



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE  
TRANSPORTES Y OBRAS PÚBLICAS  
*Dirección de Aguas*

# CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLOTACIÓN JAIZKIBEL JE-1, JE-2, JE-3 Y JE-4 (HONDARRIBIA, GIPUZKOA)

*Octubre 1998*



**EVE**

**CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLOTACIÓN**

**JAIZKIBEL JE-1, JE-2, JE-3 Y JE-4**

**(HONDARRIBIA, GIPUZKOA)**

**Octubre 1998**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS Y EMPLAZAMIENTO</b>	<b>1</b>
<b>3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA</b>	<b>1</b>
<b>4. ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
<b>5. MEMORIA DE LOS SONDEOS</b>	<b>5</b>
5.1. SONDEO JAIZKIBEL JE-3	6
5.1.1. Desarrollo de los trabajos	6
5.1.2. Columna litológica. Aportes de agua	9
5.1.3. Características técnicas del sondeo	10
5.1.4. Prueba de producción	10
5.1.4.1. Análisis de la prueba de producción	12
5.1.5. Hidroquímica y calidad del agua	14
5.2. SONDEO JAIZKIBEL JE-2	15
5.2.1. Desarrollo de los trabajos	15
5.2.2. Columna litológica. Aportes de agua	17
5.2.3. Características técnicas del sondeo	17
5.2.4. Prueba de producción	18
5.2.4.1. Análisis de la prueba de producción	20
5.2.5. Hidroquímica y calidad del agua	21
5.3. SONDEO JAIZKIBEL JE-1	22
5.3.1. Desarrollo de los trabajos	22
5.3.2. Columna litológica. Aportes de agua	24
5.3.3. Características técnicas del sondeo	24
5.3.4. Prueba de producción	26
5.3.4.1. Análisis de la prueba de producción	27
5.3.5. Hidroquímica y calidad del agua	29
5.4. SONDEO JAIZKIBEL JE-4	30
5.4.1. Desarrollo de los trabajos	30
5.4.2. Columna litológica. Aportes de agua	31
5.4.3. Características técnicas del sondeo	32
5.4.4. Prueba de producción	33
5.1.4.1. Análisis de la prueba de producción	34
5.4.5. Hidroquímica y calidad del agua	36
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Convenio “Programas de Actuación en Aguas Subterráneas” suscrito entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco y el Ente Vasco de la Energía, se han realizado cuatro sondeos de explotación en el término municipal de Hondarribia, denominados Jaizkibel JE-1, JE-2, JE-3 y JE-4.

Estas obras se incluyen en el Catálogo de Actuaciones en Aguas Subterráneas, elaborado en el ámbito de dicho convenio en Julio de 1997.

Una vez finalizados los trabajos de perforación, acondicionamiento y pruebas de producción de los sondeos, se ha elaborado el presente informe, en el que se recogen los aspectos más destacables de los mismos, así como la estimación de su capacidad productiva.

## 2. OBJETIVOS Y EMPLAZAMIENTO

Los sondeos se ubican en el sector nororiental de la Unidad Hidrogeológica Jaizkibel y su objetivo principal es el incremento de los recursos disponibles para el abastecimiento de los municipios de Hondarribia e Irun, que es gestionado por Servicios de Txingudi S.A.

El acceso a los sondeos se realiza desde una pista forestal que parte de la carretera comarcal GI-3440 entre Guadalupe y el monte Jaizkibel (Plano 1).

Las coordenadas UTM y la cota aproximada de los puntos de perforación son las siguientes:

Sondeo	UTMX	UTMY	Cota (m)
JE-1	594 080	4 802 295	195
JE-2	593 620	4 801 850	220
JE-3	593 510	4 801 585	227
JE-4	594 345	4 803 310	95

## 3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

La Unidad Hidrogeológica Jaizkibel (Plano 1) está constituida íntegramente por materiales del Terciario, que se disponen concordantemente sobre los materiales del flysch detrítico-calcáreo del Cretácico superior (1), en una estructura monoclinal, localmente con suaves repliegues, de orientación N40E a N60E con buzamientos suaves (10-40°) al NW.

Estratigráficamente se distinguen tres niveles:

a. Fm calcárea de Daniense (2, 3, 4). Término basal formado por margas, margocalizas y calizas de tonalidades rojas del Maastrichtiense superior-Daniense con una potencia máxima del conjunto que puede alcanzar los 200 metros. Presentan una permeabilidad global media asociada a sus facies más carbonatadas. Se localizan niveles de calizas fisuradas y karstificadas pero su disposición aislada y su reducida extensión les resta todo interés hidrogeológico.

b. Tramo hemipelágico (5). Término intermedio con una potencia media de 250-300 m. Está constituido principalmente por margas aunque intercala algunos niveles de areniscas, margocalizas y calizas arenosas, frecuentemente descalcificadas, en proporción inferior a un 15%. Se caracteriza por una permeabilidad media-baja,

lo cual no impide que en él se localicen puntos de agua de entidad, indudablemente alimentados por la formación suprayacente a favor de fracturas o niveles de areniscas y calizas.

c. Fm Jaizkibel. A techo se sitúa una serie, fundamentalmente terrígena, con una potencia superior a 1300 m (flicsch detrítico Terciario). A escala cartográfica está compuesta, en síntesis, por la alternancia de dos términos. El primero, y relativamente más abundante, está formado por una alternancia de areniscas calcáreas, calizas arenosas y lutitas con una proporción de estas últimas inferior al 20 % (6). El segundo está constituido por areniscas, en ocasiones microconglomeráticas, estratificadas en bancos potentes (7). Con frecuencia se encuentran muy alteradas presentando un característico color amarillo, constituyendo el único acuífero de importancia de la Unidad.

El acuífero posee una doble permeabilidad: primaria por porosidad intergranular y secundaria por fisuración y disolución asociada (karstificación). A estos materiales se asocian numerosos manantiales, los más importantes de los cuales aparecen situados en el Plano 1,

y cuyas principales características se resumen en la Tabla 1.

Se delimitan dos sistemas de flujo de dirección opuesta cuyos límites deben coincidir a grandes rasgos con la divisoria de aguas superficiales. El sistema Sur es drenado por los manantiales Goikoerrotta y Esteutz, así como otras surgencias de mucha menor entidad que jalonan el contacto entre la formación Jaizkibel y el sustrato margoso. El sistema Norte, al que pertenece más del 80% de la superficie de afloramiento, es drenado por las surgencias Monatxo, Lete, Artzu, Errota, y Justiz y por aportación directa al mar. Este sistema aparece a su vez subdividido en varios acuíferos individualizados por cambios laterales a lutitas o zonas de baja alteración-fracturación. A su vez, en un mismo acuífero no es descartable la existencia de distintos niveles piezométricamente separados por impermeables relativos.

El recurso renovable se ha establecido en 13.8 Hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 5.8 Hm<sup>3</sup>/año están asociados a las surgencias del sistema Norte, 1.9 Hm<sup>3</sup>/año a los manantiales del sistema sur, y 6.1 Hm<sup>3</sup>/año son drenados directamente al mar o de forma difusa a las regatas.

Manantial	Cota (m)	Qm (l/s)	C (μS/cm)	Observaciones
Monatxo	230	15	270	Captado en Galería Monatxo
Galería Monatxo	220	24	270	800 m de longitud. Abastecimiento de Lezo
Galería Pasaia	108	50		1600 m. Abastecimiento de Pasaia
Lete	115	10	250	Captado con regata. Abastecimiento de Pasaia
Artzu	15	50	385	Captado con regata. Aguas Txingudi
Errota	20	10	387	Dos surgencias. Aguas Txingudi
Justiz	17	25	260	Captado con con regata. Aguas Txingudi
Esteutz	95	15	245	Captación Aguas Txingudi
Goikoerrotta	30	25	488	Captación Aguas Txingudi

Tabla 1. Características de los principales puntos de agua de la Unidad Hidrogeológica Jaizkibel.

El aprovechamiento consiste en la captación no sólo de las surgencias situadas en la vertiente sur sino en el trasvase, mediante galería o bombeo, de las aportaciones situadas en la otra vertiente. Se alcanza, así, un volumen anual de 2 Hm<sup>3</sup>, equivalentes al 15% de los recursos renovables de la unidad. Su destino es el abastecimiento de las principales poblaciones del entorno, gestionado por la Mancomunidad de Aguas de Añarbe y Servicios de Txingudi S.A.

#### 4. ANTECEDENTES

Las primeras obras para determinar las características hidrogeológicas del acuífero se realizaron en el marco de un convenio entre la Diputación Foral de Gipuzkoa y el Ente Vasco de la Energía (1993-1996). En él se perforaron cuatro sondeos de investigación a rotación con extracción de testigo y un sondeo de explotación a percusión, que arrojó un caudal de únicamente 5 l/s.

Posteriormente, y tras una cartografía geológica de detalle a escala

1/5.000, la Diputación Foral de Gipuzkoa perfora en 1997 tres sondeos de preexplotación mediante rotopercusión con martillo en fondo. Los caudales obtenidos fueron de 4 y 17 l/s, siendo negativo uno de ellos.

Las obras realizadas en la Unidad se completan con los sondeos de explotación objeto del presente informe, y con dos nuevos sondeos de investigación, perforados en el marco del mismo convenio entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes y el Ente Vasco de la Energía.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de las características de los sondeos existentes. Su situación se puede encontrar en el Plano 1.

#### 5. MEMORIA DE LOS SONDEOS

Los sondeos se han realizado entre los días 13 de Mayo y 12 de Junio de 1998. El método empleado ha sido el de rotopercusión con martillo en fondo. El equipo utilizado estuvo compuesto en un principio por una perforadora RCG-2500, accionada con motor de 127 CV, con un empuje de 12000 Kg y par de rotación

Sondeo	Tipo	Caudal (l/s)	Fecha	Organismo
J-1	Piezómetro	-	1994	DFG-EVE
J-2	Piezómetro	-	1994	DFG-EVE
J-3	Piezómetro	-	1994	DFG-EVE
J-4	Piezómetro	-	1994	DFG-EVE
DJH-1	Sondeo de explotación	5	1996	DFG-EVE
DJH-2	Sondeo de preexplotación	-	1997	DFG
DJH-3	Sondeo de preexplotación	4	1997	DFG
DJH-4	Sondeo de preexplotación	17	1997	DFG
JE-6R	Piezómetro	-	1998	GV-EVE
JE-7R	Piezómetro	-	1988	GV-EVE

Tabla 2. Resumen de las características de los sondeos realizados en la Unidad Hidrogeológica Jaizkibel.

1200, con compresor modelo CXRSV-455 de 25 Kg/cm<sup>2</sup> de presión, de 27 m<sup>3</sup>/minuto de caudal, accionado por motor Mercedes de 400 CV, de la empresa Sondril S.L.

Posteriormente, ante los importantes aportes de agua en el primer sondeo (JE-3), y debido a los problemas existentes para reperforar a un diámetro adecuado para la entubación prevista (ø250 mm), se decidió sustituir el equipo por otro más potente: una perforadora Zahorí-1206 accionada con motor de 130 Hp a 2000 rpm, y un compresor Atlas Copco XRVS 455 Dd con una presión de 25 Kg/cm<sup>2</sup> y 28 m<sup>3</sup>/minuto de caudal, de la misma empresa.

Entre los días 30 de Junio y 7 de Julio de 1998 se han realizado las pruebas de producción de caudal en los cuatro sondeos. El equipo empleado ha sido una bomba Worthington 8HS-48.12 de 200 CV con motor Aturia con una impulsión de ø125 mm y pitot de ø200 mm, de la empresa Aformhidro S.A.

## 5.1. SONDEO JAIZKIBEL JE-3

### 5.1.1. Desarrollo de los trabajos

El desarrollo cronológico de los trabajos de perforación, entubado y acabado del sondeo JE-3 es el siguiente:

**Día 13/5/98.** Se realiza el acondicionamiento del entorno y emplazamiento del equipo.

**Día 14/5/98.** Comienza la perforación con diámetro 300 mm con el fin de revestir los 2 primeros metros con tubería ciega auxiliar de ø250 mm.

Se inicia la perforación con el martillo de ø220 mm. A los 12 m se produce el primer aporte de agua, inferior a 1 l/s. No se descarta que sean infiltraciones del arroyo próximo, que en el momento de comenzar el sondeo presentaba un caudal de unos 4-5 l/s.

Hasta los 20 m la perforación se realiza de forma rápida al encontrarse los materiales muy sueltos.

En el tramo 36-39 m se produce un nuevo aporte de agua acompañado de importantes arrastres de arena al sondeo. En el metro 50 el caudal se estima en 5 l/s.

A partir de ese momento se comienza a perforar con pequeñas cantidades de espumante para facilitar la evacuación del detritus. A los 62 m se estima un caudal de 15-20 l/s. A esta profundidad se decide sacar la maniobra para revestir los primeros 24 m, ante las pérdidas de aire que se han producido en la perforación en los últimos metros.

**Día 15/5/98.** Se reperforan los 24 m iniciales a diámetro 380 mm y se entuban con tubería metálica ciega de diámetro 320 mm. Se introduce de nuevo el varillaje con el martillo de 220 mm para proseguir la perforación a partir del metro 62.

Sin embargo, las pérdidas de aire continúan en el entorno inmediato del sondeo. Para solventar el problema se realiza una pequeña solera de hormigón (1 m<sup>2</sup>) alrededor del mismo.

**Día 18/5/98.** Tras el paro de fin de semana se observa que el sondeo es surgente con un caudal de 1 l/s.



Fotografía 1. Perforación del sondeo JE-3 (14/5/98).

Continúa la perforación con  $\varnothing 220$  mm, finalizando la jornada a 86 m, con un caudal de 25-30 l/s. Se continúa inyectando espumante.

**Día 19/5/98.** A los 92 m se da por finalizada la perforación, después de invertir casi 4 h en la perforación de la última varilla (6 m).

Tras reparar una avería en un manguito del cabezal de rotación se extrae la maniobra y comienza la reperfuración del sondeo con  $\varnothing 312$  mm. Al final de la jornada se alcanzan los 60 m. Se observa que el nivel tarda en recuperarse.

**Día 20/5/98.** Continúa la reperfuración con  $\varnothing 312$  mm. Los trabajos se

desarrollan con mucha dificultad debido a las pérdidas de aire. Al final de la jornada se alcanzan los 85 m y se decide finalizar la reperfuración tras invertir casi 3 h en la perforación de los últimos 3 m. El caudal del sondeo estimado en ese momento es de unos 40 l/s.

**Día 21/5/98.** Comienza la entubación del sondeo con  $\varnothing 250$  mm. A partir del metro 26 la tubería baja con dificultad. Tras introducir 32 m se hace preciso empujar con la cabeza de la perforadora.

Una vez introducidos 37 m ya no es posible continuar. Se decide el cambio de equipo con el fin de poder

reperforar a un diámetro ligeramente superior. Se extrae la tubería de 250 mm y a primera hora de la tarde se procede a la recogida del equipo.

**Día 25/5/98.** El nuevo equipo queda instalado a media tarde. Comienza la reperforación del sondeo a un diámetro de 320 mm. La jornada finaliza con 56 m reperforados.

**Día 26/5/98.** Continúan las labores de reperforación a  $\varnothing 320$  mm, hasta los 85 m finales.

Se procede a la entubación con tubería de  $\varnothing 250$  mm. Finalizada sin problemas, se introducen los 17000 Kg de gravilla calibrada 2-5 mm disponibles



Fotografía 2. Entubado del sondeo JE-3 (26/5/98).

en el anular entre la perforación y la tubería que, sin embargo, no son suficientes.

**Día 27/5/98.** Ante la falta de grava para finalizar el sondeo se decide efectuar un primer desarrollo del sondeo de 1 h de duración y trasladar el equipo al siguiente emplazamiento (JE-2). Se finalizará una vez concluido el mismo.

Durante el desarrollo se obtiene agua clara, excepto en los momentos iniciales, aunque no totalmente exenta de arrastres de arena fina. El caudal estimado es de unos 40 l/s y su conductividad, de 202  $\mu\text{S/cm}$ .

**Día 4/6/98.** Se emplaza de nuevo el equipo y se completa el engravillado del sondeo con 3500 Kg más.

Se introduce el varillaje y se realiza un segundo desarrollo de 2 horas de duración, invirtiendo media hora en cada zona de filtro. Al igual que en el primer desarrollo, el agua obtenida es clara, salvo en los instantes iniciales, con afluencia de arena fina de escasa magnitud.

Se cierra el espacio interanular entre las tuberías de 250 y 320 mm mediante un aro metálico soldado. Se procede al acabado del sondeo, cuyas características están descritas en el apartado siguiente.

Una vez finalizado el sondeo, y tras haber recuperado el carácter surgente, se observa que existe una pequeña fuga de agua (en torno a 2 l/s) bajo el dado de hormigón.

**Día 30/6/98.** Se realiza un drenaje para evacuar el caudal de la fuga hasta el arroyo próximo. Para ello se abre una



Fotografía 3. Segundo desarrollo del sondeo JE-3 (4/6/98).



Fotografía 4. Acabado del sondeo JE-3.

zanja de 1.5 m de profundidad que atraviesa la pista desde el sondeo hasta el arroyo y en ella se dispone una tubería de PVC de 315 mm. La zanja se rellena con material procedente de la excavación y la zona de contacto entre el comienzo de la tubería y el sondeo, con bloques y cantos de areniscas procedentes de las inmediaciones.

