

Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INFORME PIEZÓMETRO DE SABIÑANIGO: 090.30.001



ÍNDICE

	Pág.
1. PROYECTO	1
1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS	5
1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO	6
2. LOCALIZACIÓN	7
3. SITUACIÓN GEOLÓGICA	9
4. MARCO HIDROGEOLÓGICO	10
5. EQUIPO DE PERFORACIÓN	14
6. DATOS DE LA PERFORACIÓN	14
7. COLUMNA LITOLÓGICA	15
8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	16
9. ENTUBACIÓN REALIZADA	17
10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	20
10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO	21
11. HIDROQUÍMICA	28
12. CONCLUSIONES	31

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000</i>	8
<i>Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC</i>	8
<i>Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (210) Yebra de Basa</i>	9
<i>Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo</i>	19
<i>Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.030.001–Sabiñánigo</i>	29
<i>Figura 6. Diagrama de Stiff. Sondeo 090.030.001–Sabiñánigo</i>	30

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)..</i>	16
<i>Tabla 2. Entubación realizada.....</i>	18
<i>Tabla 3. Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel antes y después del ensayo de bombeo.....</i>	20
<i>Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo.....</i>	22
<i>Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.....</i>	27

ANEJOS

ANEJO Nº 1: PERMISOS

ANEJO Nº 2: INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN

ANEJO Nº 3: INFORME GEOLÓGICO

ANEJO Nº 4: GEOFÍSICA

ANEJO Nº 5: ENSAYO DE BOMBEO

ANEJO Nº 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

ANEJO Nº 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

1. PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino lleva varios años desarrollando un programa de ampliación, mejora y optimización de las redes oficiales de control de las aguas subterráneas incluyendo, piezometría y calidad de las mismas.

A lo largo de los últimos ocho años se han realizado diferentes proyectos de ejecución e instalación de sondeos, de nueva construcción, que han pasado a formar parte y complementar la red oficial de seguimiento del estado cuantitativo y calidad de las aguas de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. La localización de dichos sondeos atendió, fundamentalmente, a criterios técnicos en relación con la caracterización, estado y evaluación de los recursos de las masas de agua donde se ubicaban.

Con el fin de alcanzar los objetivos recogidos en la Directiva Marco del Agua (D.M.A.:Directiva 2000/60/CE) en sus artículos 4 y 8 y con las especificaciones del anexo V, la Confederación Hidrográfica del Ebro redactó, en diciembre de 2006, el **"Proyecto de Construcción de sondeos para la adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro"** en el que quedaron definidos el número, situación y características constructivas de 35 nuevos sondeos que pasarían a formar parte de la Redes Oficiales y que afectan a masas de agua poco definidas o sin ningún punto de control.

En junio de 2007 se licita, mediante concurso público, el contrato de Servicios para la **"Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de sondeos para la Adecuación de las Redes de Piezometría y Calidad de las Aguas Subterráneas. Cuenca del Ebro"** en el que se prevé la asistencia técnica, a la dirección de obra, en la construcción de 35 sondeos

que totalizan 3.785 metros de perforación y de los que 13 se prevén hacer a rotopercusión con martillo neumático en fondo y circulación directa, 5 a rotación con circulación inversa y los 17 restantes a percusión.

Con fecha 27 de Abril de 2009 se acuerda la adjudicación definitiva a CONSULNIMA, S.L., firmándose el Contrato de Servicios de Referencia 09.822-0003/0611 con fecha 21 de mayo de 2009.

Con fecha 30 de septiembre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 del contrato para la ejecución de las obras del proyecto.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN Nº 1 del "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO". Éste fue redactado en abril de 2010. En dicho modificado el número total de piezómetros a perforar o adecuar previsto es de 48, debido a la necesidad de realizar una serie de sondeos adicionales al objeto, sobre todo, de sustituir o adecuar ciertos piezómetros existentes que han quedado inoperativos o están en riesgo de estarlo.

Con ello se ve incrementado el número de sondeos a supervisar y vigilar durante las obras en el marco del contrato de servicios a ellas vinculado, por lo que con fecha 1 de octubre de 2009, la Dirección de Obra de la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita autorización de redacción de la Modificación nº 1 de dicho contrato de servicios.

Con fecha 7 de octubre de 2009, el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro resuelve autorizar la redacción de esta MODIFICACIÓN

Nº 1 del contrato para la "INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DELAS OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO".

Las razones de interés general que justifican las modificaciones de obra consideradas en el Modificado Nº 1 son las que se describen a continuación:

- Existencia de determinados sondeos de titularidad pública que cumplen los mismos objetivos hidrogeológicos previstos y pueden ser incorporados a la red piezométrica (1 PIEZÓMETRO).
- Las características propias de determinadas masas de agua subterránea requieren el control del estado cuantitativo de diversos acuíferos característicos de la misma. Ello obliga a realizar diversos sondeos de menor profundidad para alcanzar las zonas alteradas de estos mismos acuíferos para una misma masa (3 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de reponer algunos piezómetros de la red oficial que en el transcurso de los años desde la redacción del proyecto han quedado inoperativos; ello requiere que sean sustituidos por sondeos nuevos que permitan el mantenimiento del control con la menor carencia de registro posible, al objeto de poder realizar la correlación de los datos y de no tener pérdida de medidas (5 PIEZÓMETROS).
- Necesidad de intentar la adecuación de una serie de sondeos pertenecientes a la red piezométrica oficial que actualmente se encuentran obstruidos o en riesgo debido a la falta de protección de la tapa o brocal. En caso de no ser posible la desobstrucción sería necesario construir otro sondeo de similares características por entenderse inoperativos (6 PIEZÓMETROS).

- Variaciones constructivas de los piezómetros del proyecto durante la ejecución y planificación de las obras (mediciones, sistemas de perforación más adecuados, ubicación...).

Con ello el número total de piezómetros previsto a perforar o adecuar, y por tanto a inspeccionar y vigilar, es de 48 con la siguiente distribución:

- Número total de piezómetros: 48
- Sondeos a rotoperCUSión: 28
- Sondeos a percusión: 14
- Sondeos existentes a incorporar a la red: 1
- Sondeos existentes a acondicionar: 6
- Sondeos de hasta 100 m de profundidad prevista: 19
- Sondeos de entre 100-200 m de profundidad prevista: 22
- Sondeos de más de 200 m de profundidad prevista: 7

En Resumen, los trabajos realizados por CONSULNIMA, S.L. a lo largo de la ejecución del Proyecto se pueden agrupar en:

TRABAJOS DE INSPECCIÓN

- En relación con la supervisión de la obra.
- En relación con la documentación administrativa

TRABAJOS SISTEMÁTICOS DE CONTROL

- Control del Plan de Aseguramiento de la Calidad
- Control de ejecución de la obra
- Control de medición
- Control presupuestario
- Control de programación
- Control de Calidad

1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS

Los trabajos desempeñados y que han sido objeto de control durante la ejecución del proyecto constructivo se pueden desglosar y resumir en:

- **Trabajos anteriores a la perforación**
 - Comprobación sobre el terreno de la ubicación del sondeo y posible replanteo.
 - Comprobación de accesos y permisos.
 - Presentación ante la Autoridad Laboral de los Avisos Previos y actualizaciones.
 - Revisión del Plan de Seguridad y Salud que será objeto de un informe donde se recogerá el seguimiento realizado antes, durante y al final de cada obra. Especial atención se pondrá en:
 - 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).

- **Trabajos durante la perforación**
 - Perforación
 - Seguimiento de la perforación y control del cumplimiento de los objetivos hidrogeológicos.
 - Interpretación geológica, hidrogeológica y geofísica
 - Propuesta de la finalización del sondeo y de entubación a la Dirección de Obra
 - Control de las tareas de limpieza, toma de muestras, medición de niveles piezométricos, etc..

- **Trabajos finales**
 - Ensayos de Bombeo
 - Seguimiento del ensayo en campo (bombeo y recuperación).
 - Restauración del terreno a su estado original y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
 - Representación e interpretación de los datos colectados.
 - Redacción de un informe final de cada uno de los sondeos/piezómetros.

Para facilitar la comunicación y la coordinación entre la Dirección de Obra, empresa adjudicataria de la construcción de los sondeos y empresa adjudicataria de la Inspección y Vigilancia, se creó un proyecto en un Centro de Trabajo Virtual en el que se han ido incorporando todos los datos y documentación generada durante la ejecución de cada sondeo.

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

El objetivo de este piezómetro (090.030.001) es disponer de, al menos, un punto de control piezométrico en esta masa de agua (030) para el acuífero detrítico del Terciario.

De este modo se tendría un punto de control piezométrico en una zona en la que no se dispone de datos.

Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero detrítico formado por los

niveles de conglomerados y calizas de la formación Campodarbe, que descargan de manera difusa hacia el río Guarga. Se trataría de un acuífero que tiene un comportamiento de confinado a semiconfinado.

El objetivo hidrogeológico es cortar los conglomerados y areniscas del Terciario que forman el acuífero en esta zona.

2. LOCALIZACIÓN

El sondeo se ubica en el municipio de Sabiñanigo, en la pedanía de Molino de Villobas y, más concretamente, en la parcela 9008 del polígono 86 perteneciente al ayuntamiento de Sabiñanigo.

Se accede por un camino que sale a la izquierda antes de llegar a la localidad de Molino de Villobas desde la carretera A 1604 a Boltaña. Este camino que lleva al pueblo abandonada de Villobas atraviesa una granja y una vez pasada, a unos 500 metros se toma un desvío a la derecha que muere en unos campos y en cuyas cercanías se sitúa el sondeo.

Las coordenadas UTM (ED-50 Huso 30) del punto son:

X: 723808

Y: 4697465

Z: 836.s.n.m

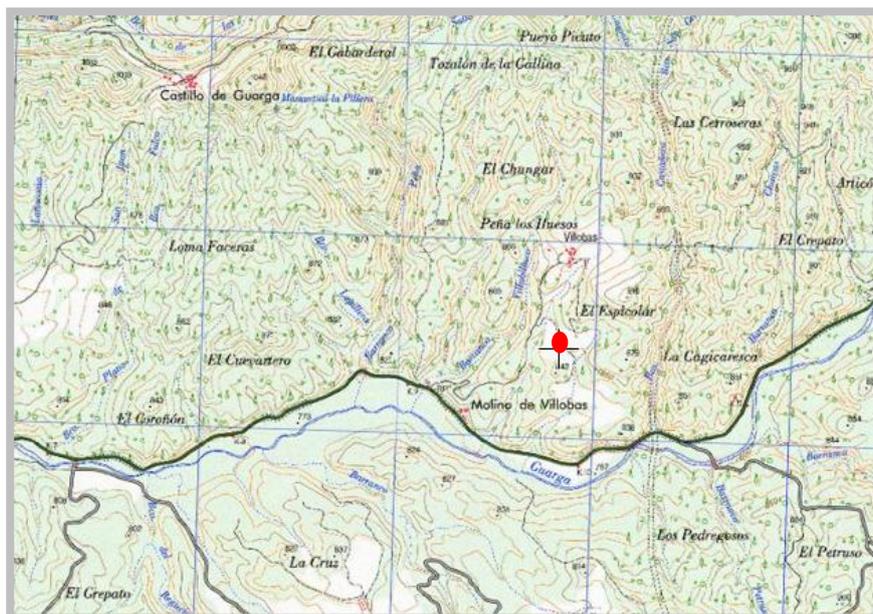


Figura 1. Ubicación del piezómetro sobre base topográfica 1:25.000.



Figura 2. Ubicación del piezómetro sobre base del SIGPAC.

3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Desde el punto de vista geológico, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales que se diferencian como unidad 14 dentro del Mapa Geológico MAGNA 210 (Yebrá de Basa). En dicho mapa se caracterizan los mismos como conglomerados de cantos calizos y arenisca, areniscas y lutitas pardo-rojizas todo ello de edad Eoceno terminal-Oligoceno.

Se localiza en una zona próxima al eje de la gran estructura sinclinal que surca la zona, denominada Sinclinorio del Guarga con valores de buzamiento relativamente bajos cercanos a los 20° hacia el norte.

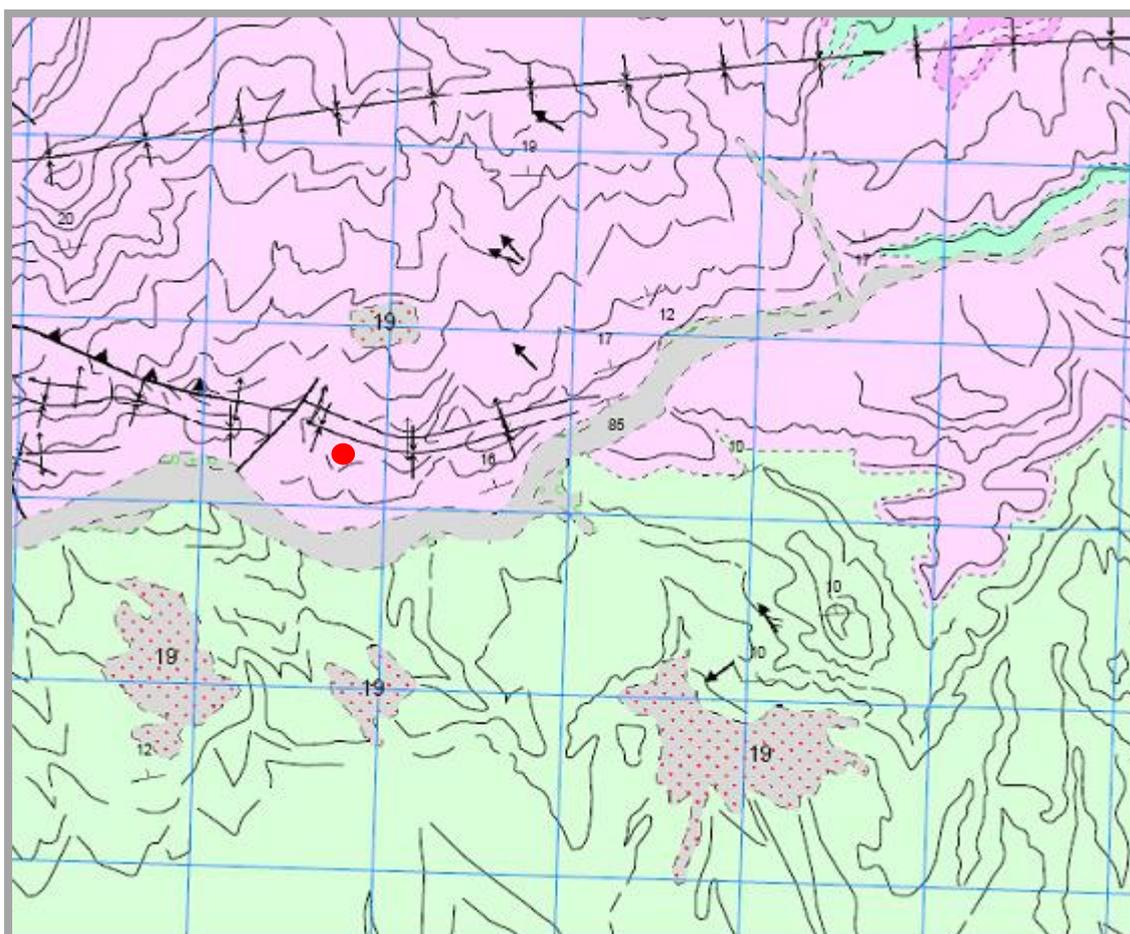


Figura 3. Ubicación del piezómetro sobre la Cartografía Geológica MAGNA 1:50.000 (210) Yebrá de Basa.

4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 2 "Dominio Pirenaico del Sinclinal Jaca–Pamplona". Este dominio queda limitado al sur por el cabalgamiento surpirenaico (frente de Gavarnie), los ríos Arga y Cinca por el oeste y este respectivamente, y por el límite de los afloramientos permeables sobre la divisoria de la cuenca, al norte. Viene a corresponder con la cuenca turbidítica de Jaca y con las dos alineaciones montañosas que separan, al norte las sierras interiores pirenaicas (Ezcaurri, Telera, Tendeñera, Monte Perdido) y al sur las sierras exteriores (Santo Domingo, Gratal, Gabardiella, Guara).

También son las rocas carbonatadas del Cretácico superior, y en especial del Eoceno, las que dan lugar al establecimiento de los principales acuíferos de este Dominio. En los trabajos del ITGE, este ámbito se venía denominando como Sistema Acuífero 67 (Sinclinal de Jaca y calizas eocenas de borde).

Dentro de este dominio se encuentra la masa de agua 030 correspondiente al "Sinclinal de Jaca-Pamplona". Esta masa de agua subterránea alberga una extensa superficie de 4.066 km², repartida entre las comunidades autónomas de Navarra (21%) y Aragón (79%).

Se corresponde con el sector central de la gran estructura sinclinal prepirenaico comprendido entre las sierras interiores al N y las sierras exteriores al S. El límite N, se traza sobre los materiales turbidíticos para excluir al N las Megacapas carbonatadas más potentes. Hacia el E, sigue por el contacto entre los detríticos miocenos y los materiales infrayacentes. El límite S, en su mitad oriental, sigue el cabalgamiento frontal surpirenaico, desplazado en dirección N-S a través del cauce del río Aragón, mientras que

hacia el E, corresponde al contacto con los materiales de la Sierra de Guara. El límite O, se traza en los cauces de los ríos Elorz, Arga y Araquil.

En cuanto a su estructura responde a un amplio sinclinal limitado al N por las Sierras Interiores Prepirenaicas y al S por las Sierras Exteriores Prepirenaicas. Esta cuenca sedimentaria está rellena por depósitos turbidíticos de edad Eoceno, que se depositan sobre calizas y dolomías paleocenas que afloran, al N y al S, en las sierras. Entre los depósitos turbidíticos existen unas Megacapas carbonatadas, con potencia y espesor variable y de gran continuidad lateral. Sobre estos depósitos turbidíticos eocenos se dispone una potente serie detrítica que abarca el Eoceno, Oligoceno y Mioceno y que aflora en la parte meridional. Incluye materiales margosos y otros materiales detríticos formados por areniscas y lutitas así como facies lagunares; conglomerados, areniscas, arenas, lutitas y arcillas del Mioceno-Oligoceno.

Existen también unos pequeños afloramientos, en el extremo occidental, constituidos por calizas margosas y margas del Cretácico y materiales del Keuper.

Los acuíferos identificados incluyen: Las megabrechas calcáreas Eocenas. El terciario transicional detrítico (Gr. Campodarbe) y los depósitos cuaternarios.

Todo el sector septentrional está ocupado mayoritariamente por las facies flysch Eocenas, de baja permeabilidad. Sus únicas posibilidades acuíferas se remiten a las brechas de naturaleza calcárea inmersas en él que constituyen acuíferos permeables por fisuración y karstificación de carácter fundamentalmente confinado por los materiales de baja permeabilidad del flysch, y libre en las estrechas bandas en que aflora.

Los depósitos detríticos de la Fms. Belsue-Atares, Campodarbe de edad Eoceno-Oligoceno, compuesto por materiales detríticos areniscas, conglomerados etc. pueden constituir, también, acuíferos locales de baja permeabilidad que se manifiestan con pequeñas fuentes o manantiales y que no son bien conocidos.

Los materiales detríticos del oligoceno-Mioceno que culmina (Conglomerados de Peña Oroel y de San Juan de la Peña) constituyen acuíferos colgados que se manifiestan generalmente con pequeños manantiales de carácter local.

Los depósitos aluviales y coluviales constituyen otro grupo de acuíferos de alta permeabilidad por porosidad intergranular y carácter libre. En general de poco espesor.

No se dispone de información acerca de los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos de esta masa de agua subterránea. En el caso de las megabrechas, las direcciones del flujo subterráneo están impuestas por las propias directrices tectónicas de aquellas, fundamentalmente E-O, y en dirección a la red superficial. Los acuíferos cuaternarios presentan un flujo subparalelo y convergente hacia el río.

