

*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 CORTES 2**

## **Reposición del piezómetro existente**



## Antecedentes y motivación

La Confederación Hidrográfica del Ebro, siguiendo las directrices marcadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, a través de la Dirección General del Agua, ha llevado a cabo la mejora de la red oficial para la valoración del estado cuantitativo de las aguas subterráneas en la cuenca del Ebro (la denominada Red Piezométrica oficial), mediante la realización de las obras de construcción de sondeos previstas en tres proyectos financiados por el MARM y dirigidos por la CHE. Dos de ellos ya finalizados, en los que se han construido 110 sondeos y el 3º actualmente en fase de ejecución, en el que se prevén 48 nuevos piezómetros. El objetivo de los sondeos realizados es: 1) valorar las características del acuífero, 2) determinar la calidad química del recurso y 3) medir mensualmente la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua dentro del sondeo, la evolución de éste frente a la recarga por lluvias o por retornos de regadío y las afecciones por la explotación.

Dos de estos nuevos piezómetros de 30 y 25 m respectivamente se construyeron en el municipio de Cortes en noviembre de 2005, concretamente en la parcela 370 del polígono 7 entonces de titularidad municipal, por lo que se solicitó el correspondiente permiso de ocupación al Ayuntamiento de Cortes. Dicha autorización fue otorgada por éste el 27 de junio de 2005, en los términos solicitados.

El control piezométrico en uno de esos puntos, nº 2613-2-0044, se lleva realizando desde noviembre de 2005, habiéndose registrado desde abril de 2009 un cambio en la oscilación de niveles consecuencia del cambio de sistema de riegos que se está realizando en la zona.

En mayo de 2010, se constató que este punto de control de la red piezométrica oficial había quedado en el centro de una finca debido a la concentración parcelaria realizada, lo que suponía una clara incompatibilidad con el control piezométrico mensual que debe efectuarse en este punto por lo que se planteó su reposición en una parcela comunal.

El presente informe describe los trabajos de reposición y las características del nuevo sondeo que pasa a substituir al existente dentro de la red piezométrica oficial.

---

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXPTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	

## POZO CORTES (NAVARRA) MARM

**Características de la máquina de perforación:** Sonda de perforación a percusión, propiedad de la empresa Perforaciones Garcés S.L. contratada por OBENASA

### Traslado y emplazamiento:

El 13 de septiembre se realiza la visita al emplazamiento seleccionado en compañía de Juan Carlos Esquiroz de Riegos de Navarra y Jesús Garcés de Perforaciones Garcés. Se decide que el sondeo se perforará en la esquina Este de la Parcela 386.

El miércoles 15 de septiembre de 2010 se desplaza la maquinaria a la localidad de Cortes y se posiciona en el punto de la parcela indicada por los técnicos de la empresa contratante. El jueves 16 de septiembre Juan Carlos Esquiroz comunica la necesidad de modificación de la ubicación del sondeo por lo que tras la aprobación de la Dirección de Obra se procede al acondicionamiento del área de trabajo en la esquina Norte de la misma parcela y al traslado de la maquina de perforación.

El emplazamiento se localiza sobre materiales aluviales del río Ebro, a 80 m de distancia del canal Imperial en las coordenadas indicadas en la siguiente tabla.

Pozo 1	Pozo 2 (Piezómetro)
X: 631221	X: 631219
Y: 4644537	Y: 4644534
z : 243	z : 243

### Perforación pozo 1:

El día 16 de septiembre da comienzo la perforación del sondeo (pozo 1). El 20 de septiembre se alcanzan los materiales terciarios a la profundidad de 16 m y se continúa la perforación hasta 21 m de profundidad. Los diámetros de perforación son los siguientes:

Tramo	Diámetro
0 - 3 m	650 mm
3 - 10 m	600 mm
10 - 21 m	550 mm

### Entubación pozo 1:

Una vez finalizada la perforación, el día 21 de septiembre se procede a la entubación mediante tubería metálica de 200 mm de diámetro y de 5 mm de espesor. Se rellenan los 19,5 m del espacio anular con gravilla sílicea (6/12) y se extrae la tubería auxiliar.

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXYTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	

Tramo	Diámetro	Tipo
0 - 4,5 m	200 x 4 mm	Ciega
4,5 - 15 m	200 x 5 mm	Ranurada puentecillo
15 - 21 m	200 x 4 mm	Ciega

Tras la perforación el día 24 de septiembre se realizó un desarrollo del pozo mediante valvuleo y pistoneo durante 14 horas.

### Columna de materiales atravesados

Los materiales atravesados durante la perforación fueron los siguientes:

- De 0 a 1,3 m: Limos y arcillas. Suelo.
- De 1,3 a 4 m: Limos y arenas.
- De 4 a 8 m: Limos con algún canto de gravas.
- De 8 a 9 m: Gravas y arenas.
- De 9 a 11 m: Arenas y gravas.
- De 11 a 14 m: Gravas limpias con cantos de 2 a 3 cm y matriz arenosa.
- De 14 a 15,75 m: Gravas con matriz arcillosa.
- De 15,75 a 21 m: Margas grises y violáceas con alguna pasada de yeso.

La interpretación geológica es la siguiente:

De 0 a 15,75 m: Cuaternario

De 15,75 m a 21 m: Terciario

### Hidrogeología

Los aportes de agua al sondeo, aunque en muy poca cantidad, comenzaron a los 2 m de profundidad. El principal aporte de agua al sondeo se registró en el tramo entre 9 y 11 m.

El nivel estático del agua tras la perforación se encontraba a 1,45 m de profundidad con respecto al suelo

### Perforación pozo 2 (piezómetro):

El 24 de septiembre se emplaza la maquinaria a 3 m de distancia del pozo 1 y da comienzo la perforación. El 28 se alcanza la profundidad de 16,5 m y se da por finalizada la perforación del piezómetro.

Tramo	Diámetro
0 - 3 m	650 mm
3 - 10 m	600 mm
10 - 16,5 m	550 mm

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXYTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	

### Entubación pozo 2 (piezómetro):

El 28 de septiembre se procede a la entubación con tubería metálica de 200 mm de diámetro, se rellenan 14,5 m el espacio anular con gravilla silícea (6/12) y se retira la tubería auxiliar.

Tramo	Diámetro	Tipo
0 - 4,5 m	200 x 4 mm	Ciega
4,5 - 15 m	200 x 5 mm	Ranurada puentecillo
15 - 16,5 m	200 x 4 mm	Ciega

El desarrollo del pozo finaliza el día 29 de septiembre tras 8 horas de valvuleo y pistoneo.

### Ensayo de bombeo y recuperación:

El 29 de septiembre se acondiciona el pozo 1 para el ensayo de bombeo. Se instala la bomba a 16 m de profundidad y la tubería de desagüe de 70 m de longitud. Siguiendo las indicaciones de Juan Carlos Esquiroz el caudal de bombeo se descarga en la rejilla de toma del Canal Imperial.

El 30 de septiembre a las 9:30 de la mañana comienza el ensayo de bombeo escalonado y se prolonga hasta las 9:43 del día siguiente. Los caudales de bombeo y los descensos acumulados en cada escalón fueron los siguientes:

Caudal	Duración	Descenso sondeo	Descenso piezómetro
5 l/s	1 hora	0,59 m	0,27 m
10 l/s	30 min	1,50 m	0,55 m
15 l/s	1 hora	2,77 m	0,88 m
17 l/s	21 h y 43 min	3,65 m	1,42 m

El caudal fue controlado en todo momento mediante contador volumétrico digital.

Se tomaron medidas piezométricas tanto en el pozo de bombeo como en el piezómetro, así como se comprobó la posible afección al pozo del MMA, situado a 740 m de distancia.

Durante el bombeo se recogieron dos muestras de agua a las 12 y 24 horas para análisis químico y se midió conductividad y temperatura del agua a lo largo de todo el proceso.

Una vez paradas las bombas se midió la recuperación en el pozo de bombeo y en el piezómetro a lo largo de las 2 siguientes horas antes de comenzar a desmontar el equipo de bombeo. La recuperación del piezómetro se controló hasta 24 horas después de finalizar el bombeo por parte de la asistencia técnica.

### Acondicionamiento del pozo1 y piezómetro:

A fecha de 4 de octubre queda por finalizar en el pozo 1 la cementación del último metro y medio

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXPTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	

del espacio anular, la realización del dado de hormigón (0,7 m x 1,2 m x 1,2 m) y la instalación de la arqueta antivandálica.

En el piezómetro falta cementar el último metro y medio, la construcción del dado de hormigón (0,5 m x 0,5 m x 0,5 m) y la instalación de tapa protectora metálica.

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXPTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	

## Anejo Fotográfico



*Primera propuesta de emplazamiento*



*Emplazamiento definitivo*



*Perforación Pozo 1*



ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXPTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	



*Muestras pozo 1*



*Ensayo de bombeo. Medida piezométrica pozo 1*



*Ensayo de bombeo. Medida piezométrica pozo 2 (piezómetro)*



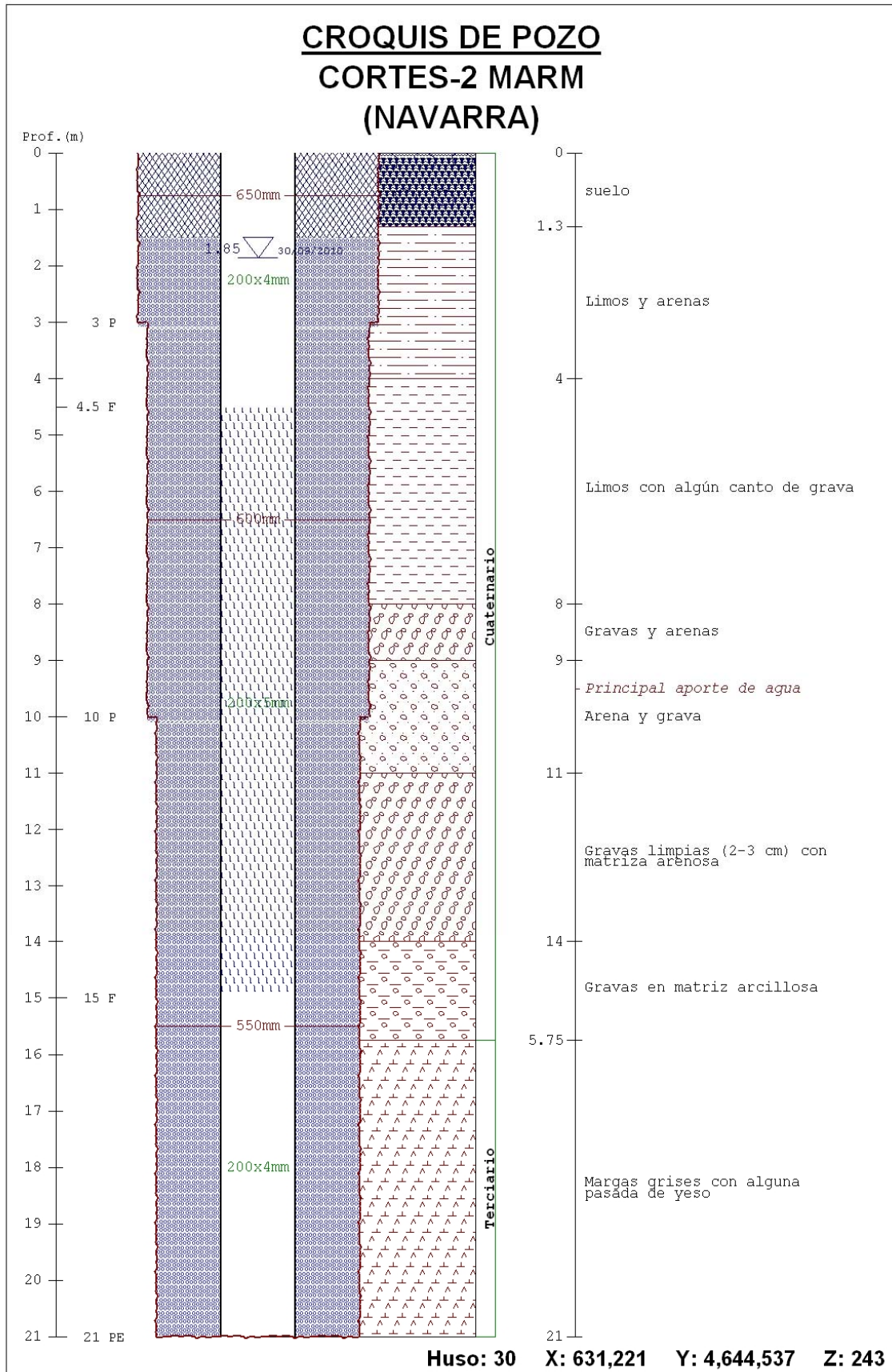
*Ensayo de bombeo. Desagüe*



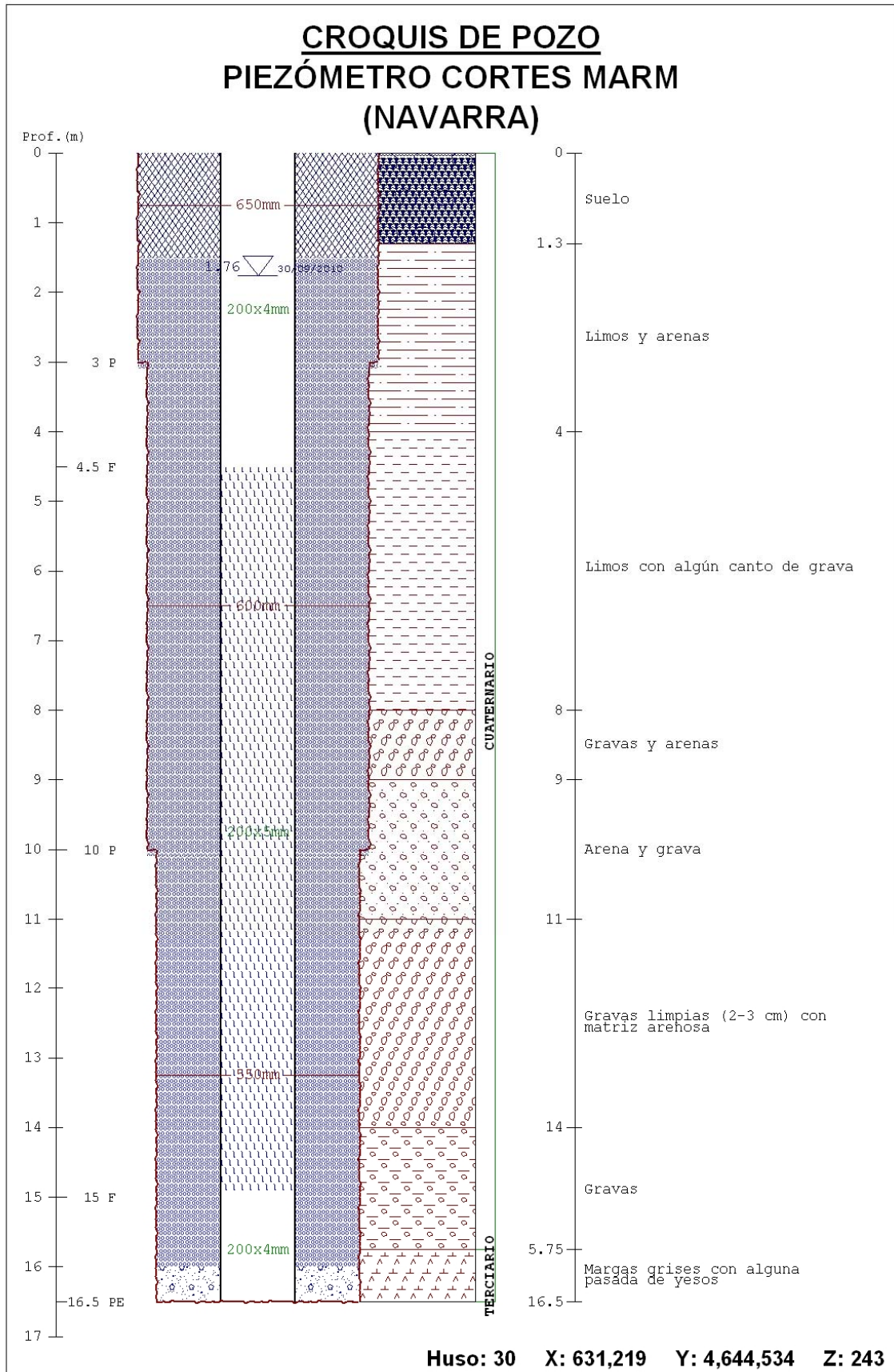
ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXpte: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	

## ESQUEMAS CONSTRUCTIVOS

ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXPTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	



ZETA AMALTEA	PARTE DE VISITA DE CAMPO	DIRECTOR OBRA: TERESA CARCELLER LAYEL		
EXPTE: POZO DE CORTES MARM	TÉCNICO: JESÚS SERRANO	PARTE: 1	FECHA: 4/10/2010	



### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000038886

Solicitado por:

**ZETA AMALTEA, S.L.**  
C/ CARLOS MARX, 4 - LOCAL IZQUIERDA 50015 ZARAGOZA

Denominación de la muestra:

**CORTES (NAVARRA)**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000035882**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **30/09/2010**

Hora: **9:20**

Recepción: **18/10/2010**

Inicio análisis: **18/10/2010**

Fin análisis: **21/10/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	18,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	314,52 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,17 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	169,56 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	203,80 mg/l	±12,23	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1575 µS/cm	±32	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,24 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /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	44,24 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	19,51 mg/l	±2,34	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,39 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,57 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	133,88 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	338,80 mg/l	±20,33	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,00 mg/l  
NITRITOS 0,08 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.*

**22 de octubre de 2010**



Fdo.: *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	203,80	5,75	31,46
SULFATOS	338,80	7,05	38,60
BICARBONATOS	314,52	5,15	28,21
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	19,51	0,31	1,72
SODIO	133,88	5,82	32,32
MAGNESIO	44,24	3,64	20,21
CALCIO	169,56	8,46	46,96
POTASIO	3,57	0,09	0,51

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,04 °C
Sólidos disueltos	1246,43 mg/l
CO2 libre	20,39 mg/l
Dureza total	60,56 °Francés
Dureza total	605,57 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	347,76 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	257,96 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	257,96 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	2,48
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,49
$rNa/rK$	63,78
$rNa/rCa$	0,69
$rCa/rMg$	2,32
$rCl/rHCO_3$	1,12
$rSO_4/rCl$	1,23
$rMg/rCa$	0,43
i.c.b.	-0,03
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 35882

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000038887**

Solicitado por:

**ZETA AMALTEA, S.L.**  
**C/ CARLOS MARX, 4 - LOCAL IZQUIERDA 50015 ZARAGOZA**

Denominación de la muestra:

**CORTES (NAVARRA)**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000035883**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **30/09/2010**

Hora: **21:00**

Recepción: **18/10/2010**

Inicio análisis: **18/10/2010**

Fin análisis: **21/10/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT. METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	18,09 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	318,12 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,13 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	170,35 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	206,37 mg/l	±12,38 Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1567 µS/cm	±31 Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,29 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	±0,03 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	22,48 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	19,15 mg/l	±2,30 Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,39 ud. de pH	±0,37 Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,72 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	134,45 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	341,63 mg/l	±20,50 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.*

**22 de octubre de 2010**



Fdo.: *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	206,37	5,82	31,54
SULFATOS	341,63	7,11	38,54
BICARBONATOS	318,12	5,21	28,25
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	19,15	0,31	1,67
SODIO	134,45	5,85	35,89
MAGNESIO	22,48	1,85	11,35
CALCIO	170,35	8,50	52,17
POTASIO	3,72	0,10	0,58

