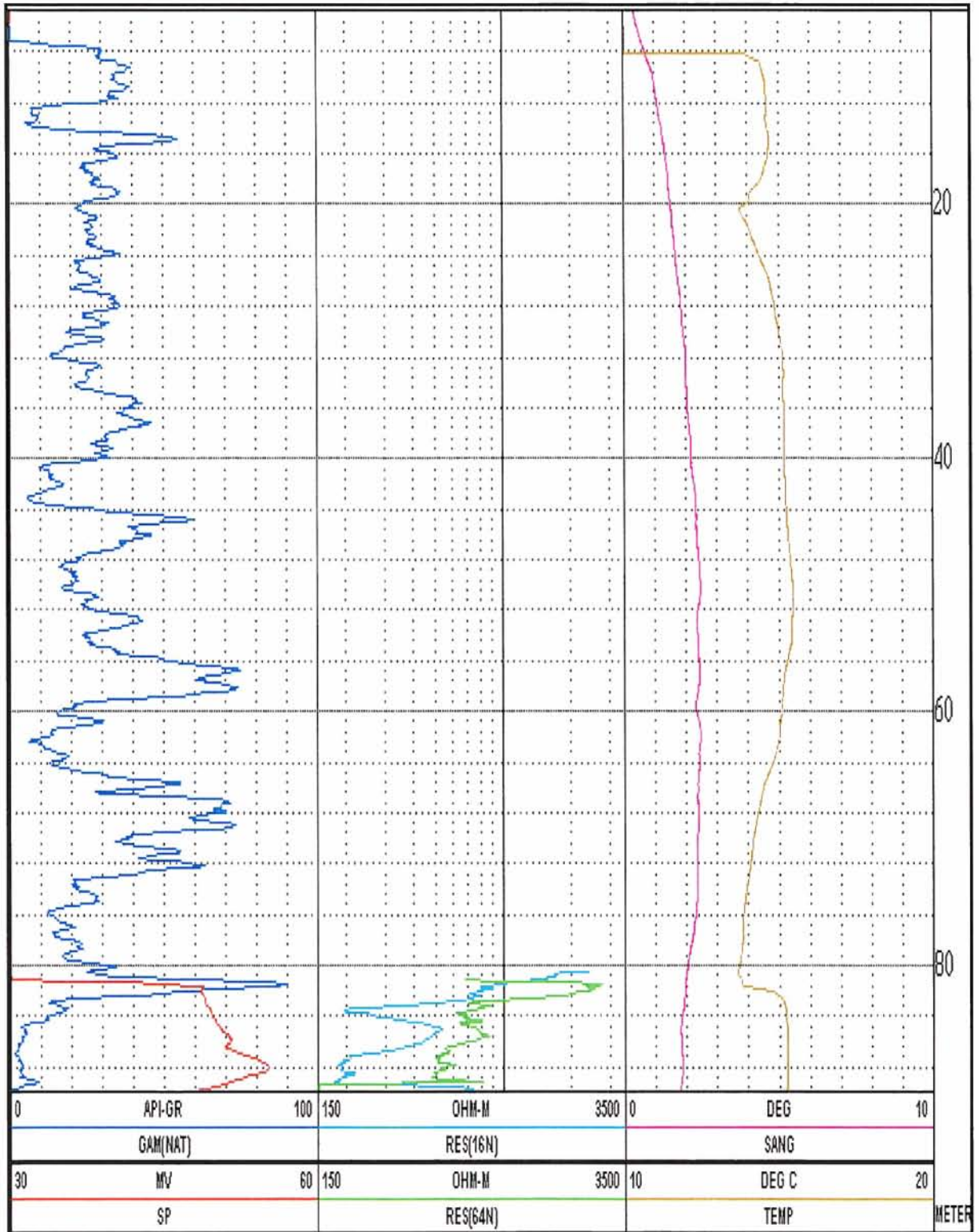
MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 281-Cervera del Rio Alhama (1982)

SAN ROMÁN, J. Y AURELL, M. (1992). Palaeogeographical significance of the T-J unconformity in the north Iberian basin (Sierra del Moncayo, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99: 101-117.

SAN ROMÁN, J. (1.994).- *Estudio hidrogeológico del interfluvio Queiles-Jalón (Zaragoza)*.- Tesis Doctoral

ANEJO 3 GEOFÍSICA

09-502-01 VILLARROYA



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITRIO Y LA BIODIVERSIDAD
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



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

**TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO
"09.502.01 VILLARROYA" EN VILLARROYA
(LOGROÑO)**

Diciembre de 2004





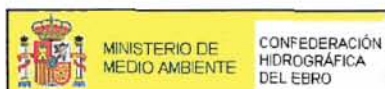
CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO "09-502-01 VILLARROYA" EN VILLARROYA (LOGROÑO)



LOGROÑO, DICIEMBRE DE 2004



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

ÍNDICE

	Páginas.
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2. METODOLOGÍA	3
2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	3
2.2. TIPOS DE PARÁMETROS	4
2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES	5
2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS	6
3. TRABAJO REALIZADO	9
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS	10
3.2. PROCESADO DE DATOS	17
3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS	18
4. RESULTADOS OBTENIDOS	23

ANEXOS

- ANEXO-I:** DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA.
- ANEXO-II:** LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-1

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El día 2 de diciembre 2004 se procedió, por parte de la Compañía General de Sondeos, a la testificación geofísica del sondeo "09.502.01 VILLARROYA", ubicado en el término municipal Villarroya, en la provincia de Logroño, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica de la figura.-1.

El objetivo fundamental de la testificación geofísica es diferenciar los tramos porosos y permeables, para determinar los materiales susceptibles de aportar agua a la perforación, con el fin de, posteriormente, proceder a la colocación de filtros en los tramos más adecuados.

También constituye un importante objetivo la determinación de las características constructivas, como son la verticalidad y desviación del sondeo, para proceder de la forma más correcta a la entubación del mismo.

Mediante la testificación geofísica hemos realizado la medición de ciertos parámetros físicos, que nos han permitido evaluar las zonas más porosas y permeables capaces aportar agua a la perforación y el cálculo de la inclinación y desviación a lo largo de todo el sondeo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-2

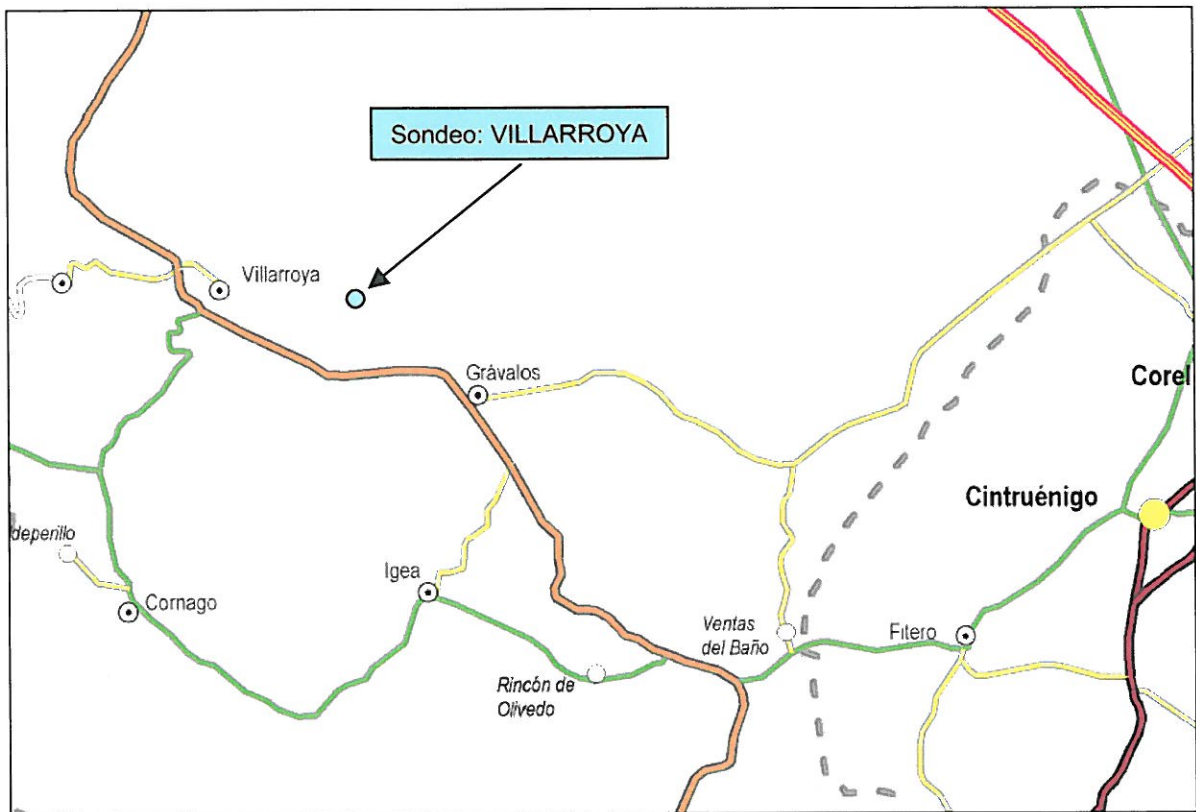
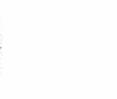


Figura.-1 Situación geográfica de la zona de estudio



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-3

2. METODOLOGÍA

La obtención y estudio de los fragmentos del terreno extraídos de un sondeo durante la perforación se llama testificación mecánica.

La testificación geofísica estudia el material que se encuentra en torno al sondeo a través de técnicas geofísicas. Es decir, mide y registra ciertas propiedades físicas del terreno perforado, con equipos cuya filosofía es similar a los empleados en geofísica de superficie.

2.1. VENTAJAS DE LA TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La geofísica de sondeos o testificación geofísica, presenta varias ventajas respecto a la geofísica de superficie.

- Su operación es más sencilla. Todos los componentes del sistema de medida y registro se localizan en la superficie, próximos al sondeo, y en el interior del mismo, por lo que el espacio necesario para trabajar es fijo y reducido.
- El equipo empleado para la toma de datos en el interior del sondeo va sujeto a un cable que se maniobra fácilmente desde la superficie mediante un motor.
- La señal registrada proviene de una zona localizada frente al equipo en el interior del sondeo.
- El registro obtenido es continuo a lo largo de la zona barrida por el equipo dentro del sondeo.

Respecto a la testificación mecánica, la testificación geofísica tiene las siguientes ventajas:



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-4

- Se requiere menos tiempo en alcanzar la información puesto que se puede perforar sin necesidad de obtener testigo, y, por otra parte, el análisis de los datos es más rápido.
- Se obtiene información a todo lo largo del sondeo. En determinados terrenos, por ejemplo, en los terrenos blandos, es muy difícil obtener testigo mecánico, mientras que las medidas geofísicas siempre pueden obtenerse al hacerse en las paredes del sondeo, que son más fáciles de conservar.
- La testificación geofísica proporciona datos del terreno in situ, tal como se encuentra durante la toma de medidas. El testigo puede alterar sus características durante el periodo de tiempo que transcurre desde que se obtiene hasta que se analiza.
- La realización de la testificación geofísica es más económica que la testificación mecánica. Además, el almacenaje, el acceso y el manejo de datos son más sencillos y económicos.
- La testificación geofísica es un documento objetivo, que revaloriza en cualquier momento la costosa obra de perforación.

2.2. TIPOS DE PARÁMETROS

Las propiedades físicas de las rocas que pueden medirse en un sondeo son las mismas que las utilizadas en la geofísica de superficie: potencial espontáneo, resistividad eléctrica, radiactividad natural, velocidad de las ondas sísmicas mecánicas, densidad susceptibilidad magnética, etc.

La forma de hacer las medidas se brinda, sin embargo, a una mayor gama de posibilidades, al estar los sensores mucho más próximos a las formaciones geológicas y al desplazarse de forma continua a lo largo del sondeo.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -5

Una misma propiedad física de las rocas, puede medirse con distintos tipos de dispositivo, dando lugar a lo que se denominan parámetros de testificación. Cada parámetro informa de un aspecto distinto de las propiedades de las rocas atravesadas.

Una característica esencial de la testificación geofísica, es que sistemáticamente se miden varios parámetros en un mismo sondeo, lo que posibilita aún más la obtención de información fiable.

Los tipos de parámetros que se obtienen se clasifican en los siguientes grupos:

- *Eléctricos.* Potencial Espontáneo, Resistencia, Resistividad Normal, Resistividad Lateral, Resistividad Focalizada, Inducción, Resistividad del Fluido y Buzometría.
- *Radiactivos.* Gamma Natural, Gamma gamma, Neutrón y Espectrometría.
- *Sísmicos.* Sónicos y Tren de ondas.
- *Mecánicos.* Flujometría y Calibre.
- *Especiales.* Inclinación y Desviación del sondeo, Temperatura, gravedad, Magnetismo, Radar, Microescaner, Televiewer y Vídeo.

2.3. PRESENTACIÓN GENERAL DE LAS TESTIFICACIONES

El equipo en el interior del sondeo se desplaza a una velocidad determinada, midiendo habitualmente de forma continua, si bien algunos parámetros se miden de forma discreta. Esta medida se transmite para ser registrada en la superficie y se representa en un gráfico denominado DIAGRAFÍA o LOG. Con el mismo equipo y a la misma vez se obtienen varias diagrafas.

En el eje horizontal se presenta en escala lineal o logarítmica el valor de la medida realizada, y en el eje vertical y en sentido descendente se expresa la profundidad. En la presentación de las diagrafas es habitual dibujar unas líneas de referencia a intervalos regulares para facilitar las lecturas.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-6

Los datos se representan gráficamente a medida que se van obteniendo y, además, se procede a su digitalización y almacenamiento en soporte magnético para su posterior procesado.

De cada sondeo testificado se conserva una serie de datos donde se incluye información general del sondeo, de la perforación y la testificación.

2.4. EQUIPO DE TOMA DE DATOS

Un equipo de testificación geofísica se compone de los siguientes elementos:

- *Sonda*: Es la parte que se introduce en el sondeo y convierte el parámetro registrado en señal eléctrica. Según el tipo de sonda se obtiene un tipo de diagráfia.

En general, se puede decir que en el interior de cada sonda existe:

- Un sistema generador de un campo físico, (eléctrico, radiactivo, electromagnético, onda mecánica, etc...).
- Un sistema detector de la respuesta que el terreno produce a la acción del campo original, y de la que se deducirá el tipo de terreno del que se trata.
- Un convertidor de la señal, (nuestro equipo digitaliza la señal directamente de la sonda).
- La fuente de alimentación necesaria para el funcionamiento de los componentes electrónicos de la sonda.
- *Cable*: Tiene varias funciones: Soportar la sonda, llevar energía a la misma y enviar la señal de la sonda a la superficie.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-7

- *Sistema de control de la profundidad:* Mide la longitud del cable introducido en el sondeo, para conocer la profundidad a la que se encuentra la sonda y se realiza la medida.
- *Cabrestante y motor:* En el cabrestante se encuentra arrollado el cable y se mueve a una velocidad controlada por el operador. Desde el final del cable, en el cabrestante, se toman las señales transmitidas desde la sonda.
- *Equipo de superficie:* Incluye, entre otros, todos los elementos de comunicación con la sonda, controlando su desplazamiento y operación, registro y grabación de la señal.