El mecanismo principal de recarga, en este acuífero, es la infiltración de la precipitación sobre las zonas de mayor permeabilidad relativa. En el caso de la megabrechas, sus afloramientos en formas alargadas y de elevada pendiente son poco propicios para la recarga. Posiblemente, un mecanismo de recarga más relevante sea mediante el goteo en sus sectores confinados a partir de acuitardo formado por las turbiditas. A tenor de su geometría planar y de su amplia continuidad espacial, la superficie de contacto entre acuífero y acuitardo es muy importante. Los depósitos aluviales, terrazas y glaciares en

acuíferos locales, de poco espesor, con comportamiento aislado. La descarga se produce principalmente a la red fluvial y mediante pequeños manantiales.

En cuanto a su hidroquímica, la variedad de litologías presentes hace suponer que las tipologías hidroquímica en esta masa de agua subterránea sean variadas. Los acuíferos instalados en las megabrechas albergan aguas típicamente de tipo bicarbonatado cálcico y mineralización ligera a media. En las zonas próximas se han registrado sondeos que captan estos acuíferos con aguas de carácter reductor y tipología sulfatada-cálcica, interpretadas como aguas de flujos estancados en las zonas confinadas o de largos tiempos de residencia.

En la mayor parte de la extensión de esta masa de agua no existen presiones significativas. Además, a tenor de la baja permeabilidad de los materiales en la mayor parte de su extensión, sus acuíferos son poco vulnerables a la contaminación, excepción hecha de los aluviales. No obstante se identifican algunas zonas muy localizadas ligadas a los principales núcleos de población donde existen presiones significativas que pueden poner en riesgo cualitativo las aguas subterráneas. Así se ha reconocido casos de contaminación por hidrocarburos en las proximidades de Pamplona en el aluvial.

No se descartan otras posibles contaminaciones de tipo industrial; son numerosas las industrias localizadas en las inmediaciones de Pamplona, Sabiñánigo y Jaca.

También es posible una contaminación de origen urbano. Existen vertidos de aguas residuales sin depurar a los cauces de los ríos Gállego, Irati y Gas. A pesar de las características del acuífero, cuya recarga es muy baja, el volumen total de extracciones no es muy alto, alcanza los 2.5 hm³. Esta cantidad se reparte sobre una superficie muy extensa cuyas extracciones

puntuales mas altas corresponden al abastecimiento de localidades como la de Sabiñánigo. Existe el riesgo de que la masa no alcance los objetivos establecidos por la DMA. Se han detectado eventos de contaminación puntual por hidrocarburos en el aluvial del Arga en Pamplona, si bien de escasa extensión.

5. EQUIPO DE PERFORACIÓN

La perforación del sondeo y construcción del piezómetro ha sido realizada por la Compañía General de Ingeniería y Sondeos C.G.S., S.A. actuando de subcontratista la empresa Perforaciones Jiennenses Marchal S.L.

Se ha contado con un equipo de perforación a rotoperusión formado por una sonda FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, sobre camión contracción total 4 x 4 y un compresor de 25 bares IR (Ingersoll Rand) 1170 25/33.

6. DATOS DE LA PERFORACIÓN

La perforación se inicia el 19 de Junio con de 2010 a las 8 horas y se termina el 20 de Junio de 2010 a las 13:00 horas.

El día 19 de junio se produce, desde la localización del sondeo anterior y se ubica en una parcela propiedad municipal dentro de la finca propiedad de la familia Santolaria, en el municipio de Sabiñánigo, en la pedanía de Molino de Villobas.

Se inician los trabajos de emboquille con el martillo de 324 mm hasta una profundidad de 6 m. A continuación se hinca la tubería de acero de 300 x 5 mm, y se da por finalizada la jornada laboral.

El día siguiente, 20 de junio, da comienzo la jornada a las 8:30 horas y se empieza a perforar con el martillo de 224 mm. A las 10:30 h, se llevan perforados 27 m y a las 13:15 h La velocidad media de avance ha sido de 28 m/hora y se ha cortado agua entre el metro 25 y 30 en los primeros niveles de areniscas con un caudal muy pequeño que ha ido aumentando, ligeramente, hacia el final del sondeo. Se da por finalizada la perforación a la profundidad de 102 m y considerando que se ha alcanzado el objetivo hidrogeológico. (Ver Anejo nº 2, Informes diarios de perforación).

7. COLUMNA LITOLÓGICA

Durante la realización de la perforación, se efectúa una primera descripción litológica, de los materiales cortados, mediante observación del ripio extraído de la de perforación a intervalos de metro. Cada 5 metros de avance se realiza una toma de muestra representativa y se guarda en recipiente, bien identificado, para su posterior envío a la litoteca que el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) dispone en el Km. 192 de la Ctra de Badajoz-Granada en la localidad de Peñarroya (Córdoba).

0-3 m	Areniscas de color gris claro de grano fino a grueso con clastos de carbonato
3 -7 m	Areniscas de color marrón de grano fino a muy fino con intercalaciones de limolitas
7-15 m	Areniscas grises de grano fino
15-21 m	Lutitas carbonatas y margas, con niveles de calizas y de lutitas de trojas a marrones
21-27 m	Areniscas marrones de grano fino con intercalaciones de lutitas carbonatadas con intercalaciones de carbonatos
27-31 m	Areniscas y arenas de grano fino a muy fino con pasadas de arcillas grises a rojiza
31-35 m	Arcillas de tonos verdes grisáceos alternando con areniscas de grano fino

35-39m	Arcillas verde grisáceas con algún canto y pasadas de areniscas
39-44 m	Alternancia de areniscas de grano fino con arcillas marrones a verdes
44-52 m	Areniscas de grano medio a grueso con pasadas de cantos de caliza
52-61 m	Areniscas de grano fino a muy fino con arcillas de tonos marrones y alguna areniscas de grano más grueso hacia el muro
61-73 m	Areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de limolitas o arcilla
73-84 m	Areniscas de tonos grises de grano fino a medio con intercalaciones de arcillas
84-90 m	Arcillas de tonos grises a rojizos con areniscas de grano fino
90-93 m	Areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de arcillas
93-99 m	Arcillas de color marrón a rojizo
99-102 m	Areniscas de grano fino a medio

Tabla 1. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo)

La edad asignada a las litologías atravesadas, según su contexto geológico y las facies observadas es la siguiente: Del metro 0 al final del sondeo se corresponde con una sucesión alternante de areniscas y conglomerados con lutitas y limolitas. Este tramo, en la cartografía Magna, se cartografía como de edad Eoceno terminal-Oligoceno y se atribuye a la denominada "facies Guarga" de Puigdefábregas (1975), que puede integrarse dentro del Grupo Campodarbe y concretamente entre las megasecuencias de depósito II y III de dicho grupo (Montes-Santiago, 2009).

8. TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

La testificación geofísica se realiza el día 20 de Junio de 2010 y la realiza el día 2 de Febrero de 2011 y la realiza la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, CGS, S.A., con medios propios constituido por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre Furgoneta Volkswagen 4X4 y equipado con una sonda 9.055, que mide la desviación e inclinación del sondeo, y una sonda 8044 (hidrogeológica), que registra los parámetros de

gamma natural, resistividad normal corta y larga, resistividad lateral, potencial espontáneo, temperatura y conductividad.

Durante la testificación se verifica que la serie atravesada consta de margas, arcillas, conglomerados y areniscas y que el nivel freático se encuentra a los 18,50 m de profundidad.

En cuanto a los parámetros hidrogeológicos, la conductividad presenta un primer tramo, entre 18 y 60 metros, con un valor constante de conductividad de 510 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De 60 metros hasta el final del sondeo, la conductividad va aumentando partir de los 68 m, y sobretodo a partir de los 95 m hasta llegar a alcanzar los 3.580 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La temperatura es constate con media de 14^o centígrados.

Se han detectado aportes de agua en los siguientes tramos: entre 26-28m, 32 y 33 m, 34 y 35 m, 39 y 40 m, 41 y 42 m, 45 y 51 m, 64 y 66 m, 67 y 70 m, 72 y 75 m, 77 y 79 m, 80 y 81 m, 84 y 85 m, 86 y 87 m y 90 y 91 m. En cuanto a la desviación, la máxima desviación, con respecto a la vertical, ha sido de 8,60 metros a los 100 metros de profundidad presentando, una inclinación máxima, de 10,10^o a los 88 metros de profundidad.

9. ENTUBACIÓN REALIZADA

Se utilizan dos tipos de tubería de acero en tramos de 6 y 3 m de longitud. Una primera de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor de la que se colocan 6 metros y una segunda en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los que se colocan 102 m: 85 m corresponden a tubería ciega y 27 m a filtro de puentecillo (180 mm) que se coloca en cotas donde se detecta el aporte de agua.

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	380	5	Acero al carbono	Ciega
0-39	180	4	Chapa de acero	Ciega
39-42	180	4	Chapa de acero	Filtro
42-45	180	4	Chapa de acero	Ciega
45-51	180	4	Chapa de acero	Filtro
51-63	180	4	Chapa de acero	Ciega
63-69	180	4	Chapa de acero	Filtro
69-72	180	4	Chapa de acero	Ciega
72-78	180	4	Chapa de acero	Filtro
78-84	180	4	Chapa de acero	Ciega
84-87	180	4	Chapa de acero	Filtro
87-90	180	4	Chapa de acero	Ciega
90-93	180	4	Chapa de acero	Filtro
93-102	180	4	Chapa de acero	Ciega

Tabla 2. Entubación realizada.

La unión entre tramos de tubería es mediante soldadura y la tubería se dispone apoyada sobre el fondo del sondeo.

Se ha realizado una cementación, de la parte superior del sondeo, hasta el metro 6 entre la perforación y la tubería de 300 mm.

Para terminar la adecuación del piezómetro, en la cabeza del sondeo se coloca una arqueta antivandálica que se protege mediante un dado de hormigón de 1m² de base x 0.7 m de altura.

10. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

El acuífero atravesado está constituido por areniscas y conglomerados del Oligoceno-Eoceno (terciario).

Durante la perforación se ha cortado agua entre el metro 25 y 30 en los primeros niveles de areniscas, con un caudal muy pequeño que ha ido aumentando, ligeramente, hacia el final del sondeo sobre todo a partir de los 70/90 metros.

En las proximidades de este pozo, a más de 500 metros (X: 723.940; Y: 4.697.887 y Z: 857) se comprueba la existencia, en el antiguo pueblo de Villobas, de un pozo artesanal de grandes dimensiones con una profundidad de 8 metros y el nivel a 0,90 metros. Está ubicado sobre un paleonivel de conglomerados y areniscas, que parece drenar un nivel superior del acuífero detrítico.

En la testificación geofísica se han detectado aportes de agua en los siguientes tramos: entre 26 y 28m, entre 32 y 33 m, entre 34 y 35 m, entre 39 y 40 m, entre 41 y 42 m, entre 45 y 51 m, entre 64 y 66 m, entre 67 y 70 m, entre 72 y 75 m, entre 77 y 79 m, 80 y 81 m, 84 y 85 m, 86 y 87 m y entre 90 y 91 m.

Al final de la entubación y limpieza del sondeo (21/06/2010) se ha medido el nivel freático que se localizaba entre 18 y 20 metros.

Fecha	Nivel (metros)
25/11/2010	17.24
22/10/2010	15.99
22/09/2010	25.07
20/08/2010	18.3
24/07/2010	16.14

Tabla 3.- Datos mensuales del nivel piezométrico medidos con sonda hidronivel Antes y después del ensayo de bombeo.

10.1. ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS DEL ACUÍFERO

Durante los días 30 y 31 de Agosto de 2010 se realiza el ensayo de bombeo.

El equipo de bombeo está constituido por un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP-45-31 con una potencia de 50 CV situada a 87 m de profundidad.

El ensayo comienza a las 16:15 h del 30 de agosto. Se inicia el primer escalón con 0,25 l/s y el descenso observado, durante el desarrollo de este escalón, es de 4,67 m ya que el nivel inicial, antes de comenzar a bombear, era de 20,21 m, y el nivel, al final de este escalón, se estabiliza rápidamente en 24,88 m. Se da por finalizado y se decide doblar el caudal. El agua ha aclarado algo a lo largo del desarrollo de este escalón.

El siguiente escalón da comienzo a las 16:45 h y finaliza 120 minutos después, el nivel desciende desde el metro 24,88 hasta el 43,80, con lo que el descenso es de 18,92 m. Se ha extraído un caudal de 0,5 l/s. El agua ha salido del mismo color que en el escalón anterior y como el descenso es muy acusado se decide dar por finalizado el ensayo, recuperar y comenzar el ensayo escalonado con un caudal intermedio de 0,33.

A las 18:45 h da comienzo la recuperación con una duración de 60 min. produciéndose un ascenso del nivel hasta los 23,84 m de profundidad.

El Escalón continuo, con un caudal de 0.33 l/s, dá comienzo a las 19:45 h y acaba a las 8:00 h, del día 31 de agosto de 2010, teniendo una duración

de 720 minutos, ya que se alcanza la rejilla. El descenso, durante el desarrollo de este escalón, ha sido de 63,16 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 23,84 m, y el nivel final se localiza a 87 m. Durante todo el aforo el agua sale con color beige, sin que aclare el color.

A las 8:00 h comienza la recuperación con una duración, estimada, de 480 min ascendiendo, el nivel, hasta alcanzar los 25,95 m de profundidad. Durante la misma se constata que cae agua de los niveles superiores, en especial, el situado entorno a los 40 metros ralentizándose, de manera acusada, la subida del nivel una vez llegado a la altura del primer filtro.

Escalón	Q(L/sg)	T(min)	N. inicial (m)	N. final (m)	Descenso (m)
Escalón 1	0,25	30	20,21	24,88	4,67
Escalón 2	0,5	60	24,88	43,80	18,92
Recuperación 1	0	60	43,80	23,84	19,96(ascenso)
Escalón 3	0.33	720	23,84	87 (r)	63,16
Recuperación 2	0	480	87 (r)	25,95	61,05 (ascenso)

Tabla 4. Resumen de los escalones del ensayo de bombeo

Simultáneamente a la realización del ensayo de bombeo, se toman medidas de conductividad (CE), temperatura (T^a) y pH.

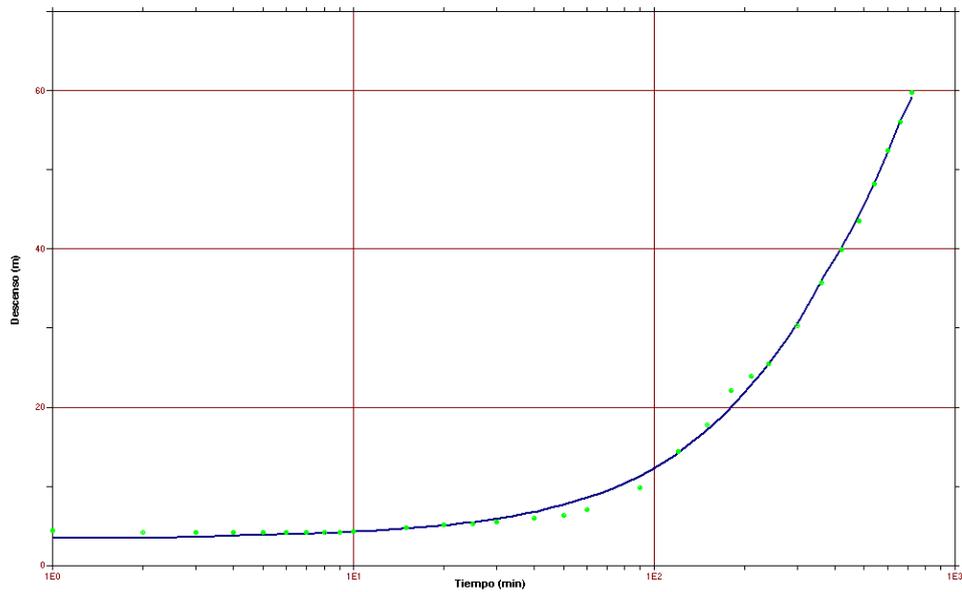
- Escalón 1 (Q= 0,25 l/s)
 - Inicio del Escalón 1:
CE= 720 μ S/cm
T = 15,9 °C
pH= 8,07.

- Escalón 2 (Q= 0,5 l/s)
 - Inicio del Escalón 2:
CE= 786 μ S/cm.
T = 16,3 °C
pH= 7,53.

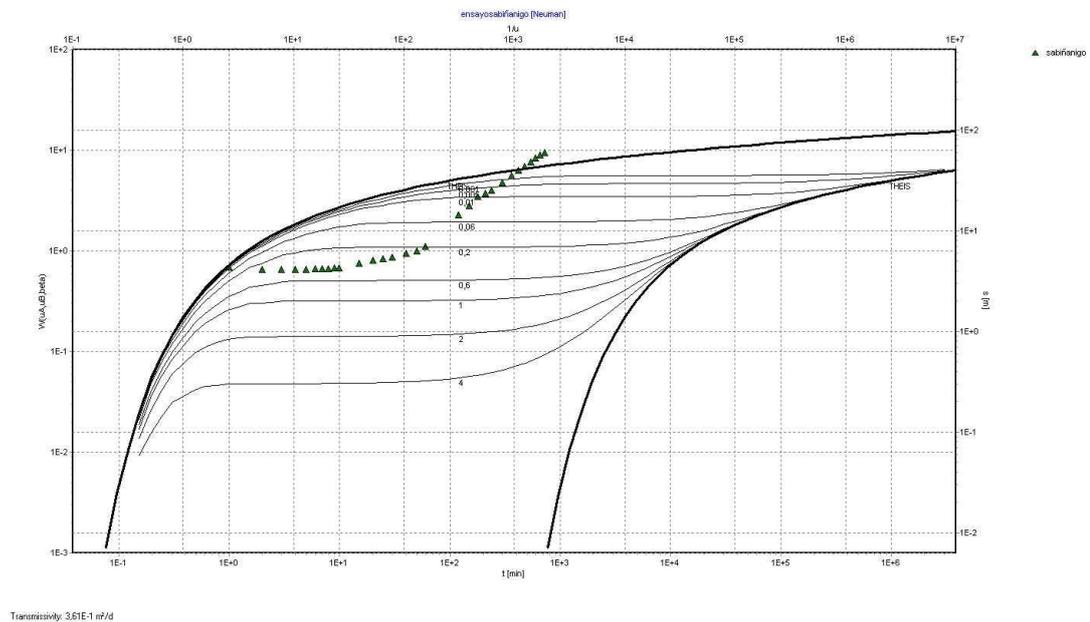
- Escalón 3 (Q= 0,33 l/s)
 - Inicio del Escalón 3:
CE= 1083 μ S/cm
T = 17,3 °C
pH= 7.,13
 - Final del Escalón 3:
CE= 1027 μ S/cm
T = 17,1 °C
pH= 7,10.

Los resultados de este ensayo de bombeo se han analizado e interpretado con el programa **Pibe 2.0** puesto a punto por la Diputación Provincial de Alicante y con el software de Acuífero-**Test v.3.5** de la empresa *Waterloo Hidrogeologic* . Se ha supuesto que se trata de un acuífero de tipo libre por lo que se ha interpretado con la ecuación de Neuman. Contrastándose los resultados con la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis, así como con la interpretación de la recuperación por Theis. Los resultados de estos análisis son los siguientes:

Con el **Pibe 2.0**, e interpretándolo por la ecuación de Neuman se obtienen unos valores de Transmisividad de **0,0382 m²/día**, con un coeficiente de almacenamiento de 0.01 y un radio eficaz de 0,043 con un Log (Sy/S), porosidad eficaz de: 3,17 y un factor β : 3,46.