#### 5.1.2. Columna litológica. Aportes de agua

Los materiales atravesados en el sondeo JE-3 corresponden exclusivamente a la Fm Jaizkibel (términos 6 y 7 del Plano 1). La columna litológica de la perforación es la siguiente (Plano 1):

0 - 2 m	Rellenos (arcillas y areniscas)
2 - 18 m	Areniscas y arcillas amarillentas muy meteorizadas
18 - 56 m	Arenas, areniscas y lutitas. Tramos de arena suelta a las profundidades de 34, 36-39, 42-48 y 54-56
56 - 70 m	Areniscas grises muy compactas
70 - 74 m	Arenas y areniscas meteorizadas amarillentas
74 - 92 m	Areniscas en general muy compactas salvo en los tramos 79 y 83, donde se atraviesan tramos decimétricos de arenas sueltas.

En resumen, se ha perforado una serie flyschoides constituida por una alternancia de areniscas y lutitas, apareciendo tramos más fracturados y/o meteorizados, donde el cemento ha sido lavado y únicamente permanece la trama arenosa.

El primer aporte de agua al sondeo se produce en el metro 12, si bien es inferior a 1 l/s. En el metro 28 se produce otro aporte que totaliza, junto con el anterior, 1 l/s.

En el tramo 36-39 se produce el aporte de agua más importante, superior a 15 l/s. El aporte coincide con importantes arrastres de arena al sondeo.

Por debajo de esta cota se detectan aportes a las profundidades de 56 y 72 m, con sus correspondientes arrastres de arena. No se descarta el posible desarrollo de los sectores más altos.

Al finalizar la perforación el caudal del sondeo se ha estimado en torno a 40 l/s.

El sondeo es surgente, con un caudal de unos 3-4 l/s. La conductividad medida durante los desarrollos ha oscilado entre 183 y 233  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En el arroyo se encuentra en torno a 200-205  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Durante las labores de perforación y desarrollo no se ha puesto de manifiesto una clara afección del sondeo al mismo.

### 5.1.3. Características técnicas del sondeo

Las características técnicas del sondeo JE-3 se resumen en los siguientes cuadros:

#### PERFORACIÓN

Profundidad (m)	$\varnothing$ (mm)	Sistema
0.0 - 92.0	220	Martillo en fondo
0.0 - 24.0	380	Martillo en fondo
24.0 - 85.0	320	Martillo en fondo

#### ENTUBACIÓN

Profundidad (m)	$\varnothing$ int. (mm)	Esp. (mm)	Tipo
0.0 - 24.0	320	5	Metálica ciega
0.0 - 32.0	250	6	Metálica ciega
32.0 - 44.0	250	6	Puentecillo
44.0 - 50.0	250	6	Metálica ciega
50.0 - 62.0	250	6	Puentecillo
62.0 - 68.0	250	6	Metálica ciega
68.0 - 80.0	250	6	Puentecillo
80.0 - 85.0	250	6	Metálica ciega

La tubería instalada se presenta en largos de 6 m. Las uniones entre los mismos se han realizado mediante soldadura eléctrica. A los 85 m se coloca una tapa de fondo soldada.

El anular entre la tubería de 250 mm y la perforación ha sido engravillado con 20.5 Tm de grava silíceica calibrada 2-5 mm.

El anular entre las tuberías de 250 y 320 mm se cierra con un aro de acero soldado. El cierre del sondeo se realiza mediante una brida soldada (DN 250 Pn 10) y su correspondiente tapa atornillada, con junta de goma, dado el carácter surgente del sondeo. En la tapa se dispone un tapón roscado de 2" para facilitar la medida de niveles piezométricos.

El acabado se completa con un dado de hormigón de dimensiones aproximadas 100x100x10 cm.

### 5.1.4. Prueba de producción

Con el fin de evaluar la capacidad de producción del sondeo se ha realizado un ensayo de bombeo entre los días 30/6/98 y 1/7/98, mediante el equipo descrito en el apartado 5. El ensayo de bombeo consta de un bombeo escalonado y un bombeo prolongado.

La cámara aspirante de la bomba se instaló a 68 m de profundidad. Las medidas de nivel se efectuaron tanto en el propio pozo de bombeo como en el sondeo JE-2 (situado a una distancia en proyección de 287 m;  $n_e = 25.63$  m) en ambos casos con sonda eléctrica convencional.

El desarrollo de los trabajos fue el siguiente:

**Día 30/6/98.** A las 10.00 h, y con un caudal surgente de unos 4 l/s, comienza el bombeo escalonado, con un caudal de 10 l/s. Inicialmente la conductividad y temperatura del agua son 165  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 15°C respectivamente. El escalón se prolonga durante 1 h, con agua cristalina.

A las 11.00 h, con el nivel a 2.86 m, se da paso al segundo escalón (20 l/s), de 1 h de duración.

El tercer escalón (30 l/s) comienza a las 12.00 h con una depresión superior a 7 m, sin que se haya enturbiado el agua en ningún momento. Finaliza 1 h después, con el nivel a 12.30 m.

El comienzo del cuarto escalón (40 l/s) enturbia ligeramente el agua, pero aclara posteriormente.

A las 14.00 h, con el nivel a 18.06 m, se da paso al quinto escalón (50 l/s). El agua coge tono y tras 1 h la depresión total es de 24.24 m.

A las 15.00 h se inicia un escalón a 60 l/s. En los minutos 10 y 15 el agua enturbia progresivamente, y aunque a partir de ahí aclara, no se llega a obtener agua limpia al final del escalón, 1h después de su comienzo. Se observa un leve arrastre de arena fina.



Fotografía 5. Bombeo escalonado en JE-3 (30/6/98). Caudal = 40 l/s.

Con el nivel a 28.97 m, se inicia un escalón con 68 l/s, máximo caudal extraíble con la bomba instalada. Se finaliza 1 h después con el nivel a 34.50 m y con agua turbia. El nivel en el sondeo JE-2 ha descendido 7 cm con respecto al estático.

Salvo en el primero, los niveles no llegan a estabilizarse en ninguno de los escalones.

A las 17.00 h se da paso a la recuperación, la cual se prolonga por espacio de 1 hora. El nivel asciende muy lentamente en este periodo hasta los 15.7 m de profundidad, reflejándose un vaciado importante. El nivel en el JE-2 sigue descendiendo.

A las 18.00 h. comienza el bombeo prolongado, a un caudal constante de 60 l/s. El nivel experimenta un paulatino descenso.

**Día 1/7/98.** A partir de las 0.00 h, y debido a que la bomba coge aire, es preciso reducir progresivamente el caudal hasta 50, 40 y 35 l/s. El nivel comienza a ascender.

A las 15.00 h se incrementa el caudal a 37 l/s y el nivel experimenta un ligero pero paulatino descenso.

A las 18.00 h se toma una muestra de agua para su análisis. Con el nivel a 36 m de profundidad, se da paso a la recuperación, que se prolonga durante 1.5 h. Tras este periodo el nivel se encuentra a 22.58 m de profundidad. La depresión producida en el sondeo JE-2 en este momento es de 10 cm.

En resumen, la prueba realizada presenta las siguientes características:

Ensayo	Q (l/s)	t (min)	Dep. (m)
1er escalón	10	60	2.86
2º escalón	20	60	7.02
3er escalón	30	60	12.30
4º escalón	40	60	18.06
5º escalón	50	60	24.24
6º escalón	60	60	28.97
7º escalón	68	60	34.50
Recuperación	-	60	15.71
Bombeo prolongado	35-68	1440	20.31
Recuperación	-	90	6.87

En el anexo 1 se puede encontrar la información detallada respecto a las incidencias más significativas de la prueba de bombeo. Así mismo, en la figura 1 se puede observar de forma gráfica la evolución de los niveles a lo largo del tiempo.

El control periódico de los niveles en el sondeo JE-3 se prolongó hasta el día 6/7/98, en el que volvió a ser surgente, unos 6 días después de comenzar el bombeo escalonado.

#### 5.1.4.1. Análisis de la prueba de producción

En la figura 1 se puede apreciar que las depresiones originadas por los diferentes escalones son de escasa magnitud. Los caudales específicos obtenidos oscilan entre 3 y 3.5 l/sm (figura 2), y han sido calculados teniendo en cuenta depresiones extrapoladas, debido a la no estabilización de los niveles durante los escalones.

Durante todo este ensayo escalonado el acuífero se mantiene confinado, tendiendo los puntos de la curva de pozo a definir una recta que, dado el carácter inicialmente surgente del sondeo, no pasa por el origen de coordena-

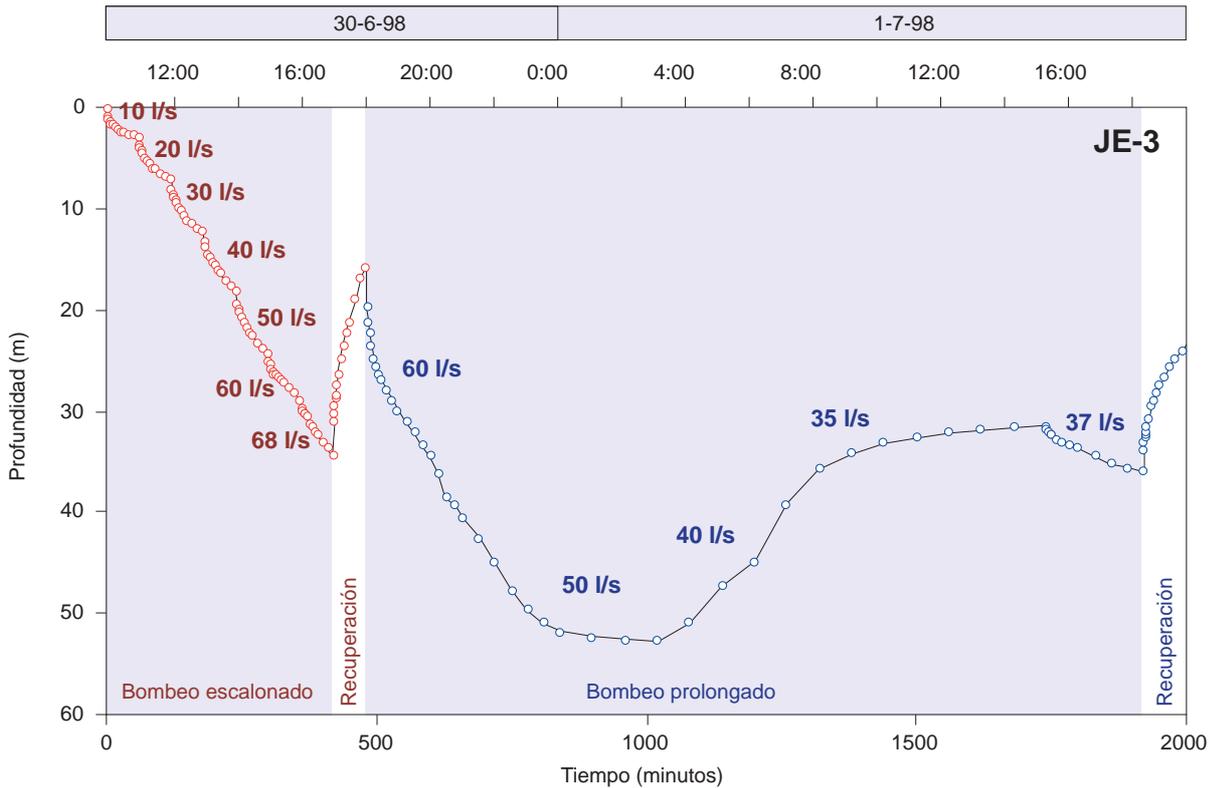


Figura 1. Evolución del nivel en el sondeo JE-3 durante los bombeos escalonado y prolongado.

nadas (figura 2). No se aprecian pérdidas de carga no lineales al caudal en el entorno del sondeo.

En la figura 3, que representa la evolución del nivel durante el bombeo prolongado, se aprecia la existencia de dos tramos: uno inicial de menor pendiente y otro final, caracterizado por una mayor pendiente. Esta evolución se aprecia también, como se verá posteriormente, en los bombeos prolongados de los sondeos JE-1 y JE-2.

En cada uno de los casos, este cambio se produce de manera más o menos progresiva, pero siempre coincidente con la profundidad del nivel en el cual se observó la mayor afluencia de agua al sondeo durante la perforación.

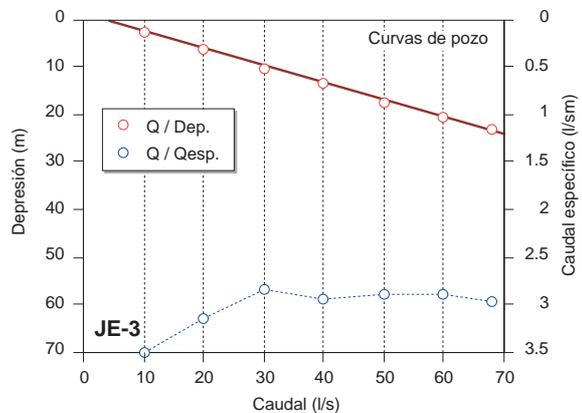


Figura 2. Curvas de pozo en el sondeo JE-3 Las depresiones son extrapoladas debido a la no estabilización de niveles durante los escalones.

Así, el cambio de pendiente se atribuye al vaciado y descuelgue del principal nivel acuífero atravesado por el sondeo. En el sondeo JE-3 el cambio de pendiente se da de forma progresiva

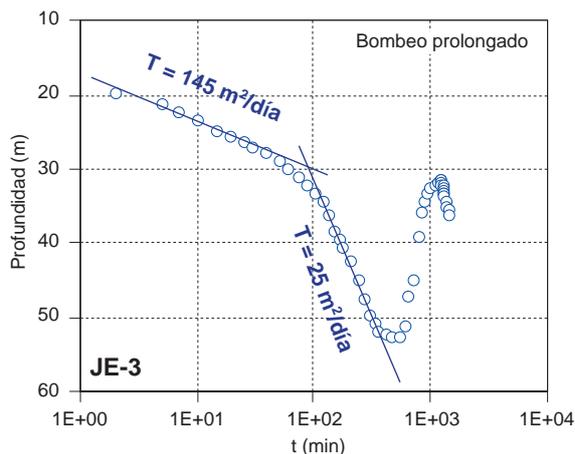


Figura 3. Bombeo prolongado en el sondeo JE-3. Cálculo de la transmisividad.

entre los 30 y 40 m, mientras que el aporte de agua más importante se observó entre los 36 y 39 m.

Las transmissividades (método de Jacob) obtenidas son de 145 y 25 m<sup>2</sup>/día en los tramos superior e inferior respectivamente.

En las recuperaciones, representadas de forma semilogarítmica en la figura 4, se observa un progresivo incremento de la pendiente, en lo que parece reflejar el progresivo llenado de los niveles acuíferos vaciados previamente. Esta hipótesis es congruente con el hecho de que el sondeo únicamente volviera a ser surgente una semana después de iniciadas las pruebas. Las transmissividades (método de Jacob) deducidas en las recuperaciones oscilan entre 170 y 174 m<sup>2</sup>/día para las pruebas escalonadas y prolongada respectivamente.

A pesar de haber afectado al sondeo JE-2, la magnitud del descenso (en torno a 10 cm) y las características del registro no han posibilitado el cálculo de S.

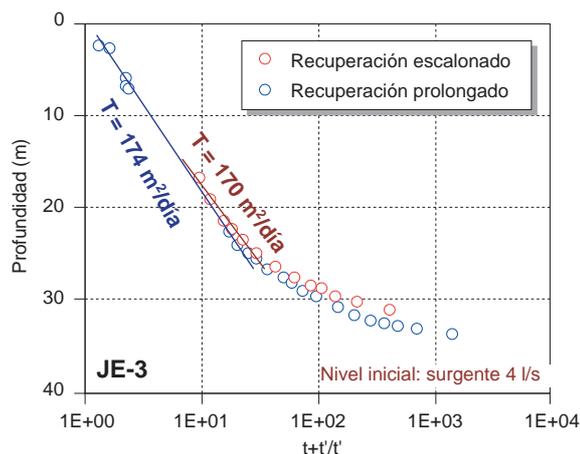


Figura 4. Transmissividades obtenidas en las recuperaciones.

En resumen se puede concluir lo siguiente:

- El sondeo JE-3 parece poder proporcionar un caudal continuo de 37 l/s, si bien con las debidas cautelas ante la escasa duración de los bombeos.
- Los caudales específicos obtenidos son elevados, en torno a 3-3.5 l/s.
- Los bombeos provocan un vaciado importante del acuífero en el entorno del pozo, hecho que se refleja en la evolución de los niveles en la prueba prolongada y en la lentitud de recuperación.
- Las transmissividades obtenidas oscilan entre 140-175 m<sup>2</sup>/día mientras el nivel acuífero principal no se descuelga. Una vez que esto sucede, la transmissividad queda reducida a 25 m<sup>2</sup>/día.

#### 5.1.5. Hidroquímica y calidad del agua

La muestra recogida al final del bombeo prolongado ha sido analizada por los laboratorios de Aguas del Norte

S.A. Se adjunta, como anexo 2, el resultado del mismo.

Se trata de un agua bicarbonatada cálcica con un grado de mineralización medio-bajo. El agua es adecuada para el consumo humano según RD 927/1988, al menos para los parámetros analizados.

## 5.2. SONDEO JAIZKIBEL JE-2

### 5.2.1. Desarrollo de los trabajos

El desarrollo cronológico de los trabajos de perforación, entubado y acabado del sondeo JE-2 es el siguiente:

**Día 27/5/98.** Se procede al emplazamiento del equipo, que queda finalizado al mediodía. A primera hora de la tarde se perforan los primeros 2 m a diámetro 300 mm y se revisten con tubería ciega auxiliar de  $\varnothing 250$  mm.

Se cambia a martillo de  $\varnothing 245$  mm. Las perforación se realiza rápidamente, con un avance de unos 6-8 min por varilla (6 m), atravesando niveles con bastante componente arcillosa. Se observa humedad a los metros 8, 11 y 28.