El conjunto de todo el equipo forma parte de una unidad que, en nuestro caso, va incorporada en un vehículo de la marca Ford, modelo Custom-250.

El equipo de testificación geofísica utilizado, en el presente trabajo, ha sido el equipo CENTURY COMPU-LOG-III, del cual adjuntamos, en la figura.-2, una ficha técnica del mismo.



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -8

EQUIPO CENTURY COMPU-LOG-III



UTILIDADES

El equipo **CENTURY COMPU-LOG-III** es un equipo digital de última generación de **testificación geofísica** que dispone de las sondas necesarias para registrar los siguientes parámetros :

- Potencial espontáneo
- Resistencia monoelectrónica
- Resistividad normal (16" y 64")
- Resistividad lateral
- Conductividad
- Gamma natural
- Densidad
- Porosidad
- Sónico
- Flujometría
- Calibre
- Inclinación
- Desviación
- Temperatura

ALGUNAS APLICACIONES

- Definición de litologías
- Identificación de acuíferos
- Fracturación
- Calidad del agua
- Porosidad de las rocas
- Grado de compactación
- Desviación e inclinación

COMPONENTES

- Ordenador Pentium II
- Impresora
- cabrestante de 1500 m.
- Hidráulico
- Alternador
- sondas
- Fuente de alimentación
- Programa de adquisición de datos PCL
- Programa de procesado de datos ACL

Todo montado sobre un vehículo todo terreno marca Ford Custom

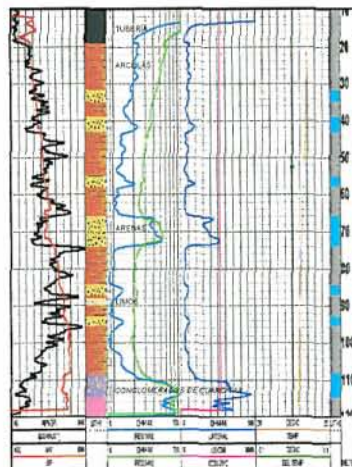


Figura.-2 Equipo de Testificación Geofísica CENTURY COMPU-LOG



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-9

3. TRABAJO REALIZADO

El sondeo "VILLARROYA" se testificó desde la superficie hasta los 87 metros de profundidad, ya que el sondeo se encontraba obturado a esa profundidad, tomando como cota cero el ras de suelo.

DATOS DEL SONDEO

PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	165 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	87 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación):	81.5 mts.	
CONDUCTIVIDAD MEDIA NORMALIZADA A 25º C:	2300 µs/cm	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	9040 y 9055	
COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0577674
	Y	4664542
	Z	886

Se han utilizado las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación) que registran los siguientes parámetros:

Sonda 9040 (hidrogeológica)

- GAMMA NATURAL
- POTENCIAL ESPONTÁNEO
- RESISTIVIDAD NORMAL CORTA
- RESISTIVIDAD NORMAL LARGA
- RESISTIVIDAD LATERAL
- RESISTIVIDAD DEL FLUIDO
- TEMPERATURA
- DELTA DE TEMPERATURA



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259



Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.



OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -10

Sonda 9055 (desviación)

- PROFUNDIDAD
- DISTANCIA
- DESVIACIÓN NORTE
- DESVIACIÓN ESTE
- INCLINACIÓN
- ACIMUT

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS

Gamma Natural: Mide la radiactividad natural de las formaciones geológicas.

Los Rayos Gamma son ondas de energía electromagnética, emitida espontáneamente por los elementos radiactivos, como parte del proceso de conversión de masa en energía, o desintegración nuclear.

Cada isótopo radiactivo tiene unos niveles de emisión característicos. La energía emitida por una formación geológica es proporcional a la concentración en peso de material radiactivo que contiene. Es absorbida por la propia formación, en mayor grado cuanto mayor sea su densidad, por lo que la emisión recibida en la sonda es la que proviene de una distancia media no superior a los 0.3 metros.

En las rocas sedimentarias, los isótopos radiactivos se localizan fundamentalmente en las arcillas, mientras que las arenas limpias no tendrán emisiones de Rayos Gamma.

Los niveles de calizas y dolomías tampoco son radiactivos, mientras que las rocas ígneas, sobre todo el granito y las riolitas, tienen importantes concentraciones de isótopos de ⁴⁰K.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-11

La sonda contiene un detector de centelleo que detecta las radiaciones que llegan a la sonda en la unidad de tiempo.

Las unidades empleadas son cuentas o eventos radiactivos detectados en la unidad de tiempo (c.p.s.). Puesto que no todos los detectores son iguales, se ha definido la unidad normalizada llamada "API", como una fracción de la lectura, expresada en unidades c.p.s., realizada por la sonda en una formación tipo, dispuesta en un sondeo patrón artificial en USA.

Potencial Espontáneo: Mide la diferencia de potencial entre un electrodo fijo en la superficie (A) y otro que se mueve a lo largo del sondeo (B).

Las diferencias de potencial medidas se deben a desequilibrios iónicos que tienen lugar normalmente entre las superficies de separación de líquido-sólido o sólido de diferente permeabilidad, dando lugar a corrientes eléctricas de origen natural. Los desequilibrios iónicos pueden tener varios orígenes: de difusión, absorción, potenciales redox, y electrofiltración principalmente.

Para efectuar la medición la sonda consta de un electrodo que se introduce en el sondeo en contacto con las paredes. Otro de referencia permanece en la superficie en un medio húmedo. Los dos electrodos son idénticos y químicamente inertes y estables. Un microvoltímetro de alta impedancia mide y registra la diferencia de potencial entre ambos.

El valor medio de Potencial Espontáneo es directamente proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el lodo. A lo largo de la misma capa, la intensidad permanece constante, por lo que los valores de Potencial Espontáneo son iguales y el registro es una línea recta. En la zona de contacto entre formaciones permeables e impermeables, la variación de la intensidad de la corriente es máxima y esto da lugar a una curvatura en el registro o una desviación de la señal.

La unidad de medida de la sonda es el milivoltio.

Resistividad: Mide la resistividad eléctrica de las formaciones.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -12

La resistividad de una formación expresa el grado de oposición al paso de la corriente eléctrica por un volumen definido de formación. Se simboliza por R y se expresa en $\text{ohm} \times \text{m}$.

La sonda mide la resistividad eléctrica a través de la determinación de diferencias de potencial entre electrodos situados en la sonda. El volumen que afecta a la medida se puede controlar al variar el número y la disposición de electrodos en la sonda. En consecuencia, aunque el parámetro medido sea la resistividad, esta puede ser la del lodo, la de la formación en una zona no afectada por la perforación, o la de la formación en las proximidades del sondeo donde hay invasiones del lodo de perforación en el terreno.

Nosotros hemos medido con tres dispositivos diferentes:

- Un microdispositivo para medir la resistividad del fluido.
- Un dispositivo de 64" para medir la resistividad de la formación que no ha sido invadida por el lodo.
- Un dispositivo de 16" para medir la resistividad de la formación que ha sido invadida por el lodo.

Resistividad del fluido: Mide la resistividad del fluido que rellena el sondeo.

La medida se realiza con una sonda que dispone de un resistímetro/conductímetro adaptado para medir en el lodo. La unidad de medida es $\text{ohm} \times \text{m}$. En general este tipo de registro se obtiene durante el recorrido de descenso de la sonda, para no perturbar las condiciones estabilizadas del lodo.

Permite determinar el contenido de sales disueltas en el fluido que rellena el sondeo por lo que tiene aplicación (si las circunstancias en las que se efectúa la medida son adecuadas), para conocer la calidad del agua de los acuíferos atravesados por el sondeo en un momento dado, así como su evolución en el tiempo.

En combinación con otros registros permite detectar zonas de fracturas.



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-13

Temperatura: Mide la temperatura del fluido que rellena el sondeo.

Se sabe que la temperatura de las formaciones aumenta con la profundidad, llamándose *gradiente térmico* al aumento de temperatura por unidad de profundidad.

El *gradiente geotérmico* es variable según la situación geográfica y según la conductividad térmica de las formaciones: los gradientes son débiles en las formaciones que tienen una alta conductividad térmica, y elevados en caso contrario.

La variación de temperatura puede ser también debida al aporte de acuíferos.

El registro se debe hacer durante el descenso, a fin de no romper el equilibrio térmico por una mezcla del lodo ocasionada por el paso de la sonda y del cable.

Profundidad: Mide la profundidad real en vertical del sondeo.

Distancia: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto de la vertical.

Desviación norte: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el norte.

Desviación este: Mide la distancia en horizontal de cada profundidad del sondeo con respecto a la vertical hacia el este.

Inclinación y Acimut: La sonda de verticalidad proporciona un registro continuo de la verticalidad y desviación del sondeo y del acimut de la desviación. Tras un posterior procesado de estos datos se obtiene la profundidad real y posición de cada punto del sondeo con respecto a un punto de referencia, normalmente la boca del sondeo o el pie de la tubería.

La medida de desviación del sondeo se obtiene mediante la utilización de cinco transductores, alineados según los tres ejes de la sonda de testificación: a) Dos inclinómetros definen los dos ejes menores de la sonda, "x" e "y", midiendo la desviación del sondeo con respecto a la



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -14

vertical y la dirección de la desviación con respecto al punto de referencia.
b) Tres magnetómetros tipo fluxgate, instalados según los tres ejes de la sonda "x", "y" y "z", permiten conocer la orientación rotacional de la sonda, y junto con las medidas de desviación proporcionan el valor del acimut del punto de referencia con respecto al Norte Magnético.

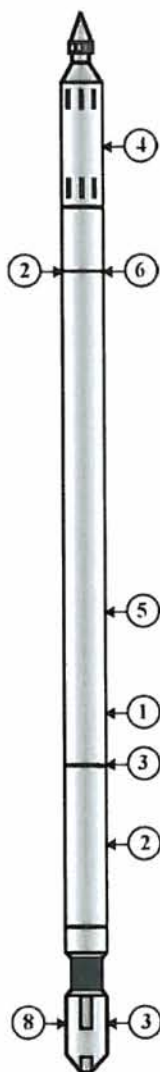
Las salidas de los cinco transductores son enviadas a la unidad de registro, donde son convertidas en lecturas de desviación y acimut en función de la profundidad. Posteriormente, las salidas son tratadas de forma que se obtiene la profundidad real y posición real del sondeo referido a un punto de referencia.

A continuación, en las figuras 3 y 4, presentamos dos fichas técnica con las características (peso, dimensiones, rango de lectura, dispositivo, presión, temperatura, velocidad del registro etc..) de las sondas 9040 (hidrogeológica) y 9055 (desviación)

Sonda 9040 (hidrogeológica)

Información general

La sonda 9040 es una sonda multiparmétrica que es capaz de medir 8 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistividad Normal Corta (16"), Resistividad Normal Larga (64"), Resistividad Lateral, Resistividad del Fluido, Temperatura y Delta de Temperatura.



Ubicación de los sensores

1. Gamma Natural.
2. Resistividad (64").
3. Resistividad (16").
4. Resistividad fluido.
5. Resistividad Lateral.
6. Potencial Espont.
8. Temperatura y Delta de Temperatura.

Rango de respuesta de los sensores

- Gamma Natural: de 0 a 10.000 unidades API.
- Resistividades (64", 16" y Lateral.): de 0 a 3000 ohmios por metro.
- Potencial Espontáneo: de -100 a +400 mv.
- Temperatura: de 0° C a 56° C.
- Resistividad del fluido: de 0 a 100 ohmios por metro.

Especificaciones

- Longitud: 2.13 mts.
- Diámetro: 64mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 50° C.
- Peso: 15 Kg.
- Voltaje requerido: 50 V (DC).
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

Figura.-3 Sonda 9040 (hidrogeológica)

Sonda 9055 (desviación)

Información general

La sonda 9055 es una sonda multiparamétrica que mide 6 parámetros a la vez. Estos parámetros son: Gamma Natural, Potencial Espontáneo, Resistencia Monoeléctrica, Neutrón, Inclinación y Desviación.

Para la medida de Neutrón (con la que se calcula la porosidad), es necesario incorporar a la sonda una fuente radiactiva de $Am^{241}Be$, que tiene una intensidad de 1Cu.

Ubicación de los sensores

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1. Inclinación | 2. Gamma Natural |
| 3. Neutrón | 4. Desviación |
| 5. Potencial Espontáneo | 6. Resistencia Mon. |
| 7. Fuente Radiactiva | |

Rango de respuesta de los sensores

- Inclinación: de 0 a 45 grados.
- Gamma Natural: de 0 a 10.000 unidades API.
- Neutrón: de 0 a 10.000 unidades API.
- Desviación: de 0 a 360 grados.
- Potencial Espontáneo: de -400 a 400 mv.
- Resistencia Monoeléctrica: de 0 a 3000 ohms
- Porosidad: de -10 a 100%.

Especificaciones

- Longitud: 2.90 mts.
- Diámetro: 46 mm.
- Presión: 232 Kg/cm²
- Temperatura: 85° C.
- Peso: 32 Kg.
- Velocidad de registro: 9 m/minuto.

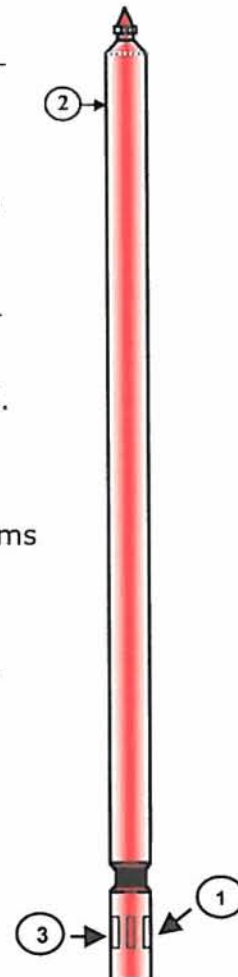


Figura.-4 Sonda 9055 (desviación)



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-17

3.2. PROCESADO DE DATOS

Los datos obtenidos en la testificación geofísica con las sondas 9040 y 9055 han sido procesados mediante el programa ACL de la casa CENTURY GEOPHYSICAL CORPORATION.

Este programa permite efectuar cualquier cálculo con las diagragfías registradas, así como la presentación y distribución de litologías, según se muestra en la ventana del programa ACL de la figura.-5.