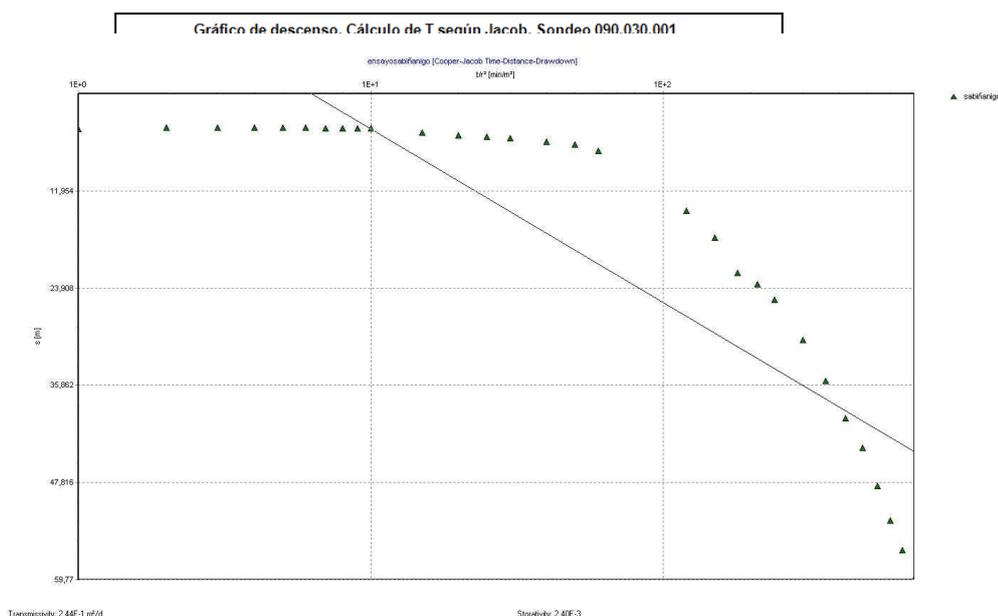


Con el **Aquifer-Test v.3.5** para el ensayo continuo, con la formula de Neuman, se obtiene una transmisividad de **T: 0,36 m²/día**, cuya grafica es la siguiente.

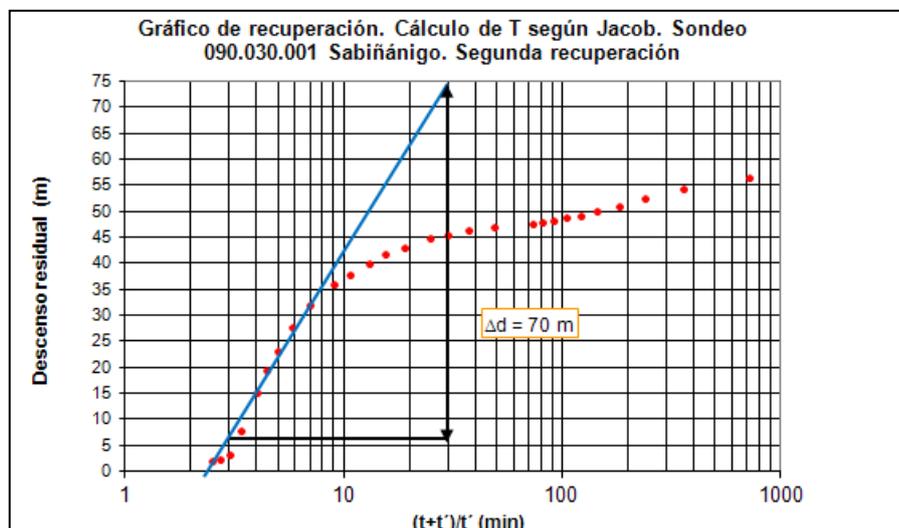


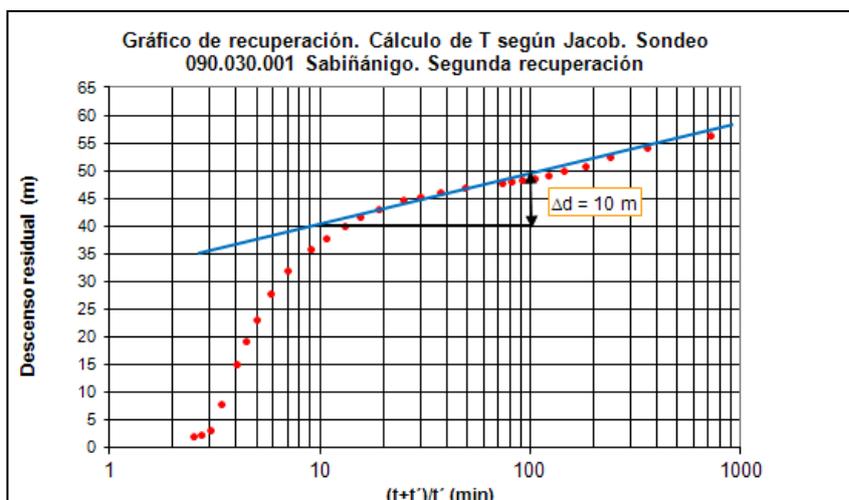
Se han comparado estos datos con los obtenidos usando la simplificación de Cooper-Jacob de la ecuación de Theis se obtienen unos valores de transmisividad de **T: 0,24 m²/día**.

Para una mejor contrastación de estos datos, se ha realizado una interpretación de la simplificación de Cooper-Jacob usando una tabla Excel, obteniéndose unos resultados de $T: 0,1 \text{ m}^2/\text{día}$ y la siguiente grafica para el ensayo continuo.



Una vez testado la recuperación con el programa Aquifer –Test se comprobó que el resultado no era adecuado por los que con ayuda de la tabla Excel se comprobó la recuperación, ajustandose tanto el tramo inicial como el final de la misma a dos rectas cuyas pendiente dan un resultado de $T: 0,1$ y $0,5 \text{ m}^2/\text{día}$ respectivamente.





Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
0	23,84	N.D	0.33
1	28,20	4,36	0.33
2	28,00	4,16	0.33
3	28,00	4,16	0.33
4	28,00	4,16	0.33
5	28,00	4,16	0.33
6	28,00	4,16	0.33
7	28,02	4,18	0.33
8	28,05	4,21	0.33
9	28,07	4,23	0.33
10	28,09	4,25	0.33
15	28,57	4,73	0.33
20	28,94	5,10	0.33
25	29,14	5,30	0.33
30	29,30	5,46	0.33
40	29,78	5,94	0.33
50	30,12	6,28	0.33
60	30,86	7,02	0.33
90	33,61	9,77	0.33
120	38,24	14,40	0.33
150	41,60	17,76	0.33
180	45,90	22,06	0.33
210	47,73	23,89	0.33
240	49,27	25,43	0.33

Tiempo de bombeo (minutos)			
Tiempo de bombeo (minutos)	Profundidad (metros)	Descenso (metros)	Caudal (l/s)
300	54,12	30,28	0.33
360	59,61	35,77	0.33
420	63,78	39,94	0.33
480	67,42	43,58	0.33
540	72,04	48,20	0.33
600	76,29	52,45	0.33
660	79,95	56,11	0.33
720	83,61	59,77	0.33

Tabla 5. Resumen de la tabla de datos del Escalón continuo.

(Los partes, gráficos e interpretación ampliada del ensayo de bombeo se encuentran en el Anejo Nº 5)

11. HIDROQUÍMICA

Además de los datos tomados *in situ* de conductividad eléctrica, pH y temperatura durante el ensayo de bombeo, recogidos en el capítulo 10, se tomaron dos muestras de agua en el *sondeo 090.030.001*, situado en el municipio de *Sabiñánigo (Huesca)*, una al final de la limpieza y la segunda al final del aforo, para su posterior análisis físico-químico. El muestreo se realizó los días 21 de junio y 20 de julio de 2010, respectivamente. Durante la toma de las muestras se llevaron a cabo las siguientes medidas *in situ*:

DETERMINACIONES <i>IN SITU</i>	Sondeo 090.030.001- Sabiñánigo (muestra 1 final de la limpieza) (21/06/2010)	Sondeo 090.030.001- Sabiñánigo (muestra 2 final del aforo) (20/07/2010)
Temperatura (°C)	n/d	17,1
Conductividad (µS/cm)	1016	1027
pH	n/d	7,10

Los parámetros analizados en el laboratorio y los resultados obtenidos se resumen a continuación:

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.030.001- Sabiñánigo (muestra 1 final de la limpieza) (21/06/2010)	Sondeo 090.030.001- Sabiñánigo (muestra 2 final del aforo) (20/07/2010)
AMONIO (mg/l)	0,11	0,00
ANHIDRIDO SILICICO (mg/l)	8,08	5,79
BICARBONATOS (mg/l)	411,90	450,17
BORO (mg/l)	0,07	0,09
CALCIO (mg/l)	123,49	142,75
CARBONATOS (mg/l)	<5	0,00
CLORUROS (mg/l)	131,08	112,77
CONDUCTIVIDAD 20 °C (µS/cm)	942	914
FOSFATOS (mg/l)	0,22	0,20
HIDROXIDOS (mg/l)	0,00	0,00
HIERRO (mg/l)	<0,05	0,00
MAGNESIO (mg/l)	16,32	14,11
MANGANESO (mg/l)	0,09	0,05

DETERMINACIÓN	Sondeo 090.030.001-Sabiñánigo (muestra 1 final de la limpieza) (21/06/2010)	Sondeo 090.030.001-Sabiñánigo (muestra 2 final del aforo) (20/07/2010)
NITRATOS (mg/l)	0,51	1,03
NITRITOS (mg/l)	<0,1	0,04
pH (ud pH)	7,49	7,26
POTASIO (mg/l)	3,74	0,95
SODIO (mg/l)	67,08	57,58
SULFATOS (mg/l)	16,25	12,45
Dureza (mg/l CaCO ₃)	377	416
Facies hidroquímica	Bicarbonatada cálcica	Bicarbonatada cálcica

Según los valores de conductividad eléctrica es un agua de MINERALIZACIÓN MEDIA, por su dureza se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes), con un contenido apreciable en *cloruros y sodio*, como también se observa en los diagramas de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero detrítico con influencia de materiales más solubles que aportan cloruros y sodio.

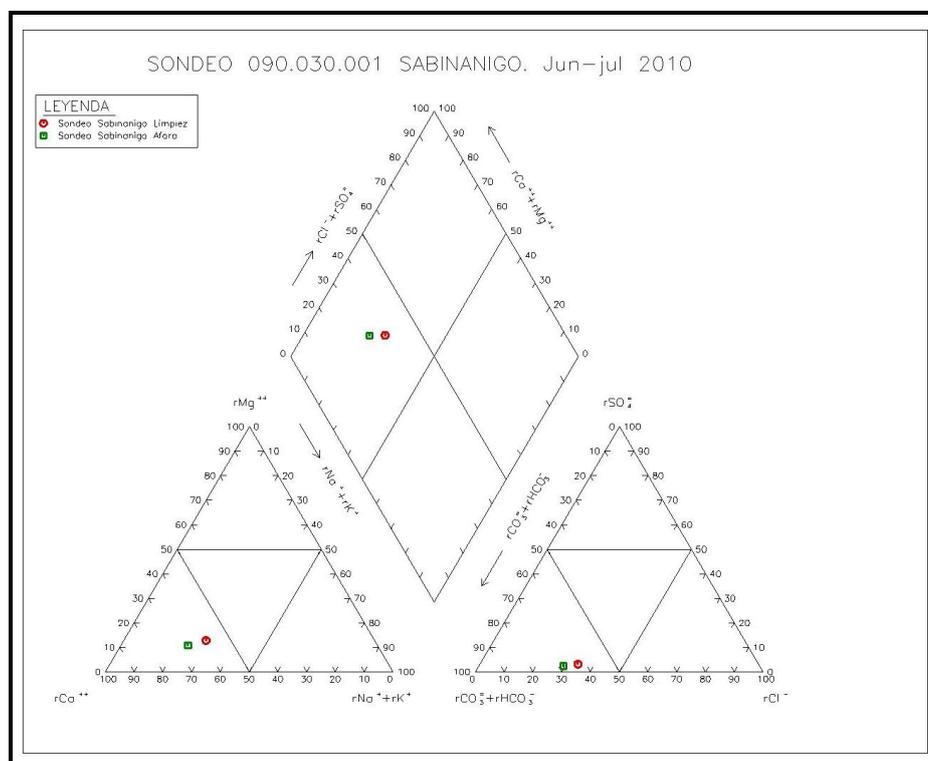


Figura 5. Diagrama de Piper. Sondeo 090.030.001-Sabiñánigo.

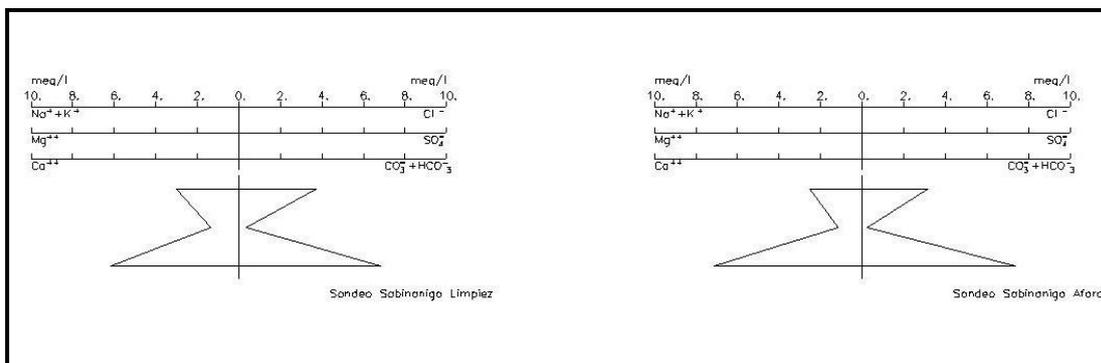


Figura 6. Diagramas de Stiff. Sondeo 090.030.001–Sabiñánigo.

La composición del agua después de la limpieza y del aforo es muy similar, tan solo al final del bombeo para el aforo disminuye ligeramente la conductividad, así como el contenido en cloruros y sodio y aumenta el contenido en bicarbonato y calcio (y por tanto la dureza).

Los valores obtenidos se han comparado con los recogidos en el R.D. 140/2003 *por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*, y en el R.D. 1514/2009 *por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro*.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, el agua obtenida tras el bombeo para el aforo es apta para el consumo, ya que el contenido de todos ellos es inferior a los límites fijados en el RD 140/2003. Sin embargo, después de la limpieza el contenido en *manganeso* es superior al límite establecido para aguas de consumo. Al aumentar el tiempo de bombeo el contenido disminuye a valores próximos a dicho límite. Sería conveniente vigilar este elemento si se va a utilizar el agua para abastecimiento.

Los indicadores de contaminación analizados, *nitratos*, *nitritos* y *amonio*, no son un problema de calidad: el contenido en nitratos (0,51 y 1,03 mg/l) es muy bajo y, por tanto, inferior al límite para consumo y a la norma

de calidad que establece el RD 1514/2009. También es bajo el contenido en nitritos (0,04 mg/l) y el de amonio (0,11 mg/l, en la limpieza, y disminuye y no se detecta en el aforo).

12. CONCLUSIONES

Se ha construido un piezómetro en el término municipal de Sabiñanigo con objeto tener un punto de medida de los niveles piezométricos para la toma de muestras y medida de parámetros físico-químicos y complementar la red operativa de piezometría en la Cuenca del Ebro.

Con este piezómetro se pretende la caracterización de la masa de agua 030 y determinar la calidad química de las aguas subterráneas definidas. Asimismo, el control mensual de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del acuífero.

El sondeo se ha realizado por el método de Rotopercusión con diámetro de 224 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 102 m.

El acuífero atravesado está constituido por las areniscas y conglomerado del Terciario (Eoceno-Oligoceno), cortándose el agua a los 25 a 30 metros de profundidad.

Actualmente (25/11/2010) el nivel estático se sitúa alrededor de los 17.24 metros de profundidad.

Los datos interpretados a partir del ensayos de bombeo y su recuperación dan unos valores de transmisividad que oscilan entre 0, 038 y 0,5 m²/día

El agua extraída tras la limpieza del sondeo y el bombeo para el aforo es de MINERALIZACIÓN MEDIA, se considera un agua MUY DURA y se clasifica como AGUA BICARBONATADA CÁLCICA, con un contenido apreciable en *cloruros y sodio*, como también se observa en los diagramas de Stiff. Esta composición química es característica del acuífero detrítico con influencia de materiales más solubles que aportan cloruros y sodio.

Teniendo en cuenta los constituyentes analizados, el agua obtenida tras el bombeo para el aforo es apta para el consumo, ya que el contenido de todos ellos es inferior a los límites fijados en el RD 140/2003. Sin embargo, después de la limpieza el contenido en *manganeso* es superior al límite establecido para aguas de consumo. Al aumentar el tiempo de bombeo el contenido disminuye a valores próximos a dicho límite. Sería conveniente vigilar este elemento si se va a utilizar el agua para abastecimiento.

Los indicadores de contaminación analizados, *nitratos, nitritos y amonio*, no son un problema de calidad: el contenido en nitratos (0,51 y 1,03 mg/l) es muy bajo, también es bajo el contenido en nitritos (0,04 mg/l) y el de amonio (0,11 mg/l, en la limpieza, y no se detecta en el aforo).

ANEJOS

ANEJO N° 1: PERMISOS



AYUNTAMIENTO DE SABIÑÁNIGO

Administración General



El Pleno Municipal, en sesión ordinaria celebrada el 28 de febrero de 2008, acordó, a propuesta de la Comisión de Urbanismo, Obras y Servicios, otorgar a favor de la Confederación Hidrográfica del Ebro concesión para la utilización privativa de dominio público (1 m²), con el fin de instalar un piezómetro para el control de la calidad y cantidad de agua subterránea. Dicha concesión se sitúa en camino público entre Villobas y Molino Villobas, en parcela 9004, polígono 404 (donde el camino hace curva: coordenadas UTM X:723799 Y:4697466), de tal modo que el piezómetro no obstaculice el tránsito de vehículos o maquinaria agrícola por el mismo.

La concesión se otorga gratuitamente y por un plazo de 30 años, prorrogable por dos periodos de diez años, hasta completar un total de 50 años.

La concesión quedará condicionada al otorgamiento de licencia urbanística para la ejecución de las obras y al cumplimiento de todas las condiciones establecidas en la misma. Con carácter accesorio a dicha licencia de obras se otorgará autorización temporal para la ocupación del dominio público (200 m²) y mientras dure la ejecución de las obras, al ser necesario ello para los trabajos de construcción del piezómetros.

Sabiñánigo, 11 de marzo de 2008
EL ALCALDE,



Fdo.: Carlos Iglesias Estaún



CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
Paseo de Sagasta, 24-28
50071 ZARAGOZA

Plaza de España, 2. 22600 SABIÑÁNIGO • Teléfono 974 484 210- Fax 974 484 201 • E-mail: secretaria@aytosabinanigo.net.
Web: www.aytosabinanigo.net

**ANEJO N° 2: INFORMES DIARIOS DE
PERFORACIÓN**

**OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.
CLAVE 09.822-0003/2111**

CONSTRUCCIÓN DEL SONDEO SABIÑÁNIGO (090.030.003)

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 723.813 Y: 4.697.459 Z: 837 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES			
Perforación		0 – 6 m	324 mm
		6 – 102 m	220 mm
Entubación	Ciega	6 m	300 x 5 mm
		75 m	180 x 4 mm
	Filtro Puentecillo	27 m	180 x 4 mm
Limpieza		3,5 horas	

19/06/2010

EMPLAZAMIENTO Y PERFORACIÓN

Se produce la llegada del equipo de perforación, desde la localización del sondeo anterior (Panticosa), a las 18:00 h. Este nuevo sondeo se ubica en una parcela propiedad de la familia Santolaria, en el municipio de Sabiñánigo, cerca del pueblo abandonado de Villobas.



Imagen 1. Ubicación del sondeo de Sabiñánigo.

El equipo de perforación está compuesto por una Máquina FDO 400 con capacidad de tiro de 60 toneladas, montada sobre camión 4 x 4; y un compresor IR 1170 25/33.

Una vez ubicados en el punto, se inician los trabajos de perforación del emboquille con el martillo de 324 mm, y una profundidad final de 6 m.

A continuación se hinca la tubería de acero de 300 x 5 mm, y se da por finalizada la jornada laboral.



Imagen 2. Perforación del emboquille.



Imagen 3. Soldadura de la tubería de emboquille.