A partir del metro 35 se pierde la circulación como consecuencia de la formación de un cuello en la zona superior de la perforación. Se continúa sin circu-



Fotografía 6. Labores de perforación del sondeo JE-2 (29/5/98).

lación hasta el metro 43, en donde se decide sacar el varillaje para eliminar el tapón. Inmediatamente tras limpiar, se rompe un manguito del gato y se dedica el resto de la jornada a su arreglo.

**Día 28/5/98.** Continúa la perforación con  $\varnothing 245$  mm hasta los 67 m. Entre los 50 y 56 m se produce un aporte de agua de unos 5 l/s, acompañado de arrastres de arena.

Debido a la existencia de pérdidas de aire se decide ensanchar los 30 metros iniciales con el martillo de  $\varnothing 380$  mm y revestirlos con tubería metálica ciega de  $\varnothing 325$  mm de diámetro.

Al finalizar el día se retoma la perforación con  $\varnothing 245$  mm, previa limpieza de los 67 m perforados.

**Día 29/5/98.** Se continúa con las labores de perforación. El avance es lento (más de hora y media por varilla), a pesar de utilizar espumante, debido a las importantes pérdidas de aire. Al final de la jornada se llega a los 79 m de profundidad. El caudal total se ha incrementado hasta unos 10-15 l/s.

**Día 1/6/98.** Se prosigue con la perforación con continuas caídas de las paredes del sondeo hasta los 85 m. Ante el lento avance, los problemas de desplome y las dificultades para evacuar el detritus se decide finalizar la perforación a esta profundidad y ensanchar para proceder al entubado del sondeo.

Al final del día se ha reperforado con el martillo de  $\varnothing 320$  mm hasta 54 m de profundidad.

**Día 2/6/98.** Se prosigue con la reperforación, con problemas para evacuar

convenientemente el ripio por pérdidas de aire y con desplomes en las paredes del sondeo. A los 81 m de profundidad se decide finalizar la reperforación.

Se da paso a la entubación del sondeo con tubería de 250 mm. Ante la perspectiva de que el fondo de la perforación se colmate con detritus, el tramo inferior del entubado se introduce sin tapa de fondo para posibilitar así la limpieza desde el interior de la tubería.

**Día 3/6/98.** Continúa la entubación definitiva con  $\varnothing 250$  mm, teniéndose que limpiar continuamente con el martillo de  $\varnothing 220$  mm por dentro de la tubería. Una vez finalizada, se inicia el engravillado con grava silíceo calibrada 2-5 mm. Se desarrolla mediante aire comprimido



Fotografía 7. Acabado del sondeo JE-2.

durante 3 h con el martillo a 80 m de profundidad, sin que al final del mismo se consiga agua clara.

**Día 4/6/98.** Se prosigue con el desarrollo mediante aire comprimido 1 h más. Posteriormente se desarrollan cada una de las tres zonas de filtro por espacio de media hora cada uno. El agua ha ido aclarando hasta la última hora, en la que se obtiene agua limpia.

Se completa el engravillado Se cierra el espacio interanular entre las tuberías de 250 y 325 mm mediante un aro metálico soldado y se procede al acabado del sondeo, cuyas características están descritas en el apartado siguiente.

#### 5.2.2. Columna litológica. Aportes de agua

Los materiales atravesados en el sondeo JE-2 corresponden exclusivamente a la Fm Jaizkibel (términos 6 y 7 del Plano 1). La columna litológica de la perforación es la siguiente (Plano 1):

0 - 6 m.	Arenas sueltas de color anaranjado (coluvial).
6 - 20 m.	Alternancia de margas grises y areniscas de color amarillo y grano medio bastante alteradas.
20 - 32 m.	Lutitas calcáreas. Algunos niveles de arenas y areniscas meteorizadas de grano medio
32 - 46 m.	Alternancia de areniscas de grano fino con meteorización variable y lutitas grises.
50 - 56 m.	Arenas amarillentas de grano grueso.
56 - 67 m.	Areniscas de color oscuro, poco meteorizadas. Grano medio a fino.
67 - 85 m.	Alternancia de areniscas de grano medio y lutitas. Grado de meteorización en general alto.

Los primeros aportes de agua (al margen de humedades detectadas a 8 y 11 m) se encuentran a 28 m de profundidad, con un caudal del orden de 1 l/s.

El caudal se incrementa en unos 5 l/s al atravesar el nivel de arenas sueltas situado a 50-56 m de profundidad. A partir de este punto, y hasta el final de la perforación, el caudal del sondeo asciende de forma progresiva hasta unos 10-15 l/s, si bien no se descarta que este incremento sea debido al desarrollo de las zonas de aporte superiores.

El nivel piezométrico al finalizar las labores de perforación se encuentra a una profundidad de 29.0 m.

#### 5.2.3. Características técnicas del sondeo

Las características técnicas del sondeo JE-2 son las siguientes:

##### PERFORACIÓN

Profundidad (m)	∅ (mm)	Sistema
0.0 - 85.0	220	Martillo en fondo
0.0 - 30.0	380	Martillo en fondo
0.0 - 81.0	320	Martillo en fondo

##### ENTUBACIÓN

Profundidad (m)	∅int. (mm)	Esp. (mm)	Tipo
0.0 - 30.0	325	5	Metálica ciega
0.0 - 50.0	250	6	Metálica ciega
50.0 - 56.0	250	6	Puentecillo
56.0 - 59.0	250	6	Metálica ciega
59.0 - 65.0	250	6	Puentecillo
65.0 - 68.0	250	6	Metálica ciega
68.0 - 74.0	250	6	Puentecillo
74.0 - 81.0	250	6	Metálica ciega

La tubería instalada se presenta en largos de 6 m. Las uniones entre los mismos se han realizado mediante soldadura eléctrica. No se coloca tapa

de fondo con el fin de poder introducir la tubería hasta el final de la perforación (fondo colmatado de detritus) y posteriormente limpiar desde dentro del entubado.

El anular entre la tubería de 250 mm y la perforación ha sido engravillado con 22.5 Tm de grava silíceo calibrada 2-5 mm.

El anular entre las tuberías de 250 y 320 mm se cierra con un aro de acero soldado. El cierre del sondeo se realiza mediante una brida soldada (DN 250 Pn 10) y su correspondiente tapa atornillada. En la tapa se dispone un tapón roscado de 2" para facilitar la medida de niveles piezométricos.

El acabado se completa con un dado de hormigón de dimensiones aproximadas 100x100x10 cm.

#### 5.2.4. Prueba de producción

Con el fin de evaluar la capacidad de producción del sondeo se ha realizado un ensayo de bombeo entre los días 2/7/98 y 3/7/98, mediante el equipo descrito en el apartado 5. El ensayo de bombeo consta de un bombeo escalonado y un bombeo prolongado.

La cámara aspirante de la bomba se instaló a 70.5 m de profundidad. Las medidas de nivel se efectuaron únicamente en el propio sondeo, mediante sonda eléctrica convencional.

El desarrollo de los trabajos fue el siguiente:

**Día 2/7/98.** 11.00 h. Se inicia el bombeo escalonado con un caudal de 10 l/s, y con el nivel a 26.33 m de

profundidad. El agua, muy turbia al comienzo, aclara progresivamente. Al final del escalón (1 h) los niveles no han estabilizado (nd = 33.65 m) y el agua presenta aún cierto tono. La conductividad va descendiendo paulatinamente, desde unos 260  $\mu\text{S/cm}$  hasta 240  $\mu\text{S/cm}$ . La temperatura se mantiene en unos 12°C.

Durante el segundo escalón (20 l/s y 1 h de duración) se producen varios episodios de turbidez y aclarado. Los niveles no llegan a estabilizarse (nd = 43.88 m) y la conductividad desciende hasta unos 230  $\mu\text{S/cm}$ .

El inicio del tercer escalón (30 l/s) da lugar a un acusado incremento de la turbidez y al rápido descenso del nivel. Así, a los 15 minutos la bomba comienza a coger aire (nd = 52.38 m). Se reduce el caudal a 20 l/s, y a los 40 minutos, a 15 l/s. El agua va aclarando progresivamente a la vez que el nivel se mantiene a una profundidad de unos 54 m. El bombeo finaliza a las 2 h de iniciarse el tercer escalón, con el nivel a 54.93 m y una conductividad de 209  $\mu\text{S/cm}$ .

A las 15.00 h, tras el bombeo escalonado, y un una depresión total de 28.6 m, se da paso a la recuperación, que se prolonga durante 1 h. El nivel asciende en este lapso hasta 34.26 m, lo que representa una depresión residual de 7.93 m.

A las 16.00 h comienza el bombeo prolongado, fijándose un caudal constante de 15 l/s. El agua aclara progresivamente a medida que pasan las horas.

**Día 3/7/98.** A las 2.00 h se obtiene agua limpia.



Fotografía 8. Bombeo prolongado en JE-2 (2/7/98). Caudal = 15 l/s.

El nivel desciende paulatinamente desde el inicio del bombeo prolongado, al igual que la conductividad, hasta que a las 9.00 h es preciso reducir el caudal a 12 l/s por coger aire la bomba. El nivel se estabiliza en torno a los 54 m. Se toma una muestra de agua a las 16.00 h y se da por finalizado el bombeo prolongado.

A las 16.00 h se da paso a la recuperación, que se prolonga durante 90 minutos. Tras este periodo el nivel se encuentra a 38.01 m de profundidad, lo que representa un depresión residual respecto al nivel original de 3.75 m.

En resumen, la prueba realizada presenta las siguientes características:

Ensayo	Q (l/s)	t (min)	Dep. (m)
1er escalón	10	60	7.32
2º escalón	20	60	17.55
3er escalón	15-30	120	28.60
Recuperación	-	60	7.93
Bombeo prolongado	12-15	1440	19.38
Recuperación	-	90	3.75

En el anexo 1 se puede encontrar la información detallada respecto a las incidencias más significativas de la prueba de bombeo. Así mismo, en la figura 5 se puede observar de forma gráfica la evolución de los niveles a lo largo del tiempo.

Durante el ensayo escalonado y prolongado se midieron los niveles en el

sondeo JE-3, registrándose un continuo pero lento ascenso.

#### 5.2.4.1. Análisis de la prueba de producción

En la figura 5 se puede apreciar que las depresiones originadas por los diferentes escalones son de una magnitud mucho más elevada que en el caso del sondeo JE-3. Con caudales de 30 l/s el nivel puede alcanzar rápidamente la rejilla de la bomba.

Los caudales específicos obtenidos, calculados teniendo en cuenta depresiones extrapoladas, son de 1.5 l/sm en los dos primeros escalones.

Durante todo este ensayo escalonado el acuífero se mantiene confinado,

tendiendo los puntos de la curva de pozo a definir una recta que pasa por el origen de coordenadas (figura 6). No se aprecian pérdidas de carga no lineales al caudal en el entorno del sondeo.

En la figura 7, que representa la evolución del nivel durante el bombeo, prolongado, se aprecia la existencia de dos tramos: uno inicial de menor pendiente y otro final, caracterizado por una mayor pendiente. Al igual que en el caso del sondeo JE-3, este cambio se atribuye al vaciado y descuelgue del principal nivel acuífero atravesado por el sondeo.

Las transmisividades (método de Jacob) obtenidas son de 68 y 15 m<sup>2</sup>/día en los tramos superior e inferior respectivamente.

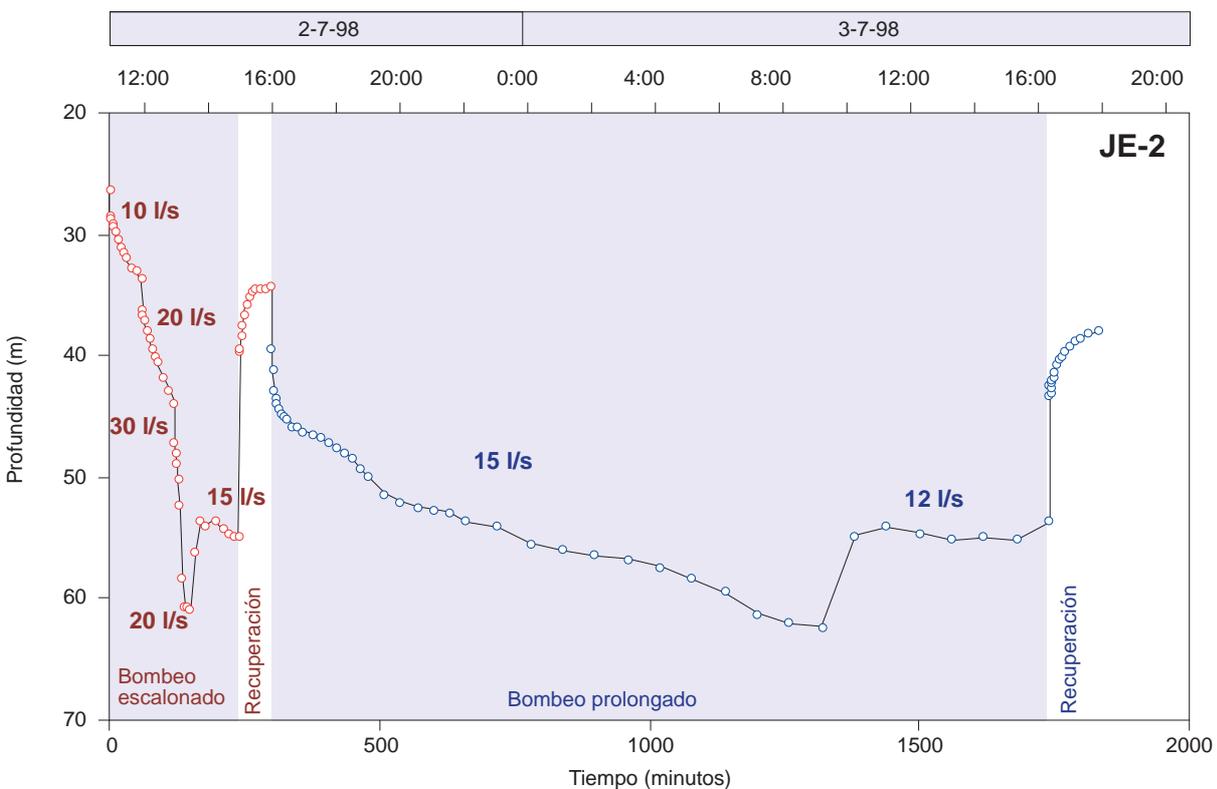


Figura 5. Evolución del nivel en el sondeo JE-2 durante los bombeos escalonado y prolongado.

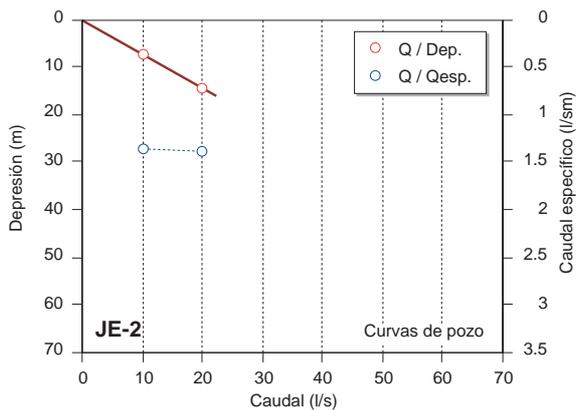


Figura 6. Curvas de pozo en el sondeo JE-2. Las depresiones son extrapoladas debido a la noestabilización de niveles durante los escalones.

En las recuperaciones, representadas de forma semilogarítmica en la figura 8, se observa que existe un vaciado del acuífero entre los bombeos escalonado y prolongado, si bien los puntos se alinean de forma bastante satisfactoria.

Las transmisividades (método de Jacob) deducidas en las recuperaciones oscilan entre 92 y 132 m<sup>2</sup>/día para las

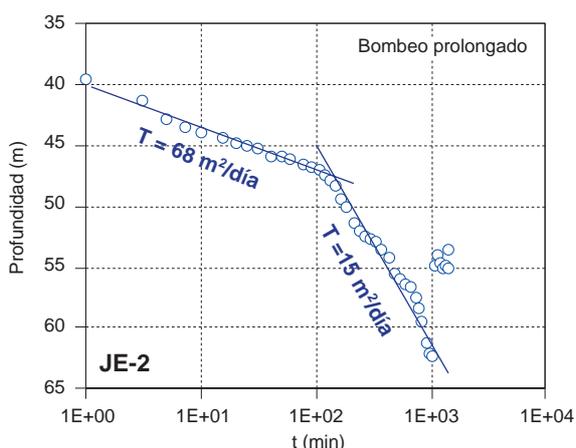


Figura 7. Bombeo prolongado en el sondeo JE-2. Cálculo de la transmisividad.

pruebas escalonadas y prolongada respectivamente.

En resumen se puede concluir lo siguiente:

- El sondeo JE-3 parece poder proporcionar un caudal continuo de 12 l/s, si bien con las debidas cautelas ante la escasa duración de los bombeos.

- Los caudales específicos obtenidos son de 1.5 l/s.

- Los bombeos pueden provocar el vaciado y descuelgue del nivel acuífero principal. Una vez que esto sucede, la magnitud del descenso se incrementa.

- Las transmisividades obtenidas oscilan entre 70-130 m<sup>2</sup>/día mientras el nivel acuífero principal no se descuelga. Una vez que esto sucede, la transmisividad queda reducida a 15 m<sup>2</sup>/día.