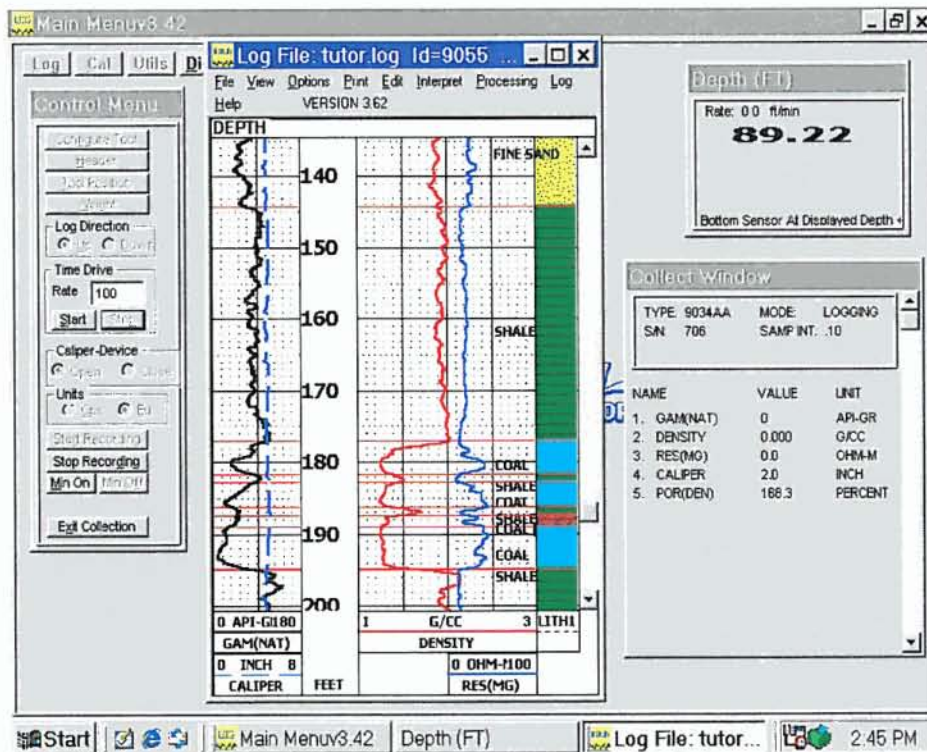


Figura.-5 Ventana de trabajo del programa ACL



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-18

De la Resistividad del fluido hemos calculado la conductividad del agua del sondeo, pero a la temperatura que tiene el sondeo en el momento de efectuar el registro. Para normalizarla a 25° C utilizamos la expresión:

$$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C}) = LG(\text{CON}) \times (46.5 / (LG(\text{TEM}) + 21.5))$$

Donde:

$LG(\text{CON}-25^{\circ} \text{C})$ = Registro de Conductividad Normalizada a 25° C.

$LG(\text{CON})$ = Registro de Conductividad efectuado en el sondeo.

$LG(\text{TEM})$ = Registro de Temperatura efectuado en el sondeo.

3.3. REGISTROS GEOFÍSICOS

En la figura.-6, se ha representado la totalidad del Log registrado con la sonda 9040 (hidrogeológica), con el fin de tener una visión global del mismo.

En la pista número uno, se encuentran los registros de Gamma Natural y Potencial Espontáneo, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API, para el Gamma Natural, y de 30 a 60 Milivoltios, para el Potencial Espontáneo. En la pista número dos, están representados en color azul, los tramos más porosos y permeables elegidos como más favorables a la hora de aportar agua a la perforación. En la número tres, los registros de Resistividad Normal Corta y Resistividad Normal Larga, cuyas escalas logarítmicas van de 100 a 3500 Ohm x m. En la cuarta, la Resistividad Lateral y la Conductividad Normalizada a 25° C, con escalas, de 0 a 2000 Ohm x m para la Resistividad Lateral, y de 0 a 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, para la Conductividad Normalizada. Por último, en la pista número cinco, están los parámetros de Temperatura (escala de 10 a 20° C) y Delta de Temperatura (escala de -0.01 a 0.01° C).



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-19

En el ANEXO-I, se presenta en diferentes páginas, a una escala ampliada, la totalidad del Log para poder observar cada parámetro registrado con más detalle.

En la FIG.-7, hemos representado únicamente los parámetros de desviación medidos con la sonda 9055 (desviación)

En esta diagráfía, tenemos en la pista número uno la Profundidad y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 100 metros para la Profundidad y de 0 a 10 metros para la Distancia. En la pista número dos, la Desviación Norte y la Desviación Este, con escala de -3 a 2 metros, para ambas. Por último, en la pista número tres, se encuentran los registros de Inclinación y Acimut, con escalas de 0 a 10 grados para la Inclinación y de 0 a 500 grados para el Acimut.

En el ANEXO II, se presenta un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad, Distancia, Inclinación, Desviación Norte, Desviación Este y Acimut.

En la FIG.-8, está representada la gráfica de desviación del sondeo vista en planta, en la que se muestra los valores de Acimut y la distancia de la desviación con respecto a la vertical.



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-20

SONDEO: 09.502.01 VILLARROYA

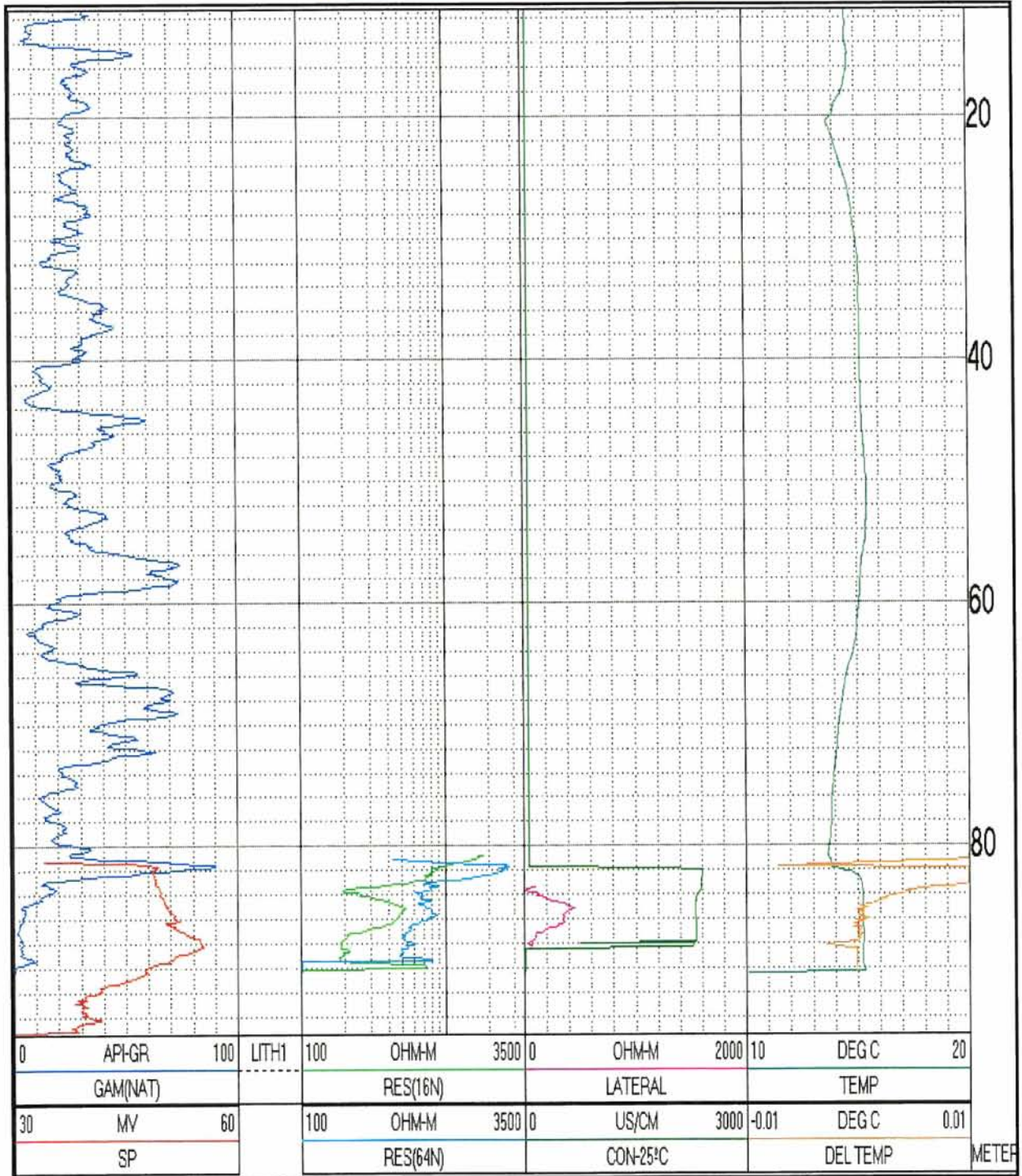


Figura.-6 Diagrafía hidrogeológica

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



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-21

SONDEO: 09.502.01 VILLARROYA

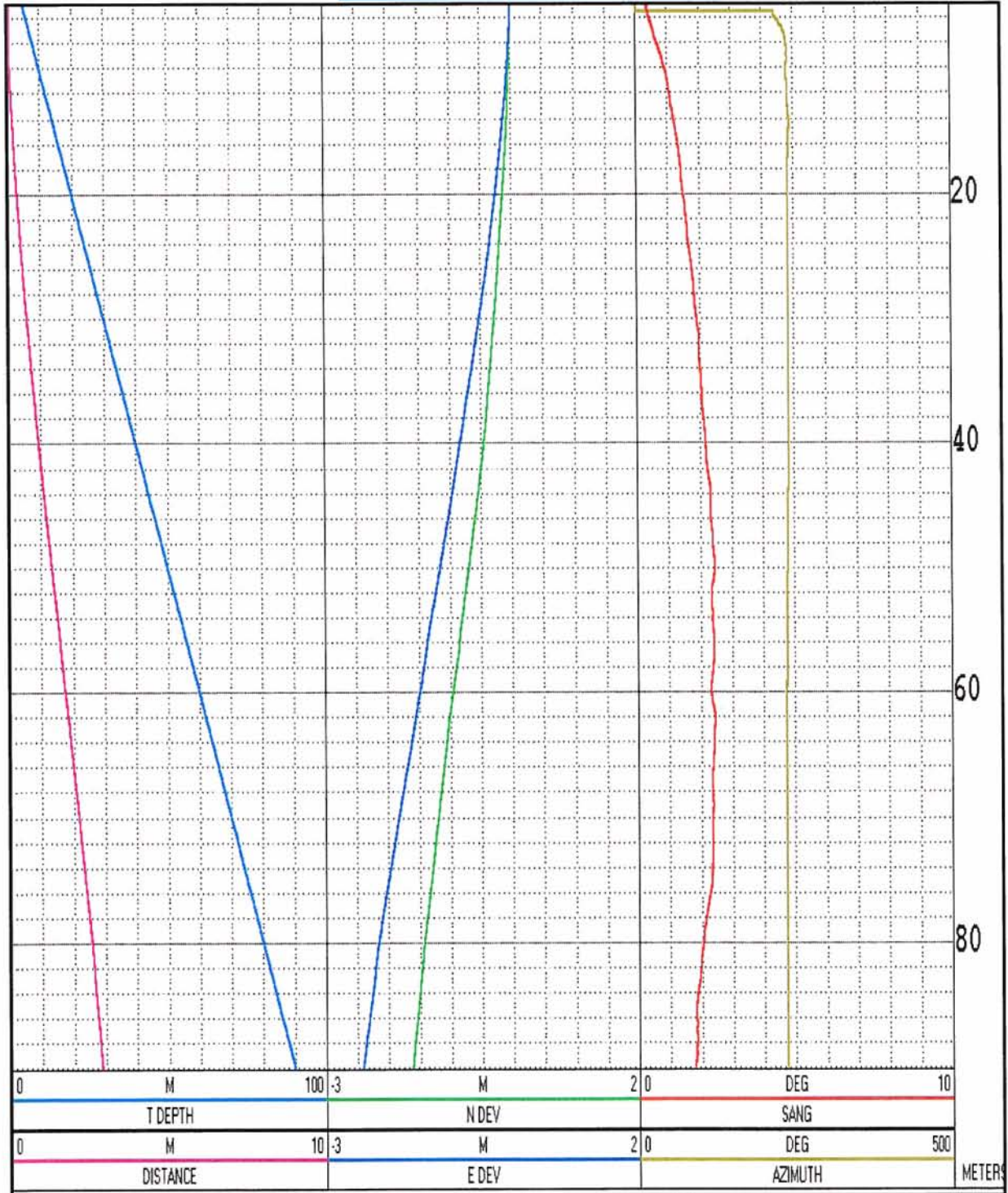


Figura.-7 Diagrama de desviación



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág.-22

SONDEO: 09.502.01 VILLARROYA

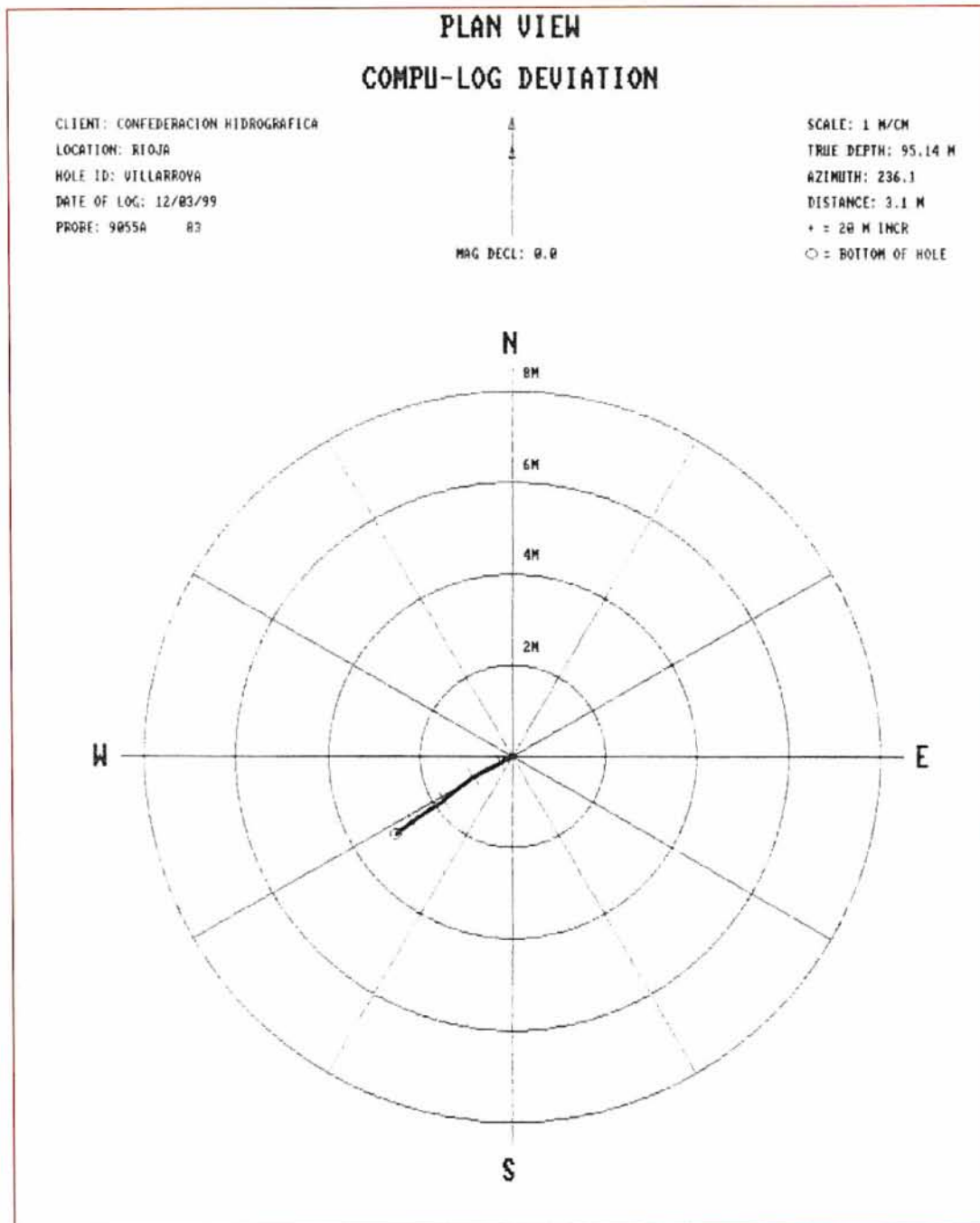


Figura.-8 Gráfica de desviación vista en planta



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

Pág. -23

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Dado que únicamente se han testificado 87 metros, de los 165 metros que tiene el sondeo, y que el nivel del agua aparece a los 81.5 metros, sólo se puede identificar pequeños tramos aportantes entre 81,5 y 87 metros de profundidad.

