



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

**DEPARTAMENTO DE
TRANSPORTES Y OBRAS PUBLICAS**
Dirección de Aguas

DESARROLLO Y PRUEBA DE PRODUCCION EN LOS SONDEOS OSMA-A Y OSMA-B

Marzo 2000



EVE

INDICE	Pág.
1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	2
2.- EMPLAZAMIENTO GEOLOGICO.....	2
2.1.- Estratigrafía.....	2
2.2.- Tectónica.....	3
2.3.- Consideraciones hidrogeológicas.....	3
3.- ESQUEMA CONSTRUCTIVO DE LOS SONDEOS.....	5
3.1.- Sondeo OSMA-A.....	5
3.2.- Sondeo OSMA-B.....	5
4.- DESARROLLO MEDIANTE ACIDIFICACION.....	7
5.-PRUEBA DE PRODUCCION EN SONDEO OSMA-A	8
5.1.- Descripción del ensayo.....	8
5.2.- Análisis de la prueba de producción.....	10
6.-PRUEBA DE PRODUCCION EN SONDEO OSMA-B	13
6.1.- Descripción del ensayo.....	13
6.2.- Análisis de la prueba de producción.....	17
5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	19

PLANOS

P.1.- Plano general del situación

ANEXOS

A.1.- Partes de campo prueba de producción sondeo OSMA-A

A.2.- Partes de campo prueba de producción sondeo OSMA-B

1.-INTRODUCCION Y OBJETIVOS

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 ha realizado el desarrollo y posterior ensayo de evaluación de los sondeos OSMA-A y B.

Ambos sondeos, previstos en el Catálogo de Actuaciones en Aguas Subterráneas de Julio de 1997, fueron construidos durante el año 1998.

A pesar de considerarse inicialmente negativos por su escaso caudal, su potencial puesta en explotación para abastecimiento a núcleos cercanos ha inducido a realizar un desarrollo y posterior evaluación, más precisa que la realizada originalmente.

Una vez finalizados los trabajos de campo, se ha realizado el presente Informe Técnico en el que se recoge su desarrollo, así como los resultados obtenidos.

2.- EMPLAZAMIENTO GEOLOGICO

El emplazamiento de los sondeos OSMA-A y B se localiza geológicamente en el flanco Sur de la suave estructura anticlinal de Zuazo, en cuyo núcleo aflora la potente formación margosa del Cretácico Superior denominada Margas de Zuazo.

2.1.- Estratigrafía

La estratigrafía general del área está constituida fundamentalmente por tres conjuntos litológicos: Margas y margocalizas (Turoniense medio-Coniaciense inferior), Calizas (Coniaciense medio-superior) y Margocalizas y margas (Santoniense inferior).

A continuación se comentan las características litológicas más sobresalientes de estos materiales.

Margas y margocalizas del Turoniense medio-Coniaciense inferior (Margas de Zuazo)

Esta unidad litológica se encuentra constituida en su totalidad por una alternancia de margas y margocalizas estratificadas en paquetes de 20 cm a 1 m de espesor. Presenta una potencia global mínima de 550-1.000 m dependiendo de los sectores.

Las margas, de color grisáceo claro, aparecen en superficie bastantes alteradas, con aspecto apizarrado u hojoso. Son frecuentes los restos fósiles de equinodermos, disminuyendo su frecuencia en los paquetes más competentes.

Calizas del Coniaciense medio-superior (Calizas de Subijana)

Dispuesta concordantemente sobre la formación anterior, esta unidad presenta una potencia que oscila entre 200-400 m dependiendo de los sectores.

Se encuentra formada mayoritariamente por calizas de grano fino a medio,

fuertemente recristalizadas, de colores grisáceos a ocre. Localmente aparecen calizas bioclásticas, siendo los bivalvos los restos orgánicos mayoritarios. Por lo general presentan un aspecto masivo, aunque ocasionalmente se observan superficies de estratificación. Localmente se encuentran dolomitizadas, dando lugar a dolomías de tipo carniolear, de colores más claros.

Dentro de esta unidad se dan cambios laterales de facies hacia términos más ricos en componente arcilloso (margocalizas).

Margocalizas y margas del Santoniense inferior (Margas de Osma)

Con una potencia global variable entre 100 y 300 m, se sitúa concordantemente sobre el término anterior.

Se trata de una alternancia de margas y margocalizas en paquetes de potencia no superior a 2 m. Las características litológicas son muy semejantes a las Margas de Zuazo con abundantes restos de equinodermos, por lo general fracturados y deformados.

Toda esta unidad aparece en superficie muy fracturada y alterada. En sectores más orientales a Osma (Villodas, Hueto de Abajo) aparece como un cambio de facies de las Calizas de Subijana.

2.2.- Tectónica

La principal estructura de la zona es el Anticlinal de Zuazo. Se trata de una amplia estructura con suaves buzamientos

y direcciones SE-NW. Únicamente en el extremo noroccidental se ve interrumpido bruscamente por fracturas E-W lo que produce un cambio en la dirección de su eje, pasando a ser N-S.

La fracturación es muy intensa tanto a nivel de afloramiento como a escala de fotograma aéreo. El sistema de fracturación más desarrollado es aproximadamente N20°E correspondiendo a fracturas transversales asociadas al pliegue anticlinal. Otro sistema que alcanza relevancia es el longitudinal a estas estructuras, con una dirección aproximada N100-110 E. Las fracturas, por lo general, son abiertas. La casi totalidad de ellas responden a fracturas originadas en una etapa distensiva posterior a la compresión que origina los pliegues en la zona.

2.3.- Consideraciones hidrogeológicas

La Unidad Hidrogeológica Subijana constituye un acuífero de tipología kárstica, con porosidad primaria poco elevada y porosidad secundaria muy importante, originada por procesos de fracturación y dolomitización. En conjunto, la permeabilidad del acuífero puede considerarse muy alta.

Entre las surgencias asociadas directa o indirectamente al acuífero carbonatado, se establece una división en relación con su funcionamiento: surgencias perennes y surgencias temporales. Al primer tipo corresponden los manantiales Nanclares (Qm aforado 440 l/s), Osma (Qm aforado 400 l/s), Abecia y Zuazo (Qm aforado 10-50 l/s). Los pertenecientes al segundo grupo son manantia-

les activos únicamente en períodos de aguas altas pero que, en dichos momentos, aportan caudales punta de hasta varios m^3/s ; tal es el caso de Subijana, Hueto o Trespuentes.

Mención aparte merece la zona de paso por las calizas del río Bayas cuyo funcionamiento es alternativamente como sumidero, en aguas medias-bajas, y como surgencia en aguas altas.

La disposición suavemente ondulada del nivel carbonatado permite, a pesar de su discreto espesor, una gran superficie de afloramiento (140 km^2 , dentro de los límites administrativos impuestos a la unidad) en condiciones óptimas para facilitar la infiltración en detrimento de la escorrentía superficial.

Las condiciones de borde están compuestas por las facies margosas situadas a techo y muro del acuífero, aunque no actúan como límites estrictos; de hecho, un buen número de manantiales surgen en las margocalizas superiores.

El funcionamiento del acuífero es básicamente libre en el área de Subijana, y pasa a confinado en Nanclares y su prolongación hacia el Sur, en la denominada depresión de Treviño. No obstante, en el punto de perforación elegido y dada la profundidad a la que se encuentran las calizas el acuífero debe de estar confinado.

La recarga se produce por infiltración de la precipitación sobre los afloramientos y, en determinadas condiciones hidrológicas, por infiltración del río Bayas a su paso por las calizas.