20/06/2010

PERFORACIÓN

La jornada da comienzo con la perforación por el interior del emboquille con el martillo de 220 mm. A las 10:30 h, se llevan perforados 27 m, y a las 13:15 h, se da por finalizada la perforación del sondeo habiéndose alcanzado la profundidad de 102 m. La velocidad media de avance ha sido de 28 m/hora.



Imágenes 4 y 5. Diferentes momentos de la perforación con el martillo de 220 mm.

La columna litológica obtenida durante la perforación de este sondeo es la siguiente:

- 0 – 3 m: Arenisca de color gris, de grano fino a muy grueso, compuesta principalmente por granos de cuarzo, y algunos cantos de carbonato.
- 4 – 6 m: Arenisca de color marrón, de grano fino a medio con intercalaciones de lutitas compactadas.
- 7 – 15 m: Arenisca de color gris, de grano medio a grueso, algo menos compactada. Los granos son poligénicos (cuarzo, carbonatos,...).
- 16 – 21 m: Alternancia de carbonatos (calizas margosas) de diversos colores: marrón, rojizo y verdoso, con arcillas o lutitas compactadas.
- 22 – 27 m: Areniscas de grano fino a medio, de color marrón a grisáceo, con alternancia de arcillas o lutitas compactas. Pasadas de carbonatos.
- 28 – 31 m: Areniscas de grano medio a fino, de color marrón, con bastante arcilla. Presencia de cuarzo.
- 32 - 35 m: Arcilla de colores verdosos y rojizos, con algunos cantos de areniscas.
- 36 – 39 m: Arcillas verdosas a ocre, con indicios de cantos de areniscas.
- 40 – 44 m: Alternancia de areniscas y arcillas.
- 45 – 52 m: Areniscas de grano medio a grueso-muy grueso, sin apenas presencia de finos, con algunos cantos de calizas negras redondeadas. Pasadas de cantos poligénicos (carbonatos, cuarzos,...).
- 53 – 61 m: Intercalaciones de tramos de areniscas de grano fino con coloraciones marrones rojizas, y arcillas de tonos marrones y verdosos. El tamaño de grano se hace mayor hacia muro.
- 62 – 73 m: Areniscas grisáceas de grano algo más grueso. Las areniscas están compuestas por granos de composición poligénica (cuarzos, carbonatos, etc.).
- 74 – 89 m: Alternancia de areniscas marrones a rojizas, con tamaño de grano variable (de fino a medio), con intercalaciones de arcillas ocre.
- 90 - 92 m: Tramo similar al anterior pero con mayor proporción de arcillas.
- 93 – 94 m: Alternancia de areniscas marrones a rojizas, con tamaño de grano variable (de fino a medio), con intercalaciones de arcillas o lutitas de color rojizo. El porcentaje de finos es menor que en el tramo anterior.
- 95 - 98 m: Arcillas o lutitas rojizas y verdosas con indicios de cantos de arenisca.
- 99 – 102 m: Areniscas, principalmente rojizas, con algo de arcilla.



Imagen 6. Detalle de la colocación de las muestras extraídas en la realización del sondeo de Sabiñánigo.

TESTIFICACIÓN Y ENTUBACIÓN

Se produce la llegada del equipo de testificación a las 16:25 h, compuesto por un equipo CENTURY SYSTEM – IV, montado sobre vehículo Nissan Navara, cuyo operador es José Luengo.

La testificación comienza a las 16:40 h. En primer lugar se introduce la sonda hidrogeológica, y a continuación la sonda de desviación.

A partir de la testificación se ha podido observar:

- El nivel de agua se encuentra a unos 18,50 m.
- La conductividad aumenta a partir de los 68 m, y sobretodo a partir de los 95 m.
- Los tramos de aporte son: 26-28m, 32-33 m, 34-35 m, 39-40 m, 41-42 m, 45-51 m, 64-66 m, 67-70 m, 72-75 m, 77-79 m, 80-81 m, 84-85 m, 86-87 m y 90-91 m.



Imagen 7. Realización de testificación geofísica.

Con los datos obtenidos con la geofísica se diseña la columna de entubación entre Javier Ramajo, por parte de la asistencia técnica y Esther Torresquebrada, por parte de la contrata. La columna propuesta es la siguiente:

Profundidad	Diámetro	Longitud	Tipo	Material
102 - 93	180 x 4	9 m	Ciego	Chapa de acero
93 - 90	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
90 - 87	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
87 - 84	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
84 - 78	180 x 4	6 m	Ciego	Chapa de acero
78 - 72	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
72 - 69	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
69 - 63	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
63 - 51	180 x 4	12 m	Ciego	Chapa de acero
51 - 45	180 x 4	6 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
45 - 42	180 x 4	3 m	Ciego	Chapa de acero
42 - 39	180 x 4	3 m	Filtro Puentecillo	Chapa de acero
39 - 0	180 x 4	39 m	Ciego	Chapa de acero

En total, la entubación final está constituida por 102 m de tubería metálica en chapa de acero de 180 x 4 mm, de los cuales 75 m corresponden a tubería ciega y 27 m corresponden a filtro puentecillo.

La entubación comienza a las 18:30 h, siguiendo el diseño propuesto, y finaliza a las 20:00h. Se mide el nivel del pozo, y éste se encuentra a 10,06 m, con respecto a la parte superior de la tubería.



Imagen 8. Trabajos de soldadura durante la entubación.

21/06/2010

LIMPIEZA

A las 8:15 h comienza la jornada laboral, y se introduce en el sondeo el varillaje para llevar a cabo la limpieza mediante el empleo de aire comprimido. La duración de la fase de limpieza es de 3 horas y media.

Al inicio de la jornada, antes de introducir el varillaje, se ha observado que el nivel del agua, prácticamente no ha sufrido variación desde la tarde anterior.

Se han tomado varias medidas de conductividad, una al comienzo de la limpieza de 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, otra a mitad con un valor de 1.029 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y otra antes de la finalización de la limpieza, de 1.016 $\mu\text{S}/\text{cm}$. También se ha tomado una muestra de agua para su posterior análisis en el laboratorio.



Imagen 9. Realización de limpieza.

Mientras se lleva a cabo la extracción del varillaje, se visita un pozo cercano en el extinto pueblo de Villotas, en compañía de Francisco Santolaria. Este pozo tiene una profundidad aproximada de 8 m, y un diámetro de 1,50 m. Presenta un nivel de 0,90 m, aunque Francisco nos indica que suele presentar variaciones estacionales significativas. Las coordenadas de este punto son: X: 723.940; Y: 4.697.887 y Z: 857.



Imagen 10. Exterior del pozo de Villotas.



Imagen 11. Interior del pozo de Villobas.

CIERRE Y SELLADO

Una vez extraídas las varillas de limpieza, se lleva a cabo el cierre provisional del sondeo y la cementación del mismo, desde el metro 6 hasta el metro 0,50.



Imagen 12. Cementación del emboquille del sondeo.



Imagen 13. Aspecto del cierre provisional del sondeo de Sabiñánigo.

A continuación se recoge el material y la maquinaria y se produce el traslado al siguiente punto a sondear: Bujaraloz.

Esther Torresquebrada Aguirre.
Elena Malo Moreno.

Hidrogeólogas.

ANEJO N° 3: INFORME GEOLÓGICO



INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO
P-090.030.001**

SABIÑÁNIGO (HUESCA)

FEBRERO 2011

Tubkal



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 Villobas (term. municipal de Sabiñánigo, Huesca) 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 "INTERPRETACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LAS MUESTRAS DE LOS SONDEOS CONSTRUIDOS EN EL PROYECTO PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS".

El sondeo se ha realizado mediante la técnica de Rotopercusión con recuperación de "ripios" de la perforación y toma de muestras cada 3 metros de media (cada media varilla de perforación). Se realizó un emboquille de 6 m de profundidad perforado con un diámetro de 324 mm y entubado con tubería metálica ciega de 300 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Los 96 m restantes se perforaron con el martillo de 220 mm y se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm.

Presenta la siguiente disposición: De 0 a 39 m. Tubería Ciega. De 39 a 42 m. Tubería Filtro puentecillo. De 42 a 45 m. Tubería Ciega. De 45 a 51 m. Tubería Filtro puentecillo. De 51 a 63 m. Tubería Ciega. De 63 a 69 m. Tubería Filtro puentecillo. De 69 a 72 m. Tubería Ciega. De 72 a 78 m. Tubería Filtro puentecillo. De 78 a 84 m. Tubería Ciega. De 84 a 87 m. Tubería Filtro puentecillo. De 87 a 90 m. Tubería Ciega. De 90 a 93 m. Tubería Filtro puentecillo. De 93 a 102 m. Tubería Ciega. El sondeo queda instalado en la totalidad de su longitud.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras de estos "ripios" recogidas a intervalos de unos 3-5 metros. Estas muestras resultan únicamente significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litologías más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiendo sido previamente lavadas las muestras seleccionadas para su observación, con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo y permitir la correcta observación de las facies.

Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagráfias disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación grafica de la posible columna litológica



de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se ubica en el término municipal de Sabiñánigo (fig. 1). Se accede al mismo desde dicha localidad siguiendo la carretera N-330 dirección Huesca, tomándose el desvío a la carretera A-1604 dirección Boltaña, junto al río Guarga. El camino de acceso al sondeo se toma en la carretera que sube a Villobas desde la A-1604

Este sondeo se ubica en una parcela propiedad de la familia Santolaria, en el municipio de Sabiñánigo, cerca del pueblo abandonado de Villobas.

Las coordenadas exactas del punto son (UTM Huso 30 ED50):
X: 723.813 Y: 4.697.459 Z: 837 (m. s. n. m). (Fig.1).

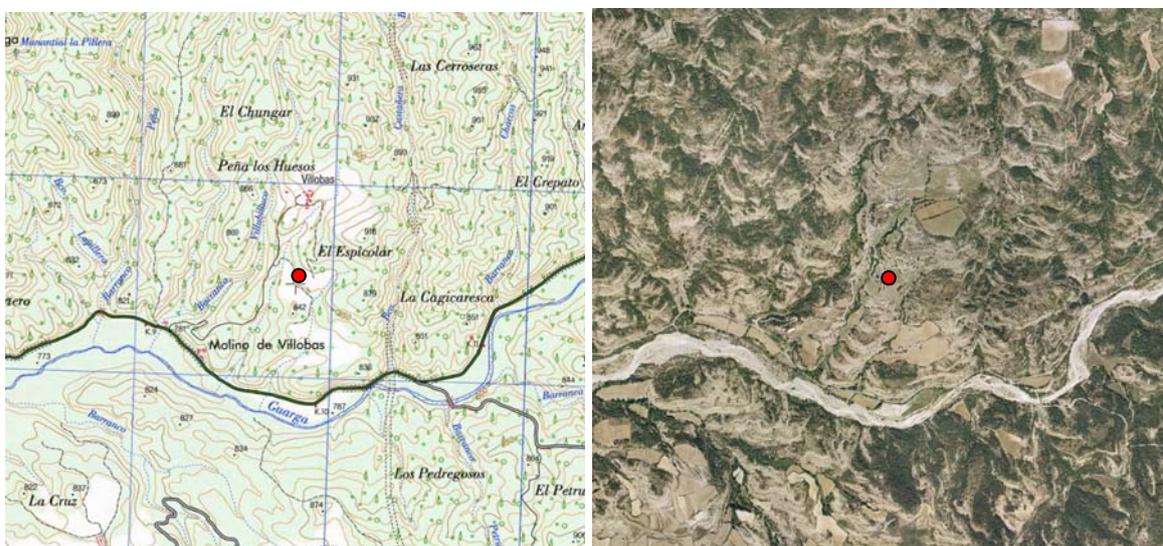


Fig. 1. Situación geográfica del sondeo y ortofoto (tomadas del Visor SIGPAC).
Equidistancia de la cuadrícula del mapa topográfico, 1000 metros.

SITUACIÓN GEOLÓGICA

EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA

Como se puede observar en la Figura 2, el sondeo se encuentra emboquillado en los materiales que se diferencian como unidad 14 dentro del Mapa Geológico MAGNA 210



(Yebrá de Basa): edición digital. En dicho plano se caracterizan los mismos como Conglomerados de caliza y arenisca, areniscas y lutitas pardo-rojizas, de edad Eoceno terminal-Oligoceno.

El piezómetro se encuentra situado en una zona que, tal y como se observa en la Cartografía MAGNA, se encuentra próxima al eje de la gran estructura sinclinal que surca la zona, como es e denominado sinclinorio del Guarga. Es por esto que en la zona próxima al sondeo, los valores de buzamiento son relativamente bajos con valores cercanos a los 20° hacia el norte.

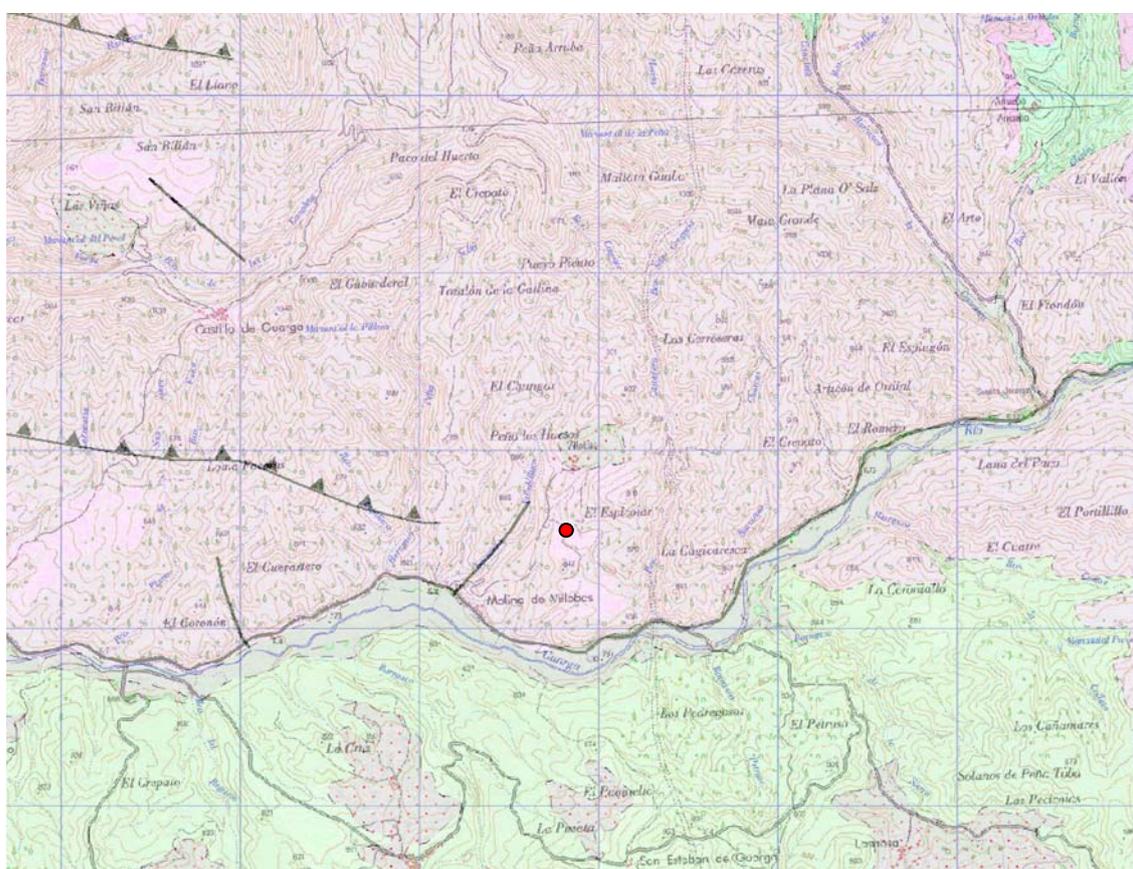


Fig.2. Situación geológica del sondeo. Tomado de cartografía MAGNA (versión digital).

FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS

El emboquille del sondeo se encuentra situado directamente sobre los materiales detríticos del Oligoceno que se cartografián en el plano Magna como Conglomerados de caliza y arenisca, areniscas y lutitas pardo-rojizas, aunque por lo visto en la testificación



del sondeo, los conglomerados han resultado minoritarios. Es esta unidad la única que se puede diferenciar en todos los metros del sondeo.

Quizá para los tres primeros metros podría haber una cierta discusión de si se trata de un recubrimiento cuaternario o directamente el sustrato, si bien, la importancia relativa de este hecho es mínima en el ámbito del presente trabajo.

Los materiales cortados en el sondeo, pueden definirse como una sucesión alternante de areniscas (y conglomerados) con lutitas y limolitas. En general ese es el patrón que se va repitiendo, si bien la monotonía se rompe con la entrada de niveles de conglomerados y puntuales pasadas carbonatadas, con restos edáficos en su interior. Esto es el resultado de la sucesión de secuencias de depósito que se van apilando en la vertical y son cortadas durante la perforación.

La naturaleza alternante del terreno se observa de un modo muy claro con el registro Gamma de la diagráfia, en el que se observa una gran variabilidad de la misma.

Este tramo, que en la cartografía Magna se marca como de edad Eoceno terminal-Oligoceno, se puede atribuir, a la denominada “facies Guarga” de Puigdefábregas (1975), que puede integrarse dentro del Grupo Campodarbe y concretamente extenderse a caballo entre las megasecuencias de depósito II y III de dicho grupo (Montes-Santiago, 2009).

COLUMNA LITOLÓGICA.

TRAMO 1

0-3 m. Arena de hasta grano grueso, muy poco clasificada y marcadamente poligénica. Todo en grano. Podría tratarse de una roca muy poco cementada o tratarse de un recubrimiento cuaternario de arenas y limos.

TRAMO 2

3-6 m. Areniscas de grano fino y limolitas de colores ocre a rojizos.

TRAMO 3

6-15 m. Areniscas de grano grueso a microconglomerados. Los clastos presentan naturalezas muy variadas (carbonatados-silíceos) y confieren a la facies un aspecto jaspeado al contrastar el color de los mismos con el del cemento semi-transparente. Aparecen pasadas de areniscas de grano fino y limolitas.



TRAMO 4

15-21 m. Limolitas y areniscas calcáreas, con puntuales calizas margosas ocreas. Aparecen también margas/lutitas versicolores. Recuerdan a paleo-horizontes edáficos.

TRAMO 5

21-31 m. Areniscas de grano fino a medio, más gruesas cuanto más a la base, con pasadas de limolitas grises a ocreas. Puntuales calizas margosas/calcareniticas. Hacia la parte basal aparecen mayores intercalaciones limolíticas y lutíticas.

Tramos de aporte en: 26-28m.

TRAMO 6

31-39 m. Margas, lutitas, limolitas y puntuales areniscas de grano fino. El conjunto presenta aspecto versicolor y recuerda a horizontes edáficos.

Tramos de aporte en: 32-33 m, 34-35 m.

TRAMO 7

39-50 m. Areniscas de grano medio a grueso con intercalaciones lutíticas y limolíticas más abundantes a techo y casi inexistentes a base. Los colores son ocreas a grises. Las limolitas de techo aparecen laminadas.

Tramos de aporte en: 39-40 m, 41-42 m, 45-51 m.

TRAMO 8

50-52 m. Areniscas de grano grueso y medio, con pasadas de conglomerados con cantos de calizas micríticas de colores negros y de areniscas poco maduras.

TRAMO 9

52-56 m. Areniscas de grano fino, y puntuales de grano medio, con intercalaciones de limolitas y lutitas de colores ocreas.



TRAMO 10

56-61 m. Lutitas, limolitas y margas grises. Puntuales intercalaciones de areniscas de grano fino ocre.

TRAMO 11

61-81 m. Areniscas y microconglomerados con intercalaciones de lutitas y limolitas, gris marronáceas. En general las areniscas son de grano fino a medio, aunque hacia la parte intermedio dominan de grano grueso e incluso microconglomerados. Éstos últimos son poligénicos y poco maduros, con cantos subangulosos y abundantes fragmentos líticos.

Tramos de aporte en: 64-66 m, 67-70 m, 72-75 m, 77-79 m, 80-81 m.