De la respuesta obtenida con la sonda 9055 (desviación) que mide la desviación e inclinación del sondeo se han obtenido los siguientes resultados:

- La distancia de máxima desviación con la vertical a los 86 metros de profundidad ha sido de 2,77 metros.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 238°.
- El sondeo prácticamente mantiene una desviación de 2°.

Fdo: José Luengo
Geofísico
Dto. Geofísica CGS

Rvsdo: Sergio Yeste
Jefe de Obra
Hidrogeología

VºBº: Javier Almoguera
Jefe
Hidrogeología

Logroño, noviembre de 2004



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ºA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

ANEXO -I

DIAGRAFÍA HIDROGEOLÓGICA A ESCALA AMPLIADA

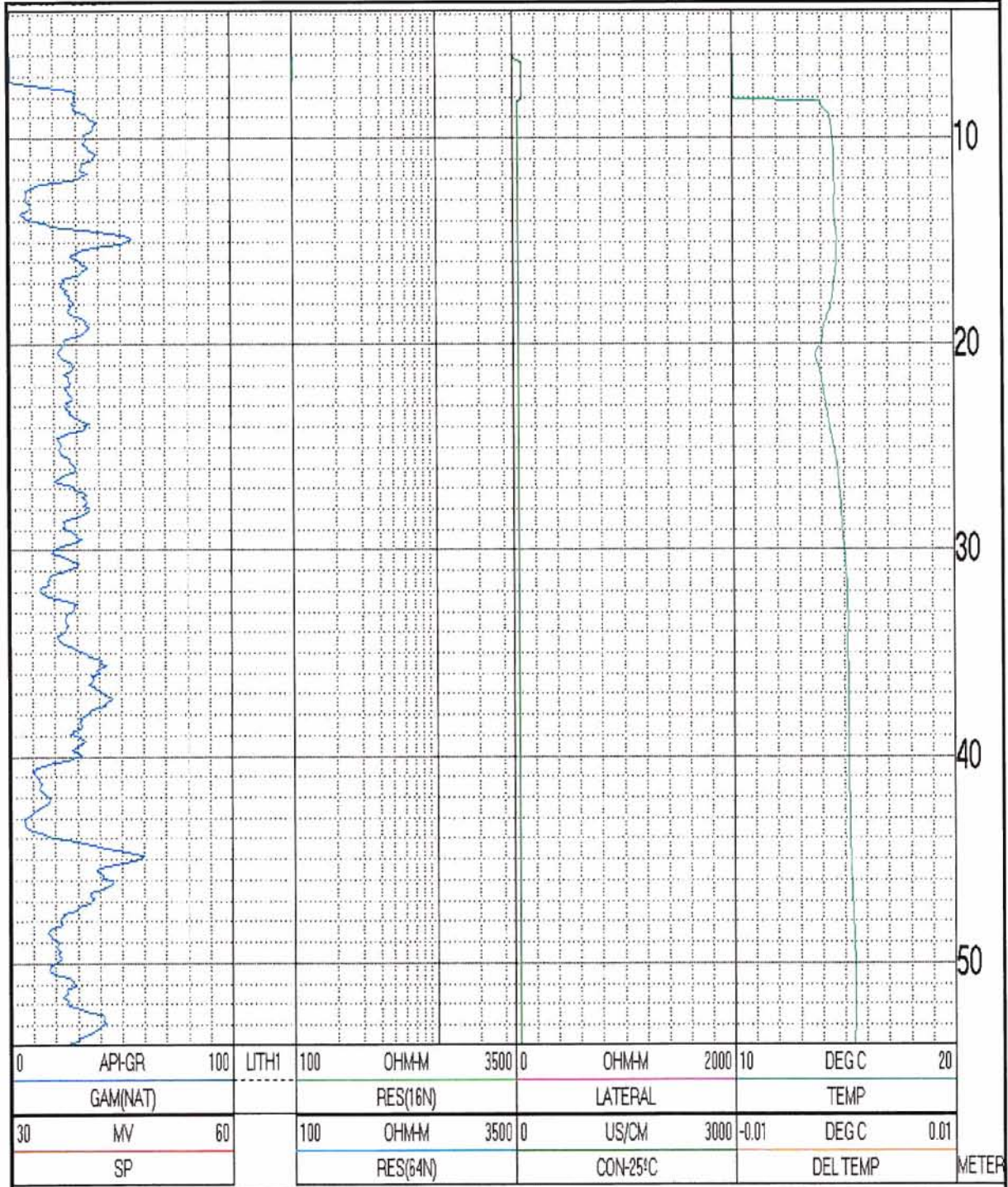


CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

SONDEO: 09.502.01 VILLARROYA



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

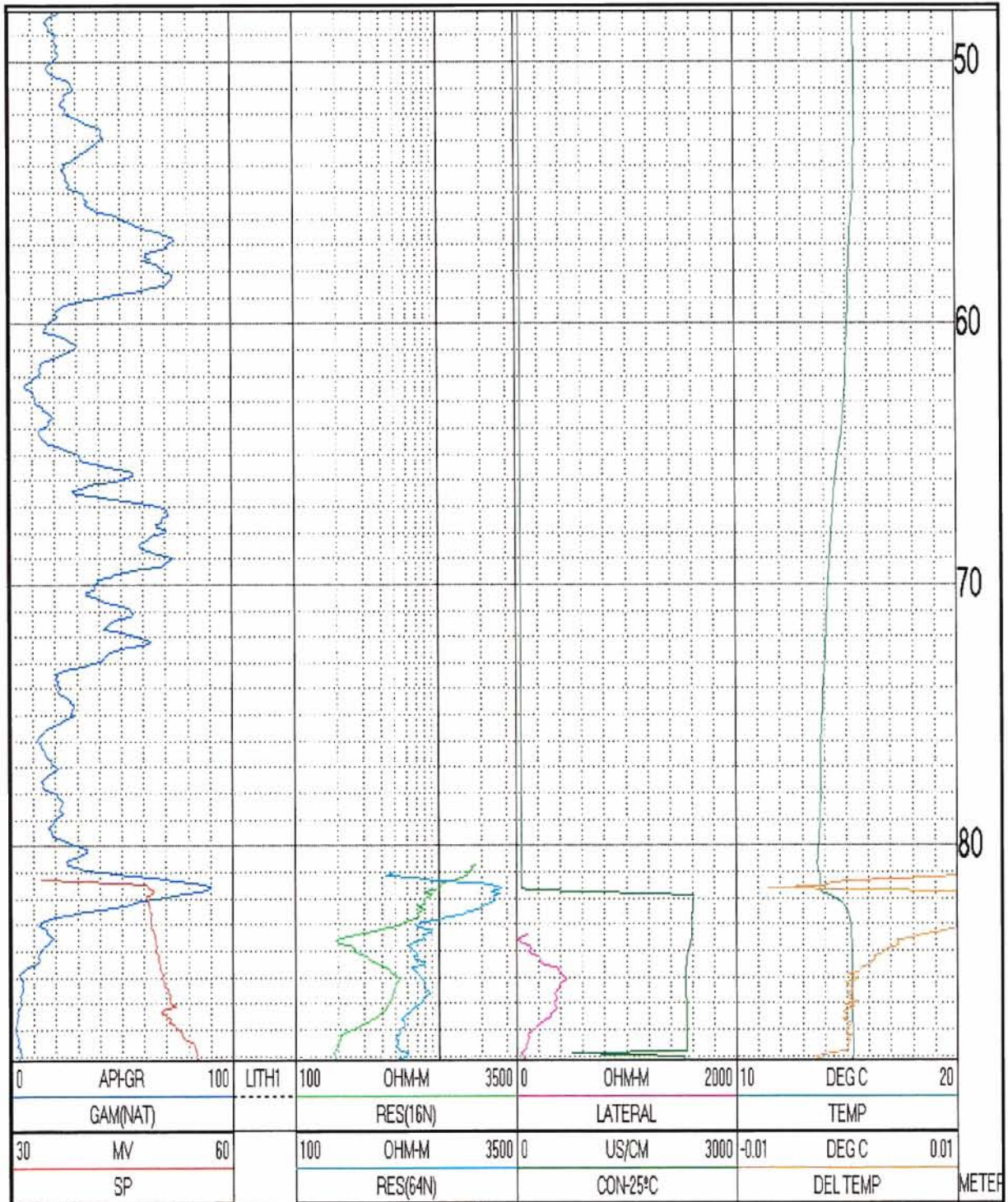


CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ª. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

SONDEO: 09.502.01 VILLARROYA



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



CENTRAL:
Nuñez de Balboa, 81
28006 MADRID
Tel.: 91 5455589
Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

ANEXO -II

LISTADO DE VALORES DE DESVIACIÓN



CENTRAL:
 Nuñez de Balboa, 81
 28006 MADRID
 Tel.: 91 5455589
 Fax: 91 4352259

Grupo SACYR-VALLEHERMOSO, S.A.

OFICINA DE OBRA: C/ Corona de Aragón nº 30 8ªA. 50009 ZARAGOZA
 Jefe de obra: syeste@gruposyv.com

PROFUNDIDAD.	DISTANCIA	INCLINACIÓN	DESV. N.	DESV. E.	ACIMUT
4	0.00	0.00	0.00	0.00	178
6	0.00	0.59	-0.01	-0.01	190
8	0.03	0.81	-0.02	-0.03	239
10	0.06	0.90	-0.03	-0.06	240
12	0.10	1.18	-0.05	-0.09	241
14	0.14	1.27	-0.06	-0.13	243
16	0.18	1.32	-0.09	-0.17	242
18	0.23	1.45	-0.11	-0.21	241
20	0.28	1.58	-0.14	-0.25	241
22	0.34	1.62	-0.17	-0.30	240
24	0.40	1.61	-0.19	-0.35	240
26	0.45	1.77	-0.22	-0.40	240
28	0.52	1.83	-0.25	-0.46	240
30	0.58	2.07	-0.28	-0.52	240
32	0.66	1.93	-0.31	-0.58	240
34	0.72	2.02	-0.35	-0.64	240
36	0.80	2.12	-0.38	-0.71	240
38	0.87	1.97	-0.41	-0.77	240
40	0.94	2.31	-0.45	-0.83	240
42	1.02	2.25	-0.50	-0.90	240
44	1.10	2.29	-0.55	-0.96	240
46	1.18	2.43	-0.60	-1.02	239
48	1.26	2.43	-0.65	-1.09	239
50	1.35	2.36	-0.70	-1.16	239
52	1.43	2.54	-0.75	-1.22	238
54	1.52	2.60	-0.80	-1.30	238
56	1.60	1.89	-0.85	-1.36	238
58	1.67	2.53	-0.90	-1.42	238
60	1.76	2.61	-0.96	-1.48	237
62	1.85	2.34	-1.01	-1.55	237
64	1.93	2.31	-1.06	-1.61	237
66	2.01	2.45	-1.11	-1.69	236
68	2.10	2.41	-1.15	-1.77	236
70	2.18	2.40	-1.20	-1.83	236
72	2.26	2.33	-1.24	-1.89	236
74	2.34	2.30	-1.28	-1.96	236
76	2.42	2.31	-1.33	-2.03	236
78	2.50	2.33	-1.38	-2.09	236
80	2.58	2.10	-1.43	-2.15	236
82	2.64	1.66	-1.46	-2.20	236
84	2.70	1.81	-1.50	-2.25	236
86	2.77	2.01	-1.54	-2.30	236

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

ANEJO 4

ENSAYO DE BOMBEO

ENSAYO DE BOMBEO

Localidad **VILLARROYA**
 N° Registro IPA 241220028
 Profundidad Sondeo 165 m
 Coordenadas UTM Pozo Piezómetro
 X
 Y
 Z

Fecha Ensayo 13 y 14 de abril de 2005
 Nivel estático inicial 82,10
 Profund. Aspiración 134,5
 Bomba CAPRARI 6" EGS 54/20 50 C
 Grupo DEUSCH 10KVA 150 CV
 Alternador MERCATE

Piezómetro (n° IPA)

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

Régimen de bombeo

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	7,69	60	60	1,57	1,57
2	11,11	120	60	3,96	2,39
3	14,28-7,52	540	420	19,20	38,11
4	6,55	1440	900	2,23	-39,75

Síntesis litológica

0-15 m Carniolas y limos marrones.
 15-75 m Calizas dolomíticas recristalizadas, carniolas.
 75-89 m Calizas dolomíticas recristalizadas, carniolas. Zona muy fracturada.
 89-95 m Arcillas grises con yesos.
 95-100 m Yeso blanco sacaróideo. Pequeños cristales de yeso negro y halita.
 100-146 m Sin muestras (pérdida de barrido).
 146-150 m Yeso blanco sacaróideo y cristales de halita.
 150-165 m Sin muestras (pérdida de barrido).