Las direcciones de flujo son convergentes hacia los principales puntos de descarga, pero con la particularidad de que estas direcciones no son constantes a lo largo del tiempo y existen algunas variaciones importantes. El caso más claro está constituido por el sector de Subijana que actúa, alternativamente, como punto de recarga y punto de descarga. El sentido de flujo del recurso infiltrado es hacia el Sur, aunque no es descartable cierta componente Este, dada la diferencia de cota del sector drenado hacia el río Zadorra.

Los parámetros hidrológicos de la zona son:

- Isoyeta media 900 mm
- Isoterma media 8°C
- Lluvia útil 450 mm .
- Porcentaje medio de infiltración de la lluvia útil 95% .

Aplicando estos parámetros al área de la unidad los recursos renovables en un año medio son de $66 \text{ Hm}^3/\text{año}$.

Sin embargo, esta cifra no representa el total del concepto de entradas del balance de la unidad; para ello, se debe incrementar la infiltración procedente del río Bayas a su paso por las calizas.

Los sondeos se encuentran ubicados en la subunidad de Osma cuya área de afloramiento en la Comunidad Autónoma es de 24 km^2 . La recarga, en la superficie indicada, se ha estimado en $10.3 \text{ Hm}^3/\text{año}$, y el principal punto de descarga es el constituido por los manantiales de Osma, además de otras surgencias en el entorno de menor en-

tividad y carácter temporal.

3.- ESQUEMA CONSTRUCTIVO DE LOS SONDEOS

Las coordenadas UTM y la cota aproximada del punto de perforación son los siguientes:

Coordenada	OSMA-A	OSMA-B
X	494.593	495.264
Y	4.748.943	4.747.993
Z	600 m	619 m

Las características constructivas de los sondeos se exponen a continuación.

3.1. - Sondeo OSMA-A.

El sondeo OSMA-A presenta las siguientes características (Fig 3.1):

<i>Perforación</i>		
Profundidad (m)	ø (mm)	Tipo
0-89	650	Trépano
89-117	600	Trépano
117-214	440	Trépano
214-300	400	Trépano

<i>Entubación</i>			
Prof. (m)	øint (mm)	Pared (mm)	Tipo
0-117	450	8	Metálica ciega

<i>Cementación</i>		
Prof. (m)	Volumen (m3)	Tipo
0-117	20.5	Lechada

El cierre del sondeo se realiza instalando una brida soldada y su correspondiente tapa atornillada. A la tapa se le añade un tapón roscado de ø2" para permitir la medida de niveles.

En resumen, se trata de un sondeo de 300 m. de profundidad entubado en sus primeros 117 m. como cámara de bombeo con diámetro 450 mm.

3.2. - Sondeo OSMA-B.

El sondeo OSMA-B quedó inicialmente con un acabado provisional, sin entubar. Posteriormente, y con vistas a poder desarrollar el sondeo mediante acidificación, se realiza el acabado definitivo del mismo, que queda del siguiente modo (Fig 3.1):

<i>Perforación</i>		
Profundidad (m)	ø (mm)	Tipo
0-85	640	Trépano
85-250	550	Trépano

El día 9 de Diciembre de 1999 se procede a realizar la entubación definitiva del sondeo.



Realizando acabado sondeo OSMA-B

Esquema constructivo Sondeo OSMA-A

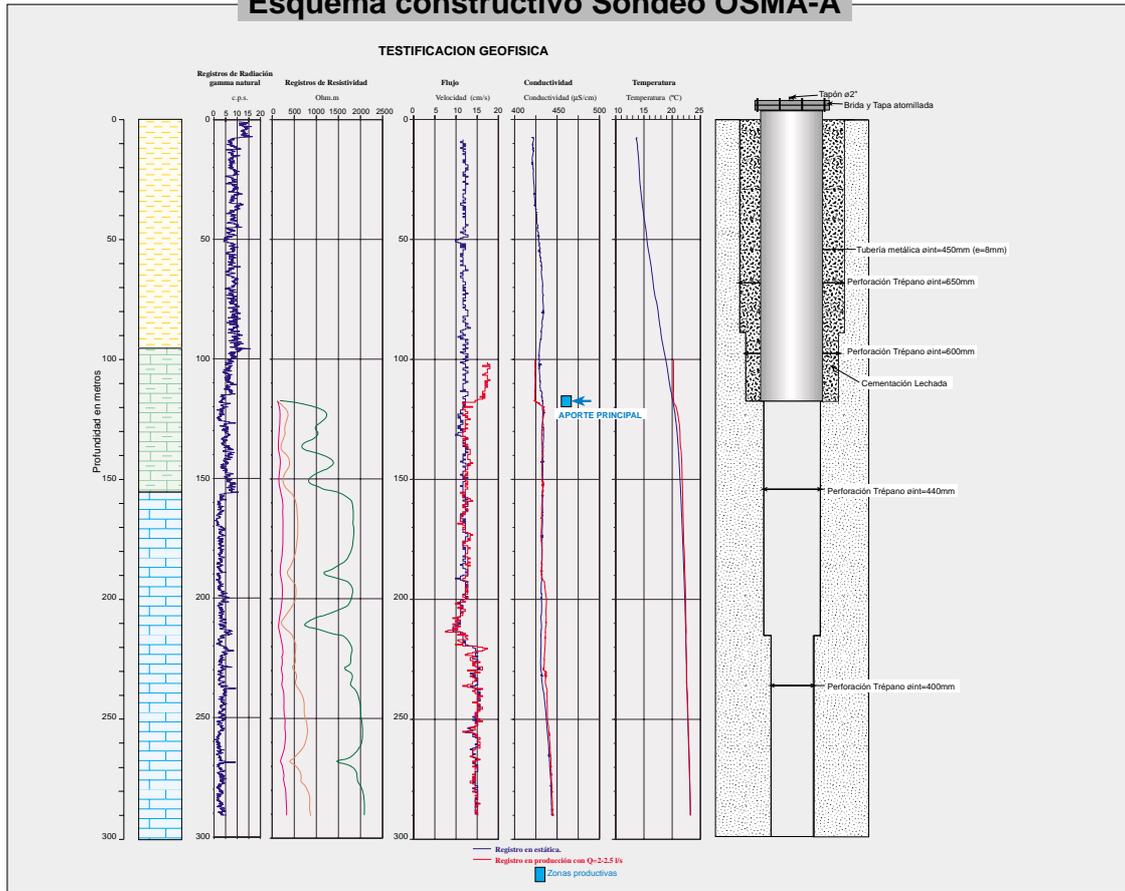
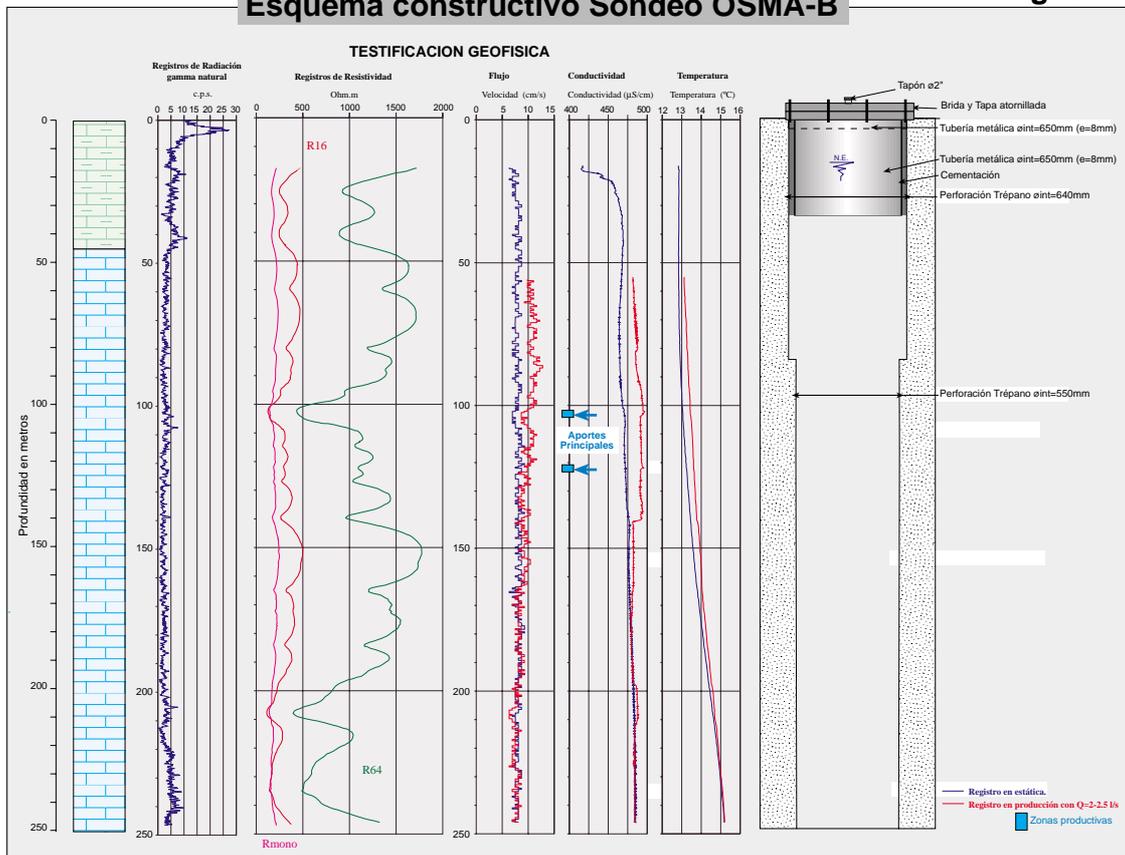