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,04 °C
Sólidos disueltos	1234,83 mg/l
CO2 libre	20,62 mg/l
Dureza total	51,79 °Francés
Dureza total	517,94 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	257,17 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	260,91 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	260,91 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	2,48
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,57
$rNa/rK$	61,47
$rNa/rCa$	0,69
$rCa/rMg$	4,60
$rCl/rHCO_3$	1,12
$rSO_4/rCl$	1,22
$rMg/rCa$	0,22
i.c.b.	-0,02
i.d.d.	-0,01

Nº Registro: 35883

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000038886

Solicitado por:

**ZETA AMALTEA, S.L.**  
**C/ CARLOS MARX, 4 - LOCAL IZQUIERDA 50015 ZARAGOZA**

Denominación de la muestra:

**CORTES (NAVARRA)**

Matriz: **Agua continental**

Nº de muestra: **000035882**

Tipo de muestra: **Puntual**

Tomada por: **El cliente**

Toma de Muestra: **30/09/2010**

Hora: **9:20**

Recepción: **18/10/2010**

Inicio análisis: **18/10/2010**

Fin análisis: **21/10/2010**

DETERMINACION	RESULTADO	INCERT.	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	18,04 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
*BICARBONATOS	314,52 mg/l		Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,17 mg/l		Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	169,56 mg/l		Complexometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l		Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
CLORUROS	203,80 mg/l	±12,23	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1575 µS/cm	±32	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,24 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /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	44,24 mg/l		Complexometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
NITRATOS	19,51 mg/l	±2,34	Cromatografía iónica. (PIE-CION)
NITRITOS	< 0,1 mg/l		Cromatografía iónica. (PIE-CION)
pH	7,39 ud. de pH	±0,37	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,57 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
*SODIO	133,88 mg/l		Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
SULFATOS	338,80 mg/l	±20,33	Cromatografía iónica. (PIE-CION)

\* Resultados aproximados (no acreditados):

AMONIO 0,00 mg/l  
NITRITOS 0,08 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.*

**22 de octubre de 2010**



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

Página 1/1





## **INFORME PIEZÓMETROS DE CORTES: 09.406.A Y 09.406.A BIS**



## **ÍNDICE**

### **1. PROYECTO**

1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.2. METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO

### **2. LOCALIZACIÓN**

### **3. SITUACIÓN GEOLÓGICA**

### **4. MARCO HIDROGEOLÓGICO**

### **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

### **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

### **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

### **8. ENTUBACIÓN REALIZADA**

### **9. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### **10. HIDROQUÍMICA**

### **11. CONCLUSIONES**

### **ANEJOS**

**ANEJO N° 0: REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

**ANEJO N° 1: INFORMES DÍARIOS DE PERFORACIÓN**

**ANEJO N° 2: INFORMES GEOLÓGICOS**

**ANEJO N° 3: ENSAYO DE BOMBEO**

**ANEJO N° 4: ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**

**ANEJO N° 5: FICHAS I.P.A. Y FICHAS MMA**

## 1. PROYECTO

### 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

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

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

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

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

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

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

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

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

## 1.2 METODOLOGÍA SEGUIDA EN LOS TRABAJOS DE ASISTENCIA TÉCNICA

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

- Trabajos anteriores a la perforación
  - Comprobación de replanteos (geográficos e hidrogeológicos)
  - Comprobación de accesos
  
- Perforación
  - Seguimiento de la perforación
  - Interpretación de la testificación geofísica
  - Propuesta de entubación a la Dirección de Obra
  - Control de tareas finales como limpieza del sondeo, toma de muestras de agua del piezómetro perforado y construcción y colocación del cierre con arqueta antivandálica.
  
- Ensayos de Bombeo
  - Seguimiento del ensayo en campo, tanto del bombeo como de la recuperación.
  - Representación e interpretación de datos obtenidos.
  
- Seguimiento de la Seguridad y Salud
  - Presentación ante la autoridad Laboral de los Avisos Previos y sus actualizaciones.
  - Revisión del Plan de Seguridad y Salud.
  - Control de documentación de maquinaria y trabajadores presentes en la obra.

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

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

- Redacción de informe final de cada piezómetro

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

### **1.3. OBJETIVO DEL PIEZÓMETRO**

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

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

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

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

## 2. LOCALIZACIÓN

El piezómetro 09.406.A está situado a 1,5 km al N de Cortes. A este emplazamiento se accede desde la NA-5200, tras cruzar el Canal Imperial, en el pk 13+500, se coge el camino a la derecha. A continuación, se toma otra vez el camino de la derecha, por el que se avanzan 1,3 km. Se deja a la izquierda un corral de reses bravas y se coge el primer camino a la derecha. A 150 metros se sitúa el piezómetro.

Las coordenadas UTM punto son:

X= 631.964      Y= 4.644.449      Z= 240 ms.n.m.

El piezómetro 09.406.A bis está emplazado a 3 metros del anterior.



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



### 3. SITUACIÓN GEOLÓGICA

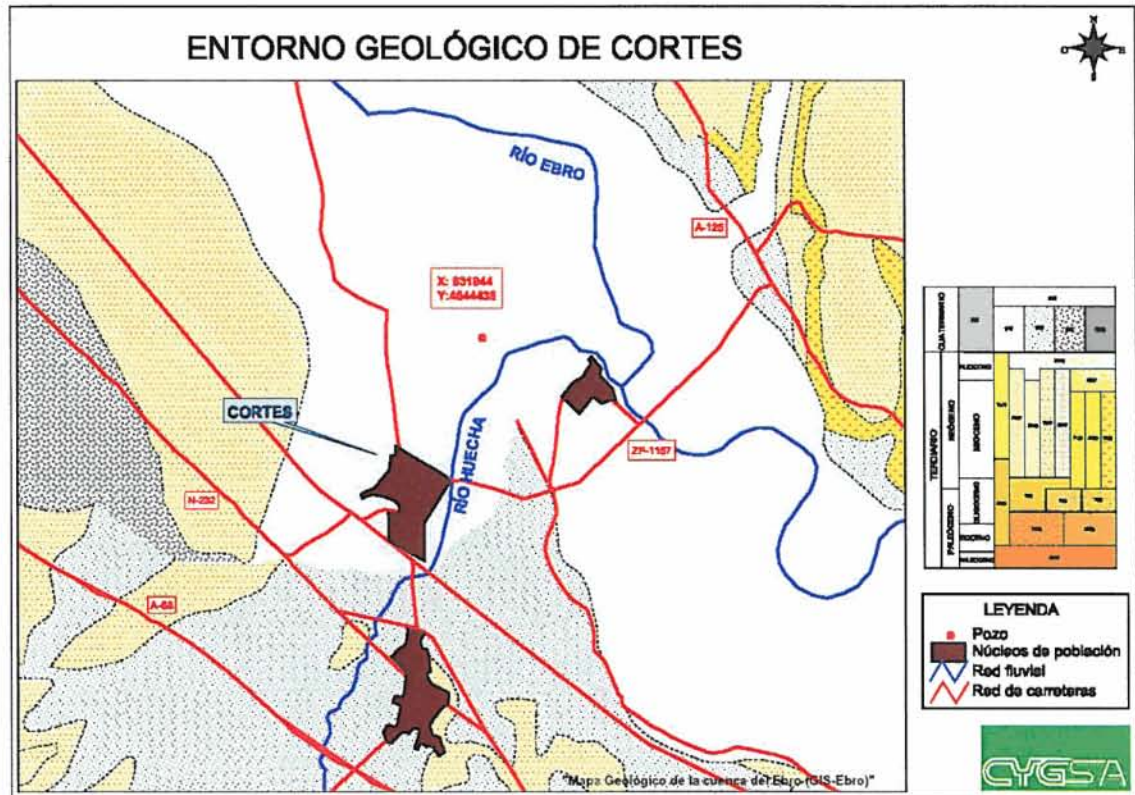


Figura 2. Entorno geológico del piezómetro de Cortes.

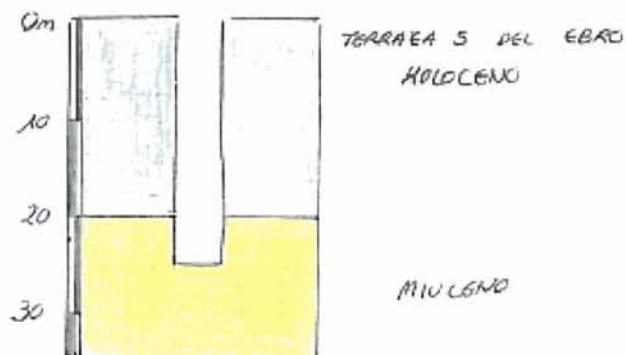
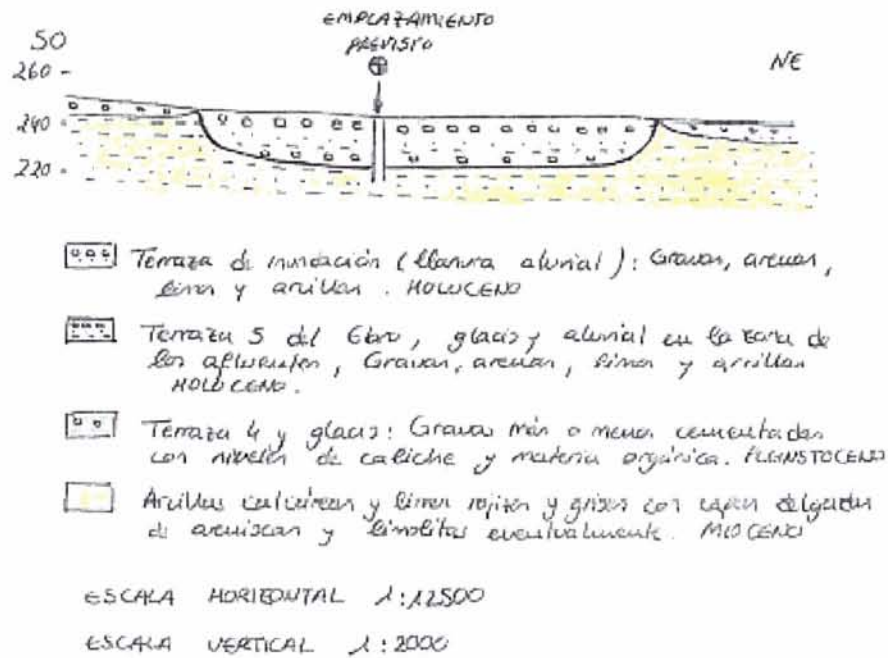


Figura 3. Corte geológico y columna prevista para el piezómetro de Cortes.

## 4. MARCO HIDROGEOLÓGICO

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

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

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

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

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

## **5. EQUIPO DE PERFORACIÓN**

La construcción del pozo la ha realizado la empresa adjudicataria SACYR – MICROTEC. Se ha contado con un equipo de perforación a percusión.

## **6. DATOS DE LA PERFORACIÓN**

La perforación del 09.406.A se realizó por el método de percusión. Se inició el 8 de noviembre de 2005 a las 9:00 horas y se terminó el 12 de noviembre de 2005 a las 12:30 horas. Se alcanzaron 30 metros de profundidad.

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

Se perforaron los 30 metros con el trépano de 600 mm de diámetro. A la vez que se avanzaba en la perforación se iba colocando tubería auxiliar, de revestimiento, para evitar desprendimientos de las paredes. El piezómetro se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 300 mm de diámetro, 5 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El anular se rellenó con gravilla silíceá seleccionada. La velocidad de avance de la perforación fue muy lenta, entre 2-5 m/h.

La perforación del piezómetro 09.406.A bis se realizó a percusión. Se inició el 15 de noviembre de 2005 a las 9:00 horas y se terminó el 21 de noviembre de 2005 a las 21:10 horas. Se alcanzaron 25 metros de profundidad.

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

Se perforaron los 25 metros con el trépano de 400 mm de diámetro. A la vez que se avanzaba en la perforación se iba colocando tubería auxiliar, de revestimiento, para evitar desprendimientos de las paredes. El piezómetro se entubó con tubería metálica ciega y tubería metálica con filtro de tipo puentecillo de 180 mm de diámetro, 4 mm de espesor y paso de puente de 0,2 mm. El anular se rellenó con gravilla sílicea seleccionada. La velocidad de avance de la perforación fue muy lenta, de 2-3m/h.

(Ver Anejo 1, Informes diarios de perforación.)

## **7. COLUMNA LITOLÓGICA**

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

Tabla 1.a. Descripción de campo de la columna litológica atravesada en el 09.406.A:

0-7 m	Limos y arenas marrones (depósitos cuaternarios de inundación).
7-15 m	Gravas poligénicas de matriz arenosa.
15-19 m	Gravas poligénicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa.
19-24 m	Gravas poligénicas de matriz arenosa
24-25 m	Zona de contacto entre las margas terciarias y la terraza.
25-28 m	Margas grises.
28-30 m	Margas marrones compactas con yesos.

Tabla 1.b. Descripción de campo de la columna litológica atravesada en el 09.406.A:

0-7 m	Limos y arenas marrones (depósitos cuaternarios de inundación).
7-15 m	Gravas poligénicas de matriz arenosa.
15-19 m	Gravas poligénicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa.
19-24 m	Gravas poligénicas de matriz arenosa
24-25 m	Zona de contacto entre las margas terciarias y la terraza.

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

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

## 8. ENTUBACIÓN REALIZADA

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

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

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

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-6	300	5	Acero al carbono	Ciega
6-12	300	5	Acero al carbono	Puente
12-18	300	5	Acero al carbono	Ciega
18-24	300	5	Acero al carbono	Puente
24-30	300	5	Acero al carbono	Ciega

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

REVESTIMIENTO				
Tramo (m)	Diámetro tubería (mm)	Espesor pared (mm)	Tipo	Filtro
0-13	180	4	Acero al carbono	Ciega
13-19	180	4	Acero al carbono	Puente
19-25	180	4	Acero al carbono	Ciega

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

Una vez finalizado todo el proceso se evita que la columna de entubación se apoye en el fondo del sondeo mediante el "colgado" y sujeción de las tuberías de 300 mm y de 180 mm por 4 "asas" soldadas a la misma y apoyadas sobre la gravilla silícea.

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

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



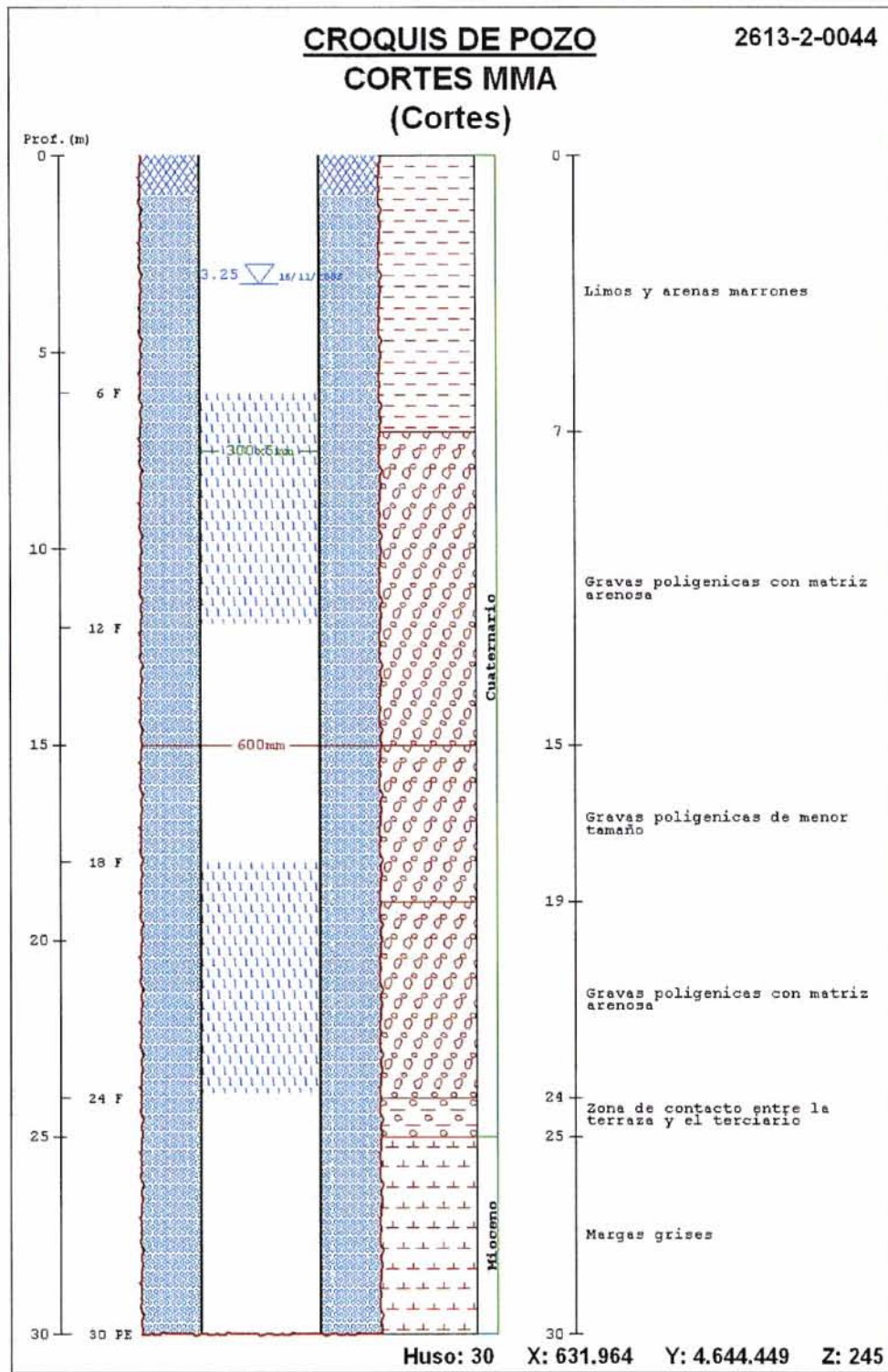


Figura 4. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo 09.406.A.