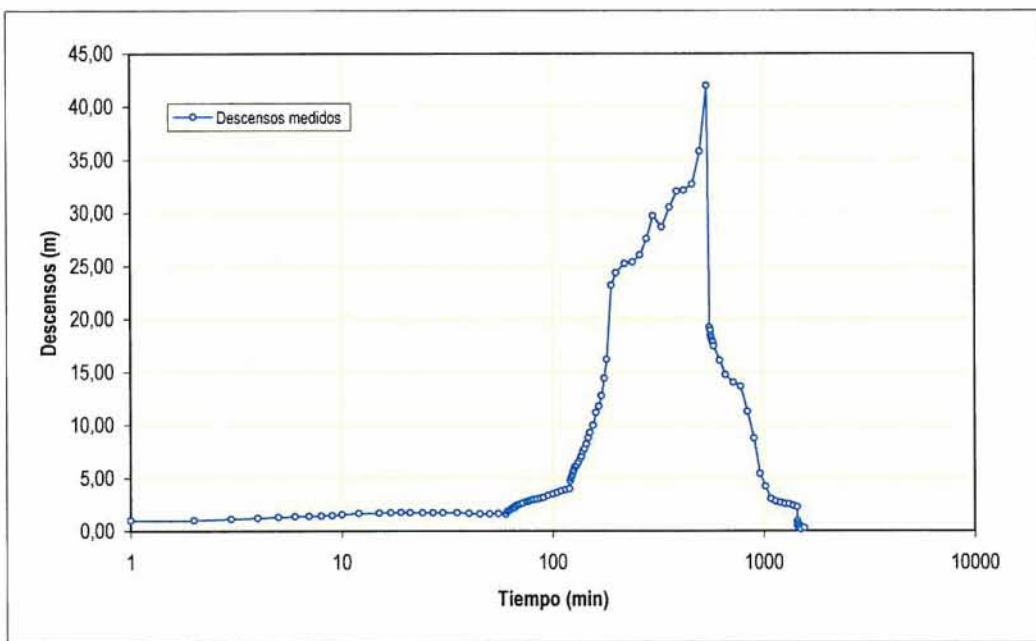
Perforación		Entubación		Rejilla	
0-6	φ 380 mm	0-6	φ 300 mm	81-87	4 mm
6-165	φ 220 mm	0-165	φ 180 mm	99-105	4 mm
				117-123	4 mm
				135-141	4 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
#####	0	82,10				7,69	
9:51	1	83,08	0,98			7,69	Agua muy sucia (marrón)
9:52	2	83,09	0,99			7,69	
9:53	3	83,21	1,11			7,69	
9:54	4	83,30	1,20			7,69	
9:55	5	83,38	1,28			7,69	
9:56	6	83,44	1,34			7,69	
9:57	7	83,49	1,39			7,69	
9:58	8	83,52	1,42			7,69	
9:59	9	83,55	1,45			7,69	
10:00	10	83,63	1,53			7,69	
10:02	12	83,74	1,64			7,69	
10:05	15	83,79	1,69			7,69	
10:07	17	83,81	1,71			7,69	
10:09	19	83,85	1,75			7,69	
10:11	21	83,82	1,72			7,69	
10:14	24	83,81	1,71			7,69	Agua turbia
10:17	27	83,81	1,71			7,69	
10:20	30	83,80	1,70			7,69	
10:25	35	83,80	1,70			7,69	
10:30	40	83,75	1,65			7,69	Agua turbia
10:35	45	83,70	1,60			7,69	
10:40	50	83,68	1,58			7,69	
10:45	55	83,71	1,61			7,69	
10:50	60	83,67	1,57			11,11	
10:51	61	83,94	1,84			11,11	
10:52	62	84,00	1,90			11,11	
10:53	63	84,06	1,96			11,11	
10:54	64	84,19	2,09			11,11	
10:55	65	84,29	2,19			11,11	
10:56	66	84,27	2,17			11,11	
10:57	67	84,47	2,37			11,11	
10:58	68	84,50	2,40			11,11	
10:59	69	84,55	2,45			11,11	
11:00	70	84,63	2,53			11,11	
11:02	72	84,72	2,62			11,11	
11:05	75	84,84	2,74			11,11	Agua turbia
11:07	77	84,90	2,80			11,11	
11:09	79	84,97	2,87			11,11	
11:11	81	85,04	2,94			11,11	
11:14	84	85,07	2,97			11,11	

11:17	87	85,15	3,05	11,11	
11:20	90	85,23	3,13	11,11	
11:25	95	85,42	3,32	11,11	
11:30	100	85,56	3,46	11,11	
11:35	105	85,71	3,61	11,11	
11:40	110	85,85	3,75	11,11	Agua turbia
11:45	115	85,97	3,87	11,11	
11:50	120	86,06	3,96	14,28	
11:51	121	86,78	4,68	14,28	
11:52	122	87,06	4,96	14,28	
11:53	123	87,20	5,10	14,28	
11:54	124	87,40	5,30	14,28	
11:55	125	87,65	5,55	14,28	
11:56	126	87,84	5,74	14,28	
11:57	127	88,10	6,00	14,28	
11:58	128	88,14	6,04	14,28	
11:59	129	88,18	6,08	14,28	
12:00	130	88,29	6,19	14,28	
12:02	132	88,55	6,45	14,28	
12:05	135	88,89	6,79	14,28	
12:07	137	89,14	7,04	14,28	
12:09	139	89,54	7,44	14,28	
12:11	141	89,82	7,72	14,28	
12:14	144	90,28	8,18	14,28	
12:17	147	90,88	8,78	14,28	Agua turbia
12:20	150	91,35	9,25	14,28	
12:25	155	92,04	9,94	14,28	
12:30	160	93,23	11,13	14,28	
12:35	165	93,86	11,76	14,28	
12:40	170	94,83	12,73	14,28	
12:45	175	96,48	14,38	14,28	
12:50	180	98,26	16,16	14,28	
13:00	190	105,25	23,15	14,18	
13:10	200	106,43	24,33	14,18	Cond: 4700µS pH: 7.10 Tª 14,8° C
13:30	220	107,31	25,21	14,18	
13:50	240	107,45	25,35	14,18	
14:10	260	108,11	26,01	14,18	
14:30	280	109,64	27,54	14,18	
14:50	300	111,81	29,71	14,18	Agua turbia
15:20	330	110,76	28,66	12,5	Cond: 3030µS pH: 7.14 Tª 15° C
15:50	360	112,62	30,52	12,5	
16:20	390	114,13	32,03	12,5	
16:50	420	114,20	32,10	12,5	
17:30	460	114,77	32,67	12,5	
18:10	500	117,88	35,78	9,83	
18:50	540	124,08	41,98	7,52	De repente el nivel cae hasta la profundidad de la bomba,
19:04	554	101,30	19,20	6,55	deja de sacar agua, sólo saca aire. Desde las 18:50 hasta
19:09	559	100,99	18,89	6,55	las 19:04 se regula el caudal a 6,55 l/s. El nivel recupera solo.
19:12	562	100,54	18,44	6,55	Cond: 1840µS pH: 7.16 Tª 12,9° C
19:15	565	100,31	18,21	6,55	
19:20	570	100,04	17,94	6,55	
19:25	575	99,89	17,79	6,55	
19:30	580	99,53	17,43	6,55	
20:10	620	98,18	16,08	6,55	
20:50	660	96,82	14,72	6,55	
21:50	720	96,10	14,00	6,55	MUESTRA 2. Agua turbia.
22:50	780	95,71	13,61	6,55	
23:50	840	93,33	11,23	6,55	
0:50	900	90,81	8,71	6,55	
1:50	960	87,47	5,37	6,55	
2:50	1020	86,28	4,18	6,55	
3:50	1080	85,11	3,01	6,55	
4:50	1140	84,87	2,77	6,55	
5:50	1200	84,74	2,64	6,55	
6:50	1260	84,63	2,53	6,55	
7:50	1320	84,58	2,48	6,55	
8:50	1380	84,44	2,34	6,55	Agua turbia.
9:50	1440	84,33	2,23	6,55	Cond: 1053µS pH: 7.39 Tª 14° C. MUESTRA 3
9:51	1441	82,92	0,82	0	
9:52	1442	82,95	0,85	0	
9:53	1443	83,00	0,90	0	

9:54	1444	82,73	0,63	0
9:55	1445	82,64	0,54	0
9:56	1446	82,61	0,51	0
9:57	1447	82,55	0,45	0
9:58	1448	82,56	0,46	0
9:59	1449	82,49	0,39	0
10:00	1450	82,50	0,40	0
10:05	1455	82,50	0,40	0
10:10	1460	82,45	0,35	0
10:15	1465	82,45	0,35	0
10:20	1470	82,45	0,35	0
10:25	1475	82,54	0,44	0
10:30	1480	82,59	0,49	0
10:35	1485	82,48	0,38	0
10:40	1490	82,48	0,38	0
10:45	1495	82,40	0,30	0
10:50	1500	82,22	0,12	0
11:45	1555	82,33	0,23	0

Medido con sonda manual habitual.



OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.		
FECHA: 14 de abril de 2005	Nº pag.:	
Nº SONDEO: P-09. 502.01	POBLACIÓN: VILLARROYA	PROF.: 165 m
PERFORACIÓN		
INICIO:	SISTEMA: ROTOPERCUSIÓN	
DIAMETRO:	mm	
VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:		

OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO

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

Ensayo de bombeo del sondeo de Villarroya MMA (241220028)

El ensayo de bombeo comienza el 13 de abril de 2005 a las 9:50 horas con manguera de 50 m y contador para evacuar el agua lo más lejos posible.

Se realizan un total de 4 escalones, los 2 primeros de 1 hora de duración con caudales de 7.69 l/s y 11.11 l/s respectivamente, el tercero con caudal máximo (14.28-7.52 l/s, dependiendo de la altura manométrica) que dura hasta el minuto 540 (18:50 horas), minuto en que de repente el nivel cae hasta la bomba (134,5 m) dejando de sacar agua, únicamente sale aire. A partir de ese momento y se intenta regular el caudal (por debajo de 7.52 l/s, ya que este caudal no lo puede mantener). A las 19:04 se consigue. En este tiempo el nivel se ha recuperado (hasta 101,30 m). A partir de aquí el caudal se mantiene hasta el final del ensayo en 6,55 l/s. El nivel se va recuperando. Pasadas las 24 horas sólo quedan 2.20 m por recuperar.

Resumen del ensayo de bombeo

	Duración	Caudal (l/s)	Descenso (m)
Escalón 1	1 hora	7.69	1.57
Escalón 2	1 hora	11.11	2.39
Escalón 3	7 horas	14.28-7.52	38.11
Escalón 4	15 horas	6.55	-39.75

En ningún escalón llega a estabilizar el nivel.

Al principio el agua sale muy sucia (marrón). A los 27 minutos ya sale turbia y mantiene así hasta el final del aforo. A los 200 minutos la conductividad es muy alta, de 4700 μ s disminuyendo a lo largo del aforo hasta llegar a 1053 μ s a los 1440 minutos. El pH es de 7.15 y la temperatura de 14 °C.

Después del ensayo se mide una hora de recuperación. Al final de ésta el nivel está en 82.22 m (sólo quedan 12 cm por recuperar). En este tiempo el nivel ha sufrido oscilaciones.

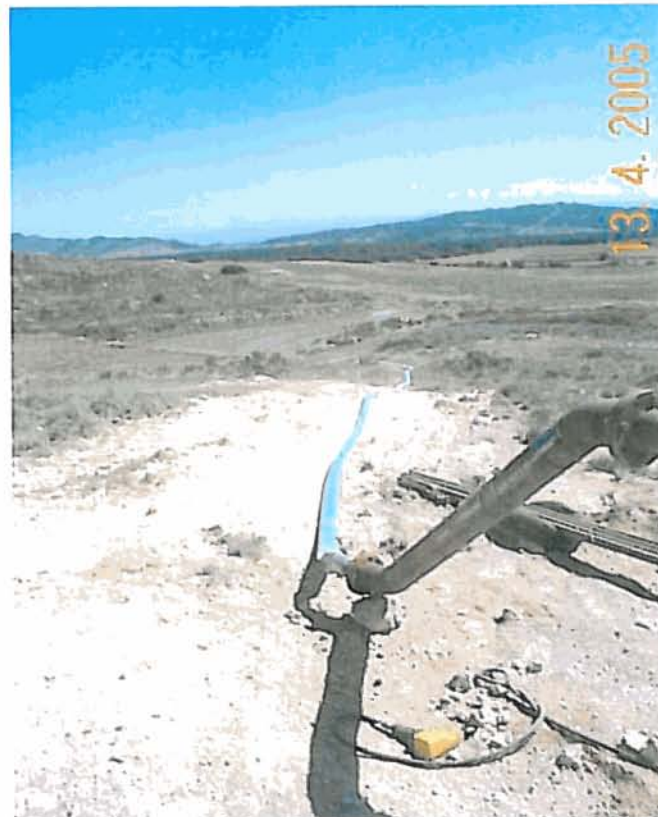
A las 11:45 (una vez desmontado el equipo) se mide el nivel con la sonda manual. Está en 82.33 m.



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



El mismo día (14/04/05) se mide el nivel en el piezómetro de Tarazona con sonda manual. A las 12:05 el nivel está en 69.01, por tanto aún no ha recuperado (faltan 1.46 m).





MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

INFORME ENSAYO DE BOMBEO

**PIEZÓMETRO Nº 2412-2-0028
(09.502.002)**

VILLARROYA (La Rioja)

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 Villarroya (La Rioja), 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, Prickett 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

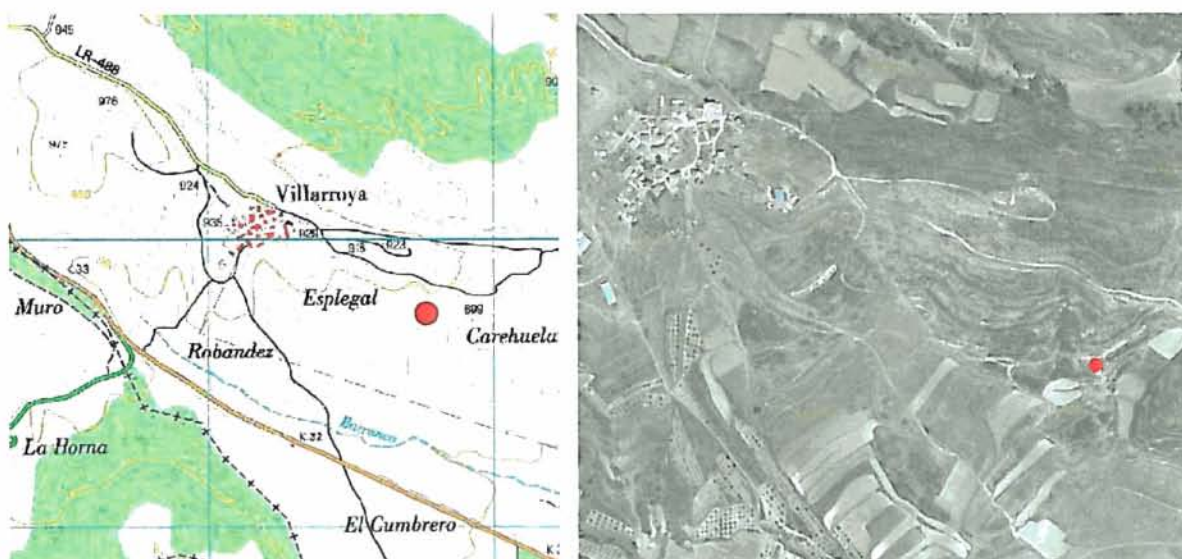
- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 24-12 (281) de Cervera del Río Alhama.
- Término municipal de Villarroya (La Rioja). El sondeo se sitúa en el paraje “El Esplegal” o “El Cerro”, situado 700 metros al OSO del pueblo. (Figuras 1, 2 y 3)
- Referencia catastral. Polígono 7, Parcela 389.
- Coordenadas UTM:

HUSO: 30T

X: 577.763

Y: 4. 664.737

Z: 930 msnm..