Fig. 3.1

Esquema constructivo Sondeo OSMA-B



Entubación			
Prof. (m)	Øint (mm)	Pared (mm)	Tipo
0-30	400	8	Metálica ciega

El día 17 de Enero de 2000, y después de mejorar los accesos al sondeo, se procede a realizar la cementación del espacio anular entre la tubería y la pared de la perforación.

Cementación		
Prof. (m)	Volumen (m3)	Tipo
0-30	12	Hormigón H200

El cierre del sondeo se realiza instalando una brida soldada y su correspondiente tapa atornillada. A la tapa se le añade un tapón roscado de Ø2" para permitir la medida de niveles. Se realiza también una pequeña solera de hormigón de 1 m².



En resumen, se cierran los 30 primeros metros con tubería de Ø400 mm y se cementa el espacio anular. El resto del sondeo hasta los 250 m queda abierto (open-hole).

4.- DESARROLLO MEDIANTE ACIDIFICACION

El día 27 de Enero del año 2000 se realiza el desarrollo mediante acidificación del sondeo **OSMA-A**.

Se inyectan un total de 12 toneladas de ácido clorhídrico al 33%, a la profundidad de 117 m, mediante tubería de PVC de Ø2".

La inyección se realiza en tres fases, constituida cada una de ellas por un tapón de ácido de aproximadamente 4 tm, desplazados con aproximadamente 10 m³ de agua cada uno.



La máxima presión en el cabezal de inyección se produce en el último tapón, alcanzándose 6 Kg/cm².

Al extraer la tubería de PVC, una vez finalizado el desarrollo, se produce la rotura de un tubo, provocándose la caída de 70 m de tubería al fondo del sondeo. Dada la profundidad del sondeo (300 m) no se procederá a extraer esta tubería.

Los días **31 de Enero y 1 de Febrero** de 2000 se realiza el desarrollo mediante acidificación en el sondeo **OSMA-B**.

En este sondeo se hace necesario el traslado del ácido en bidones de 1m³, debido a la imposibilidad de acceder la cisterna hasta el emplazamiento.



Cabeza de acidificación en OSMA-B

Al igual que en el caso del sondeo anterior, se inyectan un total de 12 tm de ácido, repartidos en tres tapones. En esta ocasión se inyecta a la profundidad de 103 m.

Cada tapón se empuja con 15 m³ de agua, bombeada desde el manantial próximo.

La máxima presión en el cabezal de inyección se produce en el último tapón, alcanzándose 8.5 Kg/cm². En este sondeo la acidificación se prolonga durante

dos días debido a la lentitud con que se produce el descenso de la presión en cada uno de los tapones.

Al extraer la tubería de inyección se pierde el último largo de 6 m, que se abandona en el fondo del sondeo.

5.- PRUEBA DE PRODUCCION EN SONDEO OSMA-A

5.1.- Descripción del ensayo

Con el fin de evaluar tanto la eficacia del proceso de desarrollo llevado a cabo como la potencialidad actual del sondeo, se ha realizado una prueba de producción durante los días 11 a 12 de Febrero de 2000, con un equipo móvil de la empresa Aformhidro S.A., constituido por una bomba Worthington 8MS-289 con motor Aturia de 125 CV. y tubería de impulsión de \varnothing 125 mm.

La aspiración de la bomba queda instalada a 122 m de profundidad. Las medidas de nivel se efectúan mediante sonda eléctrica convencional tomándose como referencia el final del tubo sonda, situado 38 cm por encima de la brida del sondeo.

En los sondeos OSMA-C y D se dispone de registro del nivel diezminutario, ya que se encuentran instalados equipos de medición automática de nivel.

El control del caudal se realiza mediante tubo de Pitot de \varnothing 160 mm, utilizándose diafragmas de diámetros 75, 90 y 120 mm.

La evacuación del agua extraída se realiza mediante una pequeña conducción de PVC de $\varnothing 160$ mm, hasta la cuneta cercana.

A pesar de no tratarse de un período de estiaje prolongado, la ausencia de lluvias durante el mes de Enero y Febrero configuran una situación de cierto estiaje.

El desarrollo de los trabajos es el siguiente:

Día 11/02/2000. Tras realizar el montaje definitivo de la bomba a 122 m de profundidad, a las 10:00 h y con el nivel estático a 10.21 m, se inicia el bombeo escalonado con un primer escalón de 4 l/s. El agua sale inicialmente con fuerte olor al ácido inyectado días antes aunque los valores de conductividad medidos ($10130 \mu\text{S}$) no detectan la presencia de ácido no neutralizado. La regulación del caudal es bastante deficiente debido a interferencias del gas de la acidificación en el tubo de Pitot. El escalón se mantiene durante 60 minutos, con una depresión final en el sondeo de 25.05 m y agua turbia hasta el final.

A las 11:00 h da comienzo el segundo escalón con un caudal de bombeo de 8 l/s. Después de unos minutos de bombeo el caudal comienza



Ensayo de bombeo Sondeo OSMA-A



Q=7 l/s

estabilizarse bien al finalizar la salida de gas por el Pitot. Se mantiene este caudal hasta llegar el nivel dinámico a la rejilla de la bomba (120 m), después de 210 minutos. Durante la última hora de bombeo el agua extraída presenta una carga elevada de arcilla y arena fina. Después de 210 minutos de bombeo se da por finalizado el bombeo escalonado.