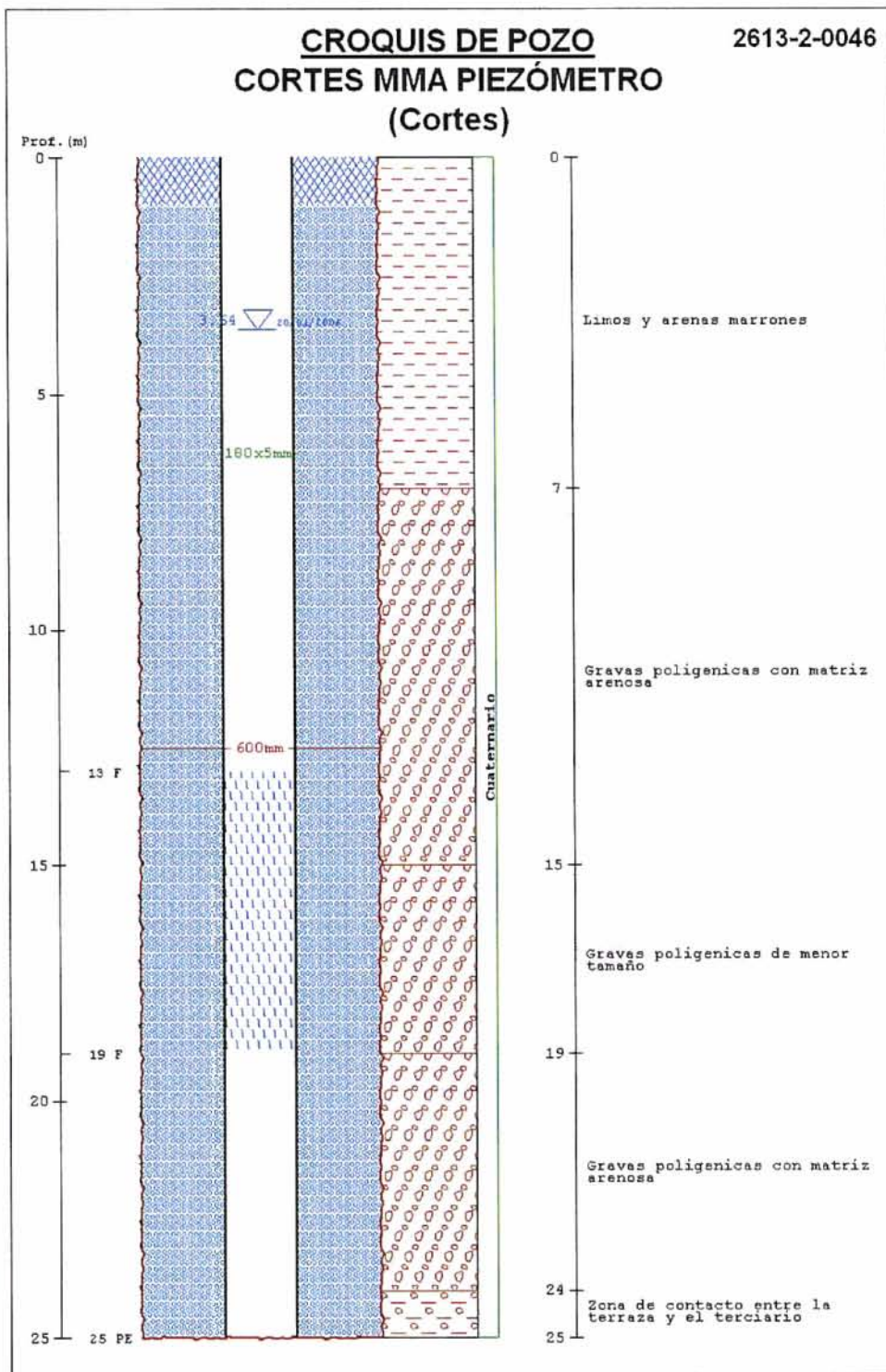


Figura 5. Esquema constructivo con las características litológicas y la entubación realizada en el sondeo 09.406.A bis.

## **9. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS**

### CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DEL SONDEO 09.406.A

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

A los 7 metros de profundidad se ha cortado el nivel, coincidiendo con un cambio litológico de arcillas y arenas a gravas. El caudal estimado de este aporte de agua es, aproximadamente, de 1 l/s.

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

El 16 de noviembre de 2005, a las 18:10 horas el nivel estático estaba situado en 3,25 m, medido con la sonda manual habitual.

### CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DEL SONDEO 09.406.A

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

A los 7 metros de profundidad se ha cortado el nivel, coincidiendo con un cambio litológico de arcillas y arenas a gravas. El caudal estimado de este aporte de agua es, aproximadamente, de 1 l/s.

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

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

<b>Fecha</b>	<b>Nivel (metros)</b>
16-11-05	3,25
15-12-05	3,38
19-1-06	3,59
10-2-06	3,87
9-3-06	3,64
17-4-06	2,74
15-5-06	2,73
14-6-06	2,5
21-7-06	2,22
12-8-06	2,61
20-10-06	3,34
16-11-06	3,59
20-12-06	3,46
15-1-07	3,28
22-2-07	3,84
23-3-07	3,19
24-4-07	2,76

## ENSAYO DE BOMBEO Y PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS DEL ACUÍFERO

Durante los días 30 y 31 de mayo de 2007 se realizó un ensayo de bombeo escalonado de 24 horas con su correspondiente recuperación. El primer escalón duró 30 minutos. El caudal extraído fue de 1 l/s y el descenso del nivel fue de 0,19 m. El segundo escalón duró 90 minutos. El caudal extraído fue de 2,9 l/s. El descenso del nivel en este escalón fue de 0,46 m. El tercer escalón duró 150 minutos. El caudal que se extrajo fue de 6 l/s y el descenso del nivel en este tiempo fue de 0,73 m. Se realizó un cuarto escalón de 150 minutos de duración, con un caudal de 10 l/s y el nivel descendió 0,2 m. El quinto y último escalón duró las 17 horas restantes. El caudal medio fue de 12,1 l/s, con un descenso de 3,04 m. El descenso total del nivel fue de 4,62 m. El nivel se estabilizó a las 8 horas de bombeo.

El agua salió prácticamente clara desde el principio aunque al aumentar el caudal se enturbió. La conductividad del agua, medida in situ, durante el ensayo aumentó de 1883 a 2320  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , el pH de 7,7-7,8 y la temperatura

varió entre 15-17<sup>o</sup> C. Se tomaron tres muestras de agua para analizar, una a las 12 horas de bombeo y otra a las 24 horas (ver resultados análisis de muestras de agua en anejo 5, Análisis químicos realizados).

Tras el bombeo se midió una recuperación de 60 minutos. El nivel se recuperó en 10 minutos. Al final de la hora el nivel quedó 12 cm por encima del nivel estático inicial.

Durante las 24 horas que duró el ensayo de bombeo se controló el nivel del piezómetro imagen, observándose un descenso más acusado del nivel al aumentar el caudal en el piezómetro.

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

Tiempo de bombeo (minutos)	Pozo bombeo		Caudal (l/s)	Piezómetro	
	Profundidad (metros)	Descenso (metros)		Profundidad (metros)	Descenso (metros)
0	2,98	0,00	0,00	3,15	0,00
1	3,16	0,18	1,00		
10	3,18	0,20	1,00	3,19	0,04
30	3,17	0,19	1,00	3,19	0,04
31	3,35	0,37	2,90	3,21	0,06
35	3,57	0,59	2,90	3,22	0,07
51	3,64	0,66	2,90	3,22	0,07
80	3,65	0,67	2,90	3,32	0,17
120	3,63	0,65	2,90	3,31	0,16
121	3,90	0,92	6,00	3,38	0,23
130	4,35	1,37	6,00	3,47	0,32
150	4,37	1,39	6,00	3,48	0,33
200	4,40	1,42	6,00	3,49	0,34
270	4,36	1,38	6,00	3,49	0,34
271	4,54	1,56	10,00	3,50	0,35
280	4,56	1,58	10,00	3,51	0,36
350	4,56	1,58	10,00	3,51	0,36

Tiempo de bombeo (minutos)	Pozo bombeo		Caudal (l/s)	Piezómetro	
	Profundidad (metros)	Descenso (metros)		Profundidad (metros)	Descenso (metros)
420	4,56	1,58	10,00	3,51	0,36
421	5,91	2,93	12,10	3,73	0,58
430	7,21	4,23	12,10	3,80	0,65
450	7,56	4,58	12,10	3,85	0,70
620	7,61	4,63	12,10	3,81	0,66
900	7,59	4,61	12,10	3,80	0,65
1260	7,59	4,61	12,10	3,80	0,65
1440	7,60	4,62	12,10	3,80	0,65
1441	3,60	0,62	0,00	3,41	0,26
1445	3,11	0,13	0,00	3,18	0,03
1450	2,98	0,00	0,00	3,09	-0,06
1500	2,86	-0,12	0,00	3,00	-0,15

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

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

## 10. HIDROQUÍMICA

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

- Muestra tomada a las 6 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 1949  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,28.)
- Muestra tomada a las 12 horas del inicio de ensayo de bombeo. (Conductividad: 1977  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,35.)
- Muestra tomada al final del ensayo de bombeo (a las 24 horas). (Conductividad: 2020  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH: 7,20.)

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

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

Según los valores de conductividad eléctrica se considera de un agua DULCE de MINERALIZACIÓN ALTA a un agua SALOBRE de MINERALIZACIÓN MUY ALTA, por su dureza (cantidad de iones  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  en solución) se considera un agua MUY DURA, y por su composición se clasifica como AGUA SULFATADA – CÁLCICA (según clasificación de Piper, en función de iones dominantes).

Los indicadores de contaminación en ese punto no superan los límites establecidos por la Directiva 98/83/CE y el R. D. 140/2003 para aguas dulces de consumo humano, aunque el fosfato supera los valores habituales en aguas subterráneas.

En general, las concentraciones de los iones mayoritarios no se sobrepasan los valores marcados por la Directiva 98/83/CE y R.D. 140/2003, excepto para los sulfatos que duplican los 250 mg/l establecido en la legislación vigente y el magnesio en la muestra 2, que supera los 100 mg/l que marca la legislación.

Tabla 5. Resultados de los análisis de agua:

<b>Determinación</b>	<b>Muestra 1 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 2 Ensayo de bombeo</b>	<b>Muestra 3 Ensayo de bombeo</b>
Cloruros	214,96 mg/l	202,58 mg/l	217,88 mg/l
Sulfatos	553,9 mg/l	579,3 mg/l	600,8 mg/l
Bicarbonatos	337,92 mg/l	344,05 mg/l	339,15 mg/l
Carbonatos	< 5 mg/l	< 5 mg/l	< 5 mg/l
Nitratos	39,89 mg/l	47,91 mg/l	43,60 mg/l
Sodio	132,84 mg/l	131,67 mg/l	137,51 mg/l
Magnesio	68,99 mg/l	64,90 mg/l	67,31 mg/l
Calcio	233,46 mg/l	235,84 mg/l	248,92 mg/l
Potasio	3,52 mg/l	3,51 mg/l	3,60 mg/l
Nitritos	< 0,04mg/l	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Amonio	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l	< 0,04 mg/l
Boro	0,05 mg/l	0,07 mg/l	0,05 mg/l
Fosfato	0,39 mg/l	0,36 mg/l	0,30 mg/l
Anhídrido Silícico	17,63 mg/l	19,06 mg/l	19,43 mg/l
Hierro	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l	< 0,05 mg/l
Manganeso	< 0,02 mg/l	< 0,02 mg/l	< 0,02 mg/l



## **12. CONCLUSIONES**

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

El sondeo se ha realizado por el método de percusión. El diámetro de la perforación es de 600 mm y la profundidad alcanzada ha sido de 30 m. el acuífero atravesado es el aluvial del Ebro, del Holoceno. Actualmente el nivel está a unos 3 metros de profundidad.

El caudal medio, valorado mediante el correspondiente ensayo de bombeo, está en 12,1 l/s.

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

# **ANEJO 0**

## **REPLANTEO Y PERMISOS DE OCUPACIÓN**

PROVINCIA: NAVARRA  
MUNICIPIO: CORTES

Se realiza la visita al campo el 3 de mayo de 2005. Se habla con una auxiliar del ayuntamiento, ya que el alcalde no estaba. Se le entrega un modelo de disponibilidad de terrenos para el alcalde. Ella hace una fotocopia del catastro y marca las parcelas de titularidad municipal que hay en la zona que nos interesa. Solamente hay tres parcelas, dos de ellas cultivadas. Por tanto se elige la tercera.

#### ACCESO

Desde el pk 13,5 de la NA-5200 dirección Buñuel, (nada más pasar el Canal Imperial) tomar el camino de la derecha. Éste se bifurca en dos caminos importantes, hay que coger el de la derecha otra vez y avanzar 1,3 km. A mano izquierda ha quedado un recinto cerrado con vallas metálicas. Después de pasar por este recinto hay que tomar el primer camino a la derecha. Avanzar unos 150 m. El emplazamiento se situaría en una curva a mano derecha.

Las coordenadas son:

X: 631944

Y: 4644438

Z:241 m

Polígono 7, Parcela 370. Paraje "Ceclín".



#### PERFORACIÓN

El emplazamiento propuesto se ubica sobre un aluvial arenoso y conglomerático en su mayoría (Cuaternario), que a su vez es el acuífero a controlar. La perforación se estima en unos 25 m.

Además habría que adecuar la parcela mínimamente antes de instalar las máquinas.

## PERMISOS

Alcalde:

Ayuntamiento de Cortes

Plaza Duques de Miranda, 4

31530 – CORTES (Navarra)

Teléfono de la alcaldía: 948 800 435

Teléfono de la secretaría: 948 800 005

Teléfono de oficinas de atención al público: 948 800 209

Fax: 948 800 640



AYUNTAMIENTO  
DE LA VILLA  
DE  
CORTES  
(Navarra)



P/. Duques de Miranda, 4  
31530 Cortes (Navarra)  
C.I.F. P-31/07700A  
Secretaría 948 - 80 00 05  
Oficina 948 - 80 02 09  
Fax 948 - 80 06 40

**Ocupación Temporal de la parcela comunal nº370 del polígono 7 situada en el Paraje Ceclín por la Confederación Hidrográfica del Ebro para la construcción y observación de un piezómetro.**

En la sesión ordinaria celebrada el día 30 de mayo de 2005 el Pleno del Ayuntamiento de Cortes aprobó el siguiente acuerdo:

1º.- *Aprobar el pliego de condiciones para nº370 del polígono 7 del Paraje Ceclín para construir y observar un piezómetro por un plazo de 30 años y una ocupación de 1 m2. a propuesta de la Confederación Hidrográfica del Ebro.*

2º.- *Someter el expediente a información pública por plazo de 15 días mediante anuncio en el tablón de anuncios. En el caso de que no se produjeran alegaciones en el plazo de los 15 días de exposición pública se considerará aprobada definitivamente la ocupación temporal en los términos establecidos en el pliego de condiciones. De formularse alegaciones el Pleno se pronunciará sobre las mismas y resolverá acordando si procede o no la aprobación definitiva de la ocupación temporal.*

Terminado el plazo de exposición pública sin que se hayan producido alegaciones se considera aprobada definitivamente la ocupación temporal en los términos establecidos en el pliego de condiciones.

Lo que le traslado a los efectos oportunos junto al pliego de condiciones que regula la cesión de uso de la parcela nº370 del polígono 7 del Paraje Ceclín de Cortes a la Confederación Hidrográfica del Ebro para la instalación y observación de un piezómetro.

Cortes a 27 de junio de 2005.

El Secretario



RECIBI:

Confederación Hidrográfica del Ebro  
Oficina de Planificación Hidrológica  
Paseo de Sagasta 24-28  
50.071 Zaragoza

A la atención de Teresa Carceller Layel

# **ANEJO 1**

## **INFORMES DIARIOS DE PERFORACIÓN**



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



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

<b>FECHA:</b> 8/10/2005	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A <b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra) <b>PROF.:</b> 2 m	
<b>PERFORACIÓN</b> <b>INICIO:</b> 8/10/05 <b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN <b>DIAMETRO:</b> 600 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> m/h	

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

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

**Profundidad alcanzada:**

A las 18:00 se han perforado 2 m.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas**

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 2 m: Limos y arenas marrones.

JESÚS SERRANO MORATA



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



Perforación sondeo de Cortes en 2 m





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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>	
<b>FECHA:</b> 9/10/2005	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A <b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra) <b>PROF.:</b> 15 m	
<b>PERFORACIÓN</b>	
<b>INICIO:</b> 8/10/05	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 600 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 15 m/día	

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

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

El sondeo se está realizando en las siguientes coordenadas

X: 631948    Y: 4644446    Z: 244 ms.n.m.

**Profundidad alcanzada:**

A las 16:00 se han perforado 15 m.

**Reconocimiento de las muestras obtenidas**

La columna atravesada es la siguiente:

De 0 m a 7 m:            Limos y arenas marrones.

De 7 a 15 m:            Gravas poligénicas con matriz arenosa.

**Características hidrogeológicas**

Se ha detectado aporte de agua al sondeo al alcanzar las gravas.

JESÚS SERRANO MORATA

<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 10/11/05	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406-A	<b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra)	<b>PROF.:</b> 17 m.
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>		
<b>INICIO:</b> 08/11/05	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 600 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 2-3 m/día		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINA DE PERFORACIÓN:  
 SACYR-MICROTEC, EQUIPO DE PERCUSIÓN.**

Profundidad alcanzada: A las 15:00 horas, se habían perforado 17 metros.

El avance es muy laborioso debido a la necesidad de colocar de forma constante tubería auxiliar de revestimiento, la cual, hay que empujar con un suplemento sobre el trépano. Una vez colocado el tramo de tubería auxiliar, se realiza una limpieza para recoger las gravas caídas por la entubación.

A partir del metro 15, aparecen gravas areno-limosas de tamaño menor incluso con niveles de arena muy gruesa.



Se puede observar como el nivel ha subido por encima de los 6 metros.



Soldadura de la tubería auxiliar y detalle del suplemento superior para empujar los tramos colocados.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana



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



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

<b>FECHA:</b> 11/11/05	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A	<b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra)	<b>PROF.:</b> 30 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 8/11/05	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 600 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 30 m/hora (con 220 mm)		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**EQUIPO DE PERFORACIÓN: SACYR – MICROTEC PERCUSIÓN**

**ACTIVIDAD REALIZADA: Perforación y colocación de tubería auxiliar para el avance.**

A las 11:00 horas, se llevan perforados 23 metros todavía dentro de la terraza. Al mediodía, se alcanza la base de la formación cuaternaria a los 24-25 metros de profundidad. A continuación aparecen unas margas grises claramente terciarias. Se decide continuar hasta los 30 metros para comprobar de forma fidedigna este cambio litológico.

La columna síntesis perforada, ha sido la siguiente:

- 0-7 metros. Limos y arenas marrones (depósitos cuaternarios de inundación).
- 7-15 metros. Gravas poligénicas con matriz arenosa.
- 15-19 metros. Gravas poligénicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa incluso con niveles limosos marrones.
- 19-24 metros. Gravas poligénicas con matriz arenosa.
- 24-25 metros. Zona de contacto entre las margas terciarias y la terraza.
- 25-30 metros. Margas grises (terciario).

**OTRAS ACTIVIDADES:**

Se ha medido el nivel dinámico a las 17:45: 4,70 metros.

La entubación definitiva decidida junto con la constructora, es la siguiente:

- 0-6 m. Tubería ciega. (300 mm y 5 mm).
- 6-12 m. Tubería puentecillo.
- 12-18 m. Tubería ciega.
- 18-24 m. Tubería puentecillo.
- 24-30 m. Tubería ciega.

El proceso de entubación se iniciará a lo largo del sábado 12/11/05.

Se descarga la gravilla silíceo calibrada 3-5 mm necesaria para el engravillado de los anulares (24,9 Toneladas a distribuir entre las dos perforaciones.

Se indica al contratista que, dado que la terraza tiene una potencia de 24-25 metros, sea este valor el que se perfore en el piezómetro imagen.



Vista de la marga gris extraída en los últimos metros de perforación.



Detalle de cómo el diámetro mínimo de la gravilla es, claramente mayor a las aberturas regulares de la tubería puentecillo (1,5 mm)

Fdo: Antonio Sánchez.



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 11/11/05	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A	<b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra)	<b>PROF.:</b> 30 m
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>		
<b>INICIO:</b> 8/11/05	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 600 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 30 m/hora (con 220 mm)		

### **OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

#### **EQUIPO DE PERFORACIÓN: SACYR – MICROTEC PERCUSIÓN**

#### **ACTIVIDAD REALIZADA: Finalización de la perforación**

Se alcanza la profundidad al mediodía del sábado; el avance dentro de las margas ha sido costoso debido a la dureza de este material y, sobre todo, a la dificultad de giro del trépano dentro de estas litologías margo-arcillosas. En el último metro, las margas afloran con intercalaciones yesíferas.

La columna perforada final, ha sido la siguiente:

- 0-7 metros. Limos y arenas marrones (depósitos cuaternarios de inundación).
- 7-15 metros. Gravas poligénicas con matriz arenosa.
- 15-19 metros. Gravas poligénicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa incluso con niveles limosos marrones.
- 19-24 metros. Gravas poligénicas con matriz arenosa.
- 24-25 metros. Zona de contacto entre las margas terciarias y la terraza.
- 25-28 metros. Margas grises (terciario).
- 28-30 metros. Margas marrones muy firmes con yesos.