TRAMO 12

81-94 m. Areniscas de grano medio a grueso ocre a rojizas con puntuales intercalaciones lutíticas, dominantes ocasionalmente, como en el tramo comprendido entre 90 y 92 m. Dada la naturaleza de los granos clastos muy variada, el ripio presenta un aspecto jaspeado, con puntuales recristalizaciones de calcita en grietas. Se trata en general de un tramo fracturado. En las zonas con mayor abundancia de lutita, las areniscas que más abundan son las de grano fino.

Tramos de aporte en: 84-85 m, 86-87 m y 90-91 m.

TRAMO 13

94-98 m. Lutitas versicolores y limolitas, con puntuales pasadas de areniscas. Recuerdan procesos edáficos.

TRAMO 14

98-102 m. Areniscas de grano fino y limolitas. Colores de ocre a grana. Puntuales limolitas.



REFERENCIAS

<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) HOJA 1:50.000 N° 210. Yebra de Basa. No editada. Versión digital.

MONTES-SANTIAGO, M.J. (2009): *Estratigrafía del Eoceno-Oligoceno de la cuenca de Jaca. Sinclinorio del Guarga*. Colección de Estudios Altoaragoneses, vol.59, Huesca, 355 p.

PUIGDEFÁBREGAS, C. (1975): *La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca*. Pirineos, vol. 104, Jaca, 188 p.



CÓDIGO IPA:
CÓDIGO MMA: 090.030.001

MUNICIPIO: SABINANIGO
PROVINCIA: HUESCA

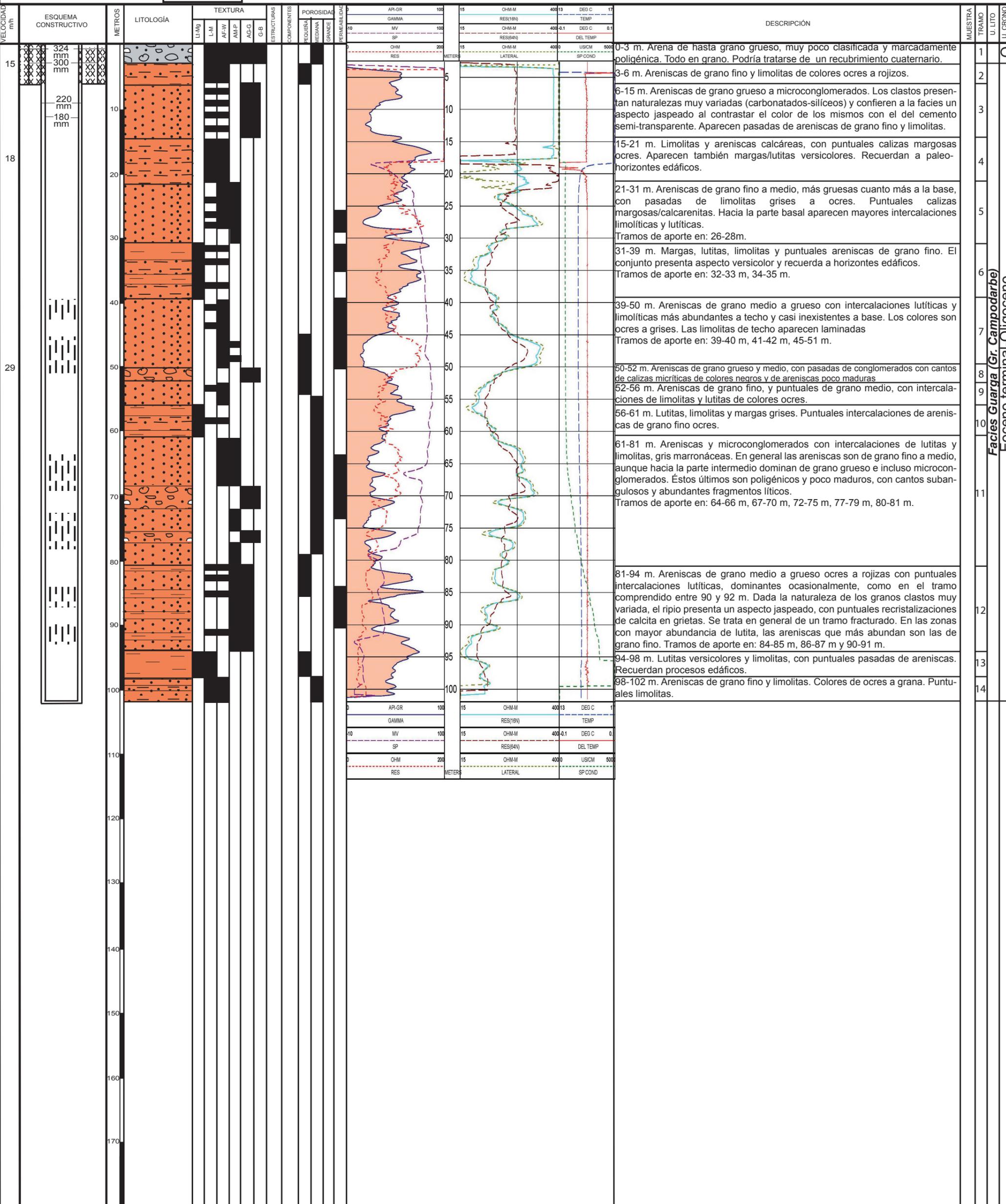
HOJA Nº 2910

FECHA INICIO: 19/06/2010
FECHA FINAL: 21/06/2010

COORDENADAS UTM
723813
4697459
837

PARAJE: Molino de Villobas
PRECISIÓN (X,Y): GPS
PRECISIÓN Z: GPS

AUTOR FICHA: Javier F. Ibas Lloréns



Facies Guarga (Gr. Campodarbe)
Eoceno terminal-Oligoceno

ANEJO N° 4: GEOFÍSICA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE ESTADO DE AGUAS Y COSTAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE
LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
DE LA CUENCA DEL EBRO. 3ª FASE

TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DE SONDEOS

Sondeo: 090.030.001 SABIÑÁNIGO



COMPAÑÍA GENERAL DE INGENIERÍA Y SONDEOS, S.A.
C/ Anabel Segura nº 11, Edificio A, Planta 3ª, Oficina B
28108 Alcobendas, Madrid
Tf: 914902410 Fax: 916624296 E-mail: cgs@cgsingenieria.com

JUNIO DE 2010



TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA DEL SONDEO **"090.030.001 SABIÑÁNIGO"** EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SABIÑÁNIGO (HUESCA)

JUNIO DE 2010

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

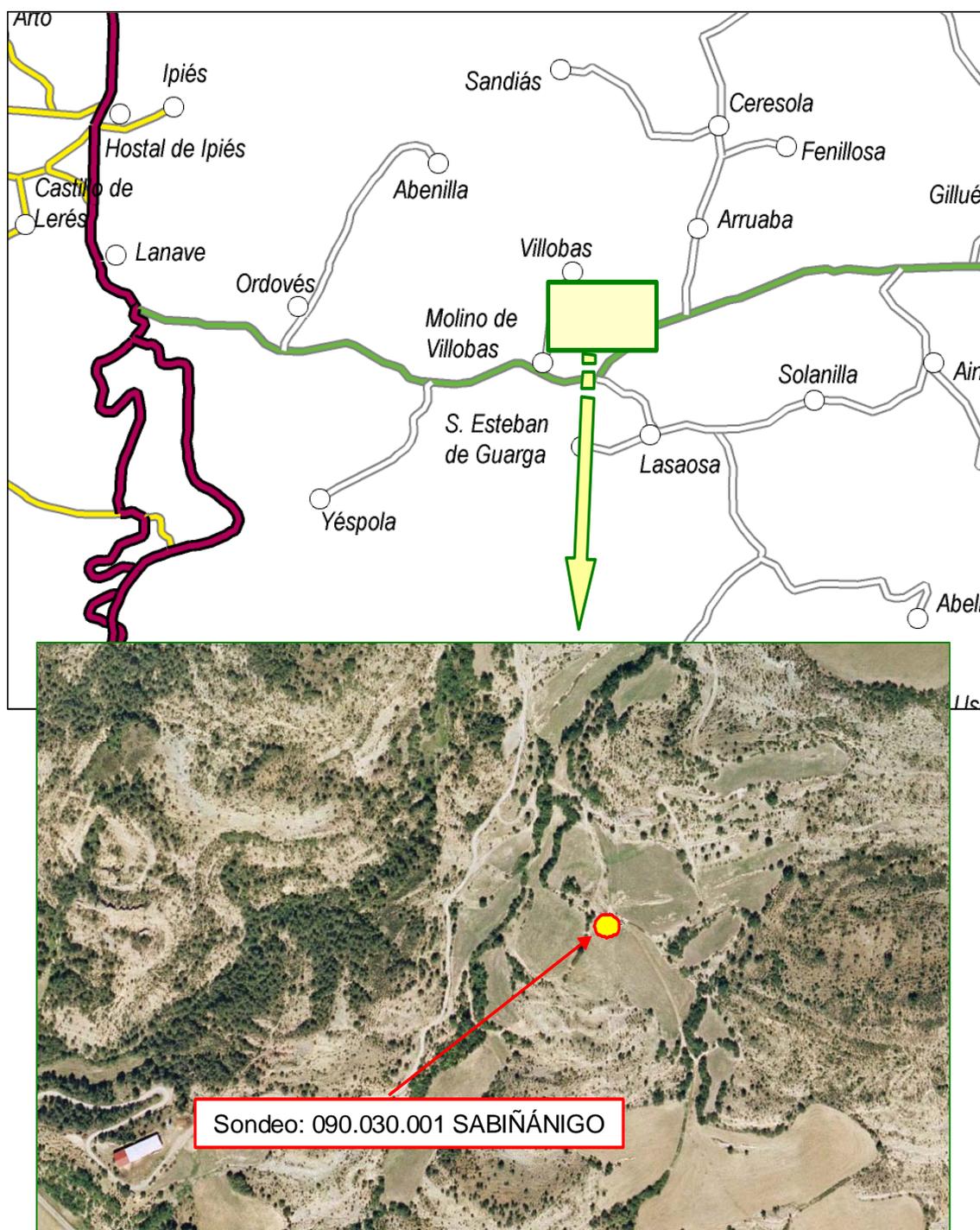
El día 20 de junio de 2010 se procedió, por parte del Departamento de Geofísica Aplicada de la Compañía General de Ingeniería y Sondeos, S.A., a la testificación geofísica del sondeo "**090.030.001 SABIÑÁNIGO**", ubicado en el término municipal de Sabiñánigo, en la provincia de Huesca, tal y como se muestra en el mapa de situación geográfica y fotografía aérea 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 manera más adecuada 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 de aportar agua a la perforación, y el cálculo de la inclinación y desviación a lo largo de todo el sondeo.

Este trabajo se encuadra dentro de las actuaciones que la Confederación Hidrográfica del Ebro está llevando a cabo para la implantación y mantenimiento de las redes oficiales de control de aguas subterráneas que permitan conocer su evolución en cantidad y calidad.



*Figura.-1 Situación geográfica del sondeo: **090.030.001 SABIÑÁNIGO***

TRABAJO REALIZADO

El sondeo "090.030.001 SABIÑÁNIGO" se testificó desde la superficie hasta los 100 metros de profundidad, tomando como cota cero el ras del suelo.

Para la realización de la testificación geofísica se han utilizado las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación que registran los parámetros de GN, SP, R-16", R-64", R-lat, Res, CON, TEM, INCLINACIÓN y DESVIACIÓN.

La testificación geofísica se realizó nada más terminar la perforación y sacada la maniobra, con el sondeo desnudo.

En primer lugar se testificó con la sonda 8044 y a continuación se testificó con la sonda 9055.

Seguidamente presentamos los datos más relevantes del sondeo en el momento de efectuar la testificación geofísica.

COORDENADAS DEL SONDEO:	X	0723815
	Y	4697467
	Z	858
PROVINCIA:	HUESCA	
MUNICIPIO:	SABIÑÁNIGO	
PROFUNDIDAD DEL SONDEO:	102 mts.	
PROFUNDIDAD TESTIFICADA:	100 mts.	
ENTUBADO:	De 0 a 6 mts.	
TIPO DE TUBERÍA:	Metálica	
DIÁMETRO DE ENTUBACIÓN:	300 mm.	
DIÁMETRO DE PERFORACIÓN:	220 mm.	
NIVEL FREÁTICO (durante la testificación)	18 mts.	
MODALIDAD DE PERFORACIÓN:	Rotopercusión	
EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	CENTURY SYS-VI	
TESTIFICADO CON LAS SONDAS:	8044 y 9055	
FACTOR DE CORRECCIÓN DEL CABRESTANTE:	0,250	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 8044:	1008	
Nº DE SERIE DE LA CALIBRACIÓN DE LA SONDA 9055:	83	
FECHA DE LA TESTIFICACIÓN:	20-06-2010	

REGISTROS GEOFÍSICOS

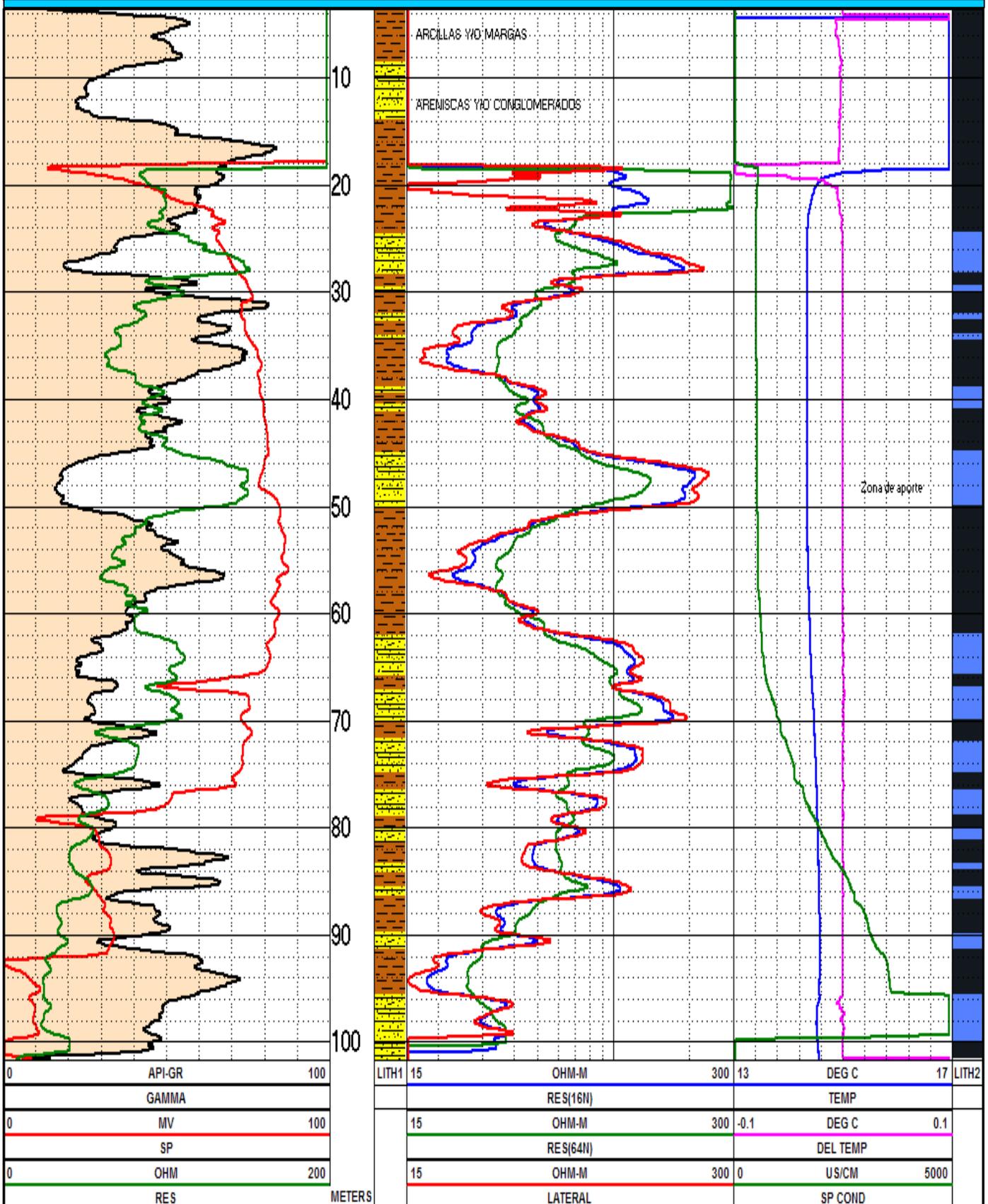
En las siguientes tres páginas, figuran las diagráfias con los parámetros hidrogeológicos y de desviación, registrados con las sondas 8044-hidrogeológica y 9055-desviación, y la gráfica de desviación del sondeo vista en planta.

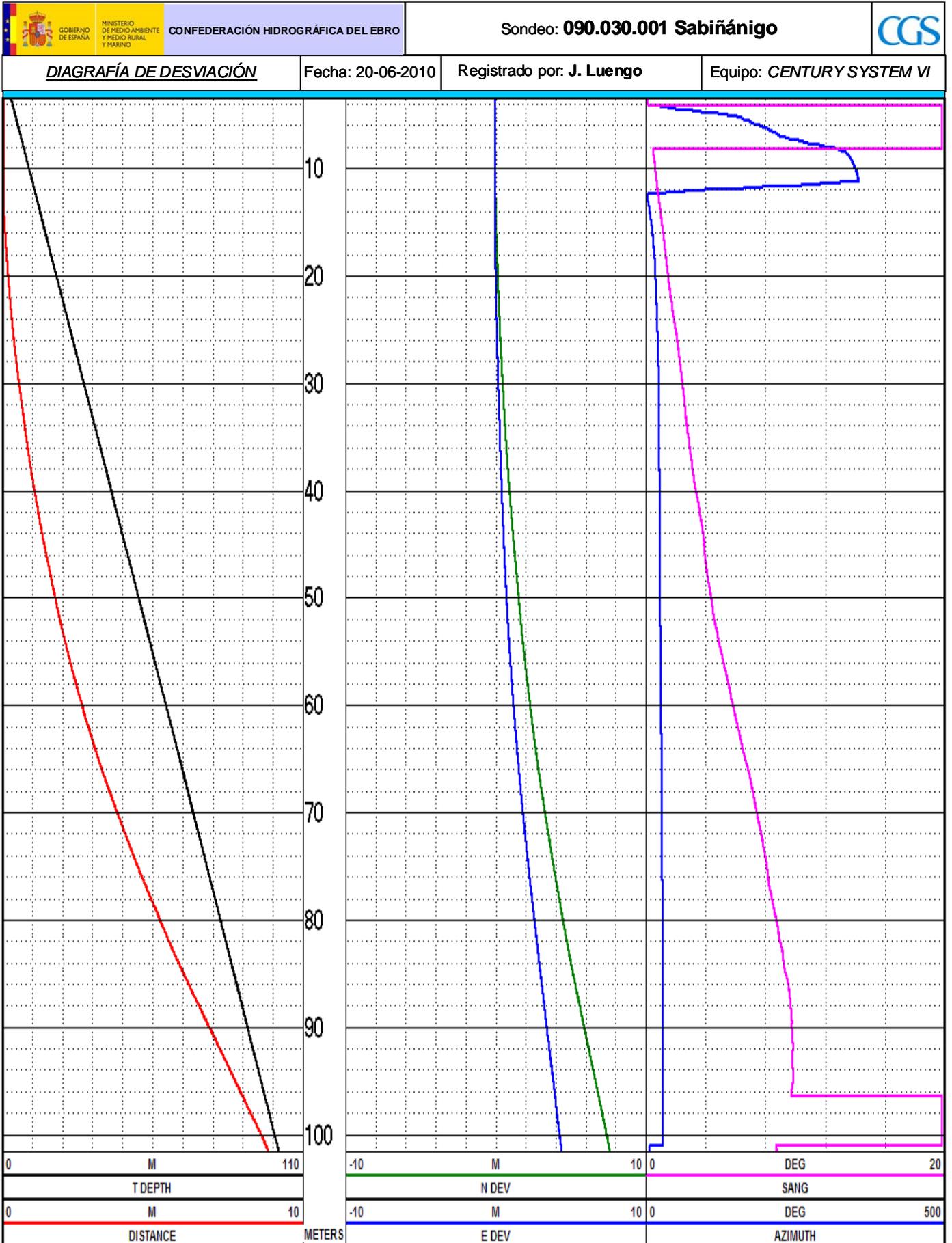
En la diagráfia hidrogeológica tenemos en la pista número uno los registros de Gamma Natural, Potencial Espontáneo y Resistencia monoelectrónica, con escalas comprendidas entre 0 y 100 unidades API para el Gamma Natural, de 0 a 100 Milivoltios para el Potencial Espontáneo y de 0 a 200 Ohm para la Resistencia monoelectrónica. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres se presenta en diferentes tramas la columna litológica. En la pista número cuatro los registros de Resistividad Normal Corta, Resistividad Normal Larga y Resistividad Lateral, con escala logarítmica comprendida entre 15 y 300 Ohm x m. En la pista número cinco figuran los parámetros de Temperatura (escala de 13° a 17° C) Delta de Temperatura (escala de -0.1° a 0.1°) y Conductividad (escala de 0 a 5000 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Por último, en la pista número seis se ha confeccionado una columna en la que figuran en color azul los tramos más porosos y permeables a la hora de aportar agua a la perforación y en negro los menos porosos y permeables.