Durante el bombeo escalonado la conductividad del agua extraída se mantiene muy alta, si bien disminuye

progresivamente (10130 μ S al inicio del bombeo y 4100 μ S al final).

A las 14:30 h comienza el control del nivel en recuperación, manteniéndose por espacio de 60 minutos.

A las 15:30 h, y todavía con una depresión residual no estabilizada de 4.49 m, da comienzo el bombeo prolongado a caudal constante fijándose este en 6 l/s.

Al finalizar la jornada continúa el bombeo a 6 l/s, con el nivel dinámico a 99.30 m, habiéndose recuperado algunos centímetros en las últimas medidas.

Día 12/02/2000. Prosigue el bombeo con 6 l/s hasta las 9:30 h, momento en el cual se aumenta el caudal hasta 7 l/s.

Durante el resto de la prueba y hasta finalizar el bombeo a las 18:00 h se mantiene el bombeo a 7 l/s. Después de 8.5 h de haber aumentado el caudal de extracción el nivel dinámico finaliza a 113.17 m. En bombeo termina con una ligera turbidez en el agua que se produce al aumentar el caudal hasta 7 l/s. Antes de aumentar el caudal se encontraba cristalina.

Al finalizar el bombeo, el agua todavía mantiene una conductividad de 2610 μ S, siendo la temperatura de 18.7°C.

A las 18:00 h se para el bombeo y se controla la recuperación durante 120 minutos.

Día 13/02/2000. Se procede a extraer la bomba y tubería de impulsión utilizada en la prueba. Antes de iniciar las labores de extracción del material se realiza una nueva medida del nivel que se sitúa a 10.27 m, la misma medida que se toma al cabo de 2 horas de parado el bombeo.

En la figura 5.1 se presenta de forma gráfica la evolución del ensayo. Como Anexo-1 se adjuntan los partes de bombeo correspondientes. Las características globales son :

Prueba	t (min)	Q (l/s)	Depresión (m)
Escalón N°1	60	4	25.05 (*)
Escalón N°2	210	8	a rejilla
Recuperación	60	--	4.49-R (*)
Bombeo	1590	6-7	102.96 (*)
Recuperación	120	--	0.06-R (*)

R: Depresión residual (*) : No estabilizada

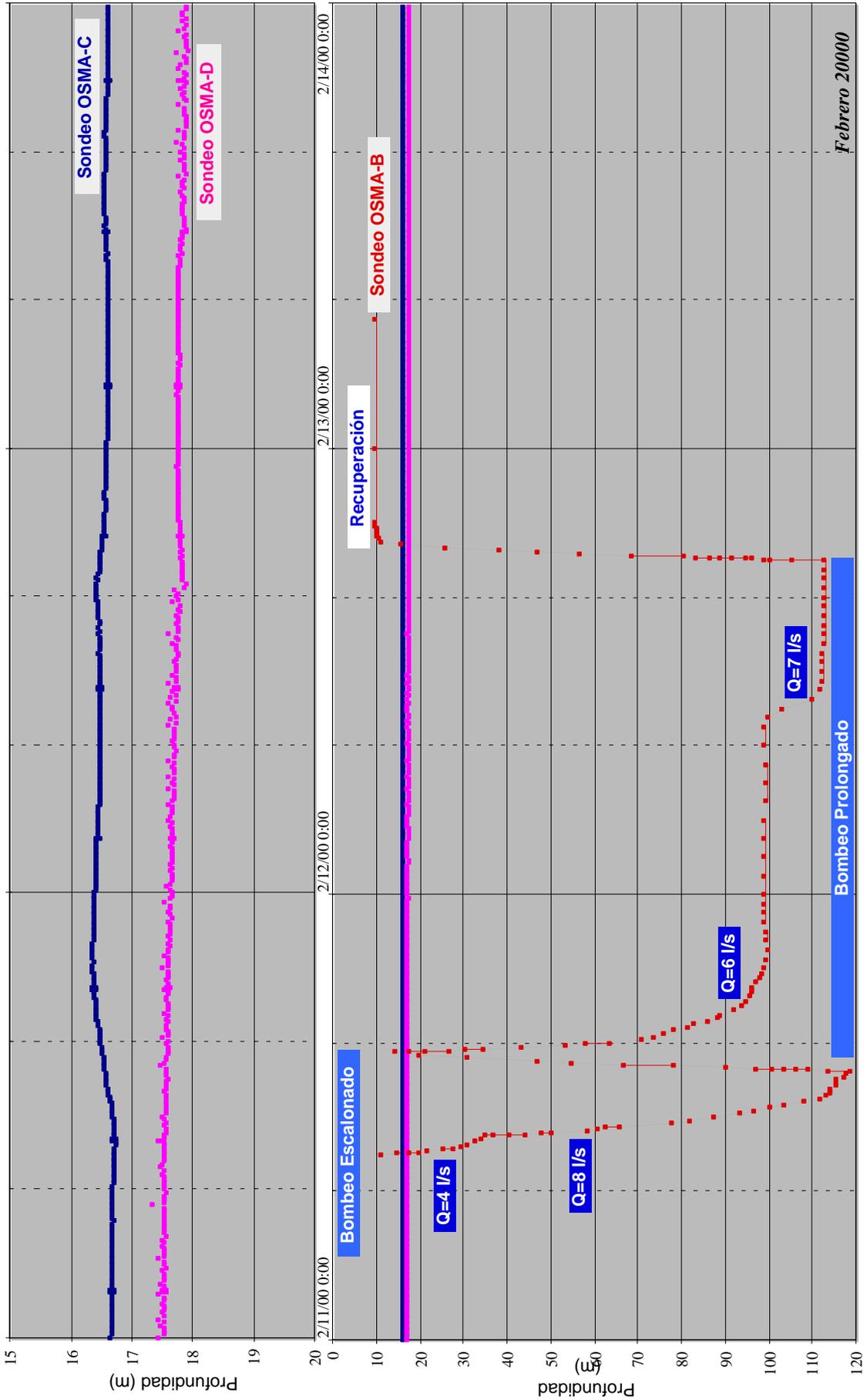
En resumen, la prueba realizada ha presentado una duración de 31 h de bombeo (habiéndose extraído más de 735 m³ de agua del sondeo) y 3 h de recuperación.

5.2.- Análisis de la prueba de producción

A continuación se analizan los datos aportados por la prueba de producción, basados en las variaciones del nivel dinámico en el propio sondeo de extracción, así como en los puntos de control OSMA-C y D.

En la figura 5.2 se presenta la evolución del nivel en el bombeo escalonado.

Fig.- 5.1 **Ensayo de Bombeo en el sondeo OSMA-A (posterior a la acidificación)**



Como se puede observar, con un caudal de 8 l/s se lleva el nivel a la rejilla de la bomba. El caudal específico del sondeo oscila entre 0.16 l/s.m para el escalón de 4 l/s y 0.10 l/s.m para el escalón de 8 l/s.