#### **Entubación.**

Se inicia el proceso de colocación de la tubería definitiva (300 mm y 5 mm de espesor), según el esquema constructivo acordado el viernes:

- 0-6 m. Tubería ciega.
- 6-12 m. Tubería puentecillo.
- 12-18 m. Tubería ciega.
- 18-24 m. Tubería puentecillo.
- 24-30 m. Tubería ciega.

Finaliza la entubación a las 17:30, se coloca una tapa en la parte superior de la entubación para evitar la entrada de gravilla en el proceso de engravillado del anular; esta protección se retira al finalizar el proceso.

A última hora de la tarde, se inicia el proceso de engravillado y retirada de tubería auxiliar.

#### OTRAS INCIDENCIAS.

Llueve abundantemente a partir de las 18:00 posponiendo las labores de engravillado hasta el domingo.



Soldadura del último tramo de ciega-puentecillo. Abajo, soldadura de la tapa provisional para evitar el vertido de gravilla durante el engravillado.



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

<b>FECHA:</b> 15/11/05	<b>Nº pag.:</b>
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A BIS	<b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra)
<b>PROF.:</b> 25 m	
<b>PERFORACIÓN</b>	
<b>INICIO:</b> 14/11/05	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN
<b>DIAMETRO:</b> 400 mm	
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 6 m/día	

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**EQUIPO DE PERFORACIÓN: SACYR – MICROTEC PERCUSIÓN**

**ACTIVIDAD REALIZADA: Perforación y colocación de tubería auxiliar para el avance.**

La máquina se emplazó ayer por la tarde a tres metros del piezómetro principal. El emplazamiento ha sido especialmente dificultoso debido a las intensas precipitaciones caídas.

Durante el día 15 se perforan los primeros 6 metros; la lluvia también ha complicado tanto el acceso al emplazamiento como la perforación.



Detalle de la arqueta colocada provisionalmente sobre la terminación del piezómetro y perforación del sondeo imagen.

Fdo: Antonio Sánchez Lallana.





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



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

<b>FECHA:</b> 9/10/2005	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A y 09.406 A Bis	<b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra)	<b>PROF.:</b> 6 m
<b>PERFORACIÓN</b>		
<b>INICIO:</b> 14/10/05	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 400 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

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

**Profundidad alcanzada:** 6 m

A las 18:00 se han perforado 6 m. No hay personal trabajando.

El jefe de obra nos comunica que debido a las inclemencias meteorológicas que provocan inestabilidad en los apoyos de la maquina de perforación los sondistas han decidido dar por finalizado el turno de trabajo.

La obra continuará la próxima semana.

**Características hidrogeológicas**

El nivel en el sondeo ya perforado 09.406 A con el brocal definitivo es el siguiente:

Nivel estático: 3,25 m (16-11-05 18:10)

JESÚS SERRANO MORATA



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



<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>			
<b>FECHA:</b> 15/11/05		<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A BIS		<b>POBLACIÓN:</b> Cortes (Navarra)	<b>PROF.:</b> 25 m
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>			
<b>INICIO:</b> 14/11/05		<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 400 mm			
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b> 6 m/día			

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**EQUIPO DE PERFORACIÓN: SACYR – MICROTEC PERCUSIÓN**

**ACTIVIDAD REALIZADA: Perforación y colocación de tubería auxiliar para el avance.**

La perforación se reinicia nuevamente hoy lunes por la mañana.

La visita se realiza por la tarde; a las 16:30 horas se llevan perforados 24 metros y el oficial sondista indica que se acaba de llegar al contacto con las margas terciarias; ante esta circunstancia y tal como se había acordado con el jefe de obra, se le transmite que el sondeo quedará terminado con los 25 metros previstos.

Se tiene previsto terminar el piezómetro a lo largo del miércoles 23 y cambiar en ese momento la máquina de perforación actual por otra algo más pequeña pero igual de operativa.

Se ha observado que la perforación en 400 milímetros es dificultosa pero más rápida que la efectuada con el trépano de 600 (se aprecia una diferencia de más de un día en la duración del sondeo). Aunque se comentará con el contratista y con la Dirección de Obra, esta Asistencia Técnica considera que las perforaciones del aluvial serían igual de representativas y válidas si se realizaran con trépano de 400 en vez del de 600 mm (aunque el espesor del engravillado sería menor, se le supone suficiente debido al carácter granular de los depósitos atravesados en el aluvial).





Tareas de perforación y limpieza en los últimos metros del sondeo imagen.

Fdo: Antonio Sánchez.



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



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

**FECHA:** 22/11/2005

**Nº pag.:**

**Nº SONDEO:** P-09.406 A Bis **POBLACIÓN:** Cortes (Navarra) **PROF.:** 25 m

**PERFORACIÓN**

**INICIO:** 14/11/05

**SISTEMA:** PERCUSIÓN

**DIAMETRO:** 400 mm

**VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:**

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

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

**Profundidad alcanzada:** 25 m. Sondeo finalizado.

**Entubación**

A las 9:00 se está iniciando la entubación. Se ha colocado una tapa metálica al final de la tubería.

Se decide realizar la siguiente entubación:

De 0 m a 13 m: Tubería ciega de 180 mm y 4 mm de espesor  
De 13 m a 19 m: Filtro de puentecillo de 180 mm de diámetro  
De 19 m a 25 m: Tubería ciega de 180 mm y 4 mm de espesor.

**Acondicionamiento**

Se vierte gravilla calibrada en el espacio anular.

JESÚS SERRANO MORATA



Entubación Cortes bis (22/11/05 10:00)



Engravillado Cortes bis (22/11/05 11:30)

<b>OBRAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE SONDEOS E INSTALACIÓN DE LA RED OFICIAL DE CONTROL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL EBRO.</b>		
<b>FECHA:</b> 19 DE JUNIO DE 2006	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> P-09.406.A	<b>POBLACIÓN:</b> CORTES	<b>PROF.:</b> 30 m
<b><u>PERFORACIÓN</u></b>		
<b>INICIO:</b>	<b>SISTEMA:</b> PERCUSIÓN	
<b>DIAMETRO:</b> 600 mm		
<b>VELOCIDAD MEDIA DE AVANCE:</b>		

**OBSERVACIONES DE LA VISITA DE CAMPO**

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

**RECONSTRUCCIÓN DEL DADO DE CORTES**

El 19 de junio de 2006 por la mañana se demolió el dado del sondeo de Cortes, que se rompió con el trépano de perforación, y se realizó uno nuevo. Se utilizó hormigón HM – 17,5 / P / 32 mm / II a. El cemento utilizado fue II a – 1 / 42,5 / R. Se vertió algo más de un metro cúbico.





Se ha empotrado el encofrado unos 20 cm por debajo de la línea del suelo, para formar una pequeña zapata que evite que se descalce el dado.

La técnico de Microtec nos comunica que los dados de Tudela y Fuenmayor se ejecutarán la semana que viene, ya que todavía no han llegado las arquetas. Estos trabajos se realizarán antes de desplazarse a Das (Sanavastre).



## **ANEJO 2**

# **INFORME GEOLÓGICO**



MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

## INFORME GEOLÓGICO

**PIEZÓMETRO N° 2613-2-0044  
(09.406.006)**

**Cortes (Navarra)**

CORREO

zaragoza@igme.es

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



## ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

El presente informe trata de la situación geológica y el levantamiento de la Columna estratigráfica detallada del sondeo realizados por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) en las inmediaciones de la localidad de Cortes (Navarra) dentro del marco de la campaña de sondeos realizada por ese organismo para la ampliación de la Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro. Este informe se realiza en el marco del Proyecto de “Caracterización Litoestratigráfica de las Columnas Litológicas de los Sondeos de la Futura Red de Control Piezométrico de la Cuenca del Ebro” del IGME.

El sondeo tiene 30 metros de profundidad perforados a percusión con un diámetro de 600 mm. A 3,4 metros de distancia se perforó un segundo sondeo (09.406.06 bis), de 25 m. de profundidad y 400 mm de diámetro con objeto de servir de piezómetro durante el bombeo de ensayo del anterior.

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

- 0-6 m: Tubería ciega.
- 6-12 m: Filtro Puentecillo.
- 12-18 m: Tubería ciega.
- 18-24 m: Filtro Puentecillo.
- 24-30 m: Tubería ciega.

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

- 0-13 m: Tubería ciega.
- 13-19 m: Filtro Puentecillo.
- 19-25 m: Tubería ciega.

Para proceder a la elaboración de la columna de sondeo se han estudiado las muestras recogidas a intervalos de 5 metros. Estas muestras únicamente son significativas a lo hora de identificar las facies y características de las litología más competentes. Su estudio se ha realizado mediante la observación con lupa de mano y binocular, habiéndose sido lavadas previamente las muestras seleccionadas para su observación con el fin de eliminar los restos de los lodos de sondeo. Con estos datos y con los obtenidos del análisis de las diagrfías disponibles del estudio geofísico, fundamentalmente de las de Gamma natural y de las diversas resistividades, se ha realizado una representación gráfica de la posible columna litológica de los materiales cortados en el sondeo. Estos datos se han contrastado con la literatura regional existente y la posición de sondeo dentro del contexto regional para interpretar cuales son los tramos y Unidades Litoestratigráficas atravesadas y realizar una posible atribución de edades de las mismas.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo cuyos códigos de identificación IPA y MMA son 2613-2-0044 y 09.406.006,



respectivamente, está situado en el término municipal de Cortes (Navarra). El sondeo se ubica 1,9 km al NNE de la población, a 1,5 km. al oeste del río Ebro. Se accede al emplazamiento tomando la carretera NA-5200 en dirección a Buñuel, la cual se abandona inmediatamente después de cruzar el Canal Imperial (pk 13,5). Se gira a la derecha y en tras 90 metros, en un ensanche en donde confluyen cinco caminos se toma el segundo a la derecha, el cual hay que seguir por espacio de 1,3 km. Tras dejar a la izquierda un corral de reses bravas hay que toma el primer camino a la derecha y recorrer 150 metros (fig. 1).

Las coordenadas UTM del primer sondeo son las siguientes:

X: 631.964.

Y:4.644.449.

Z: 240 m.s.n.m.



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

## SITUACIÓN GEOLÓGICA

### *EMPLAZAMIENTO Y ESTRUCTURA GEOLÓGICA*

El sondeo se encuentra emboquillado en materiales del cuaternario correspondientes a la primera terraza del río Ebro, identificado en la cartografía MAGNA como unidad  $Q^2 Tg$ , situada por encima de los materiales aluviales del río y por debajo de los materiales de la terraza superior situada a mayor altura sobre el cauce. La terraza se encuentra interdigitada con depósitos de glaciais,

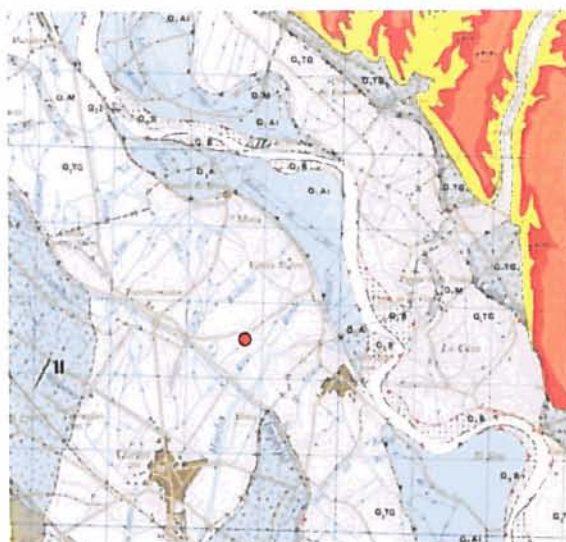


Fig.2. Situación del sondeo en la Cartografía Geológica MAGNA de la Hoja-321 (Tauste)

### *FORMACIONES GEOLÓGICAS ATRAVESADAS*

El sondeo se encuentra emboquillado según la cartografía geológica MAGNA de la Hoja 321 (Tauste) sobre los materiales de complejo terraza-glacis más bajo situado por encima del aluvial del río Ebro.

Los materiales atravesados hasta metro 7 consisten en limos con cantos que podrían atribuirse a los depósitos del glacis que recubre la terraza. Desde el metro 7 hasta el 15 se corta depósitos de gravas poligénicas correspondientes a depósitos de terraza. Desde el metro 15 hasta el 25 las gravas presentan intercalaciones de niveles limolíticos, que se pueden atribuir a depósitos producidos por meandros o depósitos del cauce del río intercalados con depósitos de llanura de inundación.

Por debajo, desde el metro 25 hasta el final del sondeo, se encuentran depósitos de margas de tonos grises con restos de yeso, que se interpretan como correspondientes a los depósitos marginales de la Fm. Zaragoza. Se trata de materiales depositados en los márgenes del lago salino que se desarrolló durante el mioceno inferior en la mayor parte del área central del Ebro y que da lugar en otras áreas a depósitos yesíferos de carácter masivo. Esta unidad se enmarcaría dentro de la unidad UTS T-5, estudiada en esta área por Pérez (1989).

### *COLUMNA LITOLÓGICA.*

#### **TRAMO 1**

0-7 m. Limos y arcillas de tonos marrones algo plásticos con ocasionales cantos.



#### **TRAMO 2**

7-15 m. Gravas ocreas poligénicas con predominio de cantos de calizas y cuarcitas. Las gravas presentan una matriz arenosa a limosa y clastos subredondeados. Durante la perforación se detectó un aporte de agua a los 7 metros.

#### **TRAMO 3**

15-25 m. Gravas ocreas poligénicas con matriz limosa arcillosa e intercalaciones de niveles limolíticos. Se trata de gravas herométricas, redondeadas, compuestas de clastos de areniscas, cuarcitas y calizas con una matriz arcillosa a limosa a veces sueltos. Se observa una mayor heterogeneidad y una mayor compactación en la parte inferior por encima del contacto con el terciario.

#### **TRAMO 4**

25-30 m. Margas arcillosas de tonos grises con restos de yeso

#### **REFERENCIAS**

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA (MAGNA) Hoja 1:50.000 N° 244-Alfaro

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

CÓDIGO IPA: 09.404.09  
CÓDIGO MMA: 2613-2-0044

MUNICIPIO: CORTES  
PROVINCIA: LOGROÑO

HOJA N° 26-14

COORDENADAS UTM HUSO 30  
E: 331.904  
N: 4.043.419  
Z: 240

PARAJE:  
PRECISIÓN (X,Y): SIGPAC  
PRECISIÓN Z: GPS

FECHA INICIO: 17/05/2006  
FECHA FINAL: 20/05/2006  
AUTOR FICHA: JAVIER RAMAJO

ALCANTARILLA (m)	ESQUEMA CONSTRUCTIVO	METROS	LITOLOGÍA	TEXTURA					COMPACTACIÓN	CORROSIÓN	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	TRAMO	U. LITO	U. CRONO
				LIMOS	LIJAS	ARILLAS	ARCILLAS	GRANULOS							
5	600 mm	2									0-7 m Limos y arcillas de tonos marrones algo plasticos con ocasionales cantos		1		
3	300 mm	7									7-15 m. Gravats oeres poligenicas con predominio de cantos de calizas y cuarcitas. Las gravats presentan una matriz arenosa a limosa y clastos subredondeados durante la perforación se detecta un aporte de agua de hasta un litro a los 7 metros		2		Depósitos de Terrazas y glaciares del río Ebro Pleistoceno-Holoceno
5		15									15-25m. Gravats oeres poligenicas con matriz limosa arcillosa e interrelaciones de niveles limolíticos. Se trata de gravats herométricas, redondeadas compuestas de clastos de areniscas, cuarcitas y calizas con una matriz arcillosa a limosa a veces sueltos. Se observa una mayor heterogeneidad y una mayor compactación en la parte inferior por encima del contacto con el terciario		3		Terciario-ETS. T3 Mioceno
2		25									25-30 m. Margas arcillosas de tonos grises con restos de yeso				

## **ANEJO 3**

# **ENSAYO DE BOMBEO**



**ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad	CORTES	
N° Registro IPA	261320044	
Profundidad Sondeo	30 m	
Coordenadas UTM	Pozo	Piezómetro
X		
Y		
Z		
Fecha Ensayo	30 y 31 de mayo de 2007	
Nivel estático inicial	2,98	
Profund. Aspiración	27 m	
Bomba	CAPRARI 6" E6S 54/20 40 C	
Grupo		
Alternador		
Interior tubería impulsión	φ 80 mm	
Piezómetro (n° IPA)	261320046	
Profundidad	25 m	
Distancia	3 m	
Dirección (norte)	#1DIV/01 °E	

**Régimen de bombeo**

Escalón	Caudal (l/s)	Duración (min)		Descenso (m)	
		Total	Parcial	Total	Parcial
1	1	30	30	0,19	0,19
2	2,9	120	90	0,65	0,46
3	6	270	150	1,38	0,73
4	10	420	150	1,58	0,2
5	12,1	1440	1020	4,62	3,04

**Síntesis litológica**

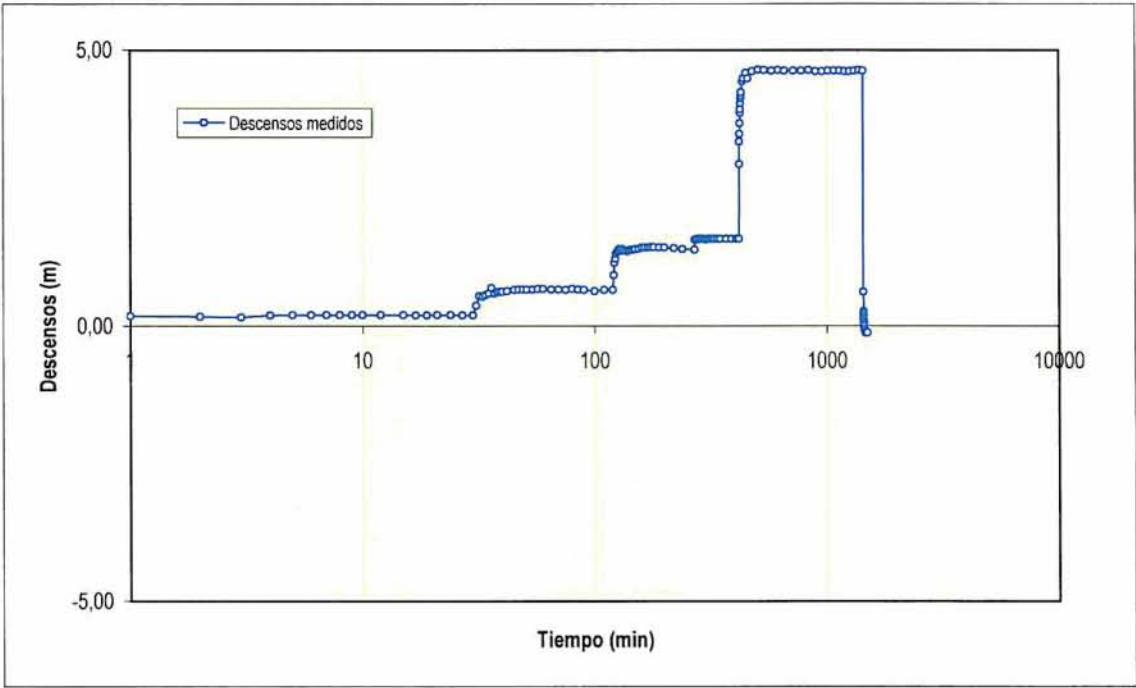
0-7 m Limos y arenas marrones (depósitos cuaternarios de inundación)  
 7-15 m Gravas poligénicas de matriz arenosa.  
 15-19 m Gravas poligénicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa  
 19-24 m Gravas poligénicas de matriz arenosa.  
 24-25 m Zona de contacto entre las margas terciarias y la terraza  
 25-28 m Margas marrones.  
 28-30 m Margas marrones compactas con yesos.