#### 5.2.5. Hidroquímica y calidad del agua

La muestra recogida al final del bombeo prolongado ha sido analizada

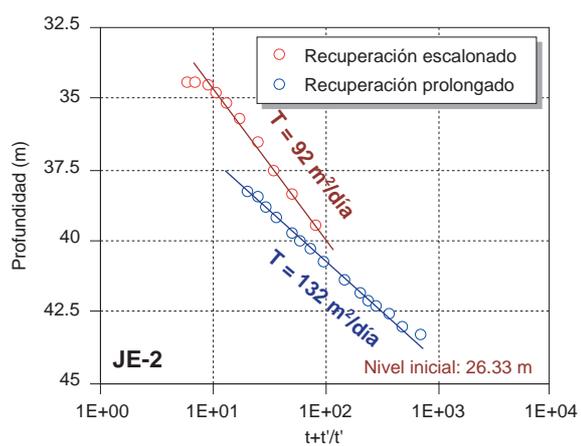


Figura 8. Transmisividades obtenidas en las recuperaciones.

por los laboratorios de Aguas del Norte S.A. Se adjunta, como anexo 2, el resultado del mismo.

Se trata de un agua bicarbonatada cálcica con un grado de mineralización más bajo que la del sondeo JE-3. El agua es adecuada para el consumo humano según RD 927/1988, al menos para los parámetros analizados.

### 5.3. SONDEO JAIZKIBEL JE-1

#### 5.3.1. Desarrollo de los trabajos

El desarrollo cronológico de los trabajos de perforación, entubado y acabado del sondeo JE-1 es el siguiente:

**Día 4/6/98.** El equipo llega al emplazamiento a primera hora de la tarde. Se perforan los primeros 6 m con el martillo de  $\varnothing 380$  mm y se revisten con tubería metálica ciega de  $\varnothing 320$  mm.

Se comienza a perforar con el martillo de 245 mm. Al final de la jornada se alcanzan los 18 m de profundidad.

**Día 5/6/98.** Continúa la perforación con  $\varnothing 245$  mm. Ésta se desarrolla sin problemas, produciéndose aportes de agua a varias profundidades (37-40, 58, 75, etc.). Se observan arrastres de arena en las zonas de aporte, pero de pequeña magnitud.

Al terminar el día se alcanzan los 97 m. A esta profundidad se da finalizada la perforación de investigación tras haberse producido una importante reducción en la velocidad de avance en



Fotografía 9. Labores de perforación del sondeo JE-1 (6/6/98).

las dos últimas varillas. Al finalizar la investigación el caudal en el sondeo se estima en unos 25 l/s, siendo de destacar la claridad del agua incluso durante la perforación.

**Día 6/6/98.** Al iniciar la jornada se observa que el sondeo es surgente con unos 4 l/s. Se emplea todo el día en reperforar el sondeo en su totalidad con  $\varnothing 320$  mm.

**Día 7/6/98.** Entubado definitivo del sondeo con tubería de  $\varnothing 250$  mm.

**Día 8/6/98.** Se realiza el engravillado del sondeo.

Se da paso al desarrollo, inicialmente a la profundidad de 95 m, durante 1 h. Al finalizar el agua es clara y apenas baja 3 m el nivel de grava.

Posteriormente se desarrollan las zonas de filtro recorriendo la longitud de éstos por espacio de 15 minutos en cada una de las zonas filtrantes. El descenso del macizo de grava es inferior a 1 m en cada zona y el agua clara en todo momento, con afluencia de arena de escasa magnitud. Se completa el engravillado. Por último, se centra la tubería de  $\varnothing 250$  mm a la de  $\varnothing 320$  mm y se suelda un aro de unión entre ambas.



Fotografía 10. Labores de perforación del sondeo JE-1 (6/6/98).



Fotografía 11. Entubado del sondeo JE-1 (7/6/98).

Se procede al acabado del sondeo, cuyas características están descritas en el apartado siguiente.

### 5.3.2. Columna litológica. Aportes de agua

Los materiales atravesados en el sondeo JE-1 corresponden exclusivamente a la Fm Jaizkibel (términos 6 y 7 del Plano 1). La columna litológica de la perforación es la siguiente (Plano 1):

0 - 4 m	Lutitas y arcillas marrones
4 - 36 m	Areniscas, arenas y arcillas marrones en general muy meteorizadas
36 - 46 m	Areniscas grises de grano fino y lutitas grises compactas
46 - 49 m	Areniscas amarillentas y pequeños niveles de arena
49 - 55 m	Margas y lutitas gris oscuro, compactas. Areniscas minoritarias
55 - 85 m	Areniscas amarillentas y lutitas grises minoritarias. Tramos de arenas sueltas a 55, 58, 59, 68, 70 y 78-79 m
85 - 97 m	Areniscas grises muy compactas

En resumen, se atraviesa una serie flyschoides constituida por

areniscas y lutitas en general bastante compactas.

El primer aporte de agua se produce en el metro 33, en torno a 1 l/s. En el tramo 37-40 el caudal llega a duplicarse, si bien podría tratarse simplemente del desarrollo del nivel superior.

En el tramo 46-49 m el caudal es de unos 5 l/s, coincidiendo esta zona con importantes arrastres de arena que desaparecen al cabo de unos minutos.

Nuevos aportes de agua acompañados de arrastres de arena se producen a 68, 70, 74-75 y 78-79 m, finalizando la investigación con un caudal en el sondeo algo superior a 25 l/s.

Al finalizar la reperforación el caudal en el sondeo se situó por encima de los 40 l/s, siendo de destacar la ausencia de arrastres de arena que presentaba el agua tanto al final de la investigación y reperforación como durante el desarrollo.

El sondeo es surgente, con un caudal de unos 4 l/s. La conductividad medida durante los desarrollos ha oscilado entre 170 y 180  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 5.3.3. Características técnicas del sondeo

Las características técnicas del sondeo JE-3 son las siguientes:

PERFORACIÓN		
Profundidad (m)	$\varnothing$ (mm)	Sistema
0.0 - 6.0	380	Martillo en fondo
6.0 - 97.0	245	Martillo en fondo
6.0 - 97.0	320	Martillo en fondo

## ENTUBACIÓN

Profundidad (m)	øint. (mm)	Esp. (mm)	Tipo
0.0 - 6.0	320	5	Metálica ciega
0.0 - 43.0	250	6	Metálica ciega
43.0 - 55.0	250	6	Puentecillo
55.0 - 61.0	250	6	Metálica ciega
61.0 - 67.0	250	6	Puentecillo
67.0 - 73.0	250	6	Metálica ciega
73.0 - 76.0	250	6	Puentecillo
76.0 - 81.0	250	6	Metálica ciega
81.0 - 88.0	250	6	Puentecillo
88.0 - 97.0	250	6	Metálica ciega

La tubería instalada se presenta en largos de 6 m. Las uniones entre los los mismos se han realizado mediante soldadura eléctrica. A los 97 m se coloca una tapa de fondo soldada.



Fotografía 12. Caudal surgente del sondeo JE-1.

El anular entre la tubería de 250 mm y la perforación ha sido engravillado con 13 Tm de grava silícea calibrada 2-5 mm.

El anular entre las tuberías de 250 y 320 mm se cierra con un aro de acero soldado. El cierre del sondeo se realiza mediante una brida soldada (DN 250 Pn 10) y su correspondiente tapa atornillada, con junta de goma, dado el carácter surgente del sondeo. En la tapa se dispone un tapón roscado de 2" para facilitar la medida de niveles piezométricos.

El acabado se completa con un dado de hormigón de dimensiones aproximadas 100x100x10 cm.



Fotografía 13. Acabado del sondeo JE-1.

#### 5.3.4. Prueba de producción

Con el fin de evaluar la capacidad de producción del sondeo se ha realizado un ensayo de bombeo entre los días 6/7/98 y 7/7/98, mediante el equipo descrito en el apartado 5. El ensayo de bombeo consta de un bombeo escalonado y un bombeo prolongado.

La cámara aspirante de la bomba se instaló a 80.0 m de profundidad. Las medidas de nivel se efectuaron con sonda eléctrica convencional.

Se intentó utilizar el sondeo DJH-4 como piezómetro auxiliar. Sin

embargo, la presencia de un nivel colgado que imposibilitaba el correcto funcionamiento de la sonda eléctrica hizo desestimar esta posibilidad.

El desarrollo de los trabajos fue el siguiente:

**Día 6/7/98.** A las 11.30 h, con el sondeo surgente unos 4 l/s y agua con 155  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 15°C de conductividad y temperatura respectivamente, comienza el bombeo con el primer escalón a un caudal de 10 l/s. Inicialmente se obtiene agua turbia, pero ya a los 10 min es clara. La duración del primer escalón es



Fotografía 14. Bombeo escalonado en el sondeo JE-1. Caudal = 30 l/s (6/7/98).

de 60 min, y finaliza con el nivel a 3.36 m.

A las 12.30 h se da paso el segundo escalón (20 l/s), el cual no provoca incremento de la turbidez. Su duración es de 90 min y al final del mismo el nivel se encuentra a 9.95 m de profundidad.

A las 14 h comienza el tercer escalón, con caudal de 30 l/s, que tampoco provoca incremento de la turbidez. Su duración es de 90 min y al final el nivel se encuentra a a 19.55 m.

El cuarto escalón (40 l/s) comienza a las 15.30 h y se prolonga durante 90 minutos, con el nivel a 31.55 m de profundidad.

A las 17 h se da paso al quinto y último escalón (52 l/s), de 90 min de duración. A los 30 min del mismo el agua coge un ligero tono, si bien aclara en los minutos posteriores. Al final del mismo el nivel se encuentra a 47.03 m de profundidad.

Los niveles no llegan a estabilizarse en ninguno de los escalones.

La conductividad del agua durante el bombeo escalonado se mantuvo, prácticamente desde el inicio, en 170  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A las 18.30 h se da paso a la recuperación, la cual se prolonga por espacio de 1 hora. El nivel asciende en este periodo hasta los 10.94 m de profundidad.

A las 19.30 h comienza el bombeo prolongado, a un caudal constante de 40

l/s. El nivel experimenta un paulatino descenso.

**Día 7/7/98.** A las 15.00 h, con el nivel a unos 50 m de profundidad, la bomba comienza a coger aire. Se hace descender el caudal de bombeo hasta 35 l/s. Se toma muestra de agua para su análisis.

A las 16 h comienza la recuperación con el nivel a 50.24 m de profundidad. La recuperación se prolonga por espacio de 1 h, tras lo cual se recupera el nivel hasta 23.59 m.

En resumen, la prueba realizada presenta las siguientes características:

Ensayo	Q (l/s)	t (min)	Dep. (m)
1er escalón	10	60	3.36
2º escalón	20	90	9.95
3er escalón	30	90	19.55
4º escalón	40	90	31.55
5º escalón	52	90	47.03
Recuperación	-	60	10.94
Bombeo prolongado	35-40	1230	50.24
Recuperación	-	60	23.59

En el anexo 1 se puede encontrar la información detallada respecto a las incidencias más significativas de la prueba de bombeo.

Así mismo, en la figura 9 se puede observar de forma gráfica la evolución de los niveles a lo largo del tiempo.

#### 5.3.4.1. Análisis de la prueba de producción

En la figura 9 se puede apreciar que las depresiones originadas por los diferentes escalones son de escasa magnitud. Los caudales específicos obtenidos, calculados teniendo en

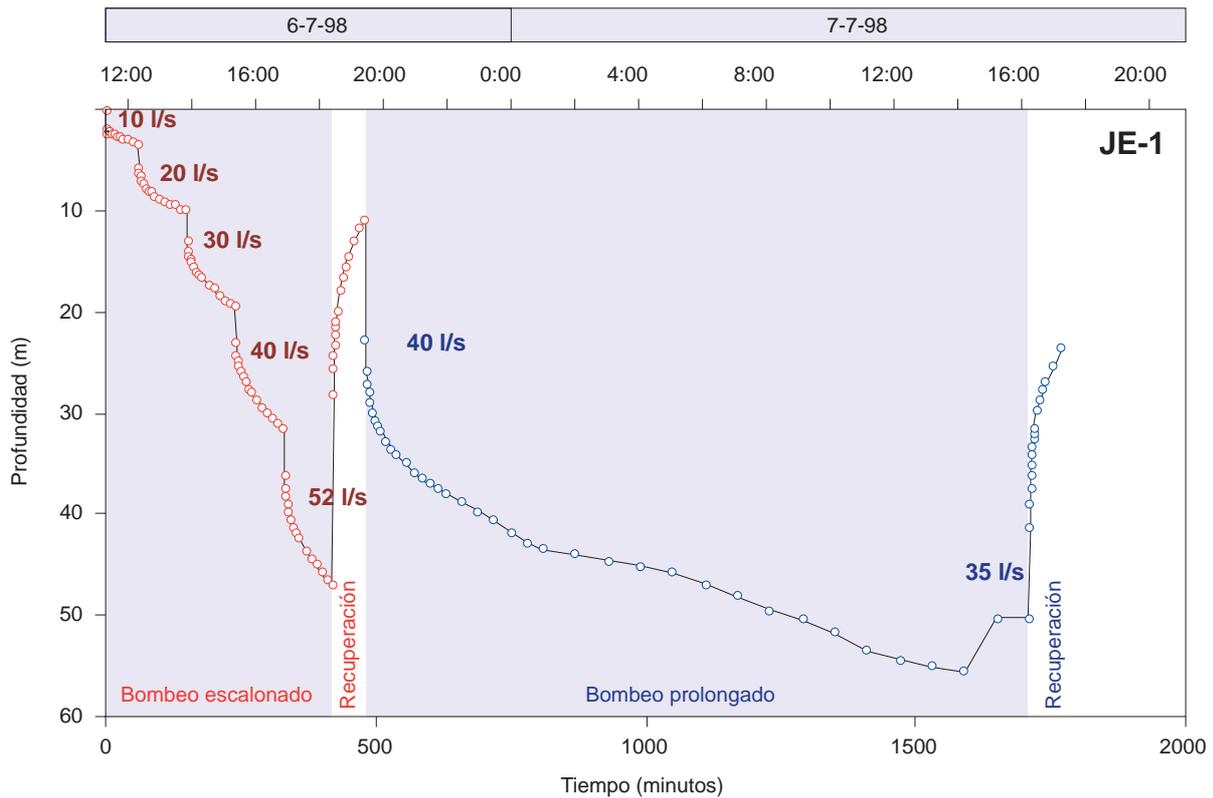


Figura 9. Evolución del nivel en el sondeo JE-1 durante los bombeos escalonado y prolongado.

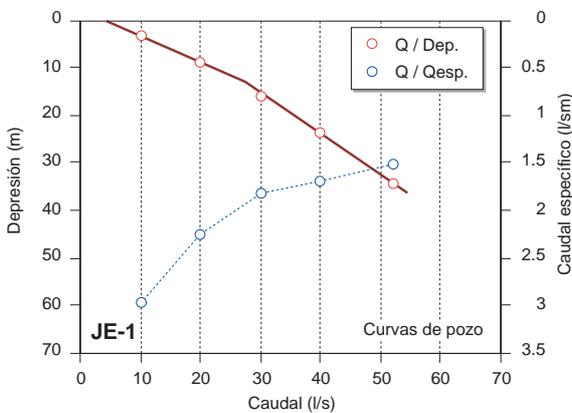


Figura 10. Curvas de pozo en el sondeo JE-1. Las depresiones son extrapoladas debido a la noestabilización de niveles durante los escalones.

cuenta depresiones extrapoladas, comienzan en torno a 3 l/sm para ir descendiendo progresivamente hasta 1.5 l/sm (figura 10).

Durante todo este ensayo escalonado el acuífero se mantiene confinado. La curva de pozo caudal-depresión muestra la existencia de dos tramos de diferente pendiente y sugiere la presencia de pérdidas de carga exponenciales al caudal en el sondeo.

En la figura 11 se aprecia una evolución similar a los bombeos en JE-1 y JE-2, atribuida al progresivo vaciado y descuelgue del principal nivel acuífero atravesado por el sondeo (46-49 m).

Las transmisividades (método de Jacob) obtenidas son de 100 y 26 m<sup>2</sup>/día en los tramos superior e inferior respectivamente.

En las recuperaciones el vaciado se pone de manifiesto (figura 12):

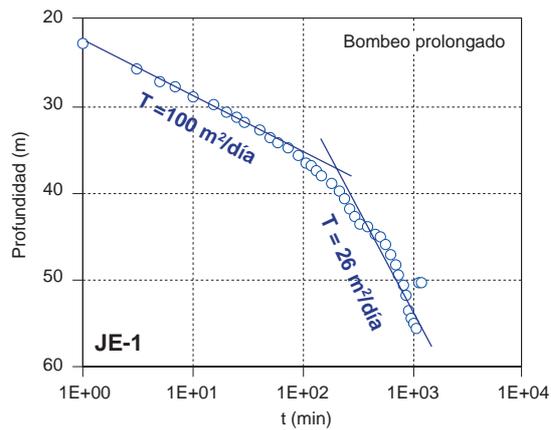


Figura 11. Bombeo prolongado en el sondeo JE-1. Cálculo de la transmisividad.

- No alineación de los puntos en la recuperación del bombeo escalonado, que dibujan una curva similar a la obtenida en el JE-3.

- la recta de recuperación del bombeo prolongado no corta el eje de ordenadas por encima en cero, o por encima del él (sondeo inicialmente surgente), sino a una profundidad superior a los 10 m.

Las transmisividades (método de Jacob) deducidas en las recuperaciones oscilan entre 81 y 118 m<sup>2</sup>/día para las pruebas escalonadas y prolongada respectivamente.

En resumen se puede concluir lo siguiente:

- El comportamiento del sondeo JE-1 parece similar al del JE-3. Puede proporcionar un caudal continuo de 35 l/s, al menos en bombeos de una duración similar a la de la prueba de producción

- Los caudales específicos obtenidos son elevados, desde 1.5 a 3 l/sm.