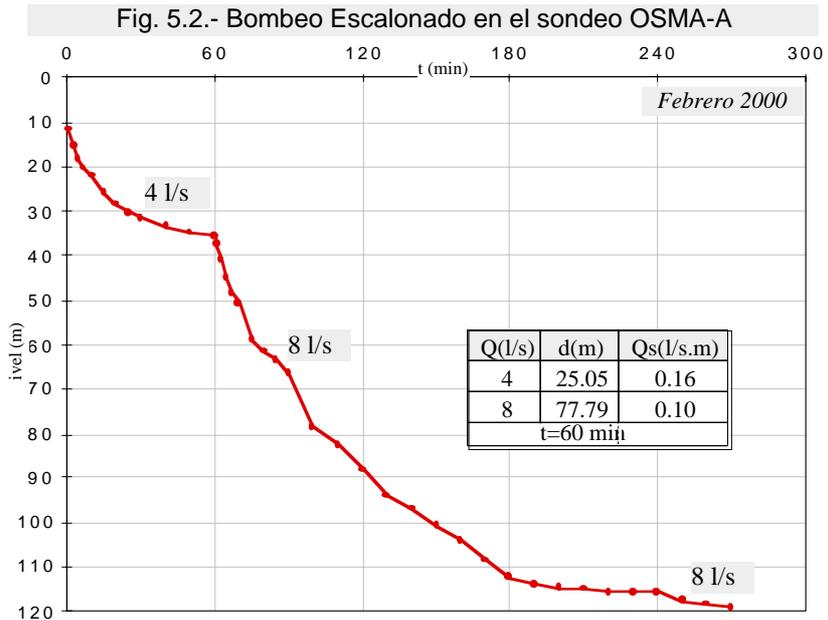
Teniendo en cuenta que el rendimiento del sondeo cuando se realiza la testificación fue (con un caudal de bombeo de 2.5 l/s) de 0.056 l/s.m, el proceso de desarrollo al que se ha sometido al sondeo a provocado una ligera mejoría en el rendimiento. Al final de bombeo prolongado el caudal específico del sondeo se sitúa sobre los 0.07 l/s.m, con pérdidas de carga incluidas.

En la figura 5.3 se presenta la curva de pozo obtenida únicamente con los dos escalones realizados.

Como se observa, la curva de pozo refleja la entrada en juego de pérdidas de carga exponenciales al caudal de bombeo para caudales de extracción relativamente pequeños (5-6 l/s).

De esta forma el caudal en el punto crítico del sondeo se sitúa en torno a ese caudal (5-6 l/s)

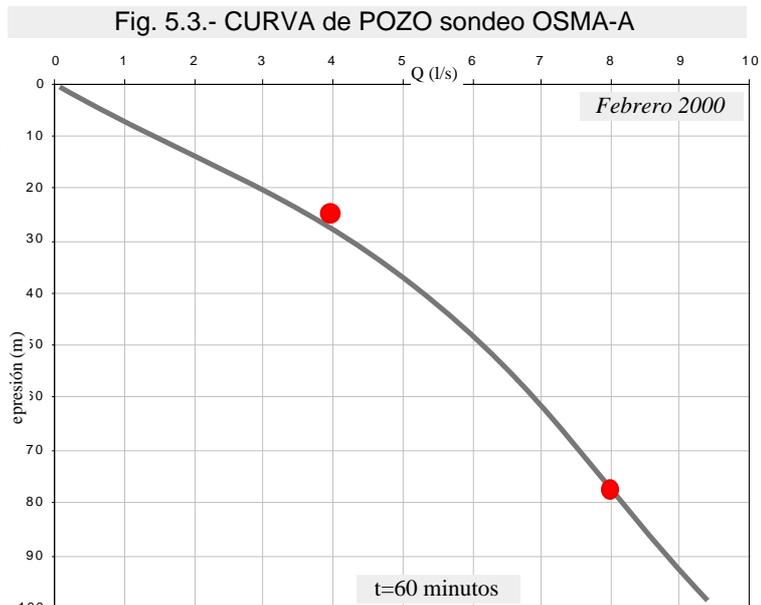
Los registros de nivel obtenidos en los sondeos OSMA-C y D no muestran ningún re-



flejo de las extracciones que se realizan en el sondeo OSMA-A. Los caudales bombeados son bajos y las distancias muy importantes.

En la Fig. 5.4 se presenta la evolución del bombeo prolongado en escala semilogarítmica.

La evolución del nivel en el sondeo muestra una estabilización a partir de 3-4 h de bombeo. Después se está



más de 12h bombeando con el nivel en torno a 99 m. Posteriormente se aumentará el caudal hasta 7 l/s.

Esta estabilización se interpreta como un efecto de drenaje diferido desde zonas más alejadas del sondeo con una permeabilidad y transmisividad mayor.

El valor de la transmisividad (T), calculado por el método de Jacob sobre la evolución de los descensos en los primeros momentos de bombeo no influenciados por el drenaje diferido, resulta ser de 2-3 m²/día.

Las evoluciones del nivel en recuperación, mostradas en la Fig 5.5 vienen a reflejar un claro efecto de recarga, reestableciéndose el nivel inicial con cierta rapidez. Los valores de T, calculados con ciertas reservas por la recarga, se sitúan entre 1y 6 m²/día.

Dado que no se dispone de ningún punto de observación alejado del punto de extracción, con afección por el bombeo, no se puede calcular el coeficiente de almacenamiento (S).

Al finalizar la prueba de producción en el sondeo OSMA-A todavía se extrae agua con una conductividad muy elevada (2610 µS). En las últimas cuatro horas de bombeo se produce un descenso de la conductividad de 120 µS)

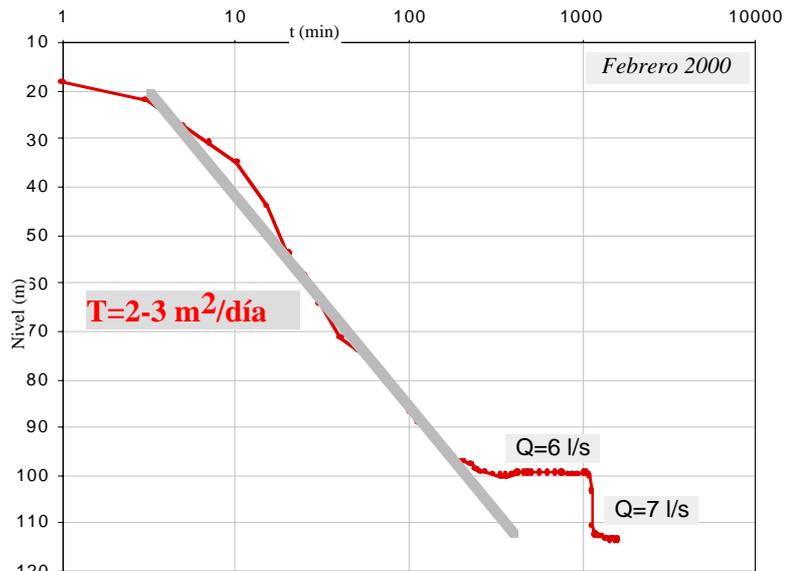


Fig. 5.4.- Bombeo Prolongado a 6-7 l/s en el sondeo OSMA-A

6.- PRUEBA DE PRODUCCION EN SONDEO OSMA-B

6.1.- Descripción del ensayo

A igual que en el sondeo anterior, con el fin de evaluar tanto la eficacia del proceso de desarrollo llevado a cabo como la potencialidad actual del sondeo, se ha realizado una prueba de producción du-