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



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

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El piezómetro se localiza en la masa de agua subterránea de Fitero-Arnedillo (09.066) instalada en una franja mesozoica cabalgada sobre los materiales de la Depresión terciaria del Ebro y fuertemente tectonizada. El acuífero principal está formado por materiales carbonatados del Jurásico marino (300-700 m) y calizas del Cretácico inferior (potencia máxima 440 m). Aparecen también conglomerados del Mioceno y glaciares cuaternarios. El objetivo del piezómetro es el acuífero instalado en el Jurásico marino.

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del Lías inferior atribuidos a la Fm. Cortes de Tajuña, que afloran en el borde norte de la Cubeta Pliocena de Villarroya. El buzamiento en el entorno del sondeo es de aproximadamente 10° hacia el sur. (Fig. 4).

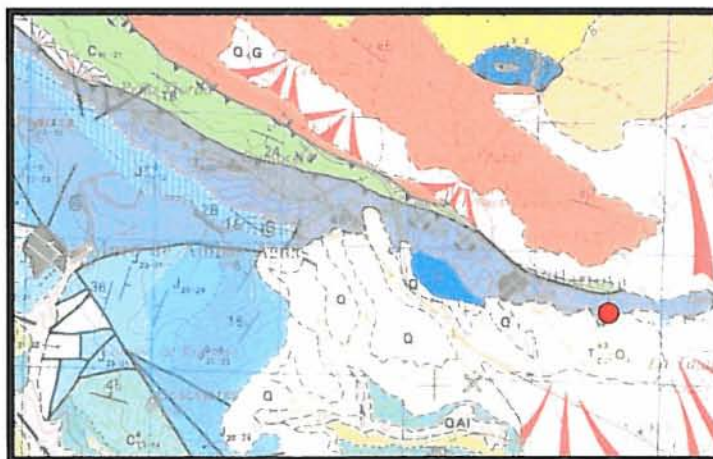


Figura 4. Situación Geológica en la Hoja nº 281 (Certera del Río Alhama).



La compleja estructura geológica de los materiales mesozoicos de Cameros y su relación con la Fosa Terciaria del Ebro da lugar a un complejo esquema de circulación con fenómenos termales asociados a flujos regionales profundos. Las descargas se producen de manera preferente hacia los ríos que surcan la m.a.s., preferentemente a los ríos Alhama y Cidaco. Las surgencias termales se ubican en la zona de Arnedillo y Fitero.

INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se efectuó con normalidad hasta el metro 100, en el que se encuentra una cavidad que hace que se pierda el barrido, que no se recupera hasta el metro 145. En el metro 150 de nuevo deja de haber retorno, persistiendo esta circunstancia hasta el final del sondeo (165 m).

Las muestras recuperadas sugieren que hasta el metro 100 se atraviesa la Fm. Cortes de Tajuña. En los primeros 15 metros se perforan dolomías oquerosas y calizas dolomíticas con algún nivel de brechas. A continuación, entre el metro 15 al 45, se pasa a un tramo con mayor presencia de niveles de brechas con restos de anhidritas y, posteriormente entre el tramo 45 al 70, a un tramo que además de las dolomías oquerosas y niveles de brechas presenta intercalaciones margosas y posibles niveles de naturaleza dolomítica. A continuación se corta un tramo dolomías, carniolas y niveles de brechas con frecuentes restos de clastos de anhidrita entre los metros 70 a 100. La litología atravesada entre el metro 145 y 150 corresponde a anhidritas de grano fino de la Fm. Lécera.

Hacia el metro 20-25 se detecta cierta humedad en el ripio, lo que se atribuye a algún pequeño nivel colgado sin relevancia. No se volvió a identificar aportes de agua durante la perforación, si bien al final de la misma se pudo medir el nivel piezométrico a 81,5 metros de profundidad, similar a del pozo de abastecimiento próximo.

La testificación geofísica sólo se pudo efectuar en los primeros 87 metros, y sólo detectó tramos aportantes entre los metro 81,5 y 87 que se interpretaron como de pequeña entidad, desconociéndose por tanto el comportamiento hidráulico de los tramos sin retorno de ripio y agua.

La entubación quedó como sigue:

ENTUBACIÓN				
TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Hierro	Ciega
0-81	180	4	Hierro	Ciega
81-87	180	4	Hierro	Filtro puente
87-99	180	4	Hierro	Ciega
99-105	180	4	Hierro	Filtro puente
105-117	180	4	Hierro	Ciega
117-123	180	4	Hierro	Filtro puente
123-135	180	4	Hierro	Ciega
135-141	180	4	Hierro	Filtro puente
141-165	180	4	Hierro	Ciega



INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO

El ensayo comenzó el 13 de abril de 2005, a las 9:50 horas y tuvo una duración de 24 horas. El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo. El nivel inicial fue de 82,10 m.

La aspiración se situó a 134,50 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en una motobomba CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia, movida por un grupo DEUSCH 10KVA de 150 CV. El control del caudal se efectuó mediante contador, y el agua se vertió al terreno mediante una manguera de 50 metros de longitud.

Tras tres escalones de 7.69, 11.11 y 14.28 L/s y 1 hora de duración en los que se observó un fuerte incremento de los descensos, por lo que se disminuyó ligeramente el caudal a 14.18 L/s, atenuándose el ritmo descendente del nivel dinámico, pero no se pudo evitar que a los 540 minutos de bombeo el nivel de agua llegase hasta la aspiración y se dejara de sacar agua, sólo aire. Se reguló el caudal progresivamente y 14 minutos más tarde se consigue volver a extraer agua con un caudal 6,55 l/s que se mantuvo constante hasta el final del ensayo. Durante este periodo el nivel dinámico no dejó de recuperarse.

Tras completar 24 horas de bombeo se midió la recuperación durante una hora, al término de la cual quedaba por recuperar 12 cm.

El agua extraída estaba muy sucia al inicio de la prueba y no llegó a aclarar totalmente. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió "in situ" la temperatura y conductividad. Los resultados obtenidos fueron:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH
200	14,8	4700	7,10
330	15,0	3030	7,14
562	12,9	1840	7,16
1440	14,0	1053	7,14

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

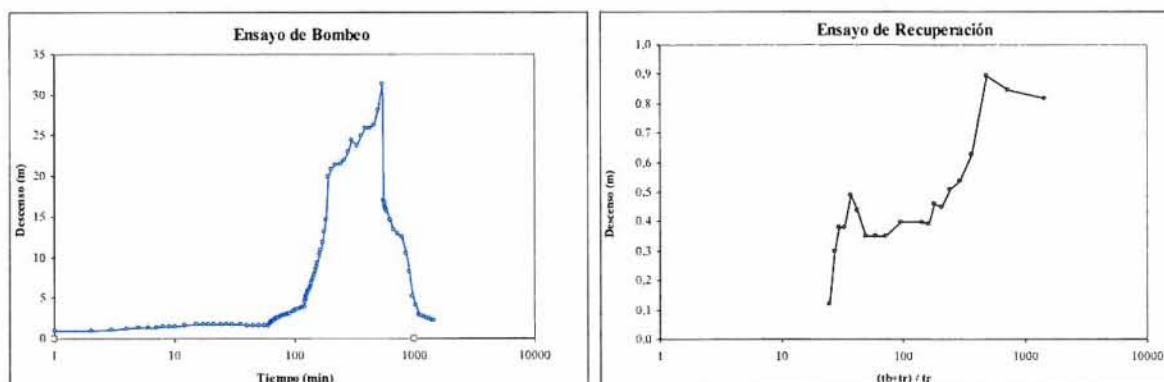


Figura 5 y 6. Curva de descenso-tiempo en bombeo y recuperación



INTERPRETACIÓN

Las anomalías ocurridas durante el ensayo de bombeo hace muy difícil la interpretación, la cual sólo ha sido posible mediante tres métodos: Método de Jacob, análisis de la recuperación mediante el Método de Theis y simulación de la recuperación mediante el programa MABE (Método directo).

Método de Jacob

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

Aprox. Log. de Jacob	Pendiente	Transmisividad m^2/dia
2º Escalón (Q= 11,11 L/seg)	6,60	26,62
3º escalón (Q=14,28 L7seg)	46,09	4,91
4º Escalón (Q= 12,5 L/seg)	17,80	11,12

La disparidad de los mismos no se justifican en la existencias de barreras y sugiere que el anómalo desarrollo del ensayo se debe a que el principal -quizás único- nivel productivo del sondeo se sitúa próximo al nivel estático inicial y ha quedado descolgado durante el bombeo. La simulación del ensayo con estos valores es en todos los casos muy insatisfactoria (fig. 8 y 9) e indica que el método de Jacob no es aplicable.

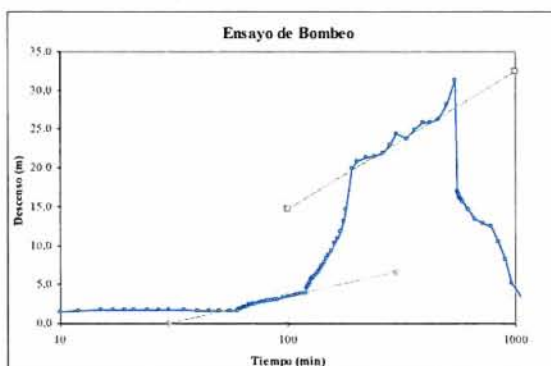
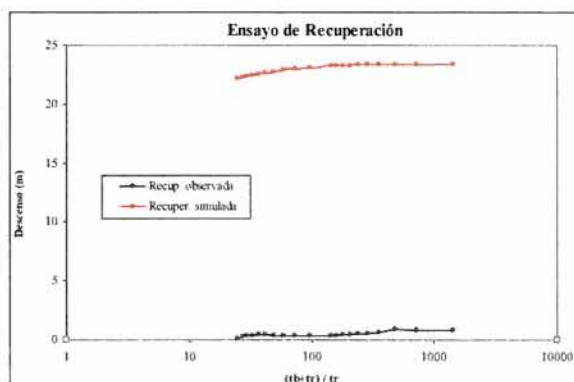
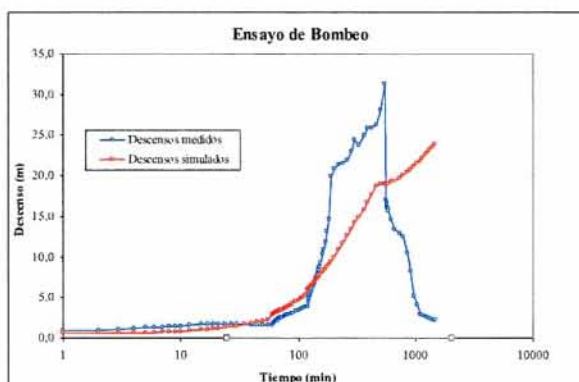


Figura 7



Figuras 8 y 9. Simulación del ensayo para $T = 5,91 m^2/dia$

Recuperación Método de Theis

El resultado obtenido es de $528 \text{ m}^2/\text{día}$. En la figura 10 se representa la recuperación junto a la recta de ajuste, mientras que en las figuras 11 y 12 se compara los datos de campo con los teóricos para ese valor de la transmisividad. El ajuste es aceptable en la recuperación, pero no durante la fase de bombeo.

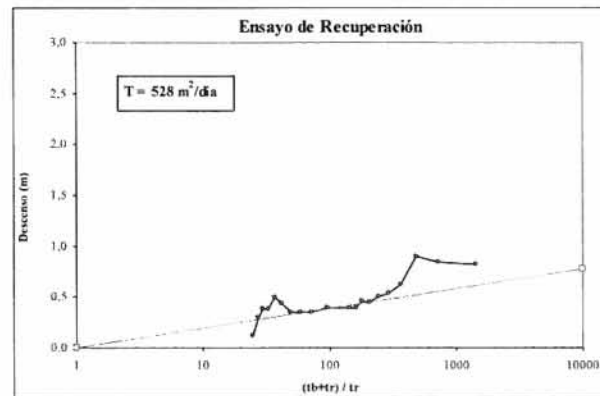


Figura 10

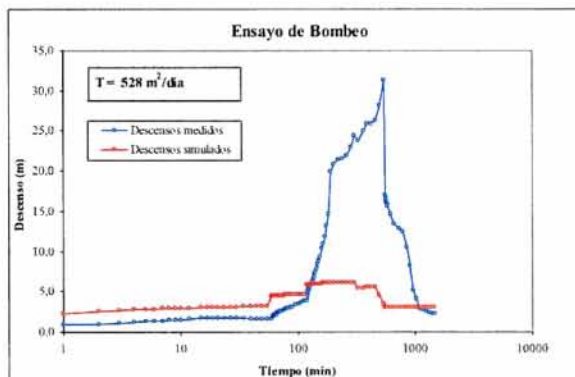


Figura 11

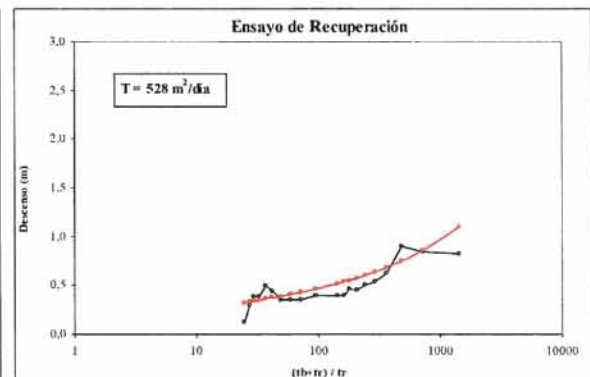


Figura 12

Método directo (MABE)

La calibración con la solución de Theis en descensos sólo permite reproducir aceptablemente el primer escalón (Figura 13), y sugiere que ya durante el desarrollo del segundo escalón el nivel productivo comienza a desaturarse. Ello implicaría que los niveles productivos se sitúa entre 84 y 85 metros de profundidad como límite superior y sobre 97 metros de profundidad de profundidad como límite inferior, a juzgar por el brusco descenso que se produce cuando el nivel dinámico supera esa profundidad (minuto 190).

La calibración de la recuperación permite reproducirla aceptablemente (Figura 14). En este caso, la relativa normalidad de la misma se justificaría porque el nivel dinámico se encuentra en todo momento por encima de esa hipotética zona productiva.