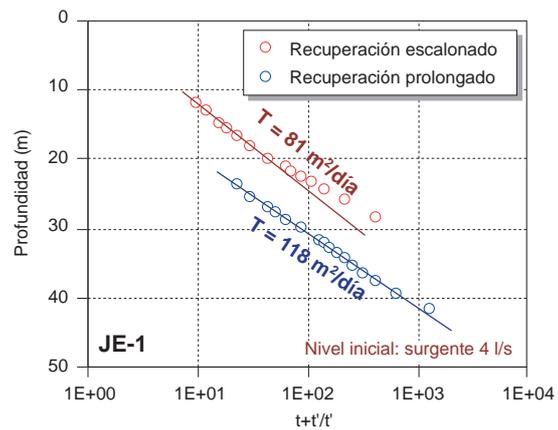


Figura 12. Transmisividades obtenidas en las recuperaciones.

- Los bombeos provocan un cierto vaciado del acuífero en el entorno del pozo, hecho que se refleja en la evolución de los niveles en la prueba prolongada y en las recuperaciones. No obstante, el proceso de llenado es bastante más rápido que en el caso del sondeo JE-3.

- Las transmisividades obtenidas oscilan entre 80-100 m<sup>2</sup>/día mientras el nivel acuífero principal no se descuelga. Una vez que esto sucede, la transmisividad queda reducida a 25 m<sup>2</sup>/día.

### 5.3.5. Hidroquímica y calidad del agua

La muestra recogida al final del bombeo prolongado ha sido analizada por los laboratorios de Aguas del Norte S.A. Se adjunta, como anexo 2, el resultado del mismo.

Se trata de un agua bicarbonatada cálcica con un grado de mineralización bajo. El agua es adecuada para el consumo humano según RD 927/1988, al menos para los parámetros analizados.

## 5.4. SONDEO JAIZKIBEL JE-4

### 5.4.1. Desarrollo de los trabajos

El desarrollo cronológico de los trabajos de perforación, entubado y acabado del sondeo JE-4 es el siguiente:

**Día 8/6/98.** Instalación del equipo. Se perforan los primeros 3 m con el martillo de  $\varnothing 300$  mm y se revisten con tubería metálica ciega auxiliar de  $\varnothing 250$  mm.

**Día 9/6/98.** Se comienza a perforar con el martillo de  $\varnothing 245$  mm. Al final de la jornada se alcanzan los 85 m de profundidad.

Hasta el metro 47 el avance es rápido. A partir de ahí comienza a ralentizarse ligeramente.

**Día 10/6/98.** Continúa la perforación con  $\varnothing 245$  mm. El avance es más lento debido al carácter compacto y poco alterado de la formación atravesada, invirtiéndose más de una hora en la perforación del tramo 85-91.

Entre los 90 y 92 m se produce la progresiva afluencia de agua al sondeo de un caudal total de unos 10 l/s, coincidiendo con un tramo de areniscas alteradas.



Fotografía 15. Vista del emplazamiento del sondeo JE-4 (9/6/98).



Fotografía 16. Perforando el sondeo JE-4 (9/6/98).

Se da por finalizada la perforación de investigación a los 109 m, después de invertir casi tres horas en el avance de 103 a 109 m y sin registrar nuevos aportes de agua.

Por la tarde se procede al ensanchado del sondeo para su posterior entubado con tubería de  $\varnothing 250$  mm. Así, se reperforan los 24 m iniciales a  $\varnothing 380$  mm y se entuban con tubería ciega de  $\varnothing 325$  mm.

Comienza la reperforación con diámetro de 320 mm desde el metro 24. La jornada acaba a una profundidad de 54 m.

**Día 11/6/98.** Continúa la reperforación a  $\varnothing 320$  mm del sondeo. Una vez

realizada en su totalidad (91 m) se decide proseguir hasta los 113 m, profundidad a la cual se decide finalizar debido al lento avance y a que no se registran nuevos aportes.

No se aprecia incremento en la producción del sondeo durante la reperforación.

Se realiza la entubación definitiva del sondeo con tubería de  $\varnothing 250$  mm.

**Día 12/6/98.** Se procede al engravillado del anular entre la perforación y la tubería.

Una vez finalizado, con el nivel a 29.6 m de profundidad, se realiza un desarrollo mediante aire en el que se recorre el filtro inferior durante 1.30 h y el superior durante 1 h

El caudal obtenido es de unos 10 l/s, con agua limpia durante todo el proceso de desarrollo. La conductividad es de 234  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Tras completar el engravillado, que apenas ha descendido 3 m durante el desarrollo, se procede al acabado del sondeo, cuyas características se describen en el siguiente apartado.

#### 5.4.2. Columna litológica. Aportes de agua

Los materiales atravesados en el sondeo JE-1 corresponden exclusivamente a la Fm Jaizkibel (términos 6 y 7 del Plano 1).

La columna litológica de la perforación es la siguiente (Plano 1):

0 - 8 m.	Arenas sueltas de color anaranjado.
8 - 10 m.	Areniscas blanquecinas de grano fino, bastante alteradas.
10 - 21 m.	Alternancia de margas grises y areniscas oscuras compactas de grano fino.
21 - 47 m.	Arena blanquecina de grano fino. Niveles de margas grises.
47 - 87 m.	Alternancia de margas grises y areniscas oscuras compactas de grano fino.
87 - 90 m.	Areniscas blanquecinas de grano fino, bastante alteradas. Niveles de margas negras y de areniscas oscuras poco alteradas.
90 - 92 m.	Arena blanquecina de grano grueso.
92 - 94 m.	Areniscas blanquecinas de grano medio, bastante alteradas. Niveles de margas grises y de areniscas oscuras poco alteradas.
94 - 113 m.	Alternancia de margas grises y areniscas oscuras compactas de grano fino.

Todo el aporte de agua de la perforación (salvo 0.5 l/s en el metro 73), cifrado en unos 10-15 l/s, se da entre los metros 90 y 92, asociado al nivel de arenas de grano grueso.

El nivel piezométrico al finalizar las labores de perforación se encuentra a una profundidad de 29.0 m.

#### 5.4.3. Características técnicas del sondeo

Las características técnicas del sondeo JE-4 son las siguientes:

PERFORACIÓN		
Profundidad (m)	Ø (mm)	Sistema
0.0 -109.0	245	Martillo en fondo
0.0 - 24.0	380	Martillo en fondo
24.0 -113.0	320	Martillo en fondo

#### ENTUBACIÓN

Profundidad (m)	Øint. (mm)	Esp. (mm)	Tipo
0.0 - 24.0	325	5	Metálica ciega
0.0 - 83.0	250	5	Metálica ciega
83.0 - 95.0	250	6	Puentecillo
95.0 -101.0	250	5	Metálica ciega
101.0 -107.0	250	6	Puentecillo
107.0 -113.0	250	5	Metálica ciega

La tubería instalada se presenta en largos de 6 m. Las uniones entre los los mismos se han realizado mediante soldadura eléctrica. A los 113 m se coloca una tapa de fondo soldada.

El anular entre la tubería de 250 mm y la perforación ha sido engravillado con 13 Tm de grava silíceo calibrada 2-5 mm.

El anular entre las tuberías de 250 y 320 mm se cierra con un aro de acero soldado. El cierre del sondeo se realiza mediante una brida soldada (DN 250 Pn 10) y su correspondiente tapa atornillada. En la tapa se dispone un tapón roscado de 2" para facilitar la medida de niveles piezométricos.



Fotografía 17. Engravillado del sondeo JE-4 (12/6/98).

El acabado se completa con un dado de hormigón de dimensiones aproximadas 100x100x10 cm.

#### 5.4.4. Prueba de producción

Con el fin de evaluar la capacidad de producción del sondeo se ha realizado un ensayo de bombeo entre los días 4/7/98 y 5/7/98, mediante el equipo descrito en el apartado 5. El ensayo de bombeo consta de un bombeo escalonado y un bombeo prolongado.

La cámara aspirante de la bomba se instaló a 96 m de profundidad. Las medidas de nivel se efectuaron única-

mente en el propio sondeo, mediante sonda eléctrica convencional.

El desarrollo de los trabajos fue el siguiente:

**Día 4/7/98.** A las 10.15 h se inicia el bombeo escalonado con el nivel a 29.2 m de profundidad y un escalón de 6 l/s de caudal. El bombeo comienza con agua ligeramente turbia, que aclara a los 25 minutos. Este escalón tiene una duración de 60 minutos y finaliza con el nivel a 10.52 m de profundidad.

El segundo escalón (10 l/s), de 45 min de duración, no produce enturbia-



Fotografía 18. Bombeo escalonado en el sondeo JE-4. Caudal = 15 l/s (4/7/98).

miento del agua y acaba con el nivel a 19.75 m de profundidad.

El tercer escalón (15 l/s) comienza a las 12 h y su duración es de 1 h. El agua tampoco se enturbia y finaliza con el nivel a 41.85 m de profundidad.

El cuarto y último escalón comienza con 20 l/s, y el agua muy turbia. A los 5 min se reduce el caudal a 18 l/s. A los 40 min la bomba comienza a coger aire progresivamente. El nivel finaliza a 62.71 m de profundidad.

La conductividad del agua alumbrada comienza en torno a 290  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para ir descendiendo progresivamente hasta 275  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cabe destacar la temperatura del agua ( $18^\circ\text{C}$ ), cuatro grados superior a la del resto de los sondeos realizados.

A las 14.00 h se da paso a la recuperación, que se prolonga durante 1 h. El nivel asciende en este lapso hasta 31.88 m, lo que representa una depresión residual de 2.68 m. Cabe destacar la rápida recuperación durante el primer minuto, de unos 40 m.

A las 15.00 h comienza el bombeo prolongado, fijándose un caudal constante de 15 l/s.

**Día 5/7/98.** A las 8.00 h se incrementa el caudal a 16 l/s. Se toma muestra a las 15.00 h y se da por finalizado el bombeo prolongado. El agua presenta en este momento conductividad y temperatura de 265  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y  $18^\circ\text{C}$  respectivamente. El nivel se encuentra a 83.45 m, lo que representa una depresión de 51.57 m.

A las 15.00 h se da paso a la recuperación, que se prolonga durante 90 minutos. Tras este periodo el nivel se encuentra a 34.56 m de profundidad, lo que representa una depresión residual respecto al nivel original de 2.68 m.

En resumen, la prueba realizada presenta las siguientes características:

Ensayo	Q (l/s)	t (min)	Dep. (m)
1er escalón	6	60	10.52
2º escalón	10	45	19.75
3er escalón	15	60	41.85
4º escalón	18-20	60	62.71
Recuperación	-	60	2.68
Bombeo prolongado	12-15	1440	51.57
Recuperación	-	90	2.68

En el anexo 1 se puede encontrar la información detallada respecto a las incidencias más significativas de la prueba de bombeo.

Así mismo, en la figura 13 se puede observar de forma gráfica la evolución de los niveles a lo largo del tiempo.

#### 5.4.4.1. Análisis de la prueba de producción

En la figura 13 se puede apreciar que las depresiones originadas por los diferentes escalones son de amplia magnitud, con caudales específicos entre 0.3 y 0.6 l/sm (figura 14). Los niveles no llegan a estabilizarse en los escalones 2 y 4.

Los puntos que definen las curvas de pozo (Q/Dep y Q/Qe) indican la existencia de pérdidas de carga no lineales. Este aspecto también se

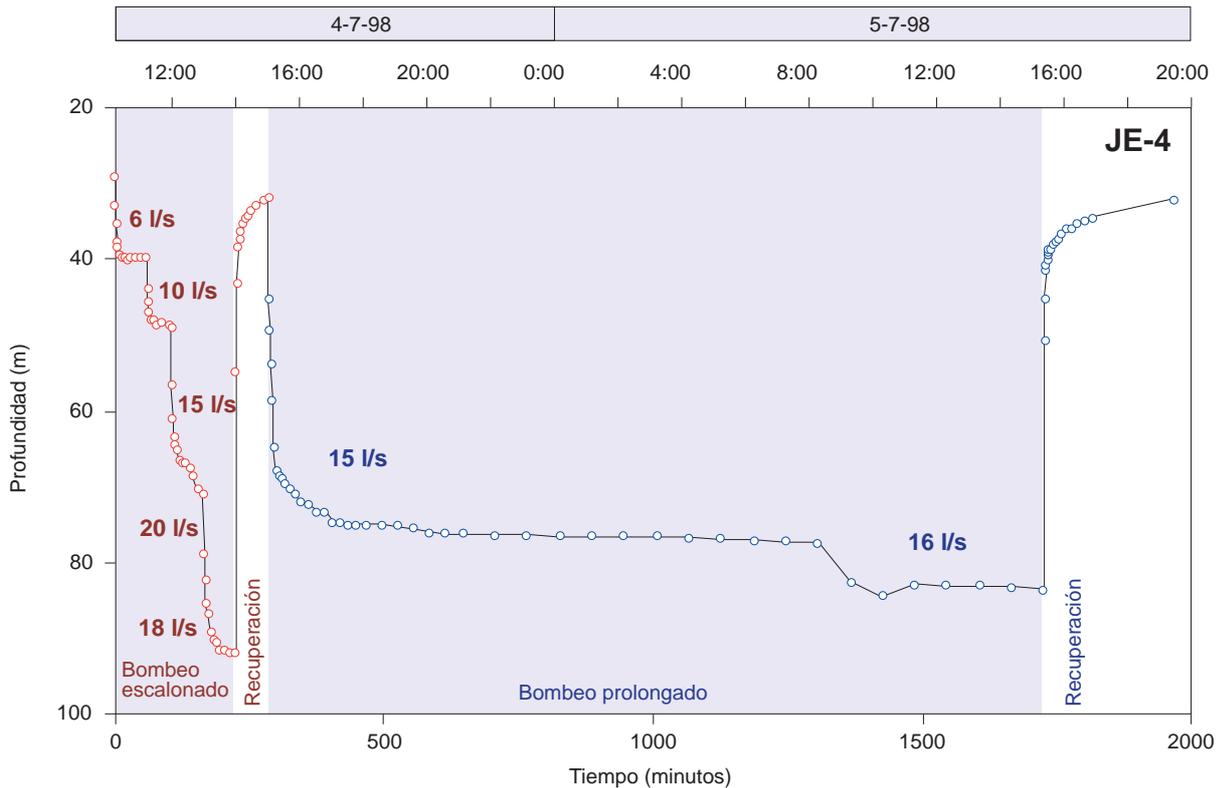


Figura 13. Evolución del nivel en el sondeo JE-4 durante los bombeos escalonado y prolongado.

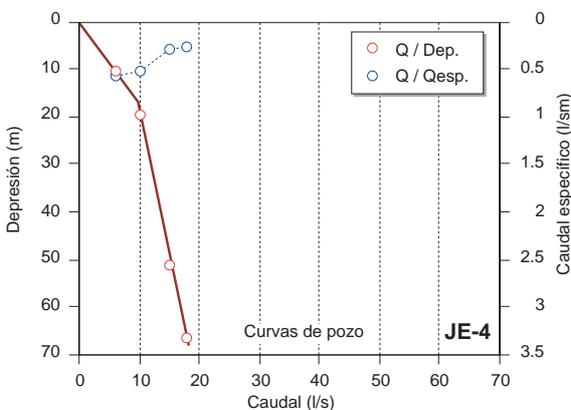


Figura 14. Curvas de pozo en el sondeo JE-4. Las depresiones son extrapoladas en caso de noestabilización de niveles durante los escalones.

aprecia en la recuperación de los niveles, en la cual, durante el primer minuto se llegan a recuperar más de 40 m.

En el bombeo prolongado se aprecia el fenómeno inverso al resto de los sondeos: un descenso de la pendiente. Teniendo en cuenta que durante toda la prueba el agua obtenida fue clara es difícil atribuir este fenómeno a un proceso de desarrollo.

Las transmisividades (método de Jacob) obtenidas para los datos de bombeo y recuperación se observan respectivamente en las figuras 15 y 16. Oscilan entre 33 y 90 m<sup>2</sup>/día (bombeo) y 59 y 110 m<sup>2</sup>/día (recuperación).

En resumen se puede concluir lo siguiente:

- El sondeo JE-3 parece poder proporcionar un caudal continuo de 16 l/s, si este valor hay que tomarlo con

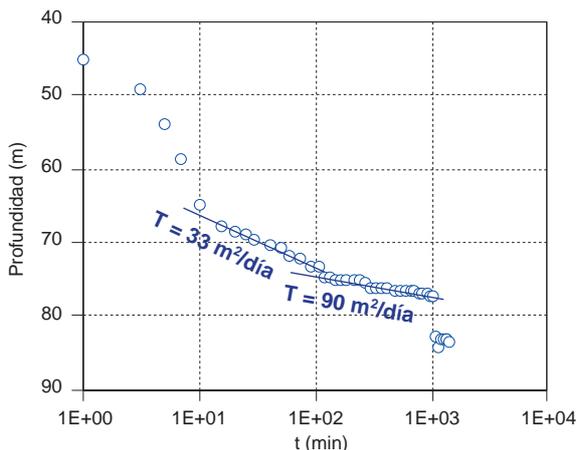


Figura 15. Bombeo prolongado en el sondeo JE-4. Cálculo de la transmisividad.

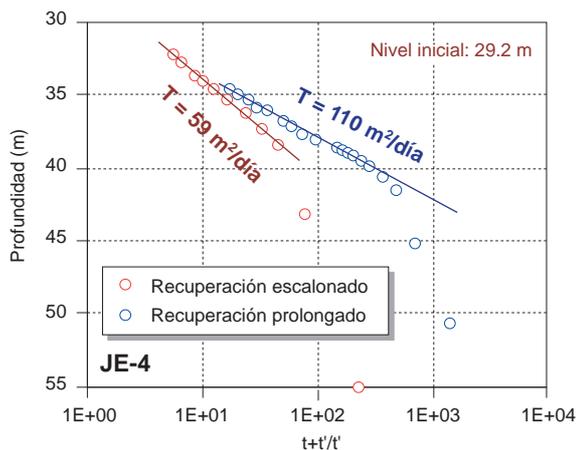


Figura 16. Transmisividades obtenidas en las recuperaciones

cautela ante la escasa duración de los bombeos.