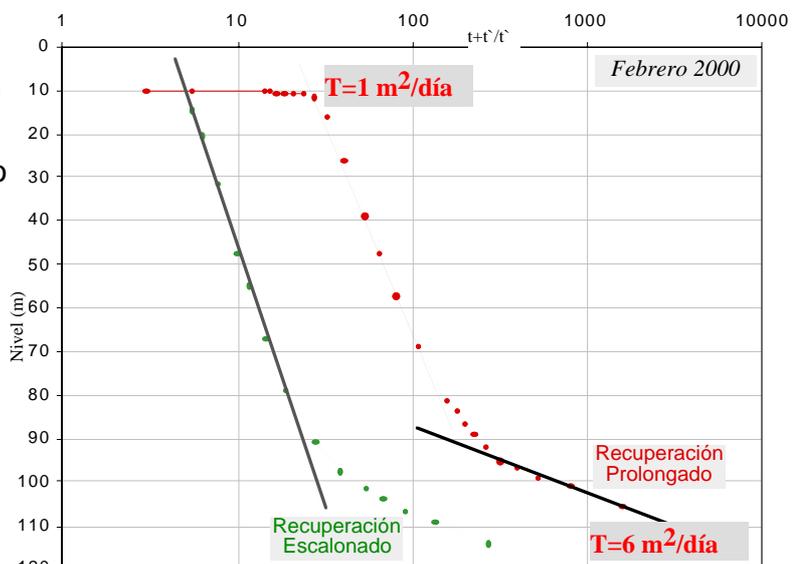


Fig. 5.5.- Recuperaciones en el sondeo OSMA-A

rante los días 8, 9 y 10 de Febrero de 2000, con el equipo móvil de la empresa Aformhidro S.A., constituido por una bomba Worthington 8MS-289 con motor Aturia de 125 CV. y tubería de impulsión de \varnothing 125 mm.

La aspiración de la bomba queda instalada a 122 m de profundidad. Las medidas de nivel se efectúan mediante sonda eléctrica convencional tomándose como referencia el final del tubo sonda, situado 42 cm por encima de la brida del sondeo.

En los sondeos OSMA-C y D se dispone de registro del nivel diezminutario, ya que se encuentran instalados equipos de medición automática de nivel.

Sobre el sondeo de control piezométrico Osma-3 (situado a aproximadamente 150 m) se realizan también medidas con sonda convencional, sabiendo a priori que el sondeo se encuentra tapando algunos metros por debajo del nivel estático.

El control del caudal se realiza mediante tubo de Pitot de \varnothing 160 mm, utilizándose diafragmas de diámetros 75, 90 y 120 mm.

La evacuación del agua extraída se realiza mediante una pequeña conducción de PVC de \varnothing 160 mm, hasta pasar el manantial cercano.

A pesar de no tratarse de un período de estiaje prolongado, la ausencia de lluvias durante el mes de Enero y Febrero configuran una situación de cierto estiaje.

El desarrollo de los trabajos es el siguiente:

Día 8/02/2000. Tras realizar el montaje definitivo de la bomba a 122 m de profundidad, a las 15:30 h y con el nivel estático a 19.30 m, se inicia el bombeo escalonado con un primer escalón de 4 l/s. El agua sale inicialmente con fuerte olor al ácido inyectado días antes aunque los valores de conductividad medidos (11800 μ S) no detectan la presencia de ácido no neutralizado..



Ensayo de bombeo en OSMA-B

La regulación del caudal es bastante deficiente debido a interferencias del gas de la acidificación en el tubo de Pitot. El escalón se mantiene durante 60 minutos, con una depresión final en el sondeo de 20.08 m. Al finalizar el escalón se extrae agua bastante clara y conductividad de 10040 μ S.

A las 16:30 h da comienzo el segundo escalón con un caudal de bombeo de 8 l/s. Se mantiene la salida de gas y espuma durante todo el escalón. Al cabo de 60 minutos se crea una depresión adicional de

26.78 m (46.86 m de depresión total en el sondeo). Se finaliza el escalón con agua de conductividad más alta que en el escalón anterior (15480 μS).

A las 17:30 h se inicia un nuevo escalón de bombeo a 12 l/s. Después de una hora de bombeo se crea una depresión adicional de 42.24 m (89.10 m de depresión total). El escalón finaliza con agua turbia y conductividad muy alta (16370 μS).

A las 18:30 h comienza el control del nivel en recuperación, manteniéndose por espacio de 60 minutos.

A las 19:30 h, y todavía con una depresión residual no estabilizada de 19.30 m, da comienzo el bombeo prolongado a caudal constante fijándose éste en 8 l/s.

Inicialmente sale agua con mucha espuma, siendo a partir de las 23:30h cuando deja de salir gas y permite estabilizar bien el caudal en el Pitot. Finaliza la jornada extrayéndose 8 l/s de agua limpia.

Día 9/02/2000. Prosigue el bombeo con 8 l/s hasta las 18:00 h, momento en el cual se da por finalizado el ensayo de bombeo.

Finaliza el bombeo con agua cristalina y sin afección sensible al manantial próximo. Al final del bombeo el agua todavía mantiene una conductividad de 3100 μS , con una temperatura en torno a 14°C.



Final del bombeo prolongado a 8 l/s

A las 18:00 h se para el bombeo y se controla la recuperación durante 120 minutos.

Día 10/02/2000. Se procede a extraer la bomba y tubería de impulsión utilizada en la prueba. Antes de iniciar las labores de extracción del material se realiza una nueva medida del nivel, que se sitúa a 20.00 m.

En la figura 6.1 se presenta de forma gráfica la evolución del ensayo. Como Anexo-2 se adjuntan los partes de bombeo correspondientes. Las características globales son :

Prueba	t (min)	Q (l/s)	Depresión (m)
Escalón N°1	60	4	20.08 (*)
Escalón N°2	60	8	46.86 (*)
Escalón N°3	60	12	89.10 (*)
Recuperación	60	--	19.30-R (*)
Bombeo	1350	8	62.83
Recuperación	120	--	5.26-R (*)

R: Depresión residual (*) : No estabilizada

En resumen, la prueba realizada ha presentado una duración de 25.5 h de bombeo (habiéndose extraído más de

Ensayo de Bombeo en el sondeo OSMA-B (posterior a la acidificación)