En ambos casos ha habido que admitir la existencia de un modesto efecto de almacenamiento cárstico, traducido en un Radio Equivalente de 0,36 metros.

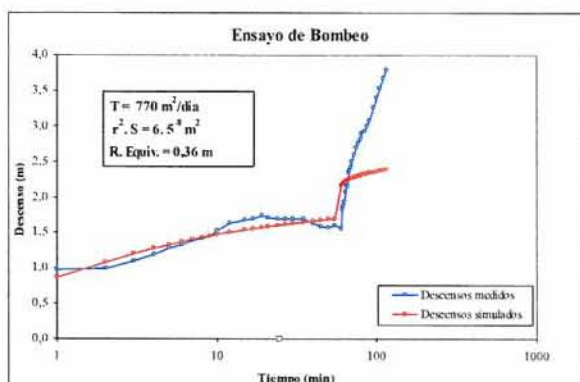


Figura 13

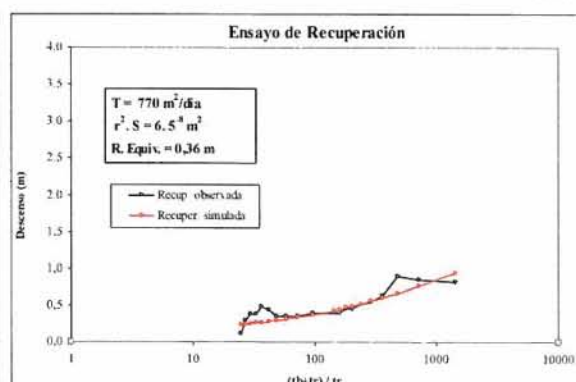


Figura 14

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se sintetizan en el siguiente cuadro.

Método	Transm. m ² /día	r ² .S m ²	R. Equiv. m
Aprox. Log. Jacob (2º Escalón)	26,62	---	---
Aprox. Log. Jacob (3º escalón)	4,91	---	---
Aprox. Log. Jacob (4º escalón)	11,12	---	---
Método Recuperación Theis	528	---	---
Simulación mediante la solución de Theis	770	6,5E-08	3,6E-01

Se considera que los parámetros obtenidos por el método de Jacob son equívocos y en ningún caso son fiables pues posiblemente se han obtenido con los niveles productivos colgados por encima del nivel dinámico.

Los valores de la transmisividad obtenidos de la recuperación parecen mucho más ajustados a la realidad, ya que en este caso el nivel dinámico se sitúa por encima de los niveles productivos, por lo que se cumple las condiciones para la validez de la Solución de Theis. En concreto, se considera que los parámetros representativos del acuífero son los obtenidos mediante la calibración de la recuperación con el modelo MABE:

Transm. m ² /día	r ² .S m ²	R. Equiv. m
770	6,50E-08	3,60E-01

Existen pérdidas adicionales de carga imposibles de evaluar por las condiciones del ensayo.



ANEXO N° 1

ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO

Localidad: **VILLARROYA (La Rioja)**
Hoja MTN **24-12 (281) Cervera del rio Alhama**

N° de Inventario Pozo de bombeo:	2412-20028	Coordenadas sondeo:	577763 4664737 930
N° de Inventario Piezómetro:		Coordenadas Piezómetro:	
Profundidad del sondeo:	165 m	Distancia del piezómetro:	
Nivel estático:	82,10 m	Toponimia./Ref.Catastral.	Polígono 7, parcela 389
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	81 m	Fecha ensayo:	13 de abril de 2005
Profundidad muro Fm acuífera (m)	165 m	Bomba:	CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV
Longitud del filtro (Screen lenght)	24 m	Grupo :	DEUSCH 10KVA 150 CV
φ perforación (annulus diameter)	220 mm	Profundidad bomba:	134,50 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.	
9:50	0,0	0	82,10	0,00			
9:51	7,69	1	83,08	0,98			Agua muy sucia (marrón)
9:52	7,69	2	83,09	0,99			
9:53	7,69	3	83,21	1,11			
9:54	7,69	4	83,30	1,20			
9:55	7,69	5	83,38	1,28			
9:56	7,69	6	83,44	1,34			
9:57	7,69	7	83,49	1,39			
9:58	7,69	8	83,52	1,42			
9:59	7,69	9	83,55	1,45			
10:00	7,69	10	83,63	1,53			
10:02	7,69	12	83,74	1,64			
10:05	7,69	15	83,79	1,69			
10:07	7,69	17	83,81	1,71			
10:09	7,69	19	83,85	1,75			
10:11	7,69	21	83,82	1,72			
10:14	7,69	24	83,81	1,71			Agua turbia
10:17	7,69	27	83,81	1,71			
10:20	7,69	30	83,80	1,70			
10:25	7,69	35	83,80	1,70			
10:30	7,69	40	83,75	1,65			Agua turbia
10:35	7,69	45	83,70	1,60			
10:40	7,69	50	83,68	1,58			
10:45	7,69	55	83,71	1,61			
10:50	11,11	60	83,67	1,57			
10:51	11,11	61	83,94	1,84			
10:52	11,11	62	84,00	1,90			
10:53	11,11	63	84,06	1,96			
10:54	11,11	64	84,19	2,09			
10:55	11,11	65	84,29	2,19			
10:56	11,11	66	84,27	2,17			
10:57	11,11	67	84,47	2,37			
10:58	11,11	68	84,50	2,40			
10:59	11,11	69	84,55	2,45			
11:00	11,11	70	84,63	2,53			
11:02	11,11	72	84,72	2,62			
11:05	11,11	75	84,84	2,74			Agua turbia



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
11:07	11,11	77	84,90	2,80			
11:09	11,11	79	84,97	2,87			
11:11	11,11	81	85,04	2,94			
11:14	11,11	84	85,07	2,97			
11:17	11,11	87	85,15	3,05			
11:20	11,11	90	85,23	3,13			
11:25	11,11	95	85,42	3,32			
11:30	11,11	100	85,56	3,46			
11:35	11,11	105	85,71	3,61			
11:40	11,11	110	85,85	3,75			Agua turbia
11:45	11,11	115	85,97	3,87			
11:50	14,28	120	86,06	3,96			
11:51	14,28	121	86,78	4,68			
11:52	14,28	122	87,06	4,96			
11:53	14,28	123	87,20	5,10			
11:54	14,28	124	87,40	5,30			
11:55	14,28	125	87,65	5,55			
11:56	14,28	126	87,84	5,74			
11:57	14,28	127	88,10	6,00			
11:58	14,28	128	88,14	6,04			
11:59	14,28	129	88,18	6,08			
12:00	14,28	130	88,29	6,19			
12:02	14,28	132	88,55	6,45			
12:05	14,28	135	88,89	6,79			
12:07	14,28	137	89,14	7,04			
12:09	14,28	139	89,54	7,44			
12:11	14,28	141	89,82	7,72			
12:14	14,28	144	90,28	8,18			
12:17	14,28	147	90,88	8,78			Agua turbia
12:20	14,28	150	91,35	9,25			
12:25	14,28	155	92,04	9,94			
12:30	14,28	160	93,23	11,13			
12:35	14,28	165	93,86	11,76			
12:40	14,28	170	94,83	12,73			
12:45	14,28	175	96,48	14,38			
12:50	14,28	180	98,26	16,16			
13:00	14,18	190	105,25	23,15			
13:10	14,18	200	106,43	24,33			Cond: 4700µS pH: 7.10 Tª 14,8° C
13:30	14,18	220	107,31	25,21			
13:50	14,18	240	107,45	25,35			
14:10	14,18	260	108,11	26,01			
14:30	14,18	280	109,64	27,54			
14:50	14,18	300	111,81	29,71			Agua turbia
15:20	12,5	330	110,76	28,66			Cond: 3030µS pH: 7.14 Tª 15° C
15:50	12,5	360	112,62	30,52			
16:20	12,5	390	114,13	32,03			
16:50	12,5	420	114,2	32,10			
17:30	12,5	460	114,77	32,67			
18:10	9,83	500	117,88	35,78			



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
18:50	7,52	540	124,08	41,98			De repente el nivel cae hasta la profundidad de la bomba.
19:04	6,55	554	101,3	19,20			deja de sacar agua, sólo saca aire. Desde las 18:50 hasta
19:09	6,55	559	100,99	18,89			las 19:04 se regula el caudal a 6,55 l/s. El nivel recupera solo.
19:12	6,55	562	100,54	18,44			Cond: 1840µS pH: 7.16 Tª 12,9° C
19:15	6,55	565	100,31	18,21			
19:20	6,55	570	100,04	17,94			
19:25	6,55	575	99,89	17,79			
19:30	6,55	580	99,53	17,43			
20:10	6,55	620	98,18	16,08			
20:50	6,55	660	96,82	14,72			
21:50	6,55	720	96,1	14,00			MUESTRA 2. Agua turbia.
22:50	6,55	780	95,71	13,61			
23:50	6,55	840	93,33	11,23			
0:50	6,55	900	90,81	8,71			
1:50	6,55	960	87,47	5,37			
2:50	6,55	1020	86,28	4,18			
3:50	6,55	1080	85,11	3,01			
4:50	6,55	1140	84,87	2,77			
5:50	6,55	1200	84,74	2,64			
6:50	6,55	1260	84,63	2,53			
7:50	6,55	1320	84,58	2,48			
8:50	6,55	1380	84,44	2,34			Agua turbia.
9:50	6,55	1440	84,33	2,23			Cond: 1053µS pH: 7.39 Tª 14° C. MUESTRA 3
9:51	0	1441	82,92	0,82			
9:52	0	1442	82,95	0,85			
9:53	0	1443	83	0,90			
9:54	0	1444	82,73	0,63			
9:55	0	1445	82,64	0,54			
9:56	0	1446	82,61	0,51			
9:57	0	1447	82,55	0,45			
9:58	0	1448	82,56	0,46			
9:59	0	1449	82,49	0,39			
10:00	0	1450	82,5	0,40			
10:05	0	1455	82,5	0,40			
10:10	0	1460	82,45	0,35			
10:15	0	1465	82,45	0,35			
10:20	0	1470	82,45	0,35			
10:25	0	1475	82,54	0,44			
10:30	0	1480	82,59	0,49			
10:35	0	1485	82,48	0,38			
10:40	0	1490	82,48	0,38			
10:45	0	1495	82,4	0,30			
10:50	0	1500	82,22	0,12			
11:45	0	1555	82,33	0,23			Medido con sonda manual habitual.

ANEJO 5

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

CENTRAL: C/ Santa Teresa, 17, 1º, 30005 MURCIA
 Tel.: 968 213 836 Fax: 968 210 848
 LABORATORIO: Avda Europa, s/n Polig. Ind. Base 2000
 30064 ICHERZIL (MURCIA)
 Tel.: 968 602 711 Fax: 968 690 691

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO solicitado por: **CONTROL Y GEOLOGIA S.A. (CYGSA)**

Denominación de la muestra: **BALTASAR GRACIÁN Nº 11 1º CENTRO 50005 ZARAGOZA**

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

Envases: **1 - PET 130 ml.**
 UTM-X:
 UTM-Y:

Fecha de muestreo: **06/12/2004** Hora: Fecha de recepción: **30/12/2004** Fecha de análisis: **04/01/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	5,700 μ S/cm	Electrometría (P.I.E. COND)
pH.....	7,15 ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	242,22 mg/l	Método argentométrico de Mohr (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	3.438,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	156,72 mg/l	Alícuota, con arranque de modo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	30,49 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	1.026,97 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NACA)
MAGNESIO.....	58,00 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. MAAA)
CALCIO.....	562,93 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. CAAA)
POTASIO.....	5,89 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NAKA)
NITRITOS.....	0,22 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,56 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,95 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. BORO)
ANHÍDRIDO FOSFÓRICO	0,40 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	4,29 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,01 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,39 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

*El presente Informe sólo afecta a la muestra consultada 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).-----*

lunes, 10 de enero de 2005

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

Fdo.: **Susana Avilés Espiñero**
 Leída en Oficina Química
 Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

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

Nº Registro: CAA/GE- 3.046 - 04

Página 1 de 1



ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS.....	242,22	6,83	8,39
SULFATOS.....	3.438,00	71,58	87,86
BICARBONATOS.....	156,72	2,57	3,15
CARBONATOS.....	0,00	0,00	0,00
NITRATOS.....	30,49	0,49	0,60
SODIO.....	1.026,97	44,67	57,50
MAGNESIO.....	58,00	4,77	6,14
CALCIO.....	562,93	28,09	36,16
POTASIO.....	5,89	0,15	0,19

AGUA: SULFATADA - SÓDICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de Congelación	-0,16 °C
Sólidos disueltos.....	5.528,04 mg/l.
CO2 libre.....	17,65 mg/l
Dureza total.....	164,45 ° Francés
Dureza total.....	1.644,48 mg/l de CO3Ca
Dureza permanente.....	1.516,02 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de bicarbonatos..	128,54 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de carbonatos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad de hidróxidos.....	0,00 mg/l de CO3Ca
Alcalinidad total.....	128,54 mg/l de CO3Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIES

rCl+rSO4/rHCO3+rCO3	30,53
rNa+rK/rCa+rMg.....	1,36
rNa/rK.....	296,53
rNa/rCa.....	1,59
rCa/rMg.....	5,89
rCl/rHCO3.....	2,66
rSO4/rCl.....	10,48
rMg/rCa.....	0,17
i.e.b.....	-5,56
i.d.d.....	-0,51

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



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

PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA

Denominación de la muestra: VILLARROYA. ENSAYO BOMBEO.-
MUESTRA 2

UTM-X:
UTM-Y:

Matriz AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Envases: 1 PET 130 ml.

Fecha muestreo 13/04/2005 Hora 21:5 Fecha recepción 29/04/2005 Inicio análisis 06/05/2005 Fin análisis 13/05/2005

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	915	µ S/cm Electrometría (P.I.E. CO-C)
pH.....	7,73	ud. de pH Electrometría. (P.I.E. PH-C)
CLORUROS.....	13,65	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	446,80	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	151,71	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	44,41	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	11,31	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	18,45	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	204,13	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,21	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,03	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. AM-C)
BORO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,13	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FO-C)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	5,99	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.....
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.....
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).....

miércoles, 18 de mayo de 2005

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

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

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

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

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

CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS, S.A.