- Los caudales específicos obtenidos son bajos, en torno a 0.5 l/sm.
- Las transmisividades obtenidas para oscilan entre 33 y 90 m<sup>2</sup>/día (bombeo) y 59 y 110 m<sup>2</sup>/día recuperación).
- No se aprecian fenómenos de vaciado.

#### 5.4.5. Hidroquímica y calidad del agua

La muestra recogida al final del bombeo prolongado ha sido analizada por los laboratorios de Aguas del Norte S.A. Se adjunta, como anexo 2, el resultado del mismo.

Se trata de un agua bicarbonatada cálcica con un grado de mineralización medio-bajo. El agua es adecuada para el consumo humano según RD 927/1988, al menos para los parámetros analizados.

## 6. CONCLUSIONES

En el marco del Convenio “Programas de Actuación en Aguas Subterráneas” suscrito entre el Departamento de Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco y el Ente Vasco de la Energía, se han realizado cuatro sondeos de explotación en el término municipal de Hondarribia, denominados Jaizkibel JE-1, JE-2, JE-3 y JE-4.

Los sondeos se ubican en la Unidad Hidrogeológica Jaizkibel y su objetivo principal es el incremento de los recursos disponibles para el abastecimiento de los municipios de Hondarribia e Irun, que es gestionado por Servicios de Txingudi S.A.

El método empleado ha sido el de rotopercusión con martillo en fondo. Los sondeos, de 97, 81, 85 y 113 m de profundidad respectivamente, han atravesado una serie flyschoides constituida por una alternancia de areniscas, lutitas y margas de edad Terciario, y correspondientes a la Fm Jaizkibel.

Los principales niveles acuíferos atravesados están asociados a bancos de areniscas alteradas cuyo espesor individual (máximo de 8-10 m) se puede considerar reducido. Presentan doble permeabilidad: primaria por porosidad intergranular y secundaria por fisuración y disolución del cemento calcáreo.

En los cuatro sondeos se ha puesto de manifiesto el carácter confinado de los niveles acuíferos. Dos de los sondeos realizados han sido surgentes con caudales respectivos de unos 4 l/s. En los restantes el nivel estático se situó en torno a 25 y 30 m de profundidad.

Una vez finalizadas las perforaciones y los acabados respectivos de los sondeos se han realizado, en cada uno de ellos, un bombeo escalonado y un bombeo prolongado de unas 24 h, con sus respectivas recuperaciones.

De estas pruebas se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los sondeos inicialmente surgentes, JE-1 y JE-3, presentan elevados rendimientos, con caudales específicos comprendidos entre 1.5 y 3.5 l/sm. Así, parecen permitir bombeos continuos de 35 y 37 l/s respectivamente, y bombeos puntuales superiores a 50 l/s. Los primeros valores, no obstante, hay que tomarlos con cautela debido a la escasa duración de las pruebas de bombeo.

- El rendimiento de los sondeos JE-2 y JE-4 es sensiblemente inferior, con caudales específicos comprendidos entre 0.5 y 1.5 l/sm. Parecen permitir bombeos continuos de 12 y 16 l/s respectivamente.

- A pesar del elevado rendimiento puntual de los sondeos JE-1 y JE-3, se observan fenómenos de vaciado y descuelgue de los niveles acuíferos, que pueden limitar sensiblemente la magnitud de su explotación continua.

Así, en los sondeos JE-1, JE-2 y JE-3 se aprecia un cambio de tendencia en la evolución de los niveles durante el bombeo prolongado, achacable al progresivo vaciado y posterior descuelgue del nivel acuífero principal. El fenómeno de vaciado se observa también en las tendencias de las recuperaciones de dichos sondeos: lentitud en la recuperación y presencia de descensos residuales.

- Las transmisividades calculadas oscilan en torno a 100-170 m<sup>2</sup>/día mientras el nivel acuífero principal no se descuelga. Una vez que esto sucede, la transmisividad queda reducida hasta 15-25 m<sup>2</sup>/día. No se tienen datos acerca del coeficiente de almacenamiento, si bien se puede suponer que su valor será de pequeña magnitud, dado el carácter confinado de los niveles acuíferos.

- En lo que se refiere a la calidad del agua, se trata en todos los casos de un agua bicarbonatada cálcica con un grado de mineralización bajo a medio. El agua es adecuada para el consumo humano según RD 927/1988, al menos para los parámetros analizados.

De todos estos datos se deduce un acuífero anisótropo, tanto en la vertical como en la horizontal, multicapa y de complejo funcionamiento.

Las obras y pruebas realizadas indican la posibilidad de extraer impor-

tantes volúmenes de agua de forma puntual de determinados pozos. Sin embargo, el limitado desarrollo vertical (y probablemente horizontal) de los niveles acuíferos, parece provocar el progresivo vaciado de los mismos. Ello reduce sensiblemente la magnitud del caudal de un posible bombeo continuo.

En consecuencia, una eventual explotación de la Unidad Hidrogeológica Jaizkibel no debería estar basada en el bombeo de un caudal importante a partir de uno o dos sondeos, sino en la utilización de un número de sondeos sensiblemente superior, con un caudal de explotación que no conlleve el vaciado de los niveles acuíferos principales.

## **ANEXO 1. PARTES DE BOMBEO**

# Bombeo Escalonado

Julio 1.998

Bomba a 80m.

## Sondeo JE-1

Estático 26.10 Referencia a brida: 35cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo EHJ-4				Observaciones
6/7/98	11:30	T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	
6/7/98	11:31	1	1	2.36	2.36	10.00	26.10			Agua roja
6/7/98	11:33	3	3	1.97	1.97					
6/7/98	11:35	5	5	2.11	2.11					Agua con poco tono
6/7/98	11:37	7	7	2.22	2.22					
6/7/98	11:40	10	10	2.40	2.40					
6/7/98	11:45	15	15	2.42	2.42					C=157μS Agua limpia
6/7/98	11:50	20	20	2.61	2.61					
6/7/98	11:55	25	25	2.67	2.67					
6/7/98	12:00	30	30	2.88	2.88					Tª=15°C
6/7/98	12:10	40	40	2.98	2.98					
6/7/98	12:20	50	50	3.10	3.10					
6/7/98	12:30	60	60	3.36	3.36					
6/7/98	12:31	1	61	5.69	5.69	20.00				No enturbia nada
6/7/98	12:33	3	63	6.40	6.40					
6/7/98	12:35	5	65	6.68	6.68					
6/7/98	12:37	7	67	6.98	6.98					
6/7/98	12:40	10	70	7.38	7.38					
6/7/98	12:45	15	75	7.76	7.76					Agua clara
6/7/98	12:50	20	80	8.02	8.02					
6/7/98	12:55	25	85	8.19	8.19					
6/7/98	13:00	30	90	8.56	8.56					C=170μS
6/7/98	13:10	40	100	8.87	8.87					
6/7/98	13:20	50	110	9.11	9.11					
6/7/98	13:30	60	120	9.29	9.29					
6/7/98	13:40	70	130	9.50	9.50					Agua cristalina
6/7/98	13:50	80	140	9.84	9.84					
6/7/98	14:00	90	150	9.95	9.95					
6/7/98	14:01	1	151	13.02	13.02	30.00				
6/7/98	14:03	3	153	14.09	14.09					No enturbia nada
6/7/98	14:05	5	155	14.53	14.53					
6/7/98	14:07	7	157	14.80	14.80					
6/7/98	14:10	10	160	15.18	15.18					
6/7/98	14:15	15	165	15.68	15.68					
6/7/98	14:20	20	170	16.13	16.13					
6/7/98	14:25	25	175	16.48	16.48					
6/7/98	14:30	30	180	16.72	16.72		26.10			
6/7/98	14:40	40	190	17.27	17.27					
6/7/98	14:50	50	200	17.66	17.66					
6/7/98	15:00	60	210	18.50	18.50					
6/7/98	15:10	70	220	18.85	18.85					
6/7/98	15:20	80	230	19.24	19.24					
6/7/98	15:30	90	240	19.55	19.55					Agua cristalina
6/7/98	15:31	1	241	23.15	23.15	40.00				
6/7/98	15:33	3	243	24.23	24.23					
6/7/98	15:35	5	245	24.84	24.84					Apenas enturbia nada
6/7/98	15:37	7	247	25.28	25.28					
6/7/98	15:40	10	250	25.76	25.76					Tª=14°C C=170μS
6/7/98	15:45	15	255	26.49	26.49					
6/7/98	15:50	20	260	26.98	26.98					
6/7/98	15:55	25	265	27.56	27.56					
6/7/98	16:00	30	270	27.95	27.95					Coge muy ligero tono
6/7/98	16:10	40	280	28.76	28.76					
6/7/98	16:20	50	290	29.45	29.45					
6/7/98	16:30	60	300	30.07	30.07					
6/7/98	16:40	70	310	30.58	30.58					
6/7/98	16:50	80	320	31.07	31.07					
6/7/98	17:00	90	330	31.55	31.55					
6/7/98	17:01	1	331	36.13	36.13					
6/7/98	17:03	3	333	37.52	37.52					
6/7/98	17:05	5	335	38.31	38.31					
6/7/98	17:07	7	337	38.94	38.94					
6/7/98	17:10	10	340	39.67	39.67					
6/7/98	17:15	15	345	40.52	40.52					
6/7/98	17:20	20	350	41.37	41.37					
6/7/98	17:25	25	355	41.86	41.86					

**Bombeo Escalonado**

Julio 1.998

Bomba a 80m.

**Sondeo JE-1**

Estático 26.10 Referencia a brida: 35cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo EHJ-4				
6/7/98	11:30	T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
6/7/98	17:30	30	360	42.38	42.38					
6/7/98	17:40	40	370	43.53	43.53					
6/7/98	17:50	50	380	44.31	44.31					
6/7/98	18:00	60	390	45.04	45.04					
6/7/98	18:10	70	400	45.77	45.77					
6/7/98	18:20	80	410	46.59	46.59					
6/7/98	18:30	90	420	47.03	47.03					
6/7/98	18:31	1	421	28.17	28.17				421.00	
6/7/98	18:32	2	422	25.70	25.70				211.00	
6/7/98	18:33	3	423	24.24	24.24				141.00	
6/7/98	18:34	4	424	23.18	23.18				106.00	
6/7/98	18:35	5	425	22.38	22.38				85.00	
6/7/98	18:36	6	426	21.63	21.63				71.00	
6/7/98	18:37	7	427	21.09	21.09				61.00	
6/7/98	18:40	10	430	19.90	19.90				43.00	
6/7/98	18:45	15	435	18.02	18.02				29.00	
6/7/98	18:50	20	440	16.70	16.70				22.00	
6/7/98	18:55	25	445	15.57	15.57				17.80	
6/7/98	19:00	30	450	14.67	14.67				15.00	
6/7/98	19:10	40	460	13.00	13.00				11.50	
6/7/98	19:20	50	470	11.76	11.76				9.40	
6/7/98	19:30	60	480	10.94	10.94				8.00	

# Bombeo Prolongado

Junio 1.998

Bomba a 80 m.

## Sondeo JE-1

10.94 Estáticos

Referencia a brida: 35 cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-2			Crio=165μS Csurgente=171μS	
6/7/98	19:30	T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
6/7/98	19:31	1	1	22.81	11.87	40.00				Tono
6/7/98	19:33	3	3	25.76	14.82					
6/7/98	19:35	5	5	27.10	16.16					
6/7/98	19:37	7	7	27.83	16.89					Aclarando
6/7/98	19:40	10	10	28.91	17.97					C = 168. Tª = 14°C
6/7/98	19:45	15	15	29.89	18.95					Cai limpia
6/7/98	19:50	20	20	30.67	19.73					
6/7/98	19:55	25	25	31.28	20.34					
6/7/98	20:00	30	30	31.80	20.86					
6/7/98	20:10	40	40	32.79	21.85					
6/7/98	20:20	50	50	33.59	22.65					
6/7/98	20:30	60	60	34.21	23.27					
6/7/98	20:45	75	75	34.96	24.02					
6/7/98	21:00	90	90	35.82	24.88					
6/7/98	21:15	105	105	36.51	25.57					
6/7/98	21:30	120	120	36.99	26.05					
6/7/98	21:45	135	135	37.43	26.49					
6/7/98	22:00	150	150	37.92	26.98					
6/7/98	22:30	180	180	38.80	27.86					
6/7/98	23:00	210	210	39.70	28.76					
6/7/98	23:30	240	240	40.68	29.74					
7/7/98	00:00	270	270	41.73	30.79					
7/7/98	00:30	300	300	42.81	31.87					
7/7/98	01:00	330	330	43.45	32.51					
7/7/98	02:00	390	390	43.99	33.05					Clara
7/7/98	03:00	450	450	44.67	33.73					
7/7/98	04:00	510	510	45.15	34.21					
7/7/98	05:00	570	570	45.82	34.88					
7/7/98	06:00	630	630	46.99	36.05					
7/7/98	07:00	690	690	48.12	37.18					
7/7/98	08:00	750	750	49.50	38.56					
7/7/98	09:00	810	810	50.45	39.51					
7/7/98	10:00	870	870	51.68	40.74					
7/7/98	11:00	930	930	53.47	42.53					
7/7/98	12:00	990	990	54.46	43.52					
7/7/98	13:00	1050	1050	55.00	44.06					
7/7/98	14:00	1110	1110	55.55	44.61					
7/7/98	15:00	1170	1170	50.28	39.34	35.00				
7/7/98	16:00	1230	1230	50.24	39.30					
7/7/98	16:01	1	1231	41.36	30.42				1256.00	
7/7/98	16:02	2	1232	39.11	28.17				628.50	
7/7/98	16:03	3	1233	37.46	26.52				419.33	
7/7/98	16:04	4	1234	36.21	25.27				314.75	
7/7/98	16:05	5	1235	35.15	24.21				252.00	
7/7/98	16:06	6	1236	34.04	23.10				210.17	
7/7/98	16:07	7	1237	33.27	22.33				180.29	
7/7/98	16:08	8	1238	32.55	21.61				157.88	
7/7/98	16:09	9	1239	31.97	21.03				140.44	
7/7/98	16:10	10	1240	31.46	20.52				126.50	
7/7/98	16:15	15	1245	29.78	18.84				84.67	
7/7/98	16:20	20	1250	28.61	17.67				63.75	
7/7/98	16:25	25	1255	27.73	16.79				51.20	
7/7/98	16:30	30	1260	26.94	16.00				42.83	
7/7/98	16:45	45	1275	25.38	14.44				28.89	
7/7/98	17:00	60	1290	23.59	12.65				21.92	
7/7/98	18:30	150	1380	18.25	7.31				9.37	

# Bombeo Escalonado

Julio 1.998

Bomba a 70.5 m.

## Sondeo JE-2

26.33 Estático 6.70 Referencia a brida: 40cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-3				
		T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
2/7/98	11:00									
2/7/98	11:01	1	1	28.40	2.07	10.00				Muy turbia
2/7/98	11:03	3	3	28.60	2.27					Aclarando
2/7/98	11:05	5	5	29.03	2.70					con tono
2/7/98	11:07	7	7	29.43	3.10					C=256µS
2/7/98	11:10	10	10	29.80	3.47					
2/7/98	11:15	15	15	30.51	4.18					
2/7/98	11:20	20	20	31.13	4.80		6.69			Un poco más turbia
2/7/98	11:25	25	25	31.55	5.22					C=240µS
2/7/98	11:30	30	30	31.91	5.58					
2/7/98	11:40	40	40	32.75	6.42					
2/7/98	11:50	50	50	33.06	6.73					
2/7/98	12:00	60	60	33.65	7.32					
2/7/98	12:01	1	61	36.20	9.87	20.00				
2/7/98	12:03	3	63	36.71	10.38					Turbia
2/7/98	12:05	5	65	37.13	10.80					C=234µS
2/7/98	12:07	7	67							Aclarando
2/7/98	12:10	10	70	37.83	11.50					
2/7/98	12:15	15	75	38.53	12.20					Algo turbia
2/7/98	12:20	20	80	39.37	13.04					
2/7/98	12:25	25	85	40.13	13.80					
2/7/98	12:30	30	90	40.60	14.27					Aumenta turbidez
2/7/98	12:40	40	100	41.80	15.47					C=231µS Tª=12°C
2/7/98	12:50	50	110	42.81	16.48					
2/7/98	13:00	60	120	43.88	17.55		6.25			
2/7/98	13:01	1	121	47.22	20.89	30.00				Muy turbia. Casi roja
2/7/98	13:03	3	123	47.98	21.65					
2/7/98	13:05	5	125	48.90	22.57					
2/7/98	13:07	7	127	50.17	23.84					Marrón oscuro.
2/7/98	13:10	10	130	52.38	26.05					Coge aire
2/7/98	13:15	15	135	58.36	32.03	20.00				C=216µS. Marrón oscuro
2/7/98	13:20	20	140	60.63	34.30					Tª=12°C. Empieza a aclarar
2/7/98	13:25	25	145	60.60	34.27					
2/7/98	13:30	30	150	60.92	34.59					
2/7/98	13:40	40	160	56.08	29.75	15.00				Menos turbia. Aclara poco
2/7/98	13:50	50	170	53.56	27.23					a poco y deja de salir aire.
2/7/98	14:00	60	180	54.01	27.68					C=209µS Tª=12°C
2/7/98	14:15	75	195	53.51	27.18					
2/7/98	14:30	90	210	54.26	27.93		5.82			
2/7/98	14:40	100	220	54.68	28.35					
2/7/98	14:50	110	230	54.87	28.54					
2/7/98	15:00	120	240	54.93	28.60					
2/7/98	15:01	1	241	39.72	13.39				241.00	Recuperación
2/7/98	15:03	3	243	39.48	13.15				81.00	
2/7/98	15:05	5	245	38.40	12.07				49.00	
2/7/98	15:07	7	247	37.57	11.24				35.29	
2/7/98	15:10	10	250	36.56	10.23				25.00	
2/7/98	15:15	15	255	35.74	9.41				17.00	
2/7/98	15:20	20	260	35.14	8.81				13.00	
2/7/98	15:25	25	265	34.76	8.43				10.60	
2/7/98	15:30	30	270	34.53	8.20				9.00	
2/7/98	15:40	40	280	34.45	8.12				7.00	
2/7/98	15:50	50	290	34.43	8.10				5.80	
2/7/98	16:00	60	300	34.26	7.93				5.00	

# Bombeo Prolongado

Julio 1.998

Bomba a 70.5m.