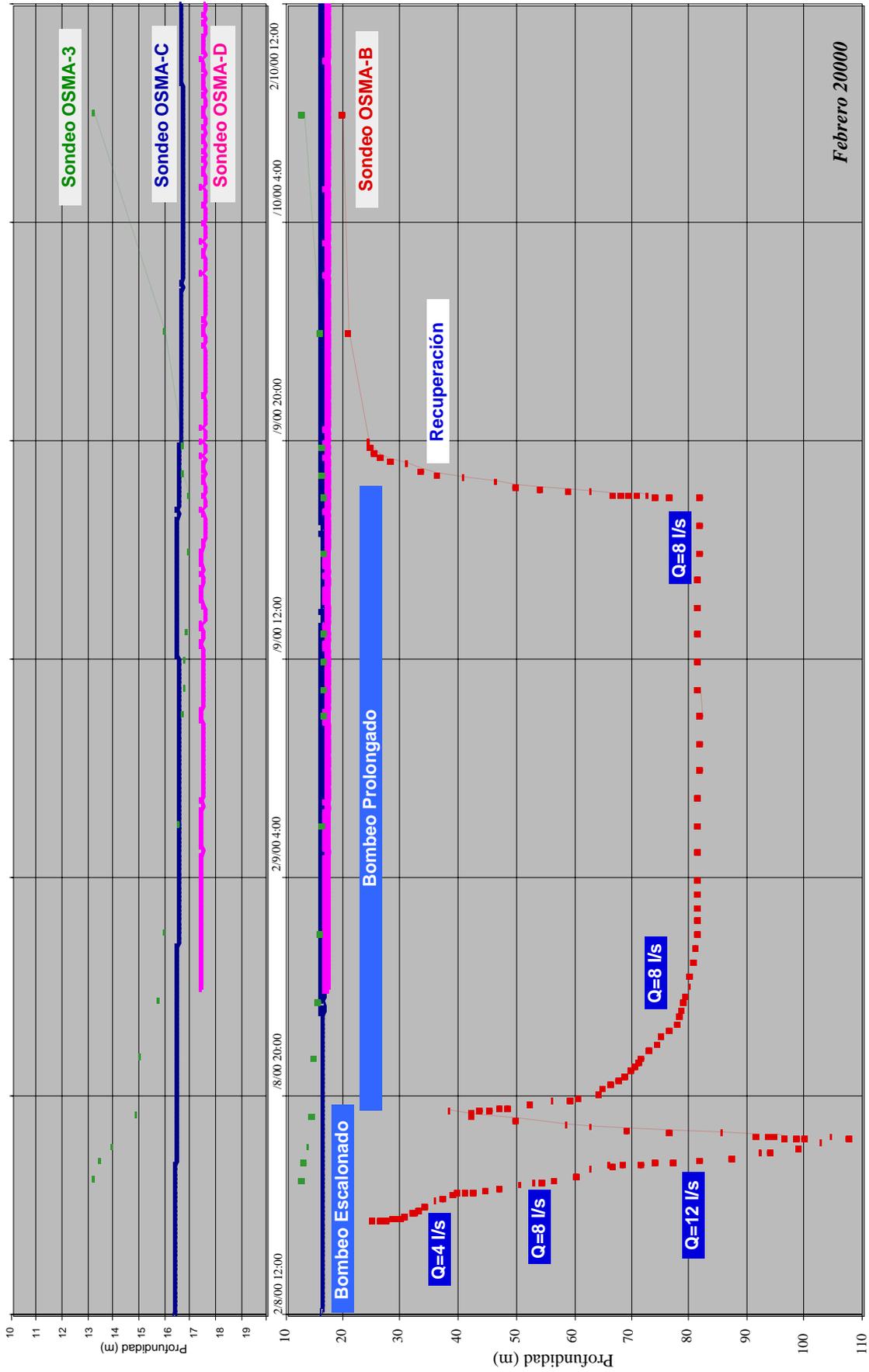


Fig.- 6.1

734 m³ de agua del sondeo) y 3 h de recuperación.

6.2.- Análisis de la prueba de producción

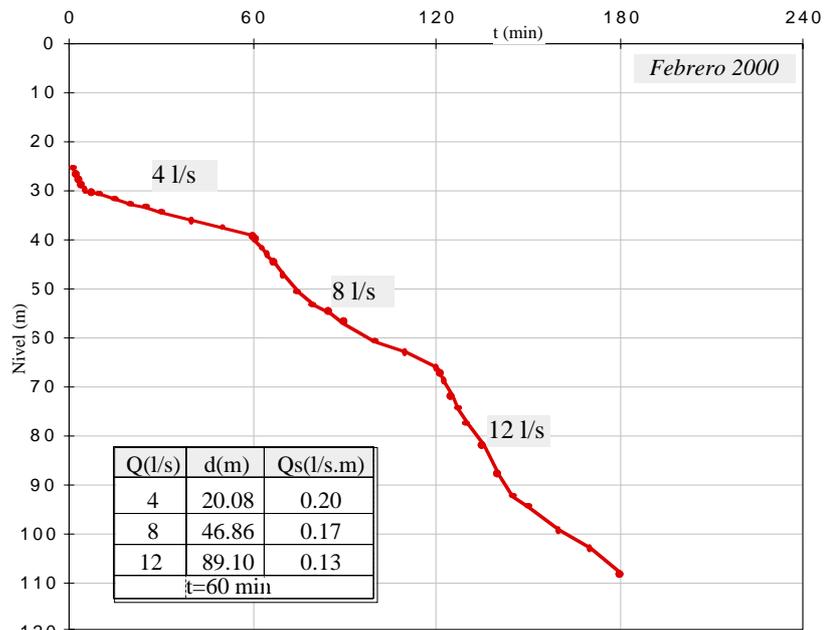
A continuación se analizan los datos aportados por la prueba de producción, basados en las variaciones del nivel dinámico en el propio sondeo de extracción, así como en los puntos de control OSMA-C, D y piezómetro Osma-3.

En la figura 6.2 se presenta la evolución del nivel en el bombeo escalonado.

Como se puede observar con un caudal de 12 l/s el nivel descendería por debajo de la rejilla al cabo de algo más de una hora. El caudal específico del sondeo oscila entre 0.20 l/s.m para el escalón de 4 l/s y 0.13 l/s.m para el escalón de 12 l/s, para tiempos de 60 minutos. Este últimos valor (0.13 l/s.m) se mantiene también en el bombeo prolongado que se realiza con 8 l/s.

Teniendo en cuenta que el rendimiento del sondeo cuando se realiza la testificación fue (con un caudal de bombeo de 3.2 l/s) de 0.14 l/s.m, el proceso de desarrollo al que se ha sometido al sondeo no parece haber

Fig. 6.2.- Bombeo Escalonado en el sondeo OSMA-B

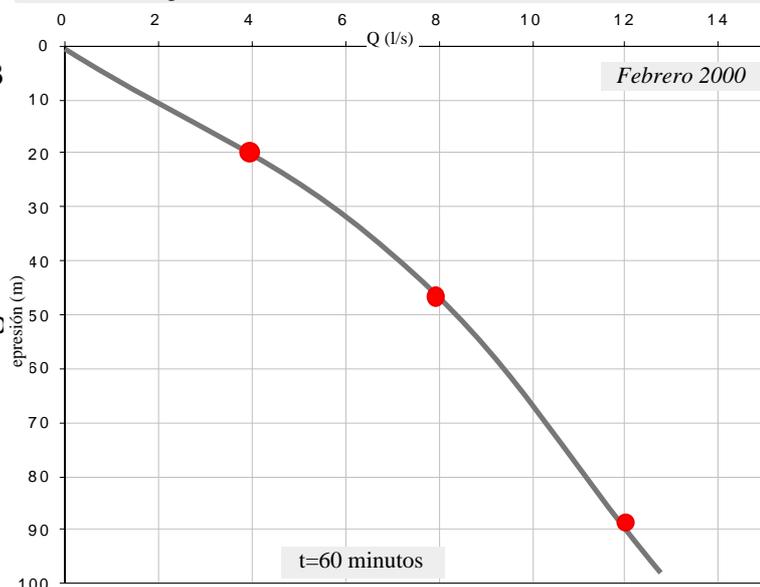


producido mejoría importante.

En la figura 6.3 se presenta la curva de pozo obtenida con los escalones realizados para período de tiempo t=60 minutos.

Como se observa, la curva de pozo refleja la entrada en juego de pérdidas de carga exponenciales al caudal de bombeo para caudales de extracción en tor-

Fig. 6.3.- CURVA de POZO sondeo OSMA-B



no a 8 l/s.

De esta forma el caudal en el punto crítico del sondeo se situaría en torno a ese caudal (8 l/s)

Los registros de nivel obtenidos en los sondeos OSMA-C y D no muestran ningún reflejo de las extracciones que se realizan en el sondeo OSMA-B. Los caudales bombeados son bajos y las distancias muy importantes.

En la Fig. 6.4 se presenta la evolución del bombeo prolongado en escala semi-logarítmica.

La evolución del nivel en el sondeo muestra una estabilización a partir de 4-5 h de bombeo. El resto del bombeo se realiza con el nivel estabilizado en torno a 80-81 m y agua totalmente clara.