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

**PLATERÍA, 6, 3º.
30004 MURCIA**

Denominación de la muestra: **VILLARROYA. ENSAYO BOMBEO.-
MUESTRA 3.-**

UTM-X:
UTM-Y:

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

Envases: **1 PET 130 ml.**

Fecha muestreo **14/04/2005** Hora **9:50** Fecha recepción **29/04/2005** Inicio análisis **06/05/2005** Fin análisis **13/05/2005**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C	881 µ S/cm	Electrometría. (P.I.E. CO-C)
pH.....	7,67 ud. de pH	Electrometría (P.I.E. PH-C)
CLORUROS.....	13,65 mg/l	Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	413,30 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	154,21 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo. (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00 mg/l	Acidimetría, con fenolfaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	47,77 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	12,72 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	18,45 mg/l	Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	192,92 mg/l	Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	1,18 mg/l	Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,03 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AM-C)
BORO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO	0,12 mg/l P2O5	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FO-C)
ANHÍDRIDO SILÍCICO	6,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00 mg/l	Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

El presente Informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo y NO deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito de CAASA.....
Los procedimientos empleados son normas internas de CAASA. El Laboratorio dispone de la incertidumbre de sus medidas a disposición del cliente.....
Las muestras tomadas por Técnicos de CAASA se realizan según el Procedimiento de toma de muestras puntuales y compuestas (IO-013).....

miércoles, 18 de mayo de 2005

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

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

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

ANEJO 6

FICHA IPA Y FICHA MMA



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

Tipo: SONDÉ Fuente de información: CHE (OPH)
 Mapa 1:50.000 (2412) CERVERA DEL RIO ALHAMA UTMX: 577705 UTMY: 4004737 COTA: 887
 Provincia: LA RIOJA Municipio: VILLARROYA
 Localidad: Paraje: VILLARROYA MMA EL ESPINAJE Pol 7 Parc 380
 Dominio Hidrológico: Demanda - Cameros Unidad: Fitero - Arnedillo
 Acuífero: Lítico marino (Las y Dogger) Masa Subterránea A: FITERO-ARNEDILLO Masa Subterránea B:
 Acuífero: Lítico marino (Las y Dogger) Redes: PG PL PH CG CL CH CE L Y LH I OT
 Rsc: EBR0 Cuenca: EBR0
 Observaciones: PIEZOMETRO DE LA RFD BASICA DEL MIMAM A los 100 metros se encuentra una cavidad a partir de la cual, se espulsa el agua en rpio de la perforación



241220028 (15/11/2004)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA		CHE (CALIDAD)	03/04/2005		
57	Z-AMALTEA		CHE (OPH)	10/08/2005		Angel Amategui Red MMA

PERFORACIÓN

Contralista: PERFORACIONES SUAREZ (SACYR MADRUGA) Año: 2004
 Tipo perforación: ROTO PERFORACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA Profundidad total: 165
 Observaciones: Inicio 2/12/04 y fin 3/12/04

La entubación del pozo fue muy laboriosa a partir de los 80 m

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	115
6	165	220

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	100	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
6	81	180	4	Metálica ciega	
81	87	180	4	Metálica puercocillo	
87	99	180	4	Metálica ciega	
99	105	180	4	Metálica puercocillo	
105	117	180	4	Metálica ciega	
117	123	180	4	Metálica puercocillo	
123	135	180	4	Metálica ciega	
135	141	180	4	Metálica puercocillo	
141	165	180	4	Metálica ciega	

TRATAMIENTOS ESPECIALES

Fecha	Tipo
03/12/2004	Temperatura
03/12/2004	Conductividad
03/12/2004	Resistividad
03/12/2004	Por Esporización
03/12/2004	Gama natural
03/12/2004	Inclinación

LITOLOGÍA

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	15	CARNIOLAS	LIASICO	ACUÍFERO
Observaciones: CARNIOLAS Y LIMOS MARRONES				
15	26	CARNIOLAS	LIASICO	ACUÍFERO
Observaciones: Carniolas de color marron - gris				
26	45	CARNIOLAS	LIASICO	ACUÍFERO
Observaciones: Carniolas, dolomitas y calizas recristalizadas en fragmentos mayores debido a la fracturación del terreno				
45	100	CARNIOLAS	LIASICO	ACUÍFERO
Observaciones: Carniolas con intercalaciones margosas marrones				
100	145			
Observaciones: No se recupera testigo				
145	150	CARNIOLAS	LIASICO	ACUÍFUGO
Observaciones: Carniolas con niveles de anhidrita				
150	165			
Observaciones: No se recupera testigo				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
13/04/2005	6.55	124.08	39.75	0.6			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	7.32	117.88	-6.2	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	9.83	114.77	-3.11	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	12.5	111.81	-2.96	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	14.18	99.26	-17.55	0.1			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	14.28	85.97	-12.29	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	11.11	85.71	-2.26	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							
13/04/2005	7.60	82.1	-1.64	0			CHE (OPH)
Observaciones: Proyecto de mejora de la red piezométrica Profundidad aspiración - 134.5, Bomba CAPRARI 6" E6S 54 20 50 CV							

PIEZOHIDROMETRIA

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
44	85.13	81.5	3.63	83.7519	0.8972

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Informacion	Referencia de medida	Altura de medida
13/08/2008	84.84			802.17	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/07/2008	84.77			802.83	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
03/06/2008	84.68			802.32	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
12/05/2008	84.72			802.28	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
18/04/2008	84.58			802.42	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
11/03/2008	84.5			802.5	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
04/02/2008	84.52			802.68	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
03/01/2008	84.18			802.82	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/12/2007	84.15			802.85	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
19/11/2007	84.07			802.93	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/10/2007	84			803	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/09/2007	83.99			803.01	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
09/08/2007	84.07			802.93	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
31/07/2007	84.66			802.34	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
13/06/2007	84.36			802.64	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/05/2007	84.67			802.33	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
20/04/2007	85.18			801.82	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/03/2007	85.21			803.79	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
08/02/2007	84.94			802.06	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
11/01/2007	84.88			802.12	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
20/12/2006	84.78			802.22	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
20/11/2006	84.39			802.61	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Informacion	Referencia de medida	Altura de medida
23/08/2006	84.4			802.6	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
24/07/2006	84.05			802.95	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/06/2006	84.11			802.89	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
22/05/2006	83.99			803.01	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/04/2006	83.8			803.2	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
27/03/2006	83.97			803.03	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/02/2006	84.04			802.96	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
19/01/2006	83.69			803.91	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
15/12/2005	83.26			803.74	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
17/11/2005	83.3			803.7	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/10/2005	83.48			803.57	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
23/09/2005	83.05			803.95	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
10/08/2005	82.96			804.04	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
21/07/2005	82.91			804.09	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
27/06/2005	82.84			804.16	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
19/05/2005	82.78			804.22	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
14/04/2005	82.64			804.36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones:									
14/04/2005	82.33	0		804.67	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Medida con sonda manual habitual. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.22	0		804.78	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.4	0		804.6	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.48	0		804.52	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.48	0		804.52	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

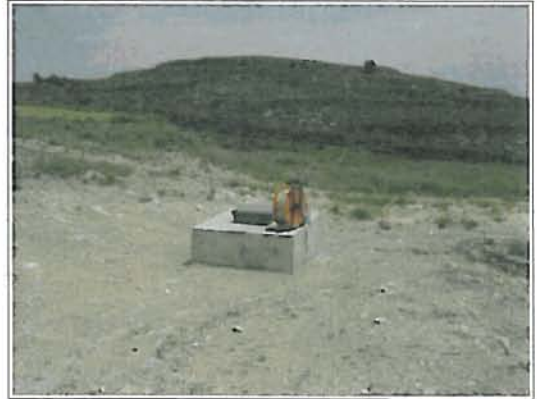
Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Informacion	Referencia de medida	Altura de medida
14/04/2005	82.56	0		804.41	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.54	0		804.46	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.45	0		804.55	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.45	0		804.55	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.5	0		804.5	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.49	0		804.51	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.56	0		804.44	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.55	0		804.45	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.61	0		804.39	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.64	0		804.36	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.73	0		804.27	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	83	0		804	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.65	0		804.05	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	82.92	0		804.68	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	84.33	6.55		802.67	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Cond 1053, S pH 7.19 T 14°C MUESTRA 3 Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	84.41	6.55		802.56	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Agua turbia. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	84.58	6.55		802.42	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	84.63	6.55		802.37	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	84.74	6.55		802.26	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	84.87	6.55		802.15	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

Fecha muestro	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezohidro.	Tipo de Medida	Fuente Informacion	Referencia de medida	Altura de medida
14/04/2005	85.11	6.55		801.89	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	86.28	6.55		800.72	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	87.47	6.55		799.53	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
14/04/2005	90.81	6.55		796.19	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	93.33	6.55		793.67	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	95.71	6.55		791.29	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	96.1	6.55		790.9	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: MUESTRA 2 Agua turbia. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	96.82	6.55		790.18	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	98.18	6.55		788.82	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	99.53	6.55		787.47	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	99.89	6.55		787.11	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	100.04	6.55		786.96	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	100.31	6.55		786.69	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	100.54	6.55		786.46	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Cond 1040, S pH 7.16 T 12.9°C Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	100.99	6.55		786.01	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: las 19:04 se regula el caudal a 6.55 l/s. El nivel recupera solo. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	101.3	6.55		785.7	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: deja de sacar agua solo saca aire. Desde las 18:50 hasta Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	124.08	7.52		762.92	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: De repente el nivel cae hasta la profundidad de la bomba. Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	117.88	9.83		769.12	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	114.77	12.5		772.23	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	114.2	12.5		772.8	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	114.13	12.5		772.87	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									
13/04/2005	112.62	12.5		774.38	Nivel Dinámico	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
Observaciones: Pagado automático proyecto de mejora de la red piezométrica									

HIDROQUÍMICA

Fecha muestra	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l mg/l	Na meq/l mg/l	Mg meq/l mg/l	Ca meq/l mg/l	K meq/l mg/l	Cond20 campo lab	Ph campo lab	Error %	Fuente Info.
06/12/2004	6.8231	71.828	2.5562	0.4418	44.6506	4.7934	28.0753	0.1306	53%		4.822	Proyecto de construcción de sondos a profundidades de la red oficial de control de aguas subterráneas de la cuenca del Ebro (09.8201.39.2111)
	242.25	3438	116.72	10.40	1026.97	38	312.93	3.89	3700	7.2		

OTRAS FOTOS



241228VillamayEMA (06/07/2005)



241220028Emb (15/11/2004)



241220028EmbSE (15/11/2004)



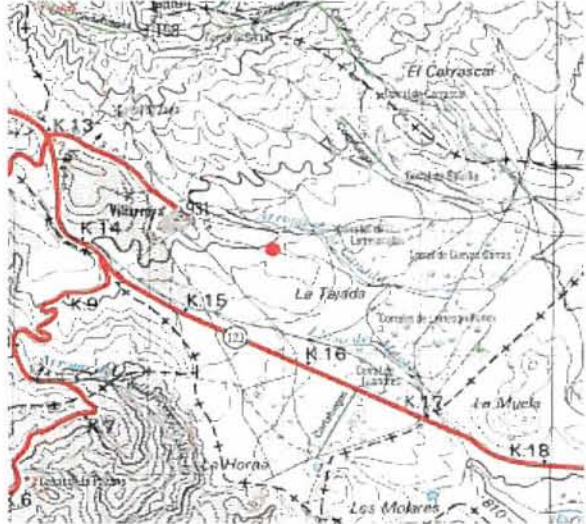

241220028 (15/12/2004)

FICHA DE PIEZÓMETRO

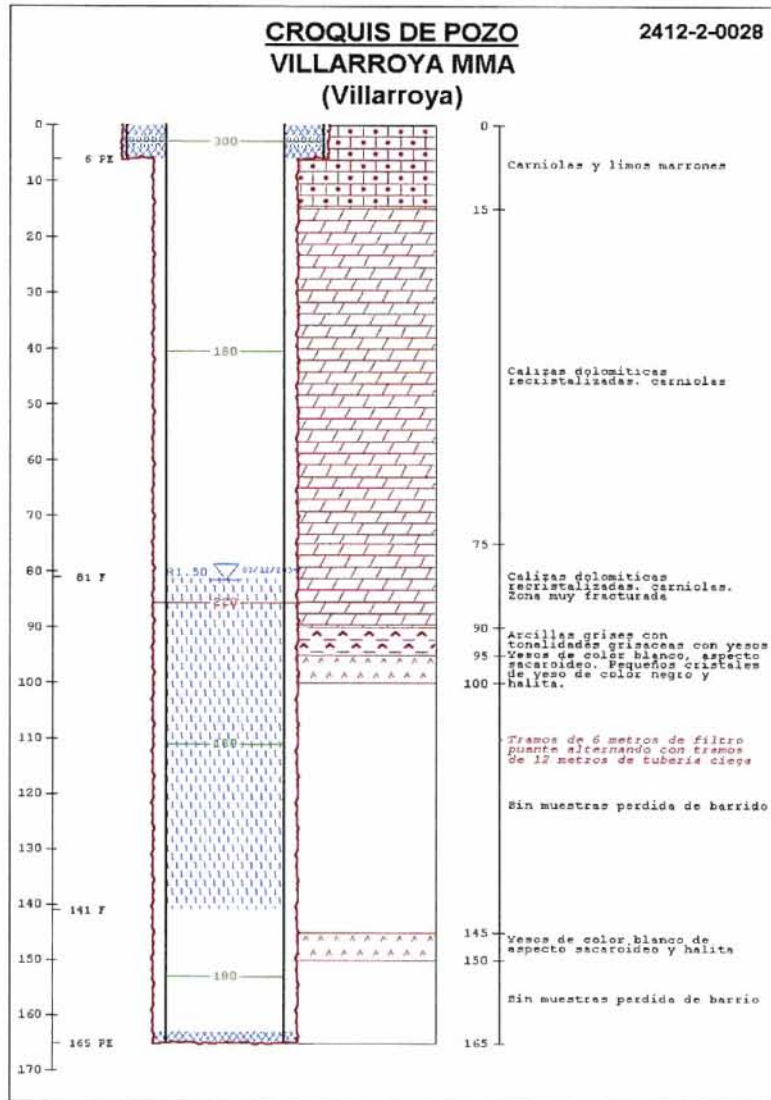
TOPONIMIA		VILLARROYA MMA. EL ESPEJAL.			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.502.02	
CÓDIGO IPA		241220028	Nº MTN 1:50.000	3218	MUNICIPIO VILLARROYA		PROVINCIA LA RIOJA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO						
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		066 FITERO-ARNEDILLO						
U. HIDROGEOLOGICA		502 Fitero Arnedillo						
ACUÍFERO(S)		066-01: Jurásico marino (Lias y Dogger)						
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	577763	DATOS OBTENIDOS DE:		GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS		BROCAL
	Y	4664737						
COTA DEL SUELO msnm	Z	887	DATOS OBTENIDOS DE:		1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m		0
POLÍGONO		7			PARCELA	389		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Villarroya						
PERSONA DE CONTACTO								
ACCESO								

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO													
USO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						155		EMPAQUE		No	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION			
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA		
0	6	315	0	6	300	Metálica	81	87	Puntecillo	0	2		
6	165	220	0	81	180	Metálica	99	105	Puntecillo	4	6		
			87	99	180	Metálica	117	123	Puntecillo				
			105	117	180	Metálica	135	141	Puntecillo				
			123	135	180	Metálica							
			141	165	180	Metálica							

HISTORIA			
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	03/12/2004
ORGANISMO	CHE (OPH)		

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

CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