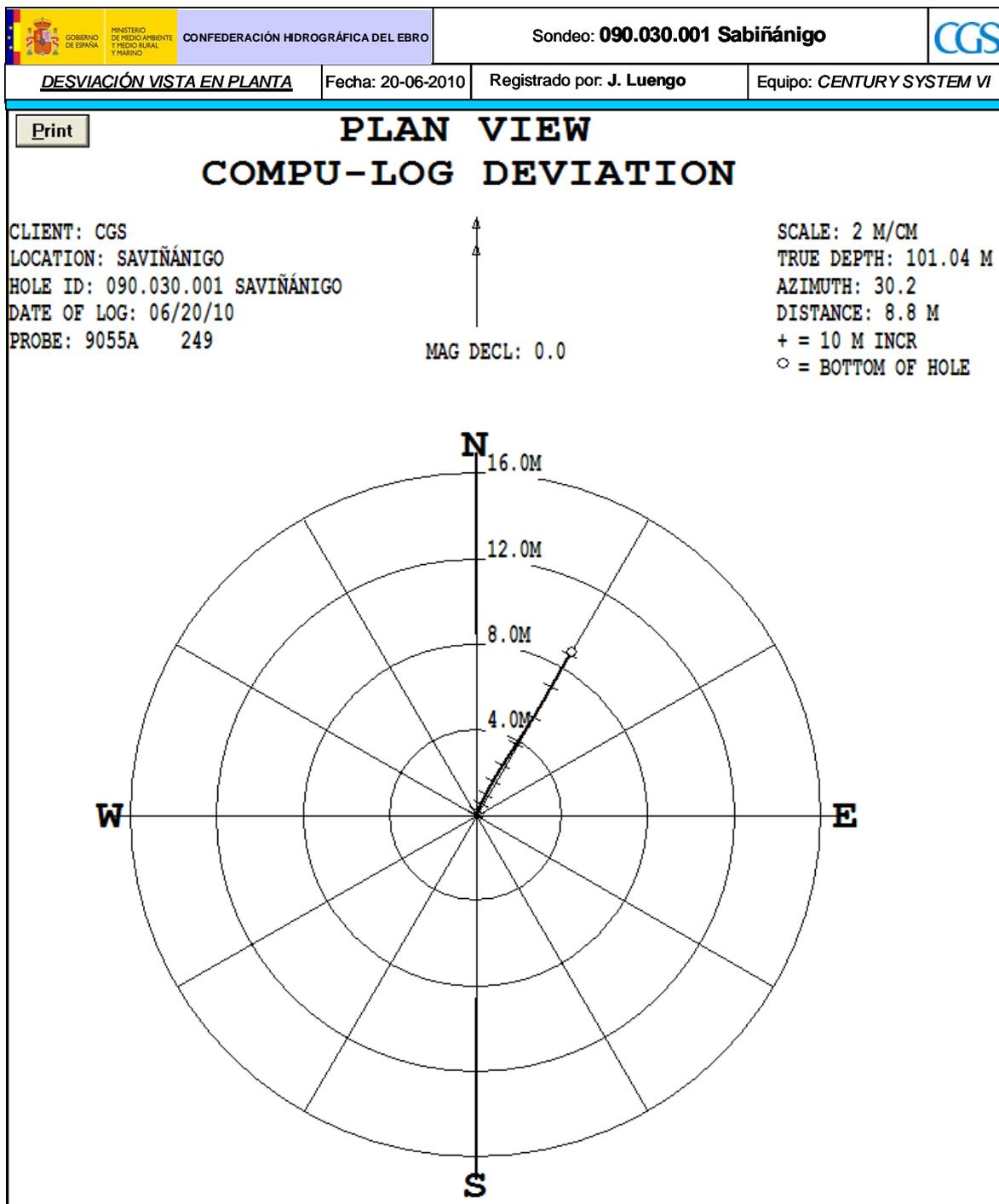
En la diagráfia de desviación tenemos en la pista número uno la Profundidad real y la Distancia, con escalas comprendidas entre 0 y 110 metros para la Profundidad real y de 0 a 10 metros para la Distancia. En la pista número dos la profundidad. En la pista número tres la Desviación Norte y la Desviación Este con escalas de -10 a 10 metros. Por último, en la pista número cuatro se encuentran los parámetros de Inclinación, con escala de 0° a 20° y Acimut, con escala de 0° a 500°).

En la gráfica de desviación del sondeo vista en planta se muestra los valores del Acimut y la Distancia de la desviación con respecto a la vertical al final del sondeo.

En el ANEXO-I, se presenta en papel continuo la diagráfia completa (hidrogeológica más desviación) a escala 1/200.







RESULTADOS OBTENIDOS

UBICACIÓN Y LITOLOGÍA

El sondeo está ubicado en la masa de agua "090.030 SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA.

La perforación ha atravesando una formación compuesta de margas, arcillas, conglomerados y areniscas.

Estos tramos se pueden consultar en la columna litológica de la diagráfia que presentamos en el ANEXO-I.

NIVEL FREÁTICO

En el momento de efectuar la testificación geofísica el nivel freático del sondeo se encontraba a los 18 metros de profundidad.

CONDUCTIVIDAD Y TEMPERATURA DEL FLUIDO

La conductividad presenta un primer tramo, de 18 metros a 60 metros, con un valor constante de conductividad de 510 $\mu\text{s}/\text{cm}$. De 60 metros en adelante y hasta el final del sondeo, la conductividad va aumentando paulatinamente hasta llegar a alcanzar los 3580 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

La temperatura, en el tramo con agua, mantiene una media de 14° centígrados.

APORTES DE AGUA

De la respuesta obtenida con la sonda 8044-hidrogeológica, que registra los parámetros de Gamma Natural, Resistividad Normal corta y larga, Resistividad Lateral, Potencial Espontáneo, Temperatura y Conductividad, se han evaluado los tramos con mayor aporte de agua al sondeo, correspondiendo con las zonas más porosas y permeables, y confeccionado la siguiente tabla.

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPEJOR	LITOLOGÍA
Tramo de 24,5 m. a 28 m.	3,5 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 29,5 m. a 30 m.	0,5 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 32 m. a 32,5 m.	0,5 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 34 m. a 34,5 m.	0,5 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 39 m. a 41 m.	2 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 45 m. a 50 m.	5 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 62 m. a 66 m.	4 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 67 m. a 70 m.	3 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 72 m. a 75 m.	3 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 77 m. a 79 m.	2 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 80 m. a 81 m.	1 m.	Areniscas y/o conglomerados

TRAMOS CON APORTE DE AGUA	ESPESOR	LITOLOGÍA
Tramo de 83,5 m. a 84 m.	0,5 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 86 m. a 87 m.	1 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 90 m. a 91 m.	1 m.	Areniscas y/o conglomerados
Tramo de 95,5 m. a 100 m.	4,5 m.	Areniscas y/o conglomerados

DESVIACIÓN

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 respecto a la vertical ha sido de 8,60 metros a los 100 metros de profundidad.
- El Acimut mantiene una media aproximada de 26°.
- El sondeo presenta una inclinación máxima de 10,10° a los 88 metros de profundidad.

A continuación se presenta una tabla con un listado de valores de desviación a intervalo de 2 metros de los parámetros de Profundidad del Cable, Profundidad Real, Desviación Norte, Desviación Este, Distancia, Acimut e Inclinación.

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
6.00	6.00	-0.01	0.00	0.00	188.00	0.50
8.00	8.00	0.00	0.00	0.00	312.80	0.60
10.00	10.00	0.02	0.00	0.00	351.80	0.90
12.00	12.00	0.05	0.00	0.00	0.70	0.70
14.00	14.00	0.08	0.01	0.10	9.00	1.10
16.00	16.00	0.12	0.03	0.10	13.70	1.40
18.00	18.00	0.16	0.05	0.20	16.60	1.50
20.00	20.00	0.21	0.07	0.20	18.60	1.50
22.00	22.00	0.26	0.09	0.30	19.90	1.60
24.00	24.00	0.32	0.12	0.30	21.40	2.00
26.00	25.99	0.38	0.16	0.40	22.40	2.20
28.00	27.99	0.45	0.20	0.50	23.40	2.20
30.00	29.99	0.53	0.24	0.60	24.20	2.80
32.00	31.99	0.61	0.28	0.70	24.80	2.60
34.00	33.99	0.70	0.33	0.80	25.20	2.90
36.00	35.98	0.79	0.37	0.90	25.10	3.10
38.00	37.98	0.88	0.41	1.00	25.20	3.00
40.00	39.98	0.99	0.47	1.10	25.40	4.00
42.00	41.97	1.10	0.53	1.20	25.60	3.50

PROF. CABLE	PROF. REAL	DES-NORTE	DESV-ESTE	DISTANCIA	ACIMUT	INCLINACIÓN
44.00	43.97	1.21	0.59	1.30	25.80	3.70
46.00	45.96	1.34	0.65	1.50	26.00	4.60
48.00	47.96	1.46	0.72	1.60	26.20	4.20
50.00	49.95	1.59	0.80	1.80	26.50	3.70
52.00	51.95	1.73	0.87	1.90	26.70	4.20
54.00	53.94	1.87	0.95	2.10	27.00	4.80
56.00	55.93	2.02	1.04	2.30	27.30	5.40
58.00	57.92	2.19	1.14	2.50	27.60	5.90
60.00	59.91	2.36	1.25	2.70	28.00	5.90
62.00	61.90	2.53	1.36	2.90	28.30	6.40
64.00	63.89	2.71	1.48	3.10	28.60	6.80
66.00	65.88	2.91	1.61	3.30	28.90	7.00
68.00	67.86	3.12	1.74	3.60	29.10	7.40
70.00	69.84	3.34	1.87	3.80	29.30	7.40
72.00	71.83	3.57	2.02	4.10	29.50	7.50
74.00	73.81	3.79	2.16	4.40	29.70	7.90
76.00	75.79	4.03	2.32	4.60	29.90	8.60
78.00	77.77	4.28	2.48	4.90	30.10	8.40
80.00	79.74	4.53	2.64	5.20	30.30	8.40
82.00	81.72	4.79	2.80	5.50	30.30	9.30
84.00	83.69	5.06	2.96	5.90	30.30	9.30
86.00	85.67	5.35	3.13	6.20	30.30	9.90
88.00	87.64	5.65	3.30	6.50	30.30	10.10
90.00	89.61	5.94	3.46	6.90	30.20	10.00
92.00	91.58	6.25	3.63	7.20	30.20	10.00
94.00	93.55	6.54	3.80	7.60	30.20	9.60
96.00	95.52	6.84	3.97	7.90	30.10	9.70
98.00	97.49	7.14	4.13	8.20	30.00	9.80
100.00	99.46	7.43	4.31	8.60	30.10	9.60



Fdo: José Luengo
Geofísico

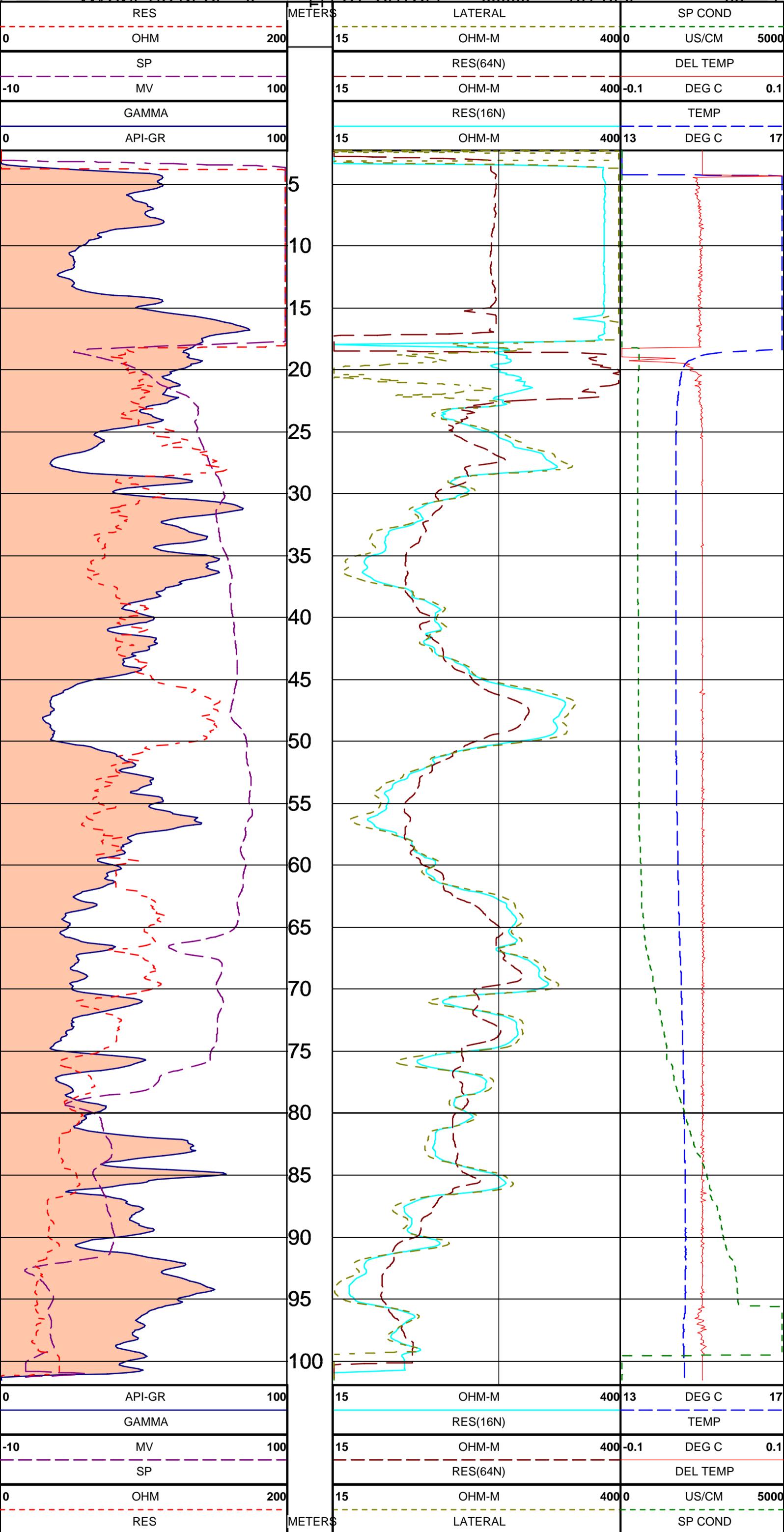
 Dto. de Geofísica Aplicada
20 DE JUNIO DE 2010

ANEXO-I

DIAGRAFÍA COMPLETA DEL SONDEO: 090.030.001 SABIÑÁNIGO
ESCALA: 1/200

LOG PARAMETERS

MATRIX DENSITY : 2.65 NEUTRON MATRIX : SANDSTCMATRIX DELTA T : 130



0 API-GR 100 15 OHM-M 400 13 DEG C 17

GAMMA RES(16N) TEMP

-10 MV 100 15 OHM-M 400 -0.1 DEG C 0.1

SP RES(64N) DEL TEMP

0 OHM 200 15 OHM-M 400 0 US/CM 5000

RES METERS\$ LATERAL SP COND

ANEJO N° 5: ENSAYO DE BOMBEO

OBRA: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LA RED DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO. CLAVE 09.822-0003/2111

AFORO DEL SONDEO SABIÑANIGO (090.030.001)

Localización Geográfica (UTM, Uso 30):

X: 723.813 Y: 4.697.459 Z: 837 (m s. n. m)

RESUMEN DE UNIDADES	
Profundidad de la bomba	87 m
Horas de bombeo	14,5 h.
Horas de recuperación	9 h

ENSAYO DE BOMBEO

Llegada del equipo de aforos, a fecha 30 de agosto de 2010, al sondeo a las 12:30 horas, instalan y comienza el ensayo de bombeo a las 16:45. La maquinaria está formada por un equipo de aforo, con un grupo generador marca Mecc Alte de 250 KVA, motor Fiat Alfo de 400 CV y una tubería de impulsión de 70 mm. de diámetro. Se utiliza una bomba Grundfos modelo SP- 45-31 con una potencia de 50 CV situada a 87 m de profundidad.



Imagen 1. Situación del equipo de aforo en el sondeo.

El ensayo de bombeo comienza a las 16:45 h del 30 de agosto, una vez equipado el sondeo. Las características del ensayo de bombeo son las que se describen en la siguiente tabla:

	SABIÑANIGO				
	Q (l/s)	t (min.)	N inicial	N final	s (m)
Escalón 1	0,25	30	20,21	24,88	4,67
Escalón 2	0,5	60	24,88	43,80	18,92
Recuperación 1	-	60	43,80	23,84	19,96(*)
Escalón 3	0.33	720	23,84	87 (r)	63,16
Recuperación 2	-	480	87 (r)	25,95	61,05 (*)

(*) El nivel asciende.

• **Escalón 1**

El Escalón 1 comienza a las 16:15 h y acaba a las 16:45 h, teniendo una duración de 30 minutos y con un caudal de 0,25 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 4,67 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 20,21 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 24,88 m.



Imagen 2. Caudal extraído durante el primer escalón.

El agua ha aclarado algo a lo largo del desarrollo de este escalón.

- **Escalón 2**

Da comienzo a las 16:45 h, y acaba 120 minutos después, el nivel desciende desde el metro 24,88 hasta el 43,80, con lo que el descenso observado es de 18,92 m. Se ha extraído un caudal de 0,5 l/s.

El agua ha salido del mismo color que en el escalón anterior.



Imagen 3. Caudal extraído durante el segundo escalón.

Inmediatamente después, a las 18:45 h comienza la recuperación (Recuperación 1) con una duración de 60 min., donde el nivel del agua asciende hasta casi alcanzar el nivel inicial del pozo, a 23,84 m de profundidad.

- **Escalón 3**

El Escalón 3 comienza a las 19:45 h y acaba a las 8:00 h, del día 31 de agosto de 2010, teniendo una duración de 720 minutos, ya que en ese tiempo el nivel alcanzó la rejilla. Se extrae un caudal de 0.33 l/s. El descenso observado durante el desarrollo de este escalón ha sido de 63,16 m, ya que el nivel inicial antes de comenzar a bombear era de 23,84 m, y el nivel al final de este escalón se encuentra a 87 m.

Durante todo el aforo el agua sale con cierto color beige.



Imagen 4. Caudal extraído durante el tercer escalón.

A las 8:00 h comienza la recuperación (Recuperación 2) con una duración estimada de 480 min., donde el nivel del agua asciende hasta alcanzar los 25,95 m de profundidad.