## Sondeo JE-2

34.26 Estático 5.50 Referencia a brida: cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-3				
		T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
2/7/98	16:00									
2/7/98	16:01	1	1	39.45	5.19	15.00				
2/7/98	16:03	3	3	41.22	6.96					
2/7/98	16:05	5	5	42.76	8.50					
2/7/98	16:07	7	7	43.50	9.24					
2/7/98	16:10	10	10	43.92	9.66					
2/7/98	16:15	15	15	44.42	10.16					
2/7/98	16:20	20	20	44.70	10.44					
2/7/98	16:25	25	25	44.97	10.71					
2/7/98	16:30	30	30	45.13	10.87					C=200µS
2/7/98	16:40	40	40	45.82	11.56					Sigue con tono ligero
2/7/98	16:50	50	50	45.96	11.70					
2/7/98	17:00	60	60	46.20	11.94					
2/7/98	17:15	75	75	46.50	12.24					
2/7/98	17:30	90	90	46.81	12.55					
2/7/98	17:45	105	105	47.09	12.83					
2/7/98	18:00	120	120	47.47	13.21					
2/7/98	18:15	135	135	47.92	13.66					
2/7/98	18:30	150	150	48.35	14.09					
2/7/98	18:45	165	165	49.38	15.12					
2/7/98	19:00	180	180	50.02	15.76					
2/7/98	19:30	210	210	51.42	17.16					
2/7/98	20:00	240	240	52.02	17.76					
2/7/98	20:30	270	270	52.46	18.20					
2/7/98	21:00	300	300	52.68	18.42					
2/7/98	21:30	330	330	52.90	18.64					
2/7/98	22:00	360	360	53.65	19.39					
2/7/98	23:00	420	420	54.12	19.86					
3/7/98	00:00	480	480	55.48	21.22					
3/7/98	01:00	540	540	55.99	21.73					Agua clara
3/7/98	02:00	600	600	56.38	22.12					
3/7/98	03:00	660	660	56.70	22.44					Agua limpia.
3/7/98	04:00	720	720	57.40	23.14					
3/7/98	05:00	780	780	58.37	24.11					
3/7/98	06:00	840	840	59.45	25.19					
3/7/98	07:00	900	900	61.24	26.98					
3/7/98	08:00	960	960	62.00	27.74					
3/7/98	09:00	1020	1020	62.31	28.05	12.00				Se reduce caudal a 12 l/s por coger aire la bomba
3/7/98	10:00	1080	1080	54.84	20.58					
3/7/98	11:00	1140	1140	54.08	19.82					
3/7/98	12:00	1200	1200	54.60	20.34					C=188µS Tª=12.5°C
3/7/98	13:00	1260	1260	55.14	20.88		2.80			Agua limpia
3/7/98	14:00	1320	1320	54.96	20.70					
3/7/98	15:00	1380	1380	55.09	20.83					C=184µS Tª=12°C
3/7/98	16:00	1440	1440	53.64	19.38					Muestra de agua.
3/7/98	16:01	1	1441	42.51	8.25	Recuperación			1441.00	
3/7/98	16:02	2	1442	43.27	9.01				721.00	
3/7/98	16:03	3	1443	43.00	8.74				481.00	
3/7/98	16:04	4	1444	42.58	8.32				361.00	
3/7/98	16:05	5	1445	42.30	8.04				289.00	
3/7/98	16:06	6	1446	42.07	7.81				241.00	
3/7/98	16:07	7	1447	41.83	7.57				206.71	
3/7/98	16:10	10	1450	41.35	7.09				145.00	
3/7/98	16:15	15	1455	40.71	6.45				97.00	
3/7/98	16:20	20	1460	40.25	5.99				73.00	
3/7/98	16:25	25	1465	40.00	5.74				58.60	
3/7/98	16:30	30	1470	39.70	5.44		2.50		49.00	
3/7/98	16:40	40	1480	39.21	4.95				37.00	
3/7/98	16:50	50	1490	38.81	4.55				29.80	
3/7/98	17:00	60	1500	38.49	4.23				25.00	
3/7/98	17:15	75	1515	38.24	3.98				20.20	
3/7/98	17:30	90	1530	38.01	3.75				17.00	
3/7/98	17:45	105	1545						14.71	

# Bombeo Escalonado

Junio 1.998

Bomba a 68m.

## Sondeo JE-3

Estáticos

Referencia a brida: 40cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-2			Crio=165μS Csurgente=171μS	
30/6/98	10:00	T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
30/6/98	10:01	1	1	1.00	1.00	10.00				Agua roja
30/6/98	10:03	3	3	1.28	1.28					Agua limpia
30/6/98	10:05	5	5	1.51	1.51					
30/6/98	10:07	7	7	1.69	1.69					Tª=12°C
30/6/98	10:10	10	10	1.80	1.80					Agua cristalina
30/6/98	10:15	15	15	1.95	1.95					
30/6/98	10:20	20	20	2.25	2.25					
30/6/98	10:25	25	25	2.36	2.36					
30/6/98	10:30	30	30	2.39	2.39					
30/6/98	10:40	40	40	2.61	2.61					C=223μS
30/6/98	10:50	50	50	2.70	2.70					
30/6/98	11:00	60	60	2.86	2.86					
30/6/98	11:01	1	61	3.73	3.73	20.00				Apenas enturbia
30/6/98	11:03	3	63	4.10	4.10					
30/6/98	11:05	5	65	4.30	4.30					
30/6/98	11:07	7	67	4.59	4.59					
30/6/98	11:10	10	70	4.93	4.93					
30/6/98	11:15	15	75	5.27	5.27					
30/6/98	11:20	20	80	5.63	5.63					Agua limpia
30/6/98	11:25	25	85	5.94	5.94					
30/6/98	11:30	30	90	6.14	6.14					
30/6/98	11:40	40	100	6.44	6.44					JE-2:25.63m
30/6/98	11:50	50	110	6.74	6.74					
30/6/98	12:00	60	120	7.02	7.02					C=222μS
30/6/98	12:01	1	121	7.99	7.99	30.00				Agua cristalina
30/6/98	12:03	3	123	8.54	8.54					
30/6/98	12:05	5	125	8.84	8.84					
30/6/98	12:07	7	127	9.20	9.20					
30/6/98	12:10	10	130	9.51	9.51					
30/6/98	12:15	15	135	9.89	9.89					
30/6/98	12:20	20	140	10.30	10.30					
30/6/98	12:25	25	145	10.58	10.58					
30/6/98	12:30	30	150	11.11	11.11					
30/6/98	12:40	40	160	11.45	11.45					
30/6/98	12:50	50	170	11.88	11.88					C=220μS
30/6/98	13:00	60	180	12.30	12.30					
30/6/98	13:01	1	181	13.23	13.23	40.00				Enturbia muy ligeramente
30/6/98	13:03	3	183	13.85	13.85					
30/6/98	13:07	7	187	14.46	14.46					
30/6/98	13:10	10	190	14.82	14.82					
30/6/98	13:15	15	195	15.38	15.38					Agua cristalina
30/6/98	13:20	20	200	15.69	15.69					
30/6/98	13:25	25	205	16.06	16.06					
30/6/98	13:30	30	210	16.39	16.39					JE-2:25.63m
30/6/98	13:40	40	220	17.04	17.04					
30/6/98	13:50	50	230	17.60	17.60					
30/6/98	14:00	60	240	18.06	18.06					
30/6/98	14:03	3	243	19.50	19.50	50.00				
30/6/98	14:05	5	245	19.92	19.92					
30/6/98	14:07	7	247	20.28	20.28					
30/6/98	14:10	10	250	20.69	20.69					Algo tono
30/6/98	14:15	15	255	21.36	21.36					
30/6/98	14:20	20	260	21.81	21.81					
30/6/98	14:25	25	265	22.28	22.28					
30/6/98	14:30	30	270	22.57	22.57					
30/6/98	14:40	40	280	23.25	23.25					
30/6/98	14:50	50	290	23.77	23.77					
30/6/98	15:00	60	300	24.24	24.24					
30/6/98	15:01	1	301	25.19	25.19	60.00				Con tono
30/6/98	15:03	3	303	25.47	25.47					C=200μS
30/6/98	15:05	5	305	25.80	25.80					Mantiene turbidez. Tª=12°C
30/6/98	15:07	7	307	26.02	26.02					Enturbia más.
30/6/98	15:10	10	310	26.34	26.34					
30/6/98	15:15	15	315	26.37	26.37					
30/6/98	15:20	20	320	26.56	26.56					

# Bombeo Escalonado

Junio 1.998

Bomba a 68m.

## Sondeo JE-3

Estáticos

Referencia a brida: 40cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-2			Crio=165 $\mu$ S Csurgente=171 $\mu$ S	
30/6/98	10:00	T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
30/6/98	15:25	25	325	26.83	26.83					
30/6/98	15:30	30	330	27.14	27.14					
30/6/98	15:40	40	340	27.75	27.75					
30/6/98	15:50	50	350	28.31	28.31					
30/6/98	16:00	60	360	28.97	28.97					Muy turbia
30/6/98	16:01	1	361	29.66	29.66	68.00				
30/6/98	16:03	3	363	29.89	29.89					
30/6/98	16:05	5	365	30.13	30.13					
30/6/98	16:07	7	367	30.33	30.33					
30/6/98	16:10	10	370	30.60	30.60					
30/6/98	16:15	15	375	31.19	31.19					
30/6/98	16:20	20	380	31.66	31.66					
30/6/98	16:25	25	385	32.01	32.01					
30/6/98	16:30	30	390	32.32	32.32					
30/6/98	16:40	40	400	33.06	33.06					
30/6/98	16:50	50	410	33.72	33.72					
30/6/98	17:00	60	420	34.50	34.50					
30/6/98	17:01	1	421	30.94	30.94	Recuperación			421.00	
30/6/98	17:02	2	422	30.21	30.21				211.00	
30/6/98	17:03	3	423	29.49	29.49				141.00	
30/6/98	17:04	4	424	28.83	28.83				106.00	
30/6/98	17:05	5	425	28.35	28.35				85.00	
30/6/98	17:07	7	427	27.43	27.43				61.00	
30/6/98	17:10	10	430	26.30	26.30				43.00	
30/6/98	17:15	15	435	24.80	24.80				29.00	
30/6/98	17:20	20	440	23.48	23.48				22.00	
30/6/98	17:25	25	445	22.29	22.29				17.80	
30/6/98	17:30	30	450	21.36	21.36				15.00	
30/6/98	17:40	40	460	18.98	18.98				11.50	
30/6/98	17:50	50	470	16.80	16.80				9.40	
30/6/98	18:00	60	480	15.71	15.71				8.00	

# Bombeo Prolongado

## Sondeo JE-3

Junio 1.998

Bomba a 68m.

15.71 Estáticos

Referencia a brida: 40cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-2			Crio=165μS Csurgente=171μS	
Fecha	Hora	T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
30/6/98	18:00									
30/6/98	18:02	2	2	19.80	4.09	60.00				
30/6/98	18:05	5	5	21.27	5.56					
30/6/98	18:07	7	7	22.19	6.48					
30/6/98	18:10	10	10	23.50	7.79					
30/6/98	18:15	15	15	24.86	9.15					
30/6/98	18:20	20	20	25.65	9.94					
30/6/98	18:25	25	25	26.44	10.73					
30/6/98	18:30	30	30	26.93	11.22					
30/6/98	18:40	40	40	27.94	12.23					
30/6/98	18:50	50	50	28.96	13.25					
30/6/98	19:00	60	60	29.89	14.18					
30/6/98	19:15	75	75	31.07	15.36					
30/6/98	19:30	90	90	32.17	16.46					
30/6/98	19:45	105	105	33.35	17.64					
30/6/98	20:00	120	120	34.49	18.78					
30/6/98	20:15	135	135	36.10	20.39					
30/6/98	20:30	150	150	38.54	22.83					
30/6/98	20:45	165	165	39.36	23.65					
30/6/98	21:00	180	180	40.68	24.97					
30/6/98	21:30	210	210	42.50	26.79					
30/6/98	22:00	240	240	45.05	29.34					
30/6/98	22:30	270	270	47.67	31.96					
30/6/98	23:00	300	300	49.62	33.91					
30/6/98	23:30	330	330	50.90	35.19	50.00				
1/7/98	00:00	360	360	51.80	36.09					
1/7/98	01:00	420	420	52.30	36.59					
1/7/98	02:00	480	480	52.57	36.86					
1/7/98	03:00	540	540	52.70	36.99	40.00				
1/7/98	04:00	600	600	50.98	35.27					
1/7/98	05:00	660	660	47.26	31.55					
1/7/98	06:00	720	720	44.82	29.11	35.00				
1/7/98	07:00	780	780	39.20	23.49					
1/7/98	08:00	840	840	35.68	19.97					
1/7/98	09:00	900	900	34.18	18.47					
1/7/98	10:00	960	960	33.20	17.49					
1/7/98	11:00	1020	1020	32.62	16.91					
1/7/98	12:00	1080	1080	32.10	16.39					
1/7/98	13:00	1140	1140	31.84	16.13					
1/7/98	14:00	1200	1200	31.59	15.88					
1/7/98	15:00	1260	1260	31.48	15.77					
1/7/98	15:02	2	1262	31.92	16.21	37.00				
1/7/98	15:05	5	1265	32.17	16.46					
1/7/98	15:07	7	1267	32.27	16.56					
1/7/98	15:10	10	1270	32.44	16.73					
1/7/98	15:20	20	1280	32.84	17.13					
1/7/98	15:30	30	1290	33.09	17.38					
1/7/98	15:45	45	1305	33.40	17.69					
1/7/98	16:00	60	1320	33.73	18.02					
1/7/98	16:30	90	1350	34.50	18.79					
1/7/98	17:00	120	1380	35.19	19.48					
1/7/98	17:30	150	1410	35.60	19.89					
1/7/98	18:00	180	1440	36.02	20.31					
1/7/98	18:01	1	1441	33.78	18.07				1441.00	
1/7/98	18:02	2	1442	32.99	17.28				721.00	
1/7/98	18:03	3	1443	32.67	16.96				481.00	
1/7/98	18:04	4	1444	32.34	16.63				361.00	
1/7/98	18:05	5	1445	32.08	16.37				289.00	
1/7/98	18:07	7	1447	31.60	15.89				206.71	
1/7/98	18:10	10	1450	30.72	15.01				145.00	
1/7/98	18:15	15	1455	29.45	13.74				97.00	
1/7/98	18:20	20	1460	28.87	13.16				73.00	
1/7/98	18:25	25	1465	28.20	12.49				58.60	
1/7/98	18:30	30	1470	27.47	11.76				49.00	
1/7/98	18:40	40	1480	26.55	10.84				37.00	
1/7/98	18:50	50	1490	25.60	9.89				29.80	

# Bombeo Prolongado

Junio 1.998

Bomba a 68m.

## Sondeo JE-3

15.71 Estáticos

Referencia a brida: 40cm.

Comienzo		Pozo			Sondeo JE-2			Crio=165 $\mu$ S Csurgente=171 $\mu$ S		
		T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
30/6/98	18:00									
1/7/98	19:00	60	1500	24.77	9.06				25.00	
1/7/98	19:15	75	1515	23.95	8.24				20.20	
1/7/98	19:30	90	1530	22.58	6.87				17.00	
2/7/98	11:20	1040	2480	7.09					2.38	
2/7/98	13:00	1140	2580	6.65					2.26	
2/7/98	14:30	1230	2670	5.82					2.17	
3/7/98	12:10	2530	3970	2.80					1.57	
3/7/98	16:30	2790	4230	2.50					1.52	
5/7/98	12:00	5400	6840	0.4					1.27	

# Bombeo Escalonado

Junio 1.998

Bomba a 96m.

## Sondeo JE-4

29.2 Estáticos

Referencia a brida: 40cm.