Perforación	Entubación	Rejilla
0-30 m	φ 600 mm	0-30 m φ 300 mm
		6-12 m 5 mm
		18-24 m 5 mm

Hora	Tiempo (min)	Pozo bombeo		Piezómetro		Q (l/s)	Observaciones
		Profund. (m)	Descenso (m)	Profund. (m)	Descenso (m)		
30/5/07 8:45	0	2,98	0,00	3,15	0,00	0,00	
30/5/07 8:46	1	3,16	0,18			1,00	Agua clara.
30/5/07 8:47	2	3,15	0,17	3,18	0,03	1,00	Agua casi clara, con ligero tono anaranjado
30/5/07 8:48	3	3,14	0,16			1,00	Agua clara.
30/5/07 8:49	4	3,17	0,19			1,00	
30/5/07 8:50	5	3,18	0,20			1,00	
30/5/07 8:51	6	3,18	0,20			1,00	
30/5/07 8:52	7	3,18	0,20	3,19	0,04	1,00	
30/5/07 8:53	8	3,18	0,20	3,19	0,04	1,00	
30/5/07 8:54	9	3,18	0,20			1,00	
30/5/07 8:55	10	3,18	0,20			1,00	
30/5/07 8:57	12	3,18	0,20			1,00	
30/5/07 9:00	15	3,18	0,20	3,20	0,05	1,00	
30/5/07 9:02	17	3,17	0,19			1,00	
30/5/07 9:04	19	3,17	0,19	3,21	0,06	1,00	
30/5/07 9:06	21	3,18	0,20			1,00	
30/5/07 9:09	24	3,18	0,20	3,20	0,05	1,00	
30/5/07 9:12	27	3,17	0,19			1,00	
30/5/07 9:15	30	3,17	0,19	3,19	0,04	1,00	
30/5/07 9:16	31	3,35	0,37			2,90	El agua se enturbia.
30/5/07 9:17	32	3,52	0,54	3,22	0,07	2,90	
30/5/07 9:18	33	3,51	0,53	3,22	0,07	2,90	
30/5/07 9:19	34	3,54	0,56			2,90	
30/5/07 9:20	35	3,57	0,59	3,22	0,07	2,90	
30/5/07 9:21	36	3,67	0,69			2,90	
30/5/07 9:22	37	3,57	0,59	3,22	0,07	2,90	Agua turbia.
30/5/07 9:23	38	3,59	0,61	3,21	0,06	2,90	
30/5/07 9:24	39	3,60	0,62	3,28	0,13	2,90	
30/5/07 9:25	40	3,60	0,62	3,23	0,08	2,90	Agua turbia con un ligero color naranja.
30/5/07 9:27	42	3,61	0,63	3,25	0,10	2,90	Agua casi clara.
30/5/07 9:30	45	3,63	0,65	3,25	0,10	2,90	
30/5/07 9:32	47	3,64	0,66	3,26	0,11	2,90	
30/5/07 9:34	49	3,64	0,66			2,90	
30/5/07 9:36	51	3,64	0,66	3,22	0,07	2,90	Cond: 1883 μS/cm pH: 7.8 Tª 16° C
30/5/07 9:39	54	3,64	0,66	3,21	0,06	2,90	
30/5/07 9:42	57	3,65	0,67	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 9:45	60	3,65	0,67			2,90	Agua clara.

30/5/07 9:50	65	3,64	0,66	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 9:55	70	3,64	0,66	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:00	75	3,63	0,65	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:05	80	3,65	0,67	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:10	85	3,64	0,66	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:15	90	3,63	0,65	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:25	100	3,61	0,63	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:35	110	3,63	0,65	3,32	0,17	2,90	
30/5/07 10:45	120	3,63	0,65	3,31	0,16	2,90	
30/5/07 10:46	121	3,90	0,92	3,38	0,23	6,00	Agua turbia, de color naranja.
30/5/07 10:47	122	4,12	1,14	3,41	0,26	6,00	Agua turbia sin color.
30/5/07 10:48	123	4,20	1,22	3,42	0,27	6,00	
30/5/07 10:49	124	4,29	1,31	3,44	0,29	6,00	
30/5/07 10:50	125	4,31	1,33	3,45	0,30	6,00	
30/5/07 10:51	126	4,33	1,35	3,46	0,31	6,00	
30/5/07 10:52	127	4,36	1,38	3,47	0,32	6,00	
30/5/07 10:53	128	4,37	1,39	3,47	0,32	6,00	
30/5/07 10:54	129	4,34	1,36	3,47	0,32	6,00	
30/5/07 10:55	130	4,35	1,37	3,47	0,32	6,00	
30/5/07 10:57	132	4,37	1,39	3,47	0,32	6,00	Agua turbia.
30/5/07 11:00	135	4,35	1,37	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 11:02	137	4,34	1,36	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 11:04	139	4,33	1,35	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 11:06	141	4,35	1,37	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 11:09	144	4,36	1,38	3,48	0,33	6,00	Agua clara.
30/5/07 11:12	147	4,36	1,38	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 11:15	150	4,37	1,39	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 11:20	155	4,38	1,40	3,49	0,34	6,00	
30/5/07 11:25	160	4,40	1,42	3,50	0,35	6,00	
30/5/07 11:30	165	4,40	1,42	3,50	0,35	6,00	
30/5/07 11:35	170	4,40	1,42	3,49	0,34	6,00	Cond: 1851 µS/cm pH: 7.7 Tª 17º C
30/5/07 11:40	175	4,41	1,43	3,49	0,34	6,00	
30/5/07 11:45	180	4,41	1,43	3,49	0,34	6,00	
30/5/07 11:55	190	4,40	1,42	3,49	0,34	6,00	
30/5/07 12:05	200	4,40	1,42	3,49	0,34	6,00	
30/5/07 12:25	220	4,39	1,41	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 12:45	240	4,37	1,39	3,48	0,33	6,00	
30/5/07 13:15	270	4,36	1,38	3,49	0,34	6,00	
30/5/07 13:16	271	4,54	1,56	3,50	0,35	10,00	Agua clara.
30/5/07 13:17	272	4,55	1,57	3,50	0,35	10,00	
30/5/07 13:18	273	4,54	1,56	3,50	0,35	10,00	
30/5/07 13:19	274	4,55	1,57	3,50	0,35	10,00	
30/5/07 13:20	275	4,55	1,57	3,50	0,35	10,00	
30/5/07 13:21	276	4,55	1,57	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:22	277	4,55	1,57	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:23	278	4,55	1,57	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:24	279	4,55	1,57	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:25	280	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:27	282	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	Agua clara.
30/5/07 13:30	285	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:32	287	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:34	289	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:36	291	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:39	294	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:42	297	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:45	300	4,55	1,57	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:50	305	4,55	1,57	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 13:55	310	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	Cond: 1919 µS/cm pH: 7.8 Tª 16º C
30/5/07 14:00	315	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 14:05	320	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 14:10	325	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 14:15	330	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 14:25	340	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 14:35	350	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	MUESTRA 1. Cond> 2000 µS/cm pH: 7.7 Tª 17º C
30/5/07 14:55	370	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 15:15	390	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	

30/5/07 15:35	410	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 15:45	420	4,56	1,58	3,51	0,36	10,00	
30/5/07 15:46	421	5,91	2,93	3,73	0,58	12,10	Agua naranja.
30/5/07 15:47	422	6,32	3,34			12,10	Agua sucia.
30/5/07 15:48	423	6,46	3,48	3,76	0,61	12,10	
30/5/07 15:49	424	6,65	3,67	3,77	0,62	12,10	
30/5/07 15:50	425	6,84	3,86	3,77	0,62	12,10	
30/5/07 15:51	426	6,90	3,92	3,77	0,62	12,10	
30/5/07 15:52	427	7,01	4,03	3,80	0,65	12,10	
30/5/07 15:53	428	7,10	4,12	3,79	0,64	12,10	
30/5/07 15:54	429	7,15	4,17	3,79	0,64	12,10	
30/5/07 15:55	430	7,21	4,23	3,80	0,65	12,10	
30/5/07 16:00	435	7,41	4,43	3,81	0,66	12,10	
30/5/07 16:05	440	7,46	4,48	3,82	0,67	12,10	Agua turbia.
30/5/07 16:15	450	7,56	4,58	3,85	0,70	12,10	
30/5/07 16:25	460	7,46	4,48	3,84	0,69	12,10	
30/5/07 16:45	480	7,59	4,61	3,84	0,69	12,10	El agua va aclarando, todavía sale turbia.
30/5/07 17:15	510	7,62	4,64	3,85	0,70	12,10	Cond: 2160 µS/cm pH: 7.7 Tª 16° C
30/5/07 17:45	540	7,61	4,63	3,84	0,69	12,10	
30/5/07 18:25	580	7,60	4,62	3,82	0,67	12,10	
30/5/07 19:05	620	7,61	4,63	3,81	0,66	12,10	
30/5/07 19:45	660	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	
30/5/07 20:45	720	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	MUESTRA 2. Cond: 2160 µS/cm pH: 7.7 Tª 16° C
30/5/07 21:45	780	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	
30/5/07 22:45	840	7,61	4,63	3,80	0,65	12,10	
30/5/07 23:45	900	7,59	4,61	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 0:45	960	7,59	4,61	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 1:45	1020	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 2:45	1080	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	Agua prácticamente clara.
31/5/07 3:45	1140	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 4:45	1200	7,59	4,61	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 5:45	1260	7,59	4,61	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 6:45	1320	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 7:45	1380	7,61	4,63	3,80	0,65	12,10	
31/5/07 8:45	1440	7,60	4,62	3,80	0,65	12,10	MUESTRA 3. Cond: 2320 µS/cm pH: 7.8 Tª 15° C
31/5/07 8:46	1441	3,60	0,62	3,41	0,26	0,00	
31/5/07 8:47	1442	3,25	0,27	3,28	0,13	0,00	
31/5/07 8:48	1443	3,20	0,22	3,24	0,09	0,00	
31/5/07 8:49	1444	3,15	0,17	3,21	0,06	0,00	
31/5/07 8:50	1445	3,11	0,13	3,18	0,03	0,00	
31/5/07 8:51	1446	3,09	0,11	3,16	0,01	0,00	
31/5/07 8:52	1447	3,05	0,07	3,14	-0,01	0,00	
31/5/07 8:53	1448	3,03	0,05	3,12	-0,03	0,00	
31/5/07 8:54	1449	3,00	0,02	3,10	-0,05	0,00	
31/5/07 8:55	1450	2,98	0,00	3,09	-0,06	0,00	
31/5/07 9:00	1455	2,92	-0,06	3,04	-0,11	0,00	
31/5/07 9:05	1460	2,90	-0,08	3,02	-0,13	0,00	
31/5/07 9:10	1465	2,90	-0,08	3,02	-0,13	0,00	
31/5/07 9:15	1470	2,86	-0,12	3,01	-0,14	0,00	
31/5/07 9:20	1475	2,87	-0,11	3,01	-0,14	0,00	
31/5/07 9:25	1480	2,87	-0,11	3,00	-0,15	0,00	
31/5/07 9:30	1485	2,87	-0,11	3,00	-0,15	0,00	
31/5/07 9:35	1490	2,86	-0,12	3,00	-0,15	0,00	
31/5/07 9:40	1495	2,86	-0,12	3,00	-0,15	0,00	
31/5/07 9:45	1500	2,86	-0,12	3,00	-0,15	0,00	





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



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

<b>FECHA:</b> 31 de mayo de 2007	<b>Nº pag.:</b>	
<b>Nº SONDEO:</b> 09.406.A	<b>POBLACIÓN:</b> CORTES	<b>PROF.:</b> 30 m

**Ensayo de bombeo del sondeo de Cortes MMA (261320044)**

El 30 de mayo de 2007 a las 8:45 horas se inicia el ensayo de bombeo en el piezómetro de Cortes. Se realiza con el equipo habitual, pitot. El nivel estático inicial se sitúa en 2.98 metros de profundidad y la aspiración, a 27 metros.

Se realiza un ensayo escalonado de 24 horas de duración, con 5 escalones. El primer escalón dura 30 minutos, se extrae un caudal de 1 l/s. En el primer minuto el nivel se estabiliza. Se aumenta el caudal a 2.9 l/s. Este segundo escalón dura 90 minutos. El descenso del nivel respecto al escalón anterior es de 46 cm. El nivel se estabiliza en 10 minutos. El tercer escalón dura 150 minutos. El caudal extraído es de 6 l/s. el descenso del nivel respecto al escalón anterior es de 73 cm. A los 7 minutos con este caudal el nivel se estabiliza. En el cuarto escalón, el caudal se aumenta a 10 l/s. Este caudal se mantiene durante 150 minutos. El descenso del nivel respecto al escalón anterior es de tan solo 20 cm y el nivel se ha estabilizado desde el primer minuto de este escalón. Se decide aumentar el caudal un poco más, a 12.1 l/s. Con este caudal se llega al final de las 24 horas de bombeo. El descenso total del nivel al final del ensayo es de 4,62 metros.

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	30	1	0,19
<b>Escalón 2</b>	90	2.9	0,46
<b>Escalón 3</b>	150	6	0,73
<b>Escalón 4</b>	150	10	0,2
<b>Escalón 5</b>	1020	12,1	3,04

El agua sale prácticamente clara desde el principio, aunque al cambiar de caudal se enturbia. La conductividad media del agua aumenta de 1883  $\mu\text{S}/\text{cm}$  al principio del ensayo a 2320  $\mu\text{S}/\text{cm}$  al final del mismo. El pH del agua es de 7,7-7,8 y la temperatura varía entre 15-17° C.

Tras el bombeo se mide una recuperación de 1 hora. El nivel dinámico final está a 7,60 metros de profundidad. En los 10 primeros minutos el nivel se recupera completamente. Al final de la hora el nivel está 12 cm por encima del nivel estático inicial.

Durante el bombeo y la recuperación, se controla el piezómetro imagen.

	<b>Duración (minutos)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Descenso total (m)</b>
<b>Escalón 1</b>	30	1	0,04
<b>Escalón 2</b>	90	2,9	0,16
<b>Escalón 3</b>	150	6	0,34
<b>Escalón 4</b>	150	10	0,36
<b>Escalón 5</b>	1020	12,1	0,65

A los 6 minutos de recuperación el nivel estaba completamente recuperado. Al final de la hora, el nivel se situó 15 cm por encima del nivel estático inicial.





MINISTERIO  
DE EDUCACION  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

**INFORME ENSAYO DE BOMBEO**

**PIEZÓMETRO N° 2613-2-0044  
(09.406.006)**

**CORTES (NAVARRA)**

CORREO

a.azcon@igme.es

Manuel Lasala 44, 9º B  
50006-ZARAGOZA  
TEL. : 976 555153 – 976 555282  
FAX: 976 553358



## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del presente informe es obtener una estimación de los parámetros hidráulicos que rigen la formación acuífera captada por el sondeo de Cortes (Navarra), de 30 metros de profundidad, construido en el marco del proyecto de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) “Construcción de Sondeos e Instalación de la Red Oficial de Control de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Ebro”, mediante el cual la CHE aborda la construcción de unos cien nuevos sondeos, su testificación y ensayo, para complementar las vigentes redes de observación de las aguas subterráneas.

Esta campaña de prospecciones permitirá la obtención de valiosa información de tipo sedimentológico, estratigráfico e hidrogeológico en zonas deficientemente conocidas, aspectos, todos ellos, de interés para la CHE y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), razón por la que ambos organismos firmaron en diciembre de 2004 un Convenio de Colaboración, en el marco del cual se emite el presente informe, mediante el que se canaliza el asesoramiento del IGME a la CHE con objeto de aprovechar esta oportunidad de acceso al subsuelo para obtener, mejorar y compartir toda la información que brinda este ambicioso proyecto.

El hecho que los sondeos a construir tengan como objetivo principal el control piezométrico, no la captación de aguas, hace que estos hayan sido perforados con pequeño diámetro y acabados menos exigentes que los requeridos para la explotación de las aguas subterráneas. Estas circunstancias impone importantes restricciones al normal desarrollo de los ensayos de bombeo: los sondeos suelen estar afectados por importantes pérdidas de carga, no están completamente desarrollados y el caudal de bombeo está muy limitado por el diámetro disponible y pocas veces es posible lograr la deseada estabilidad del caudal. Todo ello hace que los ensayos se alejen considerablemente de las condiciones ideales postuladas para su interpretación, por lo que la mayoría de ellos son prácticamente ininterpretables con el software tradicional disponible en el mercado, que suelen carecer de la versatilidad necesaria para adaptarse a las condiciones que aquí se dan; en particular en lo que respecta a la variabilidad del caudal de bombeo y los límites del acuífero.

Para soslayar este escollo, se ha procedido a la interpretación de los ensayos de bombeo con el programa MABE (acrónimo de **M**odelo **A**nlítico de **B**ombeos de **E**nsayo), desarrollado por A. Azcón e implementado en una hoja de cálculo Excel. MABE se basa en la Solución de Theis, la Solución de Hantush y en el principio de superposición para poder contemplar ensayos de bombeo a caudal variable y la presencia de barreras hidrogeológicas que hacen que los acuíferos se alejen de la habitual exigencia de “infinito”. MABE está diseñado para analizar Bombeos de Ensayo de hasta ocho escalones y simular hasta cuatro barreras hidrogeológicas, sean positivas o negativas.

La Solución de Theis y de Hantush está complementada por un algoritmo que contempla el almacenamiento en pozo así como en grandes redes cársticas mediante la introducción del concepto de Radio Equivalente. En caso de sondeo escalonado, el programa puede ajustar automáticamente los descensos por pérdida de carga y determinar la ecuación del pozo.

También está implementada la aproximación semilogarítmica de Jacob; el método de Theis para ensayos de recuperación; el método de Lee para ensayos escalonados; el método de Boulton, Prickett y Walton, para acuíferos con drenaje diferido y los métodos semilogarítmicos



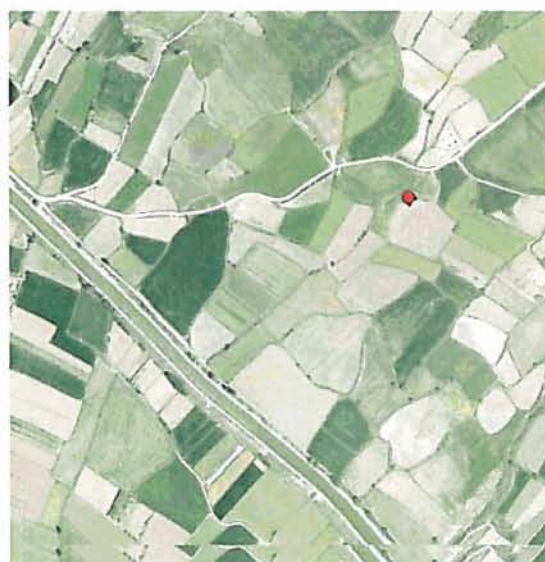
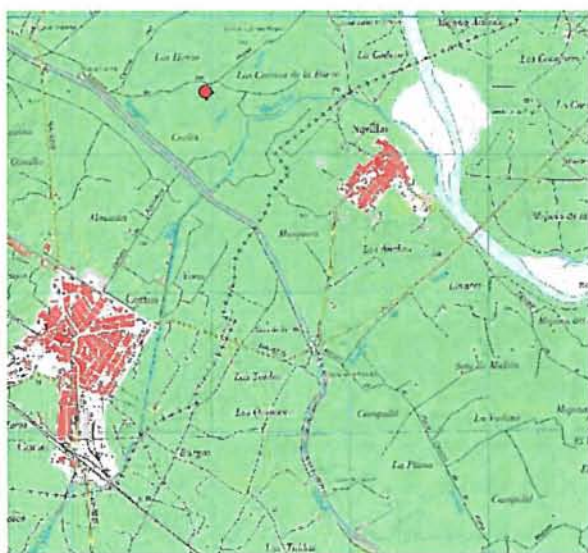


de Hantush para acuíferos semiconfinados, tanto para curvas descenso-tiempo que muestran el punto de inflexión, como para las ensayos en la que todos los pares de puntos descensos-tiempo se sitúan en la zona próxima a la estabilización.