Simultáneamente al ensayo de bombeo se toman medidas de CE, T y pH en cada escalón:

- **Escalón 1 (Q= 0,25 l/s)**

Inicio del Escalón 1: CE= 720 μ S/cm.; T = 15,9 °C; pH= 8,07.

- **Escalón 2 (Q= 0,5 l/s)**

Inicio del Escalón 2: CE= 786 μ S/cm.; T = 16,3 °C; pH= 7,53.

- **Escalón 3 (Q= 0,33 l/s)**

Inicio del Escalón 3: CE= 1083 μ S/cm.; T = 17,3 °C; pH= 7.,13

Final del Escalón 3: CE= 1027 μ S/cm.; T = 17,1 °C; pH= 7,10.

También se ha tomado una muestra de agua para su posterior ensayo en el laboratorio.

Iván Molina Durán
Hidrogeólogo.

Γ 7
 C.G.S. Compañía General de Sondeos, S.A.
 C/ ANABEL SEGURA, 11 Edificio A, 4º of. b
 28108 ALCOBENDAS
 MADRID
 L J

Fecha: 31 DE AGOSTO DE 2010

Sondeo: 090.030.001	Termino municipal: MOLINO DE VILLOBAS	Provincia: HUESCA
----------------------------	--	--------------------------

Comienzo: Día 30/08/2010 Hora 16:15 NE. 20,21	Terminación: Día 31/08/2010 Hora 15:45 ND. 83,61
--	---

Grupo generador	Grupo motobomba	Perforación m.	
Marca: MECC-ALTE KVA.: 250 Motor: FIAT-AIFO Potencia: 400 CV	Marca: SATUR Tensión: 760 Tipo: S6S 45-19 Potencia: 50 CV	180 Ø 102 m	Profundidad rejilla: 87 m. Q. medidas con: TUBO PITOT Niveles medidos con: SONDA Ø Tubería: 70 mm.

RECUPERACIÓN					
Tiempo minutos	Recuperación metros	Tiempo minutos	Recuperación metros	Tiempo minutos	Recuperación metros
½		6		20	
1		7		25	
2		8		30	
3		9		40	
4		10		50	
5		15		60	

Observaciones:

1º Escalon				2º Escalon				Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	NE	20,21	NE	0m	ND	24,88	ND	0m	ND	43,80	ND
1m	0,25	24,47	COLOR	1m	0,5	25,80	COLOR	1m		40,15	
2m	0,25	24,80	COLOR	2m	0,5	26,28	COLOR	2m		38,33	
3m	0,25	24,85	COLOR	3m	0,5	26,75	COLOR	3m		37,64	
4m	0,25	24,88	COLOR	4m	0,5	27,24	COLOR	4m		37,16	
5m	0,25	24,88	COLOR	5m	0,5	27,63	COLOR	5m		36,66	
6m	0,25	24,88	COLOR	6m	0,5	27,40	COLOR	6m		36,23	
7m	0,25	24,88	COLOR	7m	0,5	28,17	COLOR	7m		35,78	
8m	0,25	24,88	COLOR	8m	0,5	28,42	COLOR	8m		35,34	
9m	0,25	24,88	COLOR	9m	0,5	28,60	COLOR	9m		34,92	
10m	0,25	24,88	COLOR	10m	0,5	28,82	COLOR	10m		34,47	
15m	0,25	24,88	COLOR	15m	0,5	29,81	COLOR	15m		32,21	
20m	0,25	24,88	COLOR	20m	0,5	30,42	COLOR	20m		30,20	
25m	0,25	24,88	COLOR	25m	0,5	30,62	COLOR	25m		28,97	
30m	0,25	24,88	COLOR	30m	0,5	30,97	COLOR	30m		27,53	
				40m	0,5	31,20	COLOR	35m		26,17	
				50m	0,5	31,61	COLOR	40m		25,32	
				60m	0,5	33,00	COLOR	45m		24,64	
				75m	0,5	35,28	COLOR	50m		24,24	
				90m	0,5	38,52	COLOR	55m		24,00	
				120m	0,5	43,80	COLOR	60m		23,84	

3º Escalon				2ª Recuperacion			
Hora	Q l/s	N.D. m.		Hora	Q l/s	N.D. m.	
0m	ND	23,84	ND	0m		83,61	
1m	0,33	28,20	COLOR	1m		80,25	
2m	0,33	28,00	COLOR	2m		78,11	
3m	0,33	28,00	COLOR	3m		76,42	
4m	0,33	28,00	COLOR	4m		74,67	
5m	0,33	28,00	COLOR	5m		73,75	
6m	0,33	28,00	COLOR	6m		73,09	
7m	0,33	28,02	COLOR	7m		72,50	
8m	0,33	28,05	COLOR	8m		72,12	
9m	0,33	28,07	COLOR	9m		71,83	
10m	0,33	28,09	COLOR	10m		71,54	
15m	0,33	28,57	COLOR	15m		70,80	
20m	0,33	28,94	COLOR	20m		70,07	
25m	0,33	29,14	COLOR	25m		69,28	
30m	0,33	29,30	COLOR	30m		68,52	
40m	0,33	29,78	COLOR	40m		66,96	
50m	0,33	30,12	COLOR	50m		65,50	
60m	0,33	30,86	COLOR	60m		63,91	
1,5h	0,33	33,61	COLOR	75m		61,70	
2h	0,33	38,24	COLOR	90m		59,68	
2,5h	0,33	41,60	COLOR	120m		55,77	
3h	0,33	45,90	COLOR	2,5h		51,57	
3,5h	0,33	47,73	COLOR	3h		46,93	
4h	0,33	49,27	COLOR	3,5h		43,23	
5h	0,33	54,12	COLOR	4h		38,97	
6h	0,33	59,61	COLOR	5h		31,61	
7h	0,33	63,78	COLOR	6h		27,00	
8h	0,33	67,42	COLOR	7h		26,28	
9h	0,33	72,04	COLOR	8h		25,95	
10h	0,33	76,29	COLOR				
11h	0,33	79,95	COLOR				
12h	0,33	83,61	COLOR				

ANEJO N° 6: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000038546

Solicitado por:	COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)	
Denominación de la muestra:	SONDEO SABIÑÁNIGO	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000035498

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 31/08/2010

Recepción: 04/10/2010

Inicio análisis: 04/10/2010

Fin análisis: 11/10/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	5,79 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	450,17 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,09 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	142,75 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	112,77 mg/l	±6,77	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	914 µS/cm	±18	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,20 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	14,11 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	1,03 mg/l	±0,12	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,26 ud. de pH	±0,36	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	0,95 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	57,58 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	12,45 mg/l	±0,75	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO	0,00 mg/l
NITRITOS	0,04 mg/l

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

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

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

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

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

11 de octubre de 2010



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

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	112,77	3,18	29,36
SULFATOS	12,45	0,26	2,39
BICARBONATOS	450,17	7,38	68,10
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	1,03	0,02	0,15
SODIO	57,58	2,50	23,16
MAGNESIO	14,11	1,16	10,74
CALCIO	142,75	7,12	65,88
POTASIO	0,95	0,02	0,22

CLASIFICACIÓN DEL AGUA:

BICARBONATADA - CÁLCICA

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,03 °C
Sólidos disueltos	797,98 mg/l
CO2 libre	39,36 mg/l
Dureza total	41,46 °Francés
Dureza total	414,55 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	45,55 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	369,21 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	369,21 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,47
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,31
rNa/rK	103,08
rNa/rCa	0,35
rCa/rMg	6,14
$rCl/rHCO_3$	0,43
rSO_4/rCl	0,08
rMg/rCa	0,16
i.c.b.	0,20
i.d.d.	0,09

Nº Registro: 35498

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000036182

Solicitado por:	COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. C/ ANABEL SEGURA, 11 EDIF. A - 4º OF. B 28108 ALCOBENDAS (MADRID)	
Denominación de la muestra:	SONDEO SABIÑÁNIGO - FIN LIMPIEZA	

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000033369

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Toma de Muestra: 21/06/2010

Recepción: 06/07/2010

Inicio análisis: 06/07/2010

Fin análisis: 08/07/2010

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	0,11 mg/l	±0,01	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	8,08 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	411,90 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,07 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	123,49 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	131,08 mg/l	±7,86	Cromatografía iónica (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	942 µS/cm	±19	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,22 mg P-PO4 ³⁻ /l	±0,02	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0,00 mg/l		Volumetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	16,32 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	0,09 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	0,51 mg/l	±0,06	Cromatografía iónica (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica (PIE-CION)
pH	7,49 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,74 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	67,08 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	16,25 mg/l	±0,98	Cromatografía iónica (PIE-CION)

* Resultado aproximado (no acreditado):

NITRITOS

0,03 mg/l

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

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

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

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

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad CERTIFICADO POR SGS conforme con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.

CAASA TECNOLOGÍA DEL AGUA, S.A. dispone de un Sistema de Gestión Ambiental CERTIFICADO POR SGS, conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2004.

8 de julio de 2010



Edo.: Susana Avilés Espiñeiro
Leda en Ciencias Químicas
Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	131,08	3,70	34,25
SULFATOS	16,25	0,34	3,13
BICARBONATOS	411,90	6,75	62,54
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	0,51	0,01	0,08
SODIO	67,08	2,92	27,74
MAGNESIO	16,32	1,34	12,77
CALCIO	123,49	6,16	58,58
POTASIO	3,74	0,10	0,91

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **BICARBONATADA - CÁLCICA**

OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,03 °C
Sólidos disueltos	779,01 mg/l
CO2 libre	21,21 mg/l
Dureza total	37,56 °Francés
Dureza total	375,56 mg/l de CO ₃ Ca
Dureza permanente	37,93 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	337,82 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO ₃ Ca
Alcalinidad total	337,82 mg/l de CO ₃ Ca

RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	0,60
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,40
rNa/rK	30,50
rNa/rCa	0,47
rCa/rMg	4,59
$rCl/rHCO_3$	0,55
rSO_4/rCl	0,09
rMg/rCa	0,22
i.c.b.	0,18
i.d.d.	0,10

Nº Registro: 33369

ANEJO N° 7: FICHA I.P.A. Y FICHA MMA

FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		SABIÑÁNIGO MARM. MOLINO DE VILLOBAS.		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.200.003	
CÓDIGO IPA		2910-7-0009	Nº MTN 1:50.000 2910	MUNICIPIO Sabiñanigo		PROVINCIA Huesca	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA AGUA SUBTERRÁNEA		030 SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA					
U. HIDROGEOLÓGICA		Sinclinal de Jaca - Pamplona					
ACUÍFERO(S)							
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	723808	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4697465					
COTA DEL SUELO msnm	Z	836	DATOS OBTENIDOS DE:	GPS	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		404		PARCELA		9004	
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Sabiñanigo					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO		El sondeo se encuentra situado en las cercanías de la localidad de Molino de Villobas, al mismo se accede por un camino que sale a la izquierda antes de llegar a dicha localidad desde la carretera A 1604 a Boltaña. Este camino que lleva al pueblo abandonada de Villobas atraviesa una granja y una vez pasada esta a unos 500 metros se toma un desvío a la derecha que muere en unos campos y en cuyas cercanías se situa el sondeo.					

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO

METODO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						102		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	324	0	9	300	Metálica	39	42	Puentecillo	0	6		
9	102	224	0	102	180	Metálica	45	51	Puentecillo				
							63	69	Puentecillo				
							72	78	Puentecillo				
							84	87					
							90	93					

HISTORIA

PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No	PERIODO DE MEDIDAS	
ORGANISMO	CHE (OPH)		

LOCALIZACIÓN

MAPA TOPOGRÁFICO 1.25.000

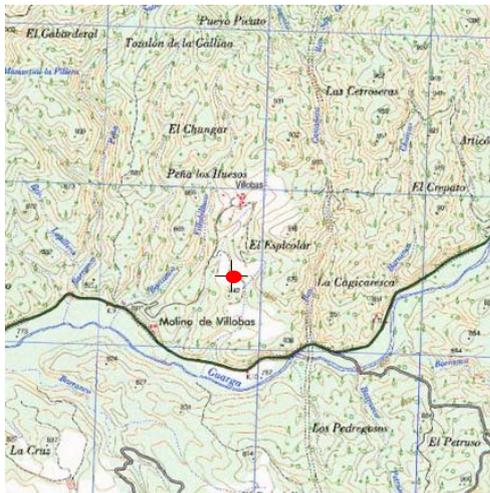
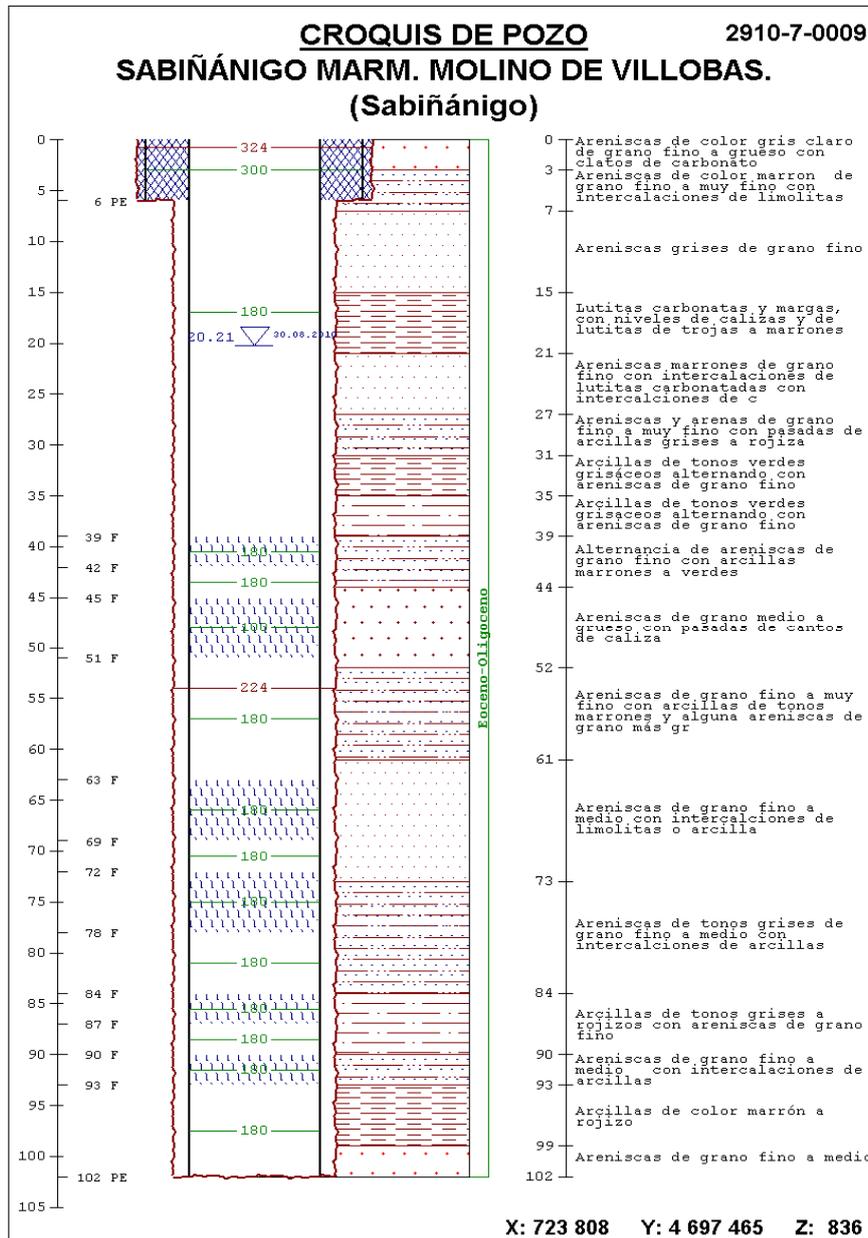


FOTO AÉREA



CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE





CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Tipo: SONDEO

Fuente de información: CHE (OPH)

Mapa 1:50.000: (2910) YEBRA DE BASA

UTMX: 723808

UTMY: 4697465

COTA: 836

Provincia: HUESCA

Municipio: SABIÑANIGO

Localidad: MOLINO DE VILLOBAS

Paraje: SABIÑANIGO MARM. MOLINO DE VILLOBAS.

Polígono: 404

Parcela: 9004

Dominio Hidrogeológico: Sinclinal de Jaca - Pamplona

Unidad:

Acuífero:

Masa Subterránea A: SINCLINAL DE JACA-PAMPLONA

Masa Subterránea B:

Acuífero:

Redes:

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

Río: GUARGA

Cuenca: EBRO

Acceso: El sondeo se encuentra situado en las cercanías de la localidad de Molino de Villobas, al mismo se accede por un camino que sale a la izquierda antes de llegar a dicha localidad desde la carretera A 1604 a Boltaña. Este camino que lleva al pueblo abandonada de Villobas atraviesa una granja y una vez pasada esta a unos 500 metros se toma un desvío a la derecha que muere en unos campos y en cuyas cercanías se sitúa el sondeo.

Observaciones: SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

CLAVE 09.822-0003/2111



DSCN3898_Sabiñanigo (11/05/2012)

Nº	RealizacionFicha	Fuente de informacion	FECHA	FECHAINFO	OBSERVACIONES
1	TCL	CHE (OPH)	27/02/2007		FUTURO SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111
28	TCL	CHE (OPH)	29/06/2012		meto ortoimagen de situación facilitada por Javier Ramajo.

PERFORACIÓN

Contratista: CGS (PerforacionesJiennenses Marchal S.L)

Año: 2010

Tipo perforación: ROTOPERCUSION CON CIRCULACION DIRECTA **Profundidad total:** 102

Observaciones:

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	6	324
6	102	250

REVESTIMIENTO

Desde	Hasta	Diámetro(mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	6	300	4	Metálica	CEMENTACION
0	39	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
39	42	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
42	45	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
45	51	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
51	63	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
63	69	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
69	72	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
72	78	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
78	84	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
84	87	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
87	90	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
90	93	180	4	Metálica puentecillo	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION
93	102	180	4	Metálica ciega	SIN EMPAQUE NI CEMENTACION

LITOLOGÍA

Descripción geológica: El sondeos e ubica sobre las areniscas, limolitas y conglomerados de la "Facies Del Guarga" de la Fm. Campodarbe del Oligoceno.