Comienzo		Pozo				Sondeo JE-2				
		T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	Observaciones
4/7/98	10:15									
4/7/98	10:16	1	1	32.80	3.60	6.00				Agua turbia
4/7/98	10:18	3	3	35.20	6.00					
4/7/98	10:20	5	5	37.76	8.56					
4/7/98	10:22	7	7	38.21	9.01					C = 290µS. Tª=18°C
4/7/98	10:25	10	10	39.56	10.36					Turbia aún
4/7/98	10:30	15	15	39.77	10.57					
4/7/98	10:35	20	20	39.89	10.69					Clara
4/7/98	10:40	25	25	39.96	10.76					C= 280µS
4/7/98	10:45	30	30	39.90	10.70					Cristalina
4/7/98	10:55	40	40	39.81	10.61					
4/7/98	11:05	50	50	39.62	10.42					
4/7/98	11:15	60	60	39.72	10.52					
4/7/98	11:16	1	61	43.83	14.63	10.00				No enturbia
4/7/98	11:18	3	63	45.72	16.52					
4/7/98	11:20	5	65	47.10	17.90					
4/7/98	11:22	7	67							
4/7/98	11:25	10	70	47.93	18.73					C= 279 µS. T = 18°C
4/7/98	11:30	15	75	48.09	18.89					
4/7/98	11:35	20	80	48.81	19.61					
4/7/98	11:40	25	85							
4/7/98	11:45	30	90	48.48	19.28					
4/7/98	11:55	40	100	48.73	19.53					
4/7/98	12:00	45	105	48.95	19.75					
4/7/98	12:01	1	106	56.70	27.50	15.00				No enturbia
4/7/98	12:03	3	108	61.16	31.96					
4/7/98	12:05	5	110	63.33	34.13					
4/7/98	12:07	7	112	64.40	35.20					
4/7/98	12:10	10	115	65.07	35.87					
4/7/98	12:15	15	120	66.46	37.26					C= 275 µS. T = 18°C
4/7/98	12:20	20	125	66.74	37.54					
4/7/98	12:25	25	130	66.88	37.68					
4/7/98	12:35	35	140	67.40	38.20					
4/7/98	12:40	40	145	68.45	39.25					
4/7/98	12:50	50	155	70.34	41.14					
4/7/98	13:00	60	165	71.05	41.85					
4/7/98	13:01	1	166	78.73	49.53	20.00				Algo de tono
4/7/98	13:03	3	168	82.35	53.15					
4/7/98	13:05	5	170	85.44	56.24	18.00				Turbia
4/7/98	13:07	7	172							
4/7/98	13:10	10	175	86.65	57.45					
4/7/98	13:15	15	180	89.16	59.96					Va aclarando
4/7/98	13:20	20	185	90.05	60.85					
4/7/98	13:25	25	190	90.66	61.46					
4/7/98	13:30	30	195	91.70	62.50					C= 275 µS. T = 18°C
4/7/98	13:40	40	205	91.75	62.55					Coge aire
4/7/98	13:50	50	215	91.82	62.62					Cada vez más aire
4/7/98	14:00	60	225	91.91	62.71					Caudal algo inferior
4/7/98	14:01	1	226	54.96	25.76	Recuperación			226.00	
4/7/98	14:03	3	228	43.22	14.02				76.00	
4/7/98	14:05	5	230	38.35	9.15				46.00	
4/7/98	14:07	7	232	37.27	8.07				33.14	
4/7/98	14:10	10	235	36.34	7.14				23.50	
4/7/98	14:15	15	240	35.34	6.14				16.00	
4/7/98	14:20	20	245	34.62	5.42				12.25	
4/7/98	14:25	25	250	34.12	4.92				10.00	
4/7/98	14:30	30	255	33.64	4.44				8.50	JE-2 en 30.00 m
4/7/98	14:40	40	265	32.87	3.67				6.63	JE-1 en 1.21 m
4/7/98	14:50	50	275	32.20	3.00				5.50	
4/7/98	15:00	60	285	31.88	2.68				4.75	

# Bombeo Prolongado

Julio 1.998

Bomba a 96 m.

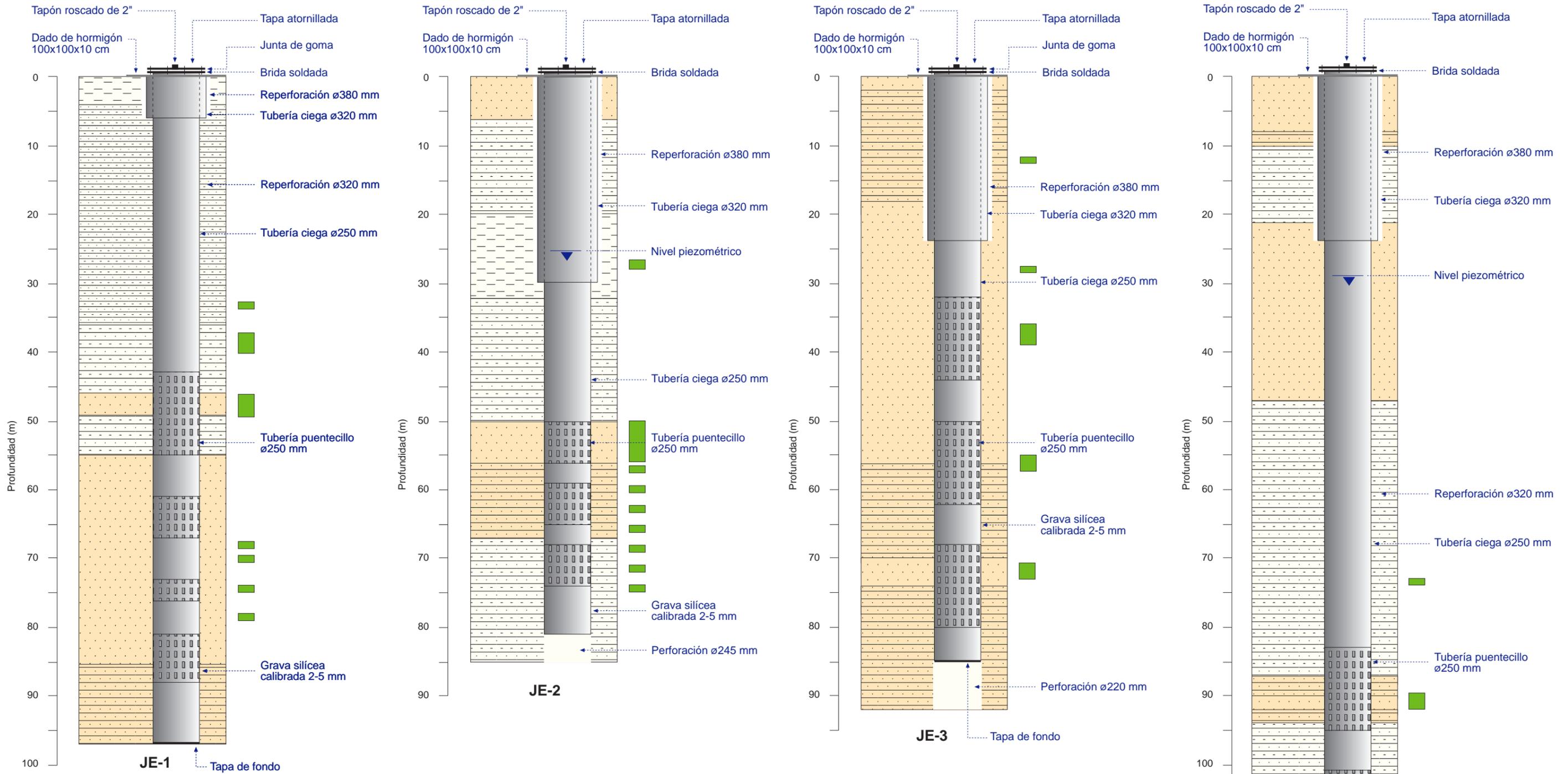
## Sondeo JE-4

31.88 Estáticos

Referencia a brida: cm.

Comienzo		Pozo								Observaciones
		T parcial	T total	Prof(m)	Dep(m)	Q(l/s)	Prof(m)	Dep(m)	T+T'/T'	
4/7/98	15:00									
4/7/98	15:01	1	1	45.30	13.42	15.00				
4/7/98	15:03	3	3	49.34	17.46					Algo turbia
4/7/98	15:05	5	5	53.95	22.07					Clara
4/7/98	15:07	7	7	58.78	26.90					Cristalina
4/7/98	15:10	10	10	64.84	32.96					
4/7/98	15:15	15	15	67.90	36.02					
4/7/98	15:20	20	20	68.56	36.68					
4/7/98	15:25	25	25	69.09	37.21					
4/7/98	15:30	30	30	69.56	37.68					
4/7/98	15:40	40	40	70.40	38.52					
4/7/98	15:50	50	50	70.86	38.98					
4/7/98	16:00	60	60	71.96	40.08					
4/7/98	16:15	75	75	72.22	40.34					
4/7/98	16:30	90	90	73.25	41.37					
4/7/98	16:45	105	105	73.35	41.47					
4/7/98	17:00	120	120	74.63	42.75					
4/7/98	17:15	135	135	74.92	43.04					
4/7/98	17:30	150	150	74.98	43.10					
4/7/98	17:45	165	165	75.10	43.22					
4/7/98	18:00	180	180	75.06	43.18					
4/7/98	18:30	210	210	75.10	43.22					
4/7/98	19:00	240	240	75.22	43.34					
4/7/98	19:30	270	270	75.46	43.58					
4/7/98	20:00	300	300	76.05	44.17					
4/7/98	20:30	330	330	76.14	44.26					
4/7/98	21:00	360	360	76.26	44.38					
4/7/98	22:00	420	420	76.32	44.44					
4/7/98	23:00	480	480	76.45	44.57					
5/7/98	00:00	540	540	76.50	44.62					
5/7/98	01:00	600	600	76.54	44.66					
5/7/98	02:00	660	660	76.59	44.71					
5/7/98	03:00	720	720	76.65	44.77					
5/7/98	04:00	780	780	76.78	44.90					
5/7/98	05:00	840	840	76.89	45.01					
5/7/98	06:00	900	900	77.09	45.21					
5/7/98	07:00	960	960	77.25	45.37					
5/7/98	08:00	1020	1020	77.39	45.51	16.00				
5/7/98	09:00	1080	1080	82.64	50.76					
5/7/98	10:00	1140	1140	84.39	52.51					Medida errónea?
5/7/98	11:00	1200	1200	82.98	51.10					
5/7/98	12:00	1260	1260	83.04	51.16					C = 265 μS. T = 18°C
5/7/98	13:00	1320	1320	83.16	51.28					
5/7/98	14:00	1380	1380	83.27	51.39					
5/7/98	15:00	1440	1440	83.54	51.66					
5/7/98	15:01	1	1441	50.62	18.74	Recuperación			1441.00	
5/7/98	15:02	2	1442	45.14	13.26				721.00	
5/7/98	15:03	3	1443	41.59	9.71				481.00	
5/7/98	15:04	4	1444	40.67	8.79				361.00	
5/7/98	15:05	5	1445	39.98	8.10				289.00	
5/7/98	15:06	6	1446	39.47	7.59				241.00	
5/7/98	15:07	7	1447	39.24	7.36				206.71	
5/7/98	15:08	8	1448	39.01	7.13				181.00	
5/7/98	15:09	9	1449	38.83	6.95				161.00	
5/7/98	15:10	10	1450	38.69	6.81				145.00	
5/7/98	15:15	15	1455	38.07	6.19				97.00	
5/7/98	15:20	20	1460	37.68	5.80		2.50	2.50	73.00	
5/7/98	15:25	25	1465	37.22	5.34				58.60	
5/7/98	15:30	30	1470	36.80	4.92				49.00	
5/7/98	15:40	40	1480	36.10	4.22				37.00	
5/7/98	15:50	50	1490	35.84	3.96				29.80	
5/7/98	16:00	60	1500	35.37	3.49				25.00	
5/7/98	16:15	75	1515	34.99	3.11				20.20	
5/7/98	16:30	90	1530	34.56	2.68				17.00	
5/7/98	19:00	240	1680	32.17	0.29				7.00	

## **ANEXO 2. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS**



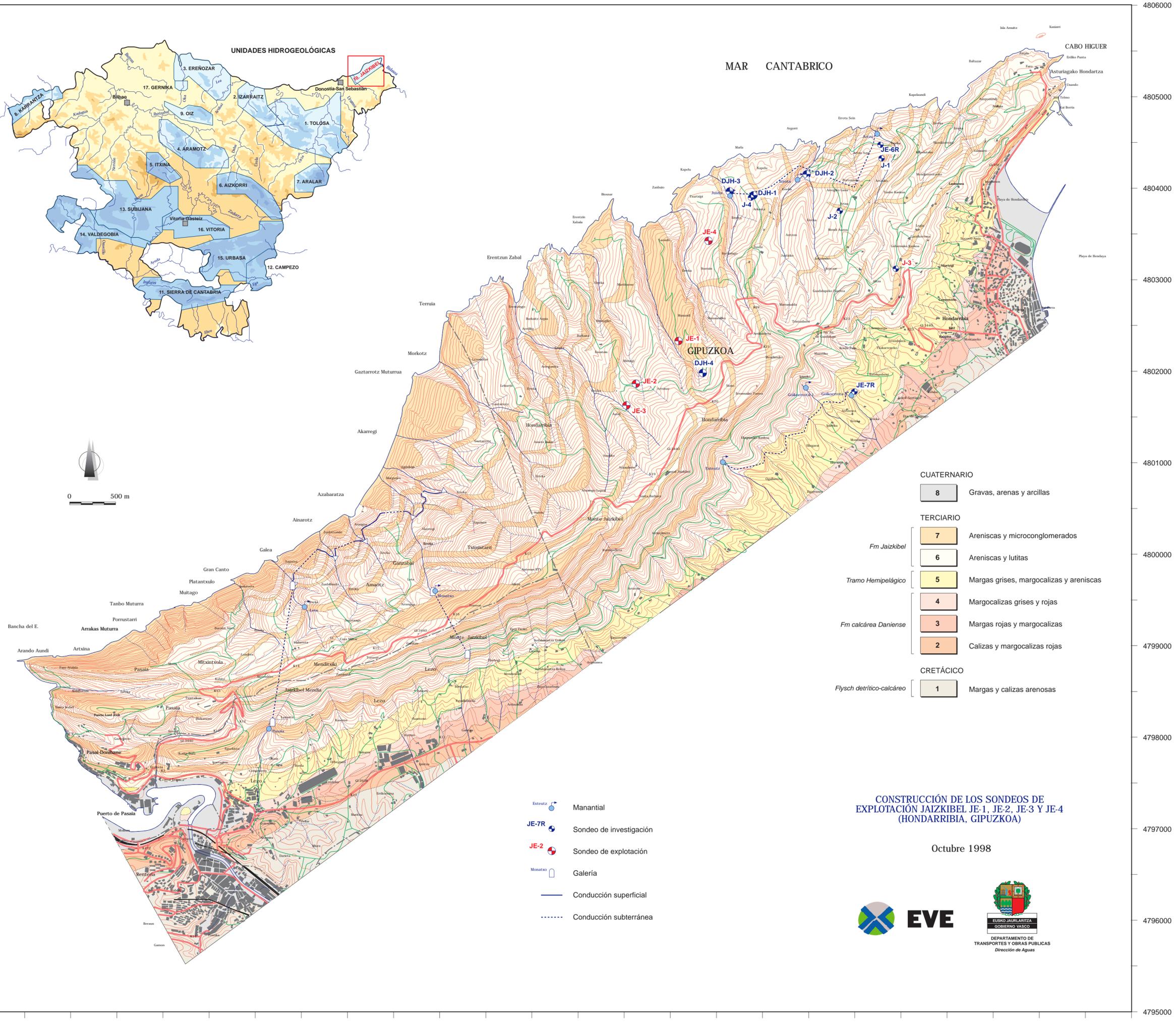
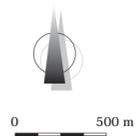
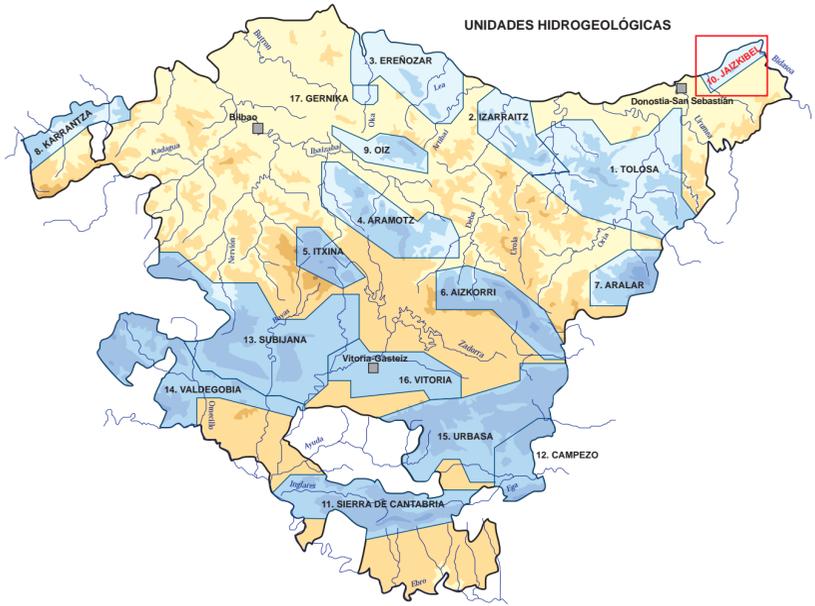
CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE  
EXPLOTACIÓN JAIZKIBEL JE-1, JE-2, JE-3 Y JE-4  
(HONDARRIBIA, GIPUZKOA)

Octubre 1998



- Fm Jaizkibel
- (6) Lutitas y areniscas
  - (6) Areniscas y margas
  - (6) Areniscas y lutitas
  - (7) Areniscas
  - (7) Arenas

■ Zonas de aportación en la perforación



CUATERNARIO	
8	Gravas, arenas y arcillas
TERCIARIO	
7	Areniscas y microconglomerados
6	Areniscas y lutitas
5	Margas grises, margocalizas y areniscas
4	Margocalizas grises y rojas
3	Margas rojas y margocalizas
2	Calizas y margocalizas rojas
CRETÁCICO	
1	Margas y calizas arenosas

- Manantial
- Sondeo de investigación
- Sondeo de explotación
- Galería
- Conducción superficial
- Conducción subterránea

**CONSTRUCCIÓN DE LOS SONDEOS DE EXPLOTACIÓN JAIZKIBEL JE-1, JE-2, JE-3 Y JE-4 (HONDARRIBIA, GIPUZKOA)**

Octubre 1998