El programa permite simular para todos los métodos (excepto el de Boulton, Prickett y Walton) los descensos teóricos y las recuperaciones correspondientes a los parámetros físicos e hidrogeológicos introducidos, lo que permite calibrar la bondad de la interpretación realizada y, si procede, mejorarla mediante tanteos iterativos, así como simular los descensos inducidos por la explotación continuada del sondeo. La representación gráfica de la simulación de la recuperación se efectúa en función del tiempo adimensional,  $(tb+tr)/tr$ , lo cual no implica que se trate del método de Recuperación de Theis.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL SONDEO

- Hoja del MTN a escala 1: 50.000 nº 26-13 (321). Tauste.
- Término municipal de Cortes (Navarra). El sondeo se ubica 1,9 km al NNE de la población, a 1,5 km. al oeste del río Ebro. Se accede al emplazamiento tomando la carretera NA-5200 en dirección a Buñuel, la cual se abandona inmediatamente después de cruzar el Canal Imperial (pk 13,5). Se gira a la derecha y en tras 90 metros, en un ensanche en donde confluyen cinco caminos se toma el segundo a la derecha, el cual hay que seguir por espacio de 1,3 km. Tras dejar a la izquierda un corral de reses bravas hay que toma el primer camino a la derecha y recorrer 150 metros (figuras 1, 2 y 3 ).
- Referencia catastral: Polígono 7, Parcela 370.
- Coordenadas UTM:  
USO: 30T                      X: 631.964                      Y: 4.644.449                      Z: 240 m.s.n.m.



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



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

### **ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO**

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

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

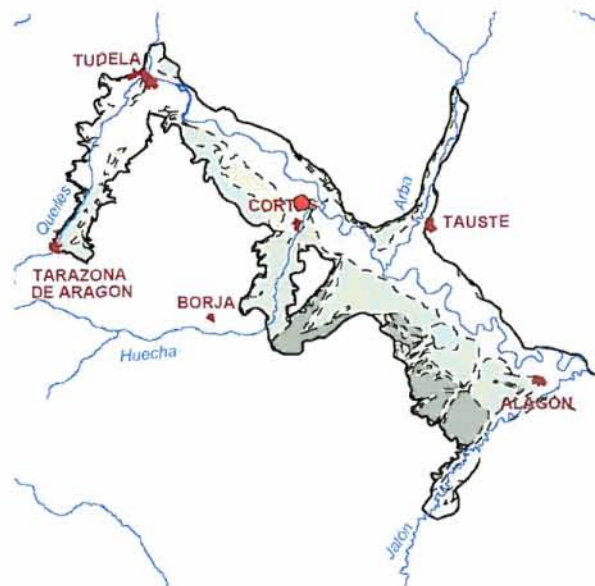


Figura 4. Masa de Agua Subterránea de 09.052 (Tudela-Alagón)

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

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

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

### **INCIDENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA PERFORACIÓN**

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

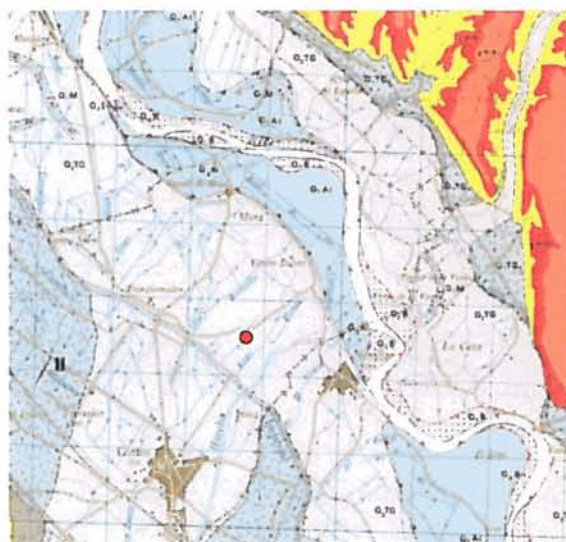


Figura 5. Situación del sondeo en la hoja MAGNA nº 321 (Tauste)

El sondeo fue perforado a percusión con un diámetro de 600 mm a 1500 metros al WSW del río Ebro y 500 metros al NE del Canal Imperial. A 3,5 metros hacia el norte se perforó un segundo sondeo de 400 mm de diámetro y 25 m de profundidad para que sirviera de



piezómetro durante el bombeo del anterior. Ambos están emboquillado sobre la terraza T5, inmediatamente superior a la llanura de inundación actual baja del Ebro.

La columna litológica atravesada ha sido la siguiente:

- 0 - 7 m: Limos y arcillas de tonos marrones algo plásticas y cantos dispersos.
- 7 - 10 m: Gravas poligénicas de tamaño grueso, tonos ocres, matriz limosa y cemento algo carbonatado.
- 10 - 25 m: Gravas poligénicas gruesa, de matriz limosa a arcillosa e intercalaciones de limos.
- 25 - 28 m: Margas grises (Neógeno).
- 28 - 30 m: Margas arcillosas de tonos grises con algo de yesos (Neógeno).

El aporte de agua se detecto a partir del metro 7, y en su momento se estimo de escasa entidad.

El pozo de bombeo quedó entubados como sigue:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-6 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
6-12 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Filtro puente
12-18 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega
18-24 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Filtro puente
24-30 m	300 mm	5 mm	Acero al carbono	Ciega

La entubación del sondeo destinado a piezómetro fue la siguiente:

TRAMO (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Filtro
0-13 m	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega
13-19 m	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Filtro puente
19-25 m	180 mm	4 mm	Acero al carbono	Ciega

EL nivel piezométrico se situó a 3,25 metros de profundidad (16/11/05).

### **INCIDENCIAS DEL ENSAYO DE BOMBEO**

El ensayo comenzó el 30 de mayo de 2007, a las 8:45 horas, con el nivel estático inicial a 2.98 metros de profundidad en el pozo de bombeo y 3,15 metros en el piezómetro.

El control de niveles se efectuó en el pozo de bombeo y el piezómetro situado a 3 metros, y el control del caudal se efectuó mediante tubo Pitot. La aspiración se situó a 27 metros de profundidad. El equipo de bombeo consistió en un grupo DEUSCH 100KVA 150 CV, tubería de impulsión con diámetro interior de 80 mm, bomba de aspiración marca CAPRARI 6" E6S 54/20 de 50 CV de potencia.

El ensayo consistió en un bombeo escalonado de 24 horas de duración, seguido de una recuperación de 1 hora. El régimen de bombeo fue el siguiente:



Tiempo (m)	Caudal (L/seg)	Descenso (m)	
		Pozo bombeo	Piezómetro
30	1	0,19	0,04
42	2,9	0,62	0,08
120	3	0,65	0,16
240	6	4,36	0,34
420	10	1,58	0,36
1440	12,1	4,62	0,65

Los niveles dinámicos tendieron rápidamente a la estabilización tras cada incremento de caudal.

El agua salió clara desde el principio, enturbiándose por breves instantáneamente en cada cambio de caudal. Durante el ensayo se recogió muestras de agua para su posterior análisis y se midió “in situ” pH, conductividad y temperatura:

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	pH
51	16,0	1883	7,80
170	17,0	1851	7,70
310	16,0	1919	7,80
510	16,0	2160	7,70
720	16,0	2160	7,70
1440	15,0	2320	7,80

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

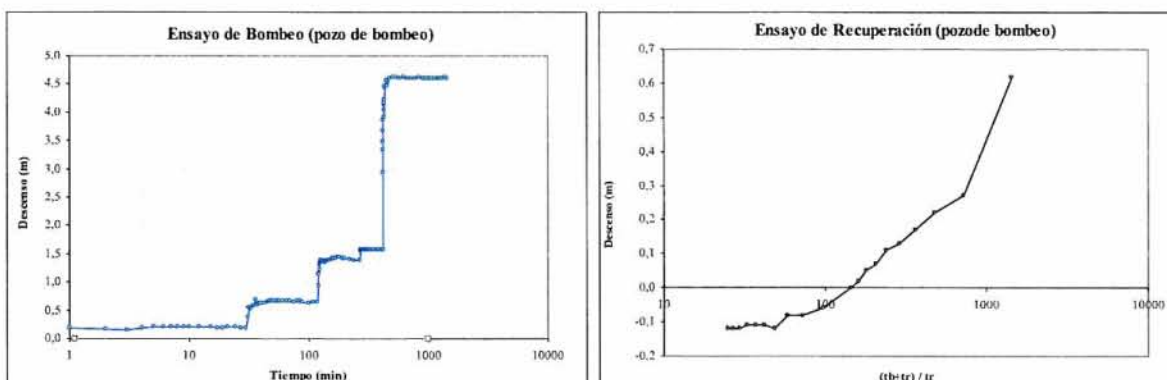


Figura 6 y 7. Curvas de descenso-tiempo en el pozo de bombeo

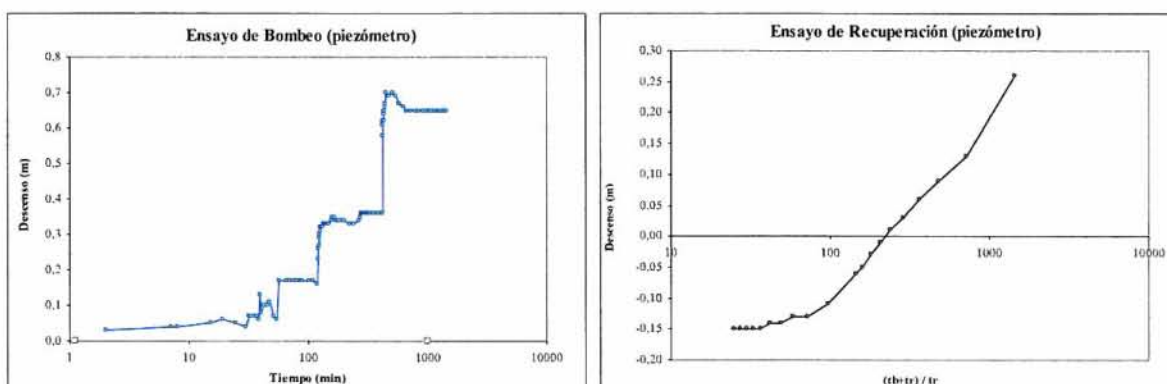


Figura 8 y 9. Curvas de descenso-tiempo en el piezómetro

## INTERPRETACIÓN

La rápida estabilización de los niveles dinámicos sugiere que se está ante un caso de semiconfinamiento que podría ser interpretado mediante la solución de Hantush. Ello contradice aparentemente el hecho que se esté ante un acuífero aluvial de carácter libre, lo cual es cierto a media y gran escala, pero no necesariamente a escala local, como indica que los primeros niveles productivos se cortaran a partir del metro 7 y el nivel piezométrico se sitúa algunos metros por encima.

Otra posibilidad es que se esté ante un caso de drenaje diferido en el que sólo se manifiesta la fase inicial, en la que el acuífero se comporta con un coeficiente de almacenamiento ( $S$ ) inferior al real, y la fase intermedia o de transición, caracterizada por la estabilización. Esta fase precede a otra de descensos regidos por el valor de real de  $S$ , la cual puede no aparecer en un ensayo de duración normal. En tal caso, el ensayo puede ser reproducido mediante la solución de Hantush, si bien el coeficiente de almacenamiento determinado es sensiblemente inferior al real.

Consiguientemente, la interpretación se ha efectuado mediante calibración prueba-error (método directo) con la solución de Hantush.

### Método directo (Solución de Hantush)

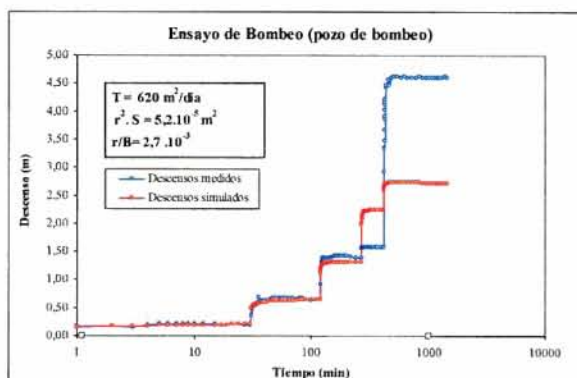


Figura 10

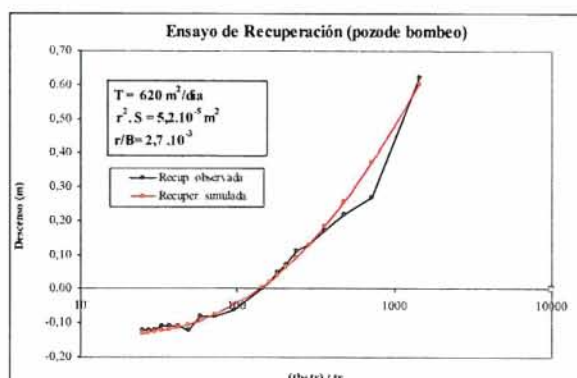


Figura 11

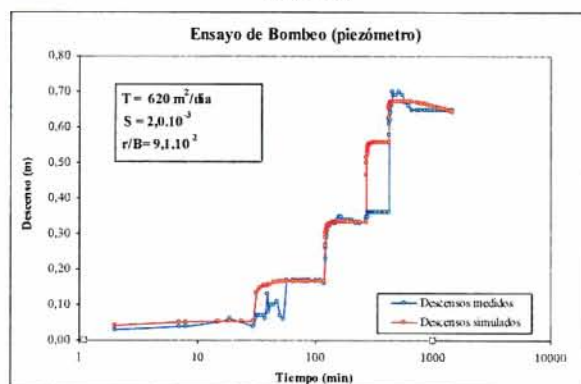


Figura 12

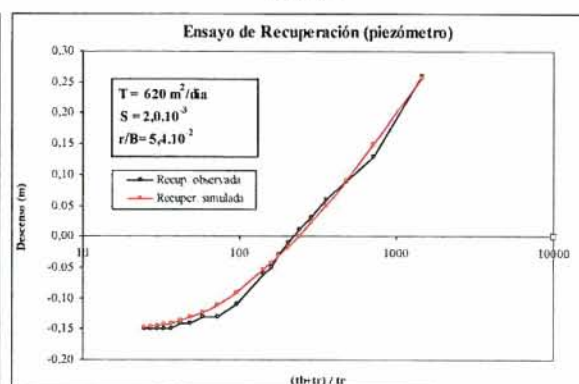


Figura 13



Los resultados obtenidos son muy similares en todos los casos, sea bombeo o recuperación, piezómetro o pozo de bombeo, y se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Punto de observación	Metodo de interpretación	Transmisividad m <sup>2</sup> /día	S	r <sup>2</sup> .S m <sup>2</sup>	r/B	R. Equiv. m
Pozo bombeo	Simulación Bombeo (solución de Hantush)	620	--	5,2E-05	2,7E-03	0,30
Pozo bombeo	Simulación recuperación (solución de Hantush)	620	--	5,20E-05	2,7E-03	0,30
Piezómetro	Simulación Bombeo (solución de Hantush)	620	0,20%	--	9,10E-02	0,30
Piezómetro	Simulación recuperación (solución de Hantush)	620	0,20%	--	4,54E-02	0,30

Las diferencias más notables se refiere al factor de goteo (B) que difiere en mas de un orden de magnitud.

Sin embargo, la calidad de la calibración obtenida es deficiente en los descensos. Ello pudiera se debido a un error en la transcripción del caudal del penúltimo escalón, ya que los descensos que origina son muy parecidos a los del escalón precedente, en tanto que el caudal es doble. En el caso del piezómetro, los descensos simulados quedan distorsionados sólo para ese escalón, pero en el caso del pozo de bombeo impiden ajustar debidamente las pérdidas de carga, por lo que las simulaciones de todos los escalones son afectadas, especialmente los correspondientes los escalones de más altos.

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

A destacar que el nivel de agua después del ensayo es 0,12 m más alto después del ensayo que antes del mismo que hace que ambas curvas de recuperación corten al eje de abcisas en su parte positiva, lo sugiere que ha habido una fluctuación de fondo durante el ensayo. Para poder simular este hecho, las recuperaciones simuladas de las figuras 11 y 13 están desplazadas verticalmente 0,12 m.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto un acuífero libre con drenaje diferido, en el que debido a la insuficiente duración del ensayo de bombeo no se pone de manifiesto la fase final en la que el acuífero funciona con su coeficiente de almacenamiento real.

Los resultados más fiables son los correspondientes al piezómetro, ya que los correspondientes al pozo de bombeo están afectados por la menor precisión de los parámetros relacionados con el almacenamiento, y el enmascaramiento producido por las pérdidas de carga, que no han podido ser estimadas con precisión.

La transmisividad obtenida es 620 m<sup>2</sup>/día. El coeficiente de almacenamiento (S) sólo es representativo del funcionamiento del acuífero en los primeros instantes de bombeo.



## ANEXO Nº 1

**ESTADILLO ENSAYO DE BOMBEO**

Localidad: **Cortes (Navarra)**  
 Hoja MTN **26-13 (321) Tauste**

Nº de Inventario Pozo de bombeo:	<b>2613-2-0044</b>	Coordenadas sondeo:	<b>631964 4644449 240</b>
Nº de Inventario Piezómetro:	<b>2613-2-0046</b>	Coordenadas Piezómetro:	<b>631964 4644453 240</b>
Profundidad del sondeo:	<b>30</b>	Distancia del piezómetro:	<b>3,50 metros a 0 °E</b>
Nivel estático:	<b>2,98 m</b>	Toponimia./Ref.Catastral.	<b>Polígono 7 Parcela 370</b>
Profundidad techo Fm. acuífera (m)	<b>7 m</b>	Fecha ensayo:	<b>30 de mayo de 2007</b>
Profundidad muro Fm acuífera (m)	<b>24 m</b>	Bomba:	<b>CAPRARI 6" E6S 54/20 50 CV</b>
Longitud del filtro (Screen length)	<b>12 m</b>	Grupo :	<b>DEUSCH 100KVA 150 CV</b>
Φ perforación (annulus diameter)	<b>600 mm</b>	Profundidad bomba:	<b>27 m</b>
Φ pantalla (casing diameter)	<b>300 mm</b>		

Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
8:45	0	0	2,98	0	3,15	0	
8:46	1,0	1	3,16	0,18			Agua clara.
8:47	1,0	2	3,15	0,17	3,18	0,03	Agua casi clara, con ligero tono anaranjado
8:48	1,0	3	3,14	0,16			Agua clara.
8:49	1,0	4	3,17	0,19			
8:50	1,0	5	3,18	0,20			
8:51	1,0	6	3,18	0,20			
8:52	1,0	7	3,18	0,20	3,19	0,04	
8:53	1,0	8	3,18	0,20	3,19	0,04	
8:54	1,0	9	3,18	0,20			
8:55	1,0	10	3,18	0,20			
8:57	1,0	12	3,18	0,20			
9:00	1,0	15	3,18	0,20	3,2	0,05	
9:02	1,0	17	3,17	0,19			
9:04	1,0	19	3,17	0,19	3,21	0,06	
9:06	1,0	21	3,18	0,20			
9:09	1,0	24	3,18	0,20	3,2	0,05	
9:12	1,0	27	3,17	0,19			
9:15	1,0	30	3,17	0,19	3,19	0,04	
9:16	2,9	31	3,35	0,37			El agua se enturbia.
9:17	2,9	32	3,52	0,54	3,22	0,07	
9:18	2,9	33	3,51	0,53	3,22	0,07	
9:19	2,9	34	3,54	0,56			
9:20	2,9	35	3,57	0,59	3,22	0,07	
9:21	2,9	36	3,67	0,69			
9:22	2,9	37	3,57	0,59	3,22	0,07	Agua turbia.
9:23	2,9	38	3,59	0,61	3,21	0,06	
9:24	2,9	39	3,60	0,62	3,28	0,13	
9:25	2,9	40	3,60	0,62	3,23	0,08	Agua turbia con un ligero color naranja.
9:27	2,9	42	3,61	0,63	3,25	0,10	Agua casi clara.
9:30	3	45	3,63	0,65	3,25	0,10	
9:32	3	47	3,64	0,66	3,26	0,11	
9:34	3	49	3,64	0,66			
9:36	3	51	3,64	0,66	3,22	0,07	Cond: 1883 µS/cm pH: 7.8 Tª 16º C
9:39	3	54	3,64	0,66	3,21	0,06	
9:42	3	57	3,65	0,67	3,32	0,17	
9:45	3	60	3,65	0,67			Agua clara.





Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
9:50	3	65	3,64	0,66	3,32	0,17	
9:55	3	70	3,64	0,66	3,32	0,17	
10:00	3	75	3,63	0,65	3,32	0,17	
10:05	3	80	3,65	0,67	3,32	0,17	
10:10	3	85	3,64	0,66	3,32	0,17	
10:15	3	90	3,63	0,65	3,32	0,17	
10:25	3	100	3,61	0,63	3,32	0,17	
10:35	3	110	3,63	0,65	3,32	0,17	
10:45	3	120	3,63	0,65	3,31	0,16	
10:46	6	121	3,90	0,92	3,38	0,23	Agua turbia, de color naranja.
10:47	6	122	4,12	1,14	3,41	0,26	Agua turbia sin color.
10:48	6	123	4,20	1,22	3,42	0,27	
10:49	6	124	4,29	1,31	3,44	0,29	
10:50	6	125	4,31	1,33	3,45	0,30	
10:51	6	126	4,33	1,35	3,46	0,31	
10:52	6	127	4,36	1,38	3,47	0,32	
10:53	6	128	4,37	1,39	3,47	0,32	
10:54	6	129	4,34	1,36	3,47	0,32	
10:55	6	130	4,35	1,37	3,47	0,32	
10:57	6	132	4,37	1,39	3,47	0,32	Agua turbia.
11:00	6	135	4,35	1,37	3,48	0,33	
11:02	6	137	4,34	1,36	3,48	0,33	
11:04	6	139	4,33	1,35	3,48	0,33	
11:06	6	141	4,35	1,37	3,48	0,33	
11:09	6	144	4,36	1,38	3,48	0,33	Agua clara.
11:12	6	147	4,36	1,38	3,48	0,33	
11:15	6	150	4,37	1,39	3,48	0,33	
11:20	6	155	4,38	1,40	3,49	0,34	
11:25	6	160	4,40	1,42	3,5	0,35	
11:30	6	165	4,40	1,42	3,5	0,35	
11:35	6	170	4,40	1,42	3,49	0,34	Cond: 1851 $\mu$ S/cm pH: 7.7 T <sup>a</sup> 17° C
11:40	6	175	4,41	1,43	3,49	0,34	
11:45	6	180	4,41	1,43	3,49	0,34	
11:55	6	190	4,40	1,42	3,49	0,34	
12:05	6	200	4,40	1,42	3,49	0,34	
12:25	6	220	4,39	1,41	3,48	0,33	
12:45	6	240	4,37	1,39	3,48	0,33	
13:15	6	270	4,36	1,38	3,49	0,34	
13:16	10	271	4,54	1,56	3,50	0,35	Agua clara.
13:17	10	272	4,55	1,57	3,50	0,35	
13:18	10	273	4,54	1,56	3,50	0,35	
13:19	10	274	4,55	1,57	3,50	0,35	
13:20	10	275	4,55	1,57	3,50	0,35	
13:21	10	276	4,55	1,57	3,51	0,36	
13:22	10	277	4,55	1,57	3,51	0,36	
13:23	10	278	4,55	1,57	3,51	0,36	
13:24	10	279	4,55	1,57	3,51	0,36	
13:25	10	280	4,56	1,58	3,51	0,36	
13:27	10	282	4,56	1,58	3,51	0,36	Agua clara.
13:30	10	285	4,56	1,58	3,51	0,36	
13:32	10	287	4,56	1,58	3,51	0,36	
13:34	10	289	4,56	1,58	3,51	0,36	



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
13:36	10	291	4,56	1,58	3,51	0,36	
13:39	10	294	4,56	1,58	3,51	0,36	
13:42	10	297	4,56	1,58	3,51	0,36	
13:45	10	300	4,55	1,57	3,51	0,36	
13:50	10	305	4,55	1,57	3,51	0,36	
13:55	10	310	4,56	1,58	3,51	0,36	Cond: 1919 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.8 T <sup>a</sup> 16° C
14:00	10	315	4,56	1,58	3,51	0,36	
14:05	10	320	4,56	1,58	3,51	0,36	
14:10	10	325	4,56	1,58	3,51	0,36	
14:15	10	330	4,56	1,58	3,51	0,36	
14:25	10	340	4,56	1,58	3,51	0,36	
14:35	10	350	4,56	1,58	3,51	0,36	MUESTRA 1. Cond > 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.7 T <sup>a</sup> 17° C
14:55	10	370	4,56	1,58	3,51	0,36	
15:15	10	390	4,56	1,58	3,51	0,36	
15:35	10	410	4,56	1,58	3,51	0,36	
15:45	10	420	4,56	1,58	3,51	0,36	
15:46	12,1	421	5,91	2,93	3,73	0,58	Agua naranja.
15:47	12,1	422	6,32	3,34			Agua sucia.
15:48	12,1	423	6,46	3,48	3,76	0,61	
15:49	12,1	424	6,65	3,67	3,77	0,62	
15:50	12,1	425	6,84	3,86	3,77	0,62	
15:51	12,1	426	6,90	3,92	3,77	0,62	
15:52	12,1	427	7,01	4,03	3,80	0,65	
15:53	12,1	428	7,10	4,12	3,79	0,64	
15:54	12,1	429	7,15	4,17	3,79	0,64	
15:55	12,1	430	7,21	4,23	3,80	0,65	
16:00	12,1	435	7,41	4,43	3,81	0,66	
16:05	12,1	440	7,46	4,48	3,82	0,67	Agua turbia.
16:15	12,1	450	7,56	4,58	3,85	0,70	
16:25	12,1	460	7,46	4,48	3,84	0,69	
16:45	12,1	480	7,59	4,61	3,84	0,69	El agua va aclarando, todavia sale turbia
17:15	12,1	510	7,62	4,64	3,85	0,70	Cond: 2160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.7 T <sup>a</sup> 16° C
17:45	12,1	540	7,61	4,63	3,84	0,69	
18:25	12,1	580	7,60	4,62	3,82	0,67	
19:05	12,1	620	7,61	4,63	3,81	0,66	
19:45	12,1	660	7,60	4,62	3,80	0,65	
20:45	12,1	720	7,60	4,62	3,80	0,65	MUESTRA 2. Cond: 2160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.7 T <sup>a</sup> 16° C
21:45	12,1	780	7,60	4,62	3,80	0,65	
22:45	12,1	840	7,61	4,63	3,80	0,65	
23:45	12,1	900	7,59	4,61	3,80	0,65	
0:45	12,1	960	7,59	4,61	3,80	0,65	
1:45	12,1	1020	7,60	4,62	3,80	0,65	
2:45	12,1	1080	7,60	4,62	3,80	0,65	Agua prácticamente clara.
3:45	12,1	1140	7,60	4,62	3,80	0,65	
4:45	12,1	1200	7,59	4,61	3,80	0,65	
5:45	12,1	1260	7,59	4,61	3,80	0,65	
6:45	12,1	1320	7,60	4,62	3,80	0,65	
7:45	12,1	1380	7,61	4,63	3,80	0,65	
8:45	12,1	1440	7,60	4,62	3,80	0,65	MUESTRA 3. Cond: 2320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH: 7.8 T <sup>a</sup> 15° C
8:46	0	1441	3,60	0,62	3,41	0,26	
8:47	0	1442	3,25	0,27	3,28	0,13	
8:48	0	1443	3,20	0,22	3,24	0,09	



Hora	Caudal l/seg.	Tiempo min	Pozo de bombeo		Piezómetro		Observaciones
			Profund. m.	Descen. m.	Profund. m.	Descen. m.	
8:49	0	1444	3,15	0,17	3,21	0,06	
8:50	0	1445	3,11	0,13	3,18	0,03	
8:51	0	1446	3,09	0,11	3,16	0,01	
8:52	0	1447	3,05	0,07	3,14	-0,01	
8:53	0	1448	3,03	0,05	3,12	-0,03	
8:54	0	1449	3,00	0,02	3,10	-0,05	
8:55	0	1450	2,98	0,00	3,09	-0,06	
9:00	0	1455	2,92	-0,06	3,04	-0,11	
9:05	0	1460	2,90	-0,08	3,02	-0,13	
9:10	0	1465	2,90	-0,08	3,02	-0,13	
9:15	0	1470	2,86	-0,12	3,01	-0,14	
9:20	0	1475	2,87	-0,11	3,01	-0,14	
9:25	0	1480	2,87	-0,11	3,00	-0,15	
9:30	0	1485	2,87	-0,11	3,00	-0,15	
9:35	0	1490	2,86	-0,12	3,00	-0,15	
9:40	0	1495	2,86	-0,12	3,00	-0,15	
9:45	0	1500	2,86	-0,12	3,00	-0,15	

## **ANEJO 4**

# **ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS**



INFORME DE  
 RESULTADO  
 DE ENSAYO  
 solicitado por:

MICROTEC AMBIENTE, S.A.U.

NUÑEZ DE BALBOA, 81, LOCAL  
 28006 MADRID

MADRID

Denominación  
 de la muestra:

09-406-A CORTES.-

UTM-X:

UTM-Y:

Matriz: AGUA CONTINENTAL Tomada por: EL CLIENTE

Tipo de muestra: PUNTUAL

Fecha muestreo 01/12/2005 Hora

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

DETERMINACIÓN	RESULTADO	METODOLOGÍA
CONDUCTIVIDAD A 20 °C .....	1,891	µ S/cm Electrometría. (P.I.E. COND)
pH.....	7,15	ud. de pH Electrometría. (P.I.E. PH)
CLORUROS.....	248,87	mg/l Método argentométrico de Mohr. (P.I.E. CLOR)
SULFATOS.....	645,40	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SULF)
BICARBONATOS.....	364,85	mg/l Acidimetría, con anaranjado de metilo (P.I.E. ALCA)
CARBONATOS.....	0,00	mg/l Acidimetría, con fenolftaleína. (P.I.E. ALCA)
NITRATOS.....	34,62	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. NITA)
SODIO.....	164,25	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
MAGNESIO.....	63,61	mg/l Complexometría (P.I.E. DURE)
CALCIO.....	272,17	mg/l Complexometría (P.I.E. CALC)
POTASIO.....	3,22	mg/l Espectrometría de absorción atómica (P.I.E. NaKA)
NITRITOS.....	0,89	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. NITI)
AMONIO.....	0,10	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. AMON)
BORO.....	0,11	mg/l Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. BORO)
FOSFATO.....	0,83	mg/l P2O5 Espectrofotometría de absorción. (P.I.E. FOSF)
ANHÍDRIDO SILÍCICO.....	14,69	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. SILI)
HIERRO.....	0,07	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. HIER)
MANGANESO.....	0,00	mg/l Espectrofotometría de absorción (P.I.E. MANG)

Observaciones:

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

**martes, 10 de enero de 2006**

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

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

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



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 000005533**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

CORTES MMA - ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 1 (6 HORAS)

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 000005287

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 30/05/2007 Hora: 14:45

Fecha recepción: 11/06/2007

Inicio análisis: 11/06/2007

Fin analisis: 18/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
•ANHIDRIDO SILICICO	17,63 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
•BICARBONATOS	337,92 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
•BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	233,46 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenoltaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	214,96 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1949 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,39 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
•HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
•HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
•MAGNESIO	68,99 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
•MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	39,89 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
•NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,28 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	3,52 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	132,84 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	553,9 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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

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

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

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

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

19 de junio de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espiñero  
Licda 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	214,96	6,06	25,50
SULFATOS	553,90	11,53	48,50
BICARBONATOS	337,92	5,54	23,29
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	39,89	0,64	2,71
SODIO	132,84	5,78	24,91
MAGNESIO	68,99	5,68	24,47
CALCIO	233,46	11,65	50,23
POTASIO	3,52	0,09	0,39

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,05 °C
Sólidos disueltos	1603,58 mg/l
CO2 libre	28,22 mg/l
Dureza total	86,71 °Francés
Dureza total	867,05 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	590,06 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	277,15 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	277,15 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	3,18
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,34
$rNa/rK$	64,18
$rNa/rCa$	0,50
$rCa/rMg$	2,05
$rCl/rHCO_3$	1,09
$rSO_4/rCl$	1,90
$rMg/rCa$	0,49
i.c.b.	0,03
i.d.d.	0,01

N° Registro: 5287



**CAASA**  
CENTRO DE ANÁLISIS DE AGUAS S.A.

**E C**  
ENSAYOS  
N° 486 / LE1065

### INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO N° 00005546

Solicitado por:	CONTROL Y GEOLOGIA, S.A. (CYGSA) PASEO ROSALES, N° 26 - PLANTA 1ª - OF. N° 6 - ESC. 4 50008 ZARAGOZA ()	
Denominación de la muestra:	CORTES MMA - ENSAYO DE BOMBEO MUESTRA 2 (12 HORAS)	

Matriz Agua continental

N° de muestra: 00005303

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 30/05/2007 Hora: 20:45

Fecha recepción: 11/06/2007

Inicio análisis: 11/06/2007

Fin análisis: 18/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
*ANHIDRIDO SILICICO	19,06 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILII)
*BICARBONATOS	344,05 mg/l	Acidimetría, con anarajide de metilo (PIE-ALCA)
*BORO	0,07 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
*CALCIO	235,84 mg/l	Complejometría (PIE-CALC)
*CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
*CLORUROS	202,58 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	1977 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,36 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
*HIDROXIDOS	0 mg/l	Volimetría (PIE-ALCA)
*HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en línea (PIE-FeAA)
*MAGNESIO	64,90 mg/l	Complejometría (PIE-DURE)
*MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en línea (PIE-MnAA)
*NITRATOS	47,91 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITR)
*NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITII)
pH	7,35 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
*POTASIO	3,51 mg/l	Espectrofotometría de absorción atómica en línea (PIE-NaKA)
*SODIO	131,67 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en línea (PIE-NaKA)
*SULFATOS	579,3 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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

19 de junio de 2007

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

Página 1/1



**ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS****MACROCONSTITUYENTES**

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	202,58	5,71	23,63
SULFATOS	579,30	12,06	49,87
BICARBONATOS	344,05	5,64	23,31
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	47,91	0,77	3,19
SODIO	131,67	5,73	24,98
MAGNESIO	64,90	5,34	23,29
CALCIO	235,84	11,77	51,33
POTASIO	3,51	0,09	0,39

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA****OTROS DATOS DE INTERÉS**

Punto de congelación	-0,06 °C
Sólidos disueltos	1629,28 mg/l
CO2 libre	24,45 mg/l
Dureza total	85,62 °Francés
Dureza total	856,15 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	574,13 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	282,18 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	282,18 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

**RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE**

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	3,15
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,34
$rNa/rK$	63,80
$rNa/rCa$	0,49
$rCa/rMg$	2,20
$rCl/rHCO_3$	1,01
$rSO_4/rCl$	2,11
$rMg/rCa$	0,45
i.c.b.	-0,02
i.d.d.	-0,01

N° Registro: 5303



**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO Nº 00005532**

Solicitado por:

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

Denominación de la muestra:

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

Matriz: Agua continental

Nº de muestra: 00005286

Tipo de muestra: Puntual

Tomada por: El cliente

Fecha muestreo: 31/05/2007 Hora: 8:45

Fecha recepción: 11/06/2007

Inicio análisis: 11/06/2007

Fin análisis: 18/06/2007

DETERMINACION	RESULTADO	METODOLOGIA
AMONIO	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-AMON)
•ANHIDRIDO SILICICO	19,43 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-SILI)
•BICARBONATOS	339,15 mg/l	Acidimetría, con anaranjado de metilo (PIE-ALCA)
•BORO	0,05 mg/l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-BORO)
•CALCIO	248,92 mg/l	Complexometría (PIE-CALC)
•CARBONATOS	< 5 mg/l	Acidimetría, con fenolftaleína (PIE-ALCA)
•CLORUROS	217,88 mg/l	Método Argentométrico de Mohr (PIE-CLOR)
CONDUCTIVIDAD 20 °C	2020 µS/cm	Electrometría (PIE-COND)
FOSFATOS	0,30 mg P-PO4 <sup>3-</sup> /l	Espectrofotometría de absorción molecular (PIE-FOSF)
•HIDROXIDOS	0 mg/l	Volumetría (PIE-ALCA)
•HIERRO	< 0,05 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-FeAA)
•MAGNESIO	67,31 mg/l	Complexometría (PIE-DURE)
•MANGANESO	< 0,02 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-MnAA)
•NITRATOS	43,60 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITA)
•NITRITOS	< 0,04 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-NITI)
pH	7,20 ud. de pH	Electrometría (PIE-PH)
•POTASIO	3,60 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SODIO	137,51 mg/l	Espectrometría de absorción atómica en llama (PIE-NaKA)
•SULFATOS	600,8 mg/l	Espectrofotometría de absorción (PIE-SULF)

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

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

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

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

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

19 de junio de 2007

Fdo.: Susana Avilés Espiñero

Leda en Ciencias Químicas

Directora Técnica del Laboratorio de CAASA

Página 1/1

## ANÁLISIS GEOQUÍMICO. DATOS INFORMATIVOS

### MACROCONSTITUYENTES

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>	<u>% meq/l</u>
CLORUROS	217,88	6,15	24,67
SULFATOS	600,80	12,51	50,20
BICARBONATOS	339,15	5,56	22,31
CARBONATOS	0,00	0,00	0,00
NITRATOS	43,60	0,70	2,82
SODIO	137,51	5,98	24,89
MAGNESIO	67,31	5,54	23,05
CALCIO	248,92	12,42	51,68
POTASIO	3,60	0,09	0,38

CLASIFICACIÓN DEL AGUA: **SULFATADA - CÁLCICA**

### OTROS DATOS DE INTERÉS

Punto de congelación	-0,06 °C
Sólidos disueltos	1678,59 mg/l
CO2 libre	34,05 mg/l
Dureza total	89,87 °Francés
Dureza total	898,74 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Dureza permanente	620,73 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de bicarbonatos	278,16 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de carbonatos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad de hidróxidos	0,00 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca
Alcalinidad total	278,16 mg/l de CO <sub>3</sub> Ca

### RELACIONES GEOQUÍMICAS E INDICES DE EQUILIBRIO AGUA-LITOFACIE

$rCl+rSO_4/rHCO_3+rCO_3$	3,36
$rNa+rK/rCa+rMg$	0,34
$rNa/rK$	64,96
$rNa/rCa$	0,48
$rCa/rMg$	2,24
$rCl/rHCO_3$	1,11
$rSO_4/rCl$	2,04
$rMg/rCa$	0,45
i.c.b.	0,01
i.d.d.	0,00