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	3	ARENISCAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas de color gris claro de grano fino a grueso con clastos de carbonato				
3	7	ARENISCAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas de color marrón de grano fino a muy fino con intercalaciones de limolitas				
7	15	ARENISCAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas grises de grano fino				
15	21	MARGA ARCILLOSA	OLIGOCENO	
Observaciones: Lutitas carbonatas y margas, con niveles de calizas y de lutitas de rojas a marrones				
21	27	ARENISCAS	OLIGOCENO	ACUIFERO
Observaciones: Areniscas marrones de grano fino con intercalaciones de lutitas carbonatadas con intercalaciones de carbonatos				
27	31	ARENAS Y ARCILLAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas y arenas de grano fino a muy fino con pasadas de arcillas grises a rojizas				
31	35	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	OLIGOCENO	ACUIFERO
Observaciones: Arcillas de tonos verdes grisáceos alternando con areniscas de grano fino				
35	39	ARCILLAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Arcillas verde grisáceas con algún canto y pasadas de areniscas				
39	44	ARENAS Y ARCILLAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Alternancia de areniscas de grano fino con arcillas marrones a verdes				
44	52	ARENISCAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas de grano medio a grueso con pasadas de cantos de caliza				
52	61	ARENAS Y ARCILLAS	OLIGOCENO	ACUIFERO
Observaciones: Areniscas de grano fino a muy fino con arcillas de tonos marrones y alguna areniscas de grano más grueso hacia el muro				
61	73	ARENISCAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de limolitas o arcillas				
73	84	ARENAS Y ARCILLAS	OLIGOCENO	ACUIFERO
Observaciones: Alternancia de areniscas de tonos grises de grano fino a medio con intercalaciones de arcillas				
84	90	ARCILLAS ARENAS Y GRAVAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Arcillas de tonos grises a rojizos con areniscas de grano fino				
90	93	ARENISCAS	OLIGOCENO	ACUIFERO
Observaciones: Areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de arcillas carbonatadas				
93	99	ARCILLAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Arcillas de color marrón a rojizo				
99	102	ARENISCAS	OLIGOCENO	
Observaciones: Areniscas de grano fino a medio				

ENSAYOS DE BOMBEO

Fecha	Caudal (l/s)	Nivel Inicial (m)	Depresión (m)	Duración (h)	Transmisividad (m ² /d)	S	Fuente Información
31/08/2010	0	83.61	57.66	0.3			CHE (OPH)
Observaciones: Primera recuperación							
30/08/2010	0.33	23.84	-59.77	0.5			CHE (OPH)
Observaciones: Segunda recuperación							
30/08/2010	0	43.8	19.96	0			CHE (OPH)
Observaciones: Escalón continuo							

30/08/2010	0.5	24.88	-18.92	0.1	CHE (OPH)
Observaciones: Segundo escalón					
30/08/2010	0.25	20.21	-4.67	0	CHE (OPH)
Observaciones: Primer escalón					

PIEZOHIDROMETRÍA

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	28.03	12.22	15.81	18.5644	4.2439

HIDROQUÍMICA

Fecha muestreo	Cl meq/l mg/l	SO4 meq/l mg/l	HCO3 meq/l mg/l	NO3 meq/l me/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.
03/09/2010	3.1766	0.2594	7.3798	0.0166	2.5035	1.1661	7.1197	0.0243	1027	7.1	-0.1742	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	112.77	12.45	450.17	1.03	57.58	14.11	142.75	0.95				
02/09/2010									1083	7.1		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
02/09/2010									7860	7.5		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
02/09/2010									720	8.1		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

21/06/2010	3.6924	0.3385	6.7525	0.0082	2.9165	1.3488	6.1591	0.0957	1016	-2.5487	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
	<i>131.08</i>	<i>16.25</i>	<i>411.9</i>	<i>0.51</i>	<i>67.08</i>	<i>16.32</i>	<i>123.49</i>	<i>3.74</i>			
21/06/2010									1029		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS
21/06/2010									1800		PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS PARA LA ADECUACIÓN DE LAS REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CUENCA DEL EBRO Y SERVICIOS DE NISPECCIÓN Y VIGILANCIA OBRAS

OTRAS FOTOS



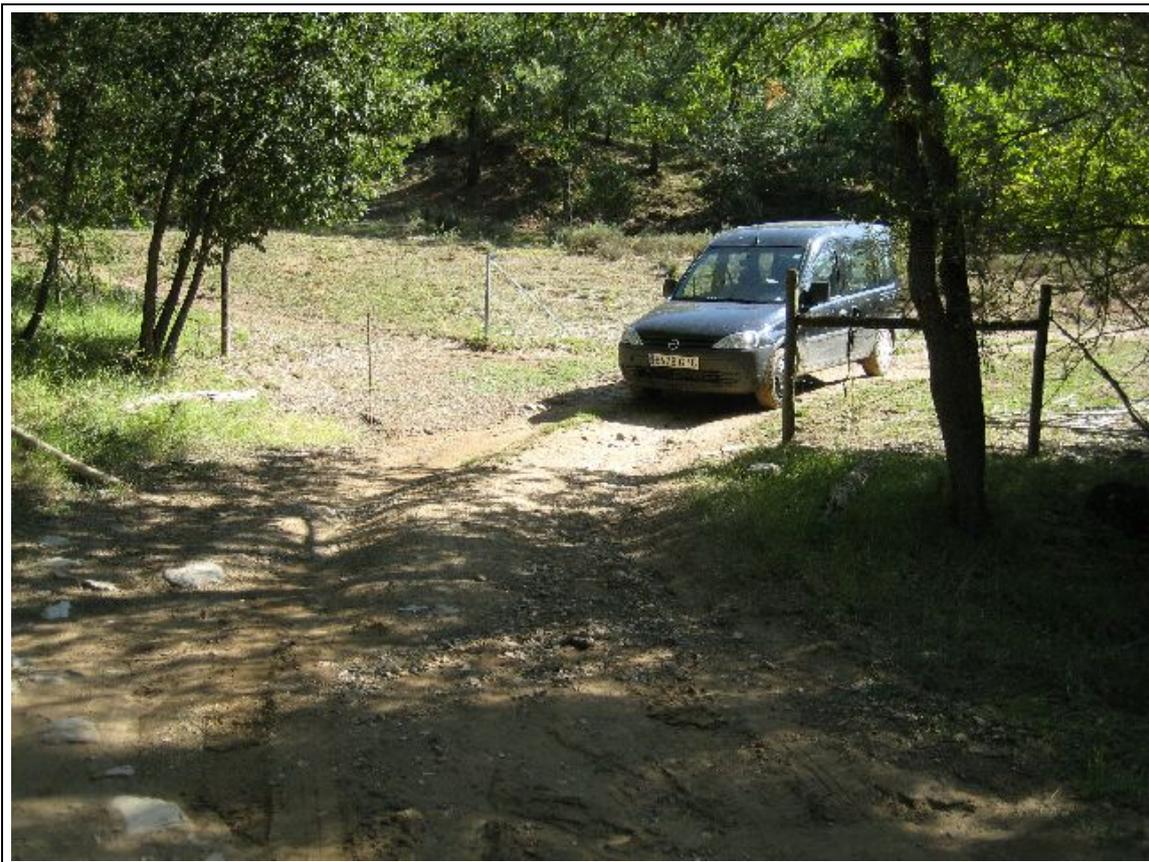
Sabiñanigo-desviocarretera (1) (01/09/2010)



Sabiñanigo-desviocarretera (3) (01/09/2010)



Sabiñanigo-detalle (01/09/2010)



Sabiñanigo-abrir-mismavalla (01/09/2010)



Sabiñanigo-desviocarretera (2) (01/09/2010)



Sabiñanigo-vistanorte (01/09/2010)



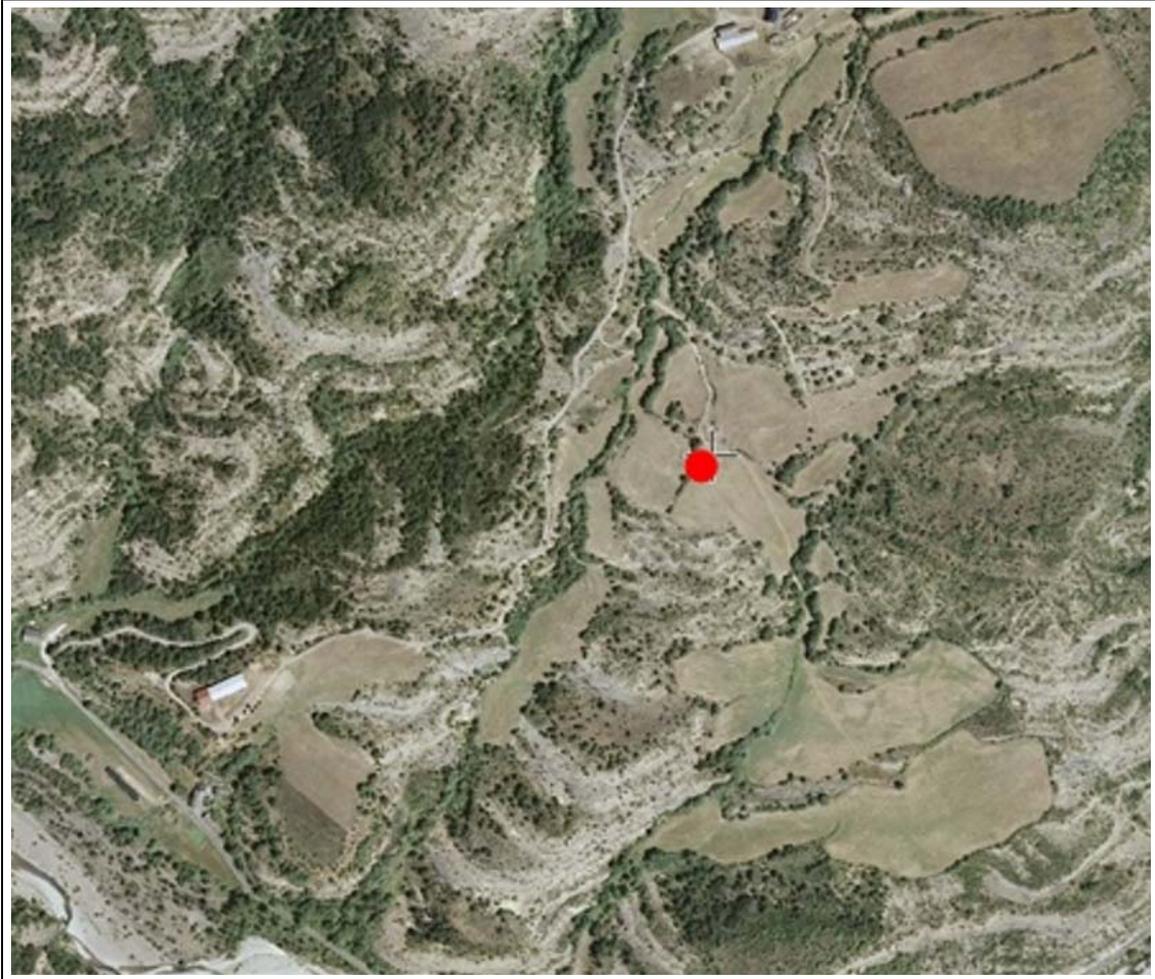
Sabiñanigo-vistasur (01/09/2010)



Detalle Dado (01/09/2010)



Referencia_Panticosa (01/09/2010)



SABIÑANIGO (29/06/2012)



Detalles (11/05/2012)



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

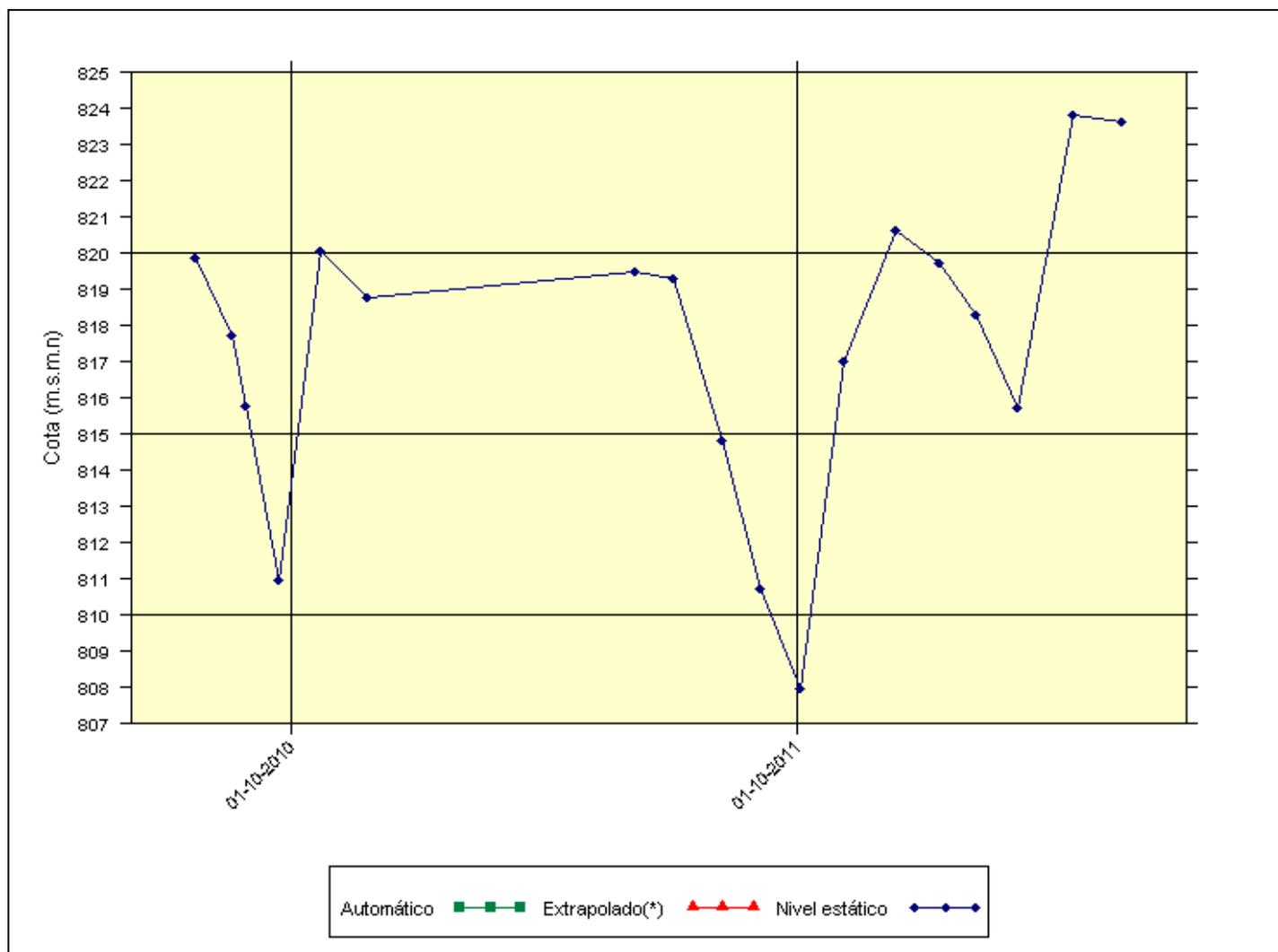
CONSIDERACIONES PARA LA MEDICIÓN

Contacto: Francisco Santolaria- representante de Molino de villobas (Ayuntamiento de Sabiñanigo). Tlf: 676151487 - 974337157. Suelen Estar en las Granjas o en el Molino de villobas.

Cierre: Llave MARM

Referencia:

HIDROGRAMA NIVEL 1: Oligoceno



ESTADÍSTICA PIEZOMÉTRICA NIVEL 1: Oligoceno

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
18	28.03	12.22	15.81	18.5644	4.2439

MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECIENTES NIVEL 1: Oligoceno

Fecha muestreo	Nivel (m)	Observaciones
23/05/2012	12.4	
18/04/2012	12.22	
08/03/2012	20.29	
07/02/2012	17.75	
12/01/2012	16.3	
12/12/2011	15.38	
04/11/2011	19	Lluvias
04/10/2011	28.03	
05/09/2011	25.31	
08/08/2011	21.19	
04/07/2011	16.74	
06/06/2011	16.56	pendiente de arqueta
25/11/2010	17.24	
22/10/2010	15.99	

ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO

El sondeo se localiza en el dominio hidrogeológico 2 "Sinclinal Jaca-Pamplona". En la masa de agua subterránea Sinclinal de Jaca-Pamplona (090.030). El acuífero atravesado son conglomerados y areniscas del Terciario. Este piezómetro se encuentra ubicado, desde el punto de vista hidrogeológico, en la zona de recarga del acuífero detrítico formado por los niveles de conglomerados y calizas de la formación Campodarbe, que descargan de manera difusa hacia el río Guarga. Se trataría de un acuífero que tiene un comportamiento de confinado a semiconfinado.

OTROS DATOS

SONDEO PROYECTO ADECUACIÓN REDES DE PIEZOMETRÍA Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. CLAVE 09.822-0003/2111



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

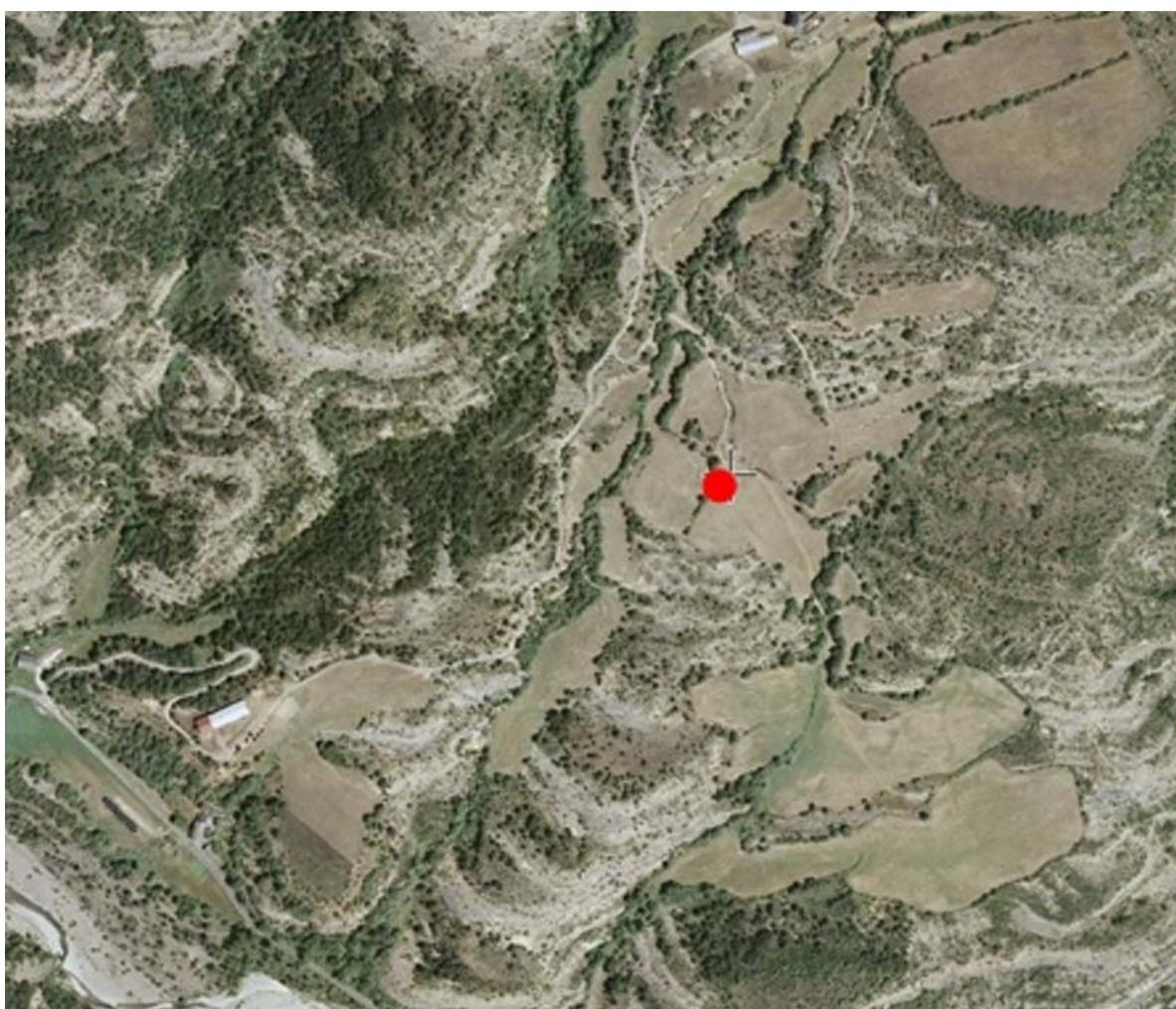
Oficina de Planificación Hidrológica

INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

DESCRIPCIÓN DEL ACCESO

El sondeo se encuentra situado en las cercanías de la localidad de Molino de Villobas, al mismo se accede por un camino que sale a la izquierda antes de llegar a dicha localidad desde la carretera A 1604 a Boltaña. Este camino que lleva al pueblo abandonada de Villobas atraviesa una granja y una vez pasada esta a unos 500 metros se toma un desvío a la derecha que muere en unos campos y en cuyas cercanías se sitúa el sondeo.

ORTOIMAGEN CON LA RUTA DE ACCESO



Coordenadas UTM del punto:
X: 723808, Y:4697465 (Huso 30)

FOTOS ADICIONALES

PANORÁMICA



05/2012 DSCN3898 Sabiñanigo

ACCESO

DETALLE



05/2012 Detalles

ACCESO



09/2010 Sabiñanigo-desviocarretera (1)

DETALLE REFERENCIA



09/2010 Detalle Dado

INSTALACIÓN