Nº Registro: 5286

**ANEJO 5**  
**FICHA IPA Y FICHA MMA**

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

Tipo: SONDEN Fuente de Información: CHE (OPH)  
 Mapa 1:50.000 (2013) TAI 81E UTMX: 631904 UTMY: 4644449 COTA: 240  
 Provincia: NAVARRA Municipio: CORTES  
 Localidad: CORTES Paraje: CORTES MMA  
 Dominio Hidrográfico: Depresión del Ebro Unidad: Aluvial del Ebro Tudela - Gelsa  
 Acuífero: Cuaternario aluvial  
 Masa Subterránea A: ALUVIAL DEL EBRO Y DELA-ALAGÓN Masa Subterránea B:  
 Acuífero: Cuaternario aluvial Redes: PG PL PB CG CL CM CE L T LM L OI  
 Río: HUÉSCHA Cuenca: Ebro  
 Observaciones:



CortesW (15/05/2006)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de Información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	17/11/2005	16/11/2005		
35	Z-AMALTEA	CHE (OPH)	29/07/2001			Jesús Serrano, Red MMA

**PERFORACIÓN**

Contratista: SACRY MICROTEC Año: 2005  
 Tipo perforación: PERCUSIÓN Profundidad total: 30  
 Observaciones: Inicio 8-11-05

Desde	Hasta	Díámetro (mm)
0	30	600

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Díámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	1	300	5	Metálica ciega	CEMENTACIÓN
1	6	300	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
6	12	300	5	Metálica puñtercillo	EMPAQUE DE GRAVA
12	18	300	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
18	24	300	5	Metálica puñtercillo	EMPAQUE DE GRAVA
24	30	300	5	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	7	ARENAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
<b>Observaciones:</b> Limos y arenas marrones (depósitos cuaternarios de inundación)				
7	15	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas poligénicas con matriz arenosa				
15	19	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas poligénicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa incluso con niveles limosos marrones.				
19	24	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
<b>Observaciones:</b> Gravas poligénicas con matriz arenosa				
24	25	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
<b>Observaciones:</b> Zona de contacto entre las margas limositas y la arena				
25	30	MARGAS	MIOCENO	ACUÍFERO
<b>Observaciones:</b> Margas grises				

**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
32	3,87	2,22	1,65	3,1188	0,4447

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezóhidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
28/07/2008					Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0

Observaciones:

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezóhidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
28/07/2008	2,52			237,48	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
16/06/2008	3,18			236,82	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/05/2008	3,12			236,88	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/04/2008	2,91			237,09	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/03/2008	3,38			236,62	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
11/02/2008	3,82			236,18	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/01/2008	3,64			236,36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
14/12/2007	3,68			236,92	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
23/11/2007	3,32			236,68	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
11/10/2007	3,23			236,77	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/09/2007	2,84			237,16	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24/08/2007	2,61			237,39	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/07/2007	2,57			237,43	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
13/06/2007	2,91			237,09	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
14/05/2007	2,68			237,32	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
24/04/2007	2,76			237,24	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
23/03/2007	3,19			236,81	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
22/02/2007	3,84			236,16	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
15/01/2007	3,28			236,72	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/12/2006	3,46			236,54	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
16/11/2006	3,59			236,41	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
20/10/2006	3,34			236,66	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida Piezóhidro.	Tipo de Medida	Fuente Información	Referencia de medida	Altura de medida
12/08/2006	2,61			237,39	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
21/07/2006	2,22			237,78	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
14/06/2006	2,5			237,5	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Jesús Serrano, Red MMA									
15/05/2006	2,73			237,27	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Jesús Serrano, Red MMA									
17/04/2006	2,74			237,26	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
09/03/2006	3,64			236,36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
10/02/2006	3,87			236,13	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b>									
19/01/2006	3,59			236,41	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Foto imagen 3/64m									
15/12/2005	3,38			236,62	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Red MMA									
16/11/2005	3,25			236,75	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	BROCAL	0
<b>Observaciones:</b> Primera medida con el sondador instalado									

OTRAS FOTOS



261320044\CortesDet (09/11/2005)



261320044\CortesEmplazamientoSW (16/11/2005)



CortesDetalle (15/05/2006)



CortesS (15/05/2006)



2007/08/13

CORTES-1 (18/12/2007)



2007/08/13

CORTES-2 (18/12/2007)



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

Tipo: SONDHO Fuente de información: CHE (OPH)  
 Mapa 1:50.000: (2913) TAU STE UTMX: 631970 UTMY: 4644450 COTA: 240  
 Provincia: NAVARRA Municipio: CORTES  
 Localidad: Paraje: PIEZOMETRO CORTES MMA  
 Dominio Hidrográfico: Depresión del Ebro Unidad: Aluvial del Ebro Tudela - Gelsa

Acuífero: Cuaternario aluvial

Masa Subterránea A: ALUVIAL DEL EBRO TUDELA-ALAGÓN Masa Subterránea B:

Acuífero: Redes: PG PL PH CG CL CH CE L T LH I OT  
 Río: IRECHA Cuenca: EBR0

Observaciones: Piezometro perforado para la medida durante el ensayo de bombeo



Piezometro al fondo (20/01/2006)

Nº	Realización	Fecha	Fuente de información	FECHA	FECHA INFO	OBSERVACIONES
1	Z-AMALTEA	09/05/2006	CHE (OPH)	09/05/2006	01/01/2006	
3	Z-AMALTEA	14/11/2007	CHE (OPH)	14/11/2007		J Serrano Revisión cota.

**PERFORACIÓN**

Contratista: SAC'VR MICROTEC

Año: 2005

Tipo perforación: PERCUSIÓN

Profundidad total: 25

Observaciones: Se inicia el 22-11-05 y finaliza el 22-11-05

Desde	Hasta	Diámetro (mm)
0	25	400

**REVESTIMIENTO**

Desde	Hasta	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Tipo	Empaque
0	13	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA
13	19	180	4	Metálica punteada	EMPAQUE DE GRAVA
19	25	180	4	Metálica ciega	EMPAQUE DE GRAVA

**LITOLOGÍA**

Desde	Hasta	Litología	Edad	Tipo acuífero
0	7	ARINAS Y ARCILLAS	CUATERNARIO ALUVIAL	
Observaciones: Limos arcas marrones.				
7	15	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
Observaciones: Gravas poligenicas con matriz arenosa				
15	19	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
Observaciones: Gravas poligenicas de menor tamaño con mayor proporción de matriz arenosa incluso con niveles limosos marrones				
19	24	GRAVAS	CUATERNARIO ALUVIAL	ACUÍFERO
Observaciones: Gravas poligenicas con matriz arenosa				
24	25	MÁRGAS	TERCIARIO INDEFINIDO	
Observaciones: Márgas grises				

**PIEZOHIDROMETRÍA**

NIVEL: NIVEL1

Nº de medidas	Máximo	Mínimo	Rango de Oscilación	Media	Desviación típica
1	3.64	3.64	0	3.64	0

Fecha muestreo	Nivel (m)	Caudal (l/s)	Altura de Escala (m)	Cota (m)	Medida PiezoHidro.	Tipo de Medida	Fuente información	Referencia de medida	Altura de medida
20/01/2006	3.64			236.36	Nivel Estático	SONDA MANUAL	CHE (OPH)	100 CM	0

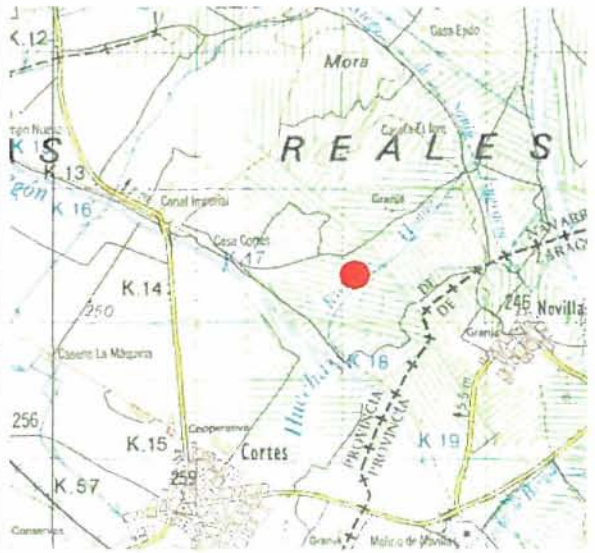
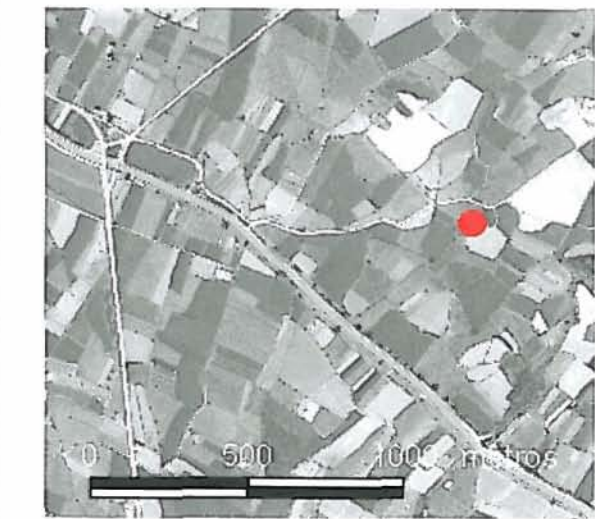
Observaciones

## FICHA DE PIEZÓMETRO

TOPONIMIA		CORTES MMA PIEZÓMETRO			CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		
CÓDIGO IPA		261320046	Nº MTN 1:50.000 2613	MUNICIPIO CORTES		PROVINCIA NAVARRA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA		052   ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN					
U. HIDROGEOLOGICA		406   Aluvial del Ebro: Tudela - Gelsa					
ACUÍFERO(S)		052-02 Cuaternario aluvial (Tudela - Gelsa)					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	631970	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4644450					
COTA DEL SUELO msnm	Z	240	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		7	PARCELA	370			
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Cortes					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

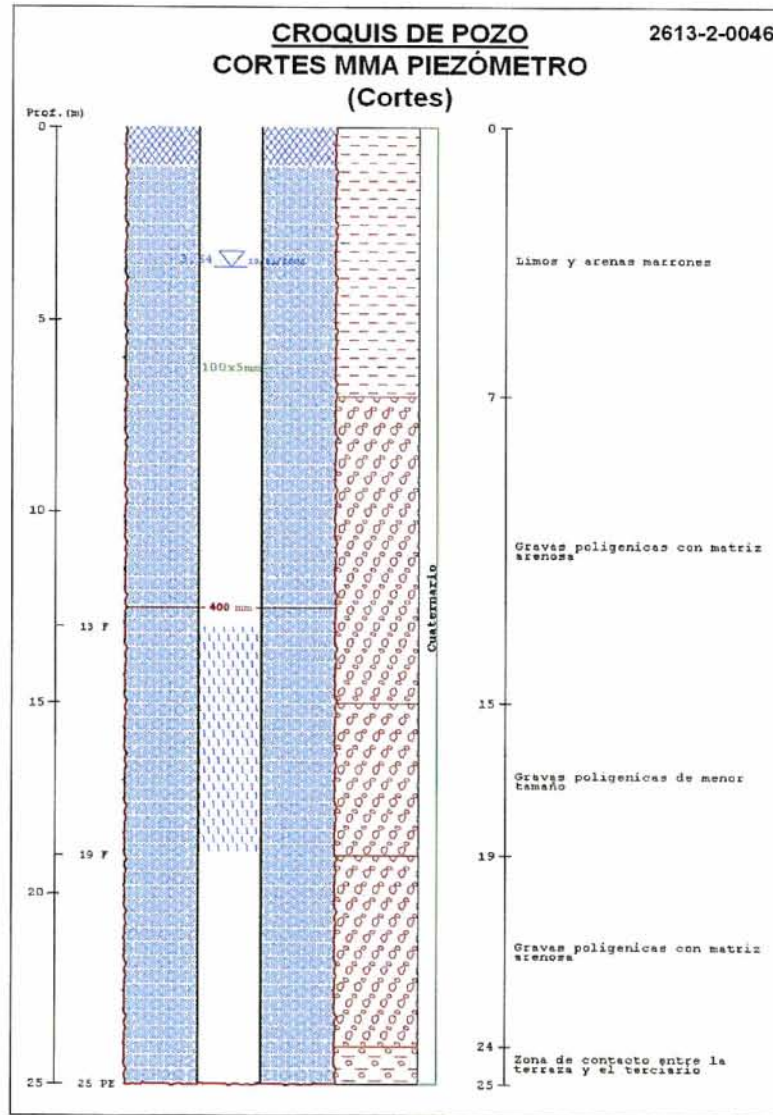
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO											
METODO		PROFUNDIDAD DEL SONDEO						EMPAQUE		Si	
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION	
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA
0	25	400	0	25	180	Metálica	13	19	Puentecillo	0	1

HISTORIA	
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO	

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



# CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA



## FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE

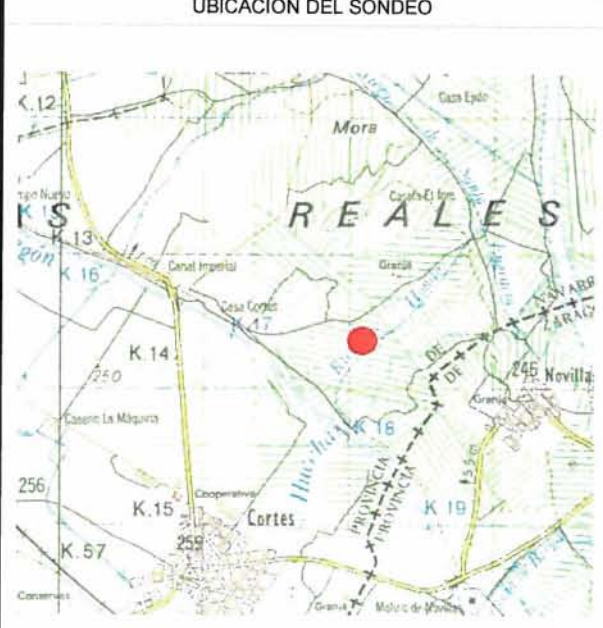
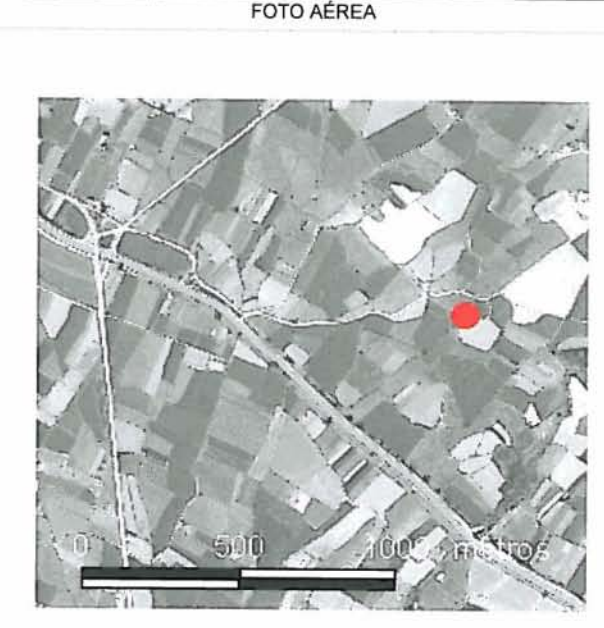


## FICHA DE PIEZÓMETRO

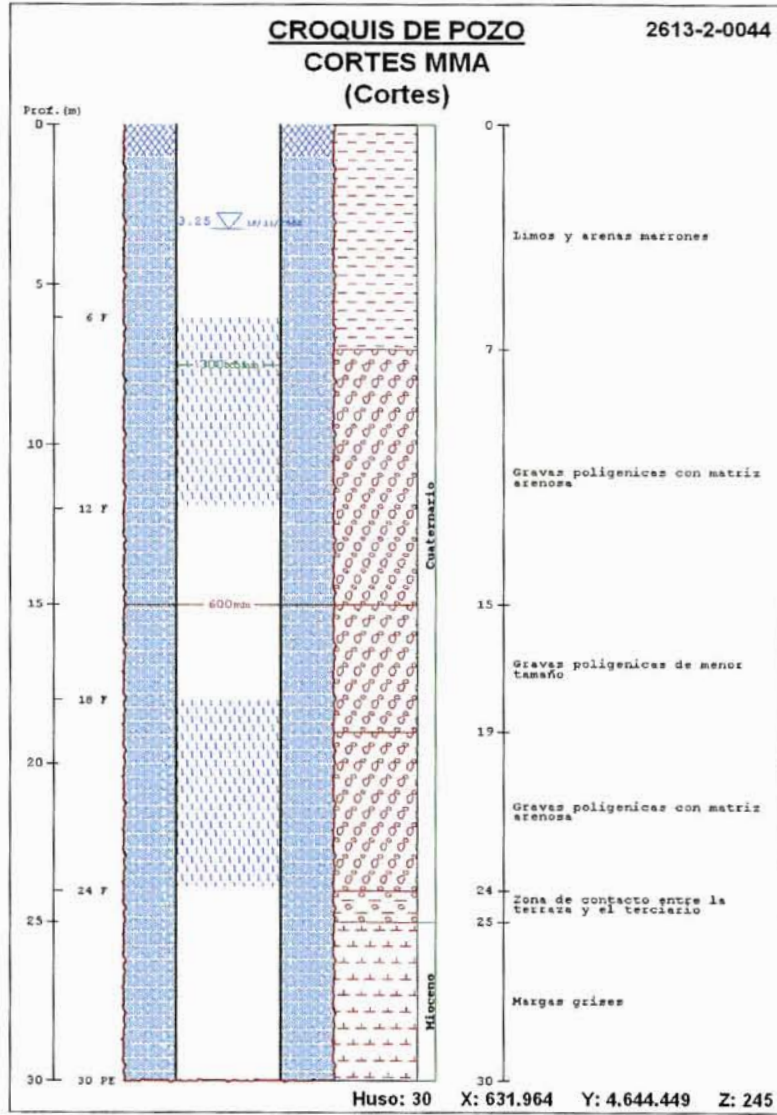
TOPONIMIA		CORTES MMA		CÓDIGO IDENTIFICACIÓN		09.406.006	
CÓDIGO IPA		261320044	Nº MTN 1:50.000 2613	MUNICIPIO CORTES		PROVINCIA NAVARRA	
CUENCA HIDROGRÁFICA		EBRO					
MASA SUBTERRÁNEA		052   ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN					
U. HIDROGEOLÓGICA		406   Aluvial del Ebro: Tudela - Gelsa					
ACUÍFERO(S)		052-02 Cuaternario aluvial (Tudela - Gelsa)					
COORDENADAS UTM HUSO 30	X	631964	DATOS OBTENIDOS DE:	GIS-Oleicola	REFERENCIA DE LAS MEDIDAS	BROCAL	
	Y	4644449					
COTA DEL SUELO msnm	Z	240	DATOS OBTENIDOS DE:	1:25000	ALTURA SOBRE EL SUELO m	0	
POLÍGONO		7	PARCELA		370		
TITULARIDAD DEL TERRENO		Ayuntamiento de Cortes					
PERSONA DE CONTACTO							
ACCESO							

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE USO												
METODO	Percusión			PROFUNDIDAD DEL SONDEO				30	EMPAQUE			Si
PERFORACIÓN (m)			ENTUBACIÓN (m)				FILTROS (m)			CEMENTACION		
DESDE	HASTA	Ø(mm)	DESDE	HASTA	Ø(mm)	NATURAL.	DESDE	HASTA	NATURALEZA	DESDE	HASTA	
0	30	600	0	30	300	Metálica	6	12	Puentecillo	0	1	
							18	24	Puentecillo			

HISTORIA	
PERTENECE A REDES HISTÓRICAS	No PERIODO DE MEDIDAS
ORGANISMO	

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

**CROQUIS DEL SONDEO Y DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA SUCINTA**



**FOTOGRAFÍAS DEL EMPLAZAMIENTO : ENTORNO Y DETALLE**