Al igual que en el sondeo OSMA-A, esta estabilización se interpreta como un efecto de drenaje diferido desde zonas más alejadas del sondeo con una permeabilidad y transmisividad mayor. El ensayo de bombeo efectuado no llega a afectar de forma apreciable a la surgencia próxima.

El valor de la transmisividad (T), calculado por el método de Jacob sobre la evolución de los descensos en los primeros momentos de bombeo no influenciados por el drenaje diferido, resulta ser de 5-6

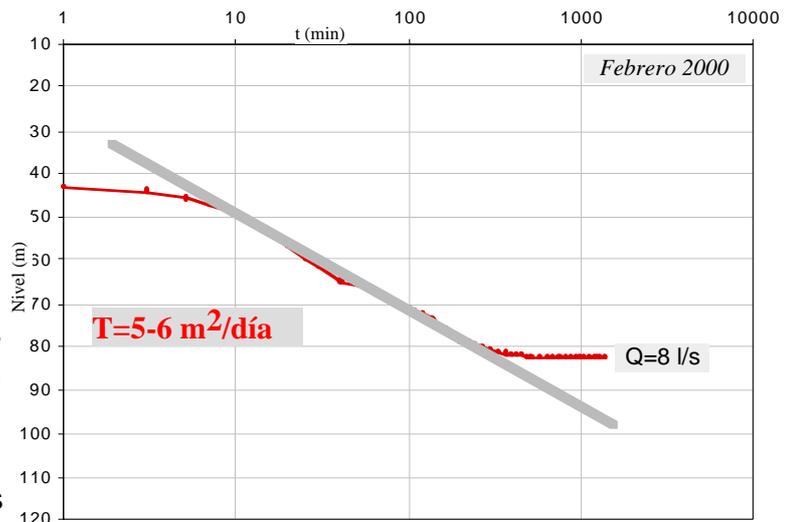


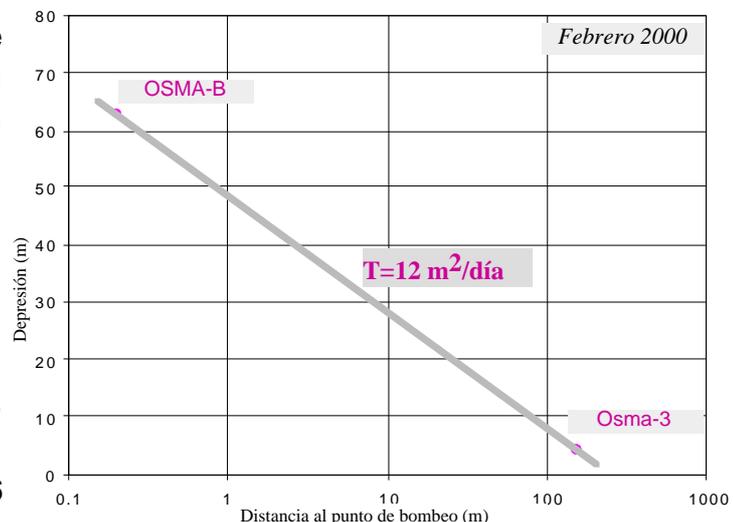
Fig. 6.4.- Bombeo Prolongado a 6-7 l/s en el sondeo OSMA-B

m²/día.

En la Fig. 6.5, donde se representan las depresiones al final del bombeo prolongado (de OSMA-B y Osma-3) frente a la distancia al punto de bombeo, se obtiene un valor de transmisividad sensiblemente mayor (12 m²/día), si bien este cálculo se encuentra afectado por el efecto de drenaje diferido.

Igualmente, cualquier intento de cálculo de parámetros hidráulicos sobre el piezómetro Osma-3 se encontraría también influenciado por dicho drena-

Fig. 6.5.- Gráfico Depresión/Distancia al punto de bombeo



je, así como por la posible influencia del taponamiento del sondeo. Aún así, el coeficiente de almacenamiento (S) sobre el piezómetro resultaría muy bajo (10^{-4} - 10^{-5}), rango similar al obtenido en otros sondeos próximos (OSMA-C y D).

Las evoluciones del nivel en recuperación, mostradas en la Fig 6.6 vienen a reflejar un cierto efecto de recarga, reestableciéndose el nivel inicial con cierta rapidez, observable mejor en la recuperación del bombeo prolongado. Los valores de T, calculados con ciertas reservas por la recarga, se sitúan entre 3 y 12 m²/día.

Al finalizar la prueba de producción en el sondeo OSMA-B todavía se extrae agua con una conductividad muy elevada (3100 µS), y temperatura de 14°C.

5.- RESUMEN Y 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 ha realizado el desarrollo y posterior ensayo de evaluación de los sondeos OSMA-A y B.

Para la realización de ambas pruebas, desarrollo y bombeo, se hizo necesario el acondicionamiento definitivo del sondeo OSMA-B, efectuándose una

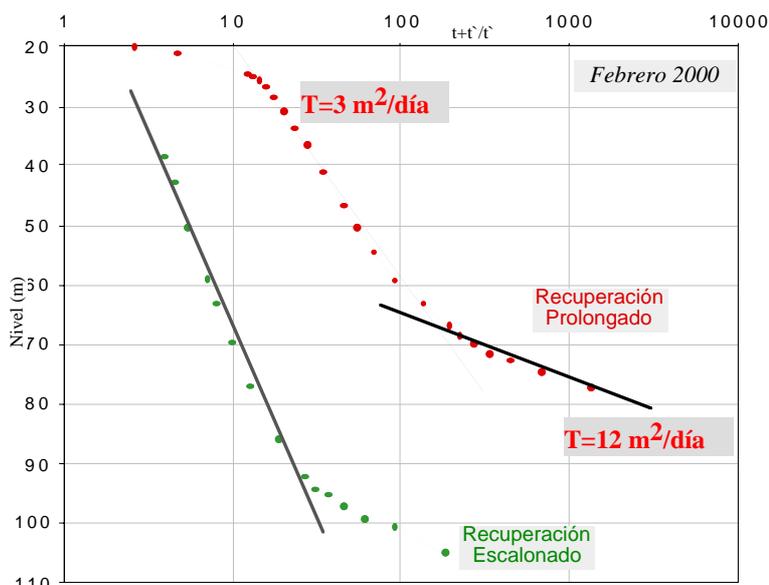


Fig. 6.6.- Recuperaciones en el sondeo OSMA-B

entubación de sólo 30 m con tubería metálica de $\varnothing 400 \text{ mm}$, y cementando todo el espacio anular entre ésta y la pared de perforación.

El proceso de desarrollo se ha efectuado en ambos casos mediante la inyección de 12 toneladas de ácido clorhídrico. La pauta de realización ha sido similar en ambos casos, procediéndose a la inyección de tapones de ácido de ~4 tm desplazados con varios metros cúbicos de agua. Las inyecciones se realizan en los puntos donde la testificación geofísica indicaba zonas de aporte.

Las pruebas de bombeo realizadas a continuación de las acidificaciones han confirmado el bajo rendimiento de ambos sondeos, constatado ya durante la realización de las diagráfiyas.

El proceso de desarrollo mediante acidificación apenas ha aumentado la productividad en los dos casos.

El sondeo OSMA-B presenta un rendimiento específico en torno a 0.13 l/s.m,

aproximadamente el doble del obtenido en OSMA-A, 0.07 l/s.m.

Las transmisividades obtenidas son también muy bajas, en general menores de 10 m²/día. Ante extracciones prolongadas las pruebas realizadas en ambos sondeos reflejan efectos de drenaje diferido desde sectores relativamente cercanos con mejores parámetros hidráulicos (T y S).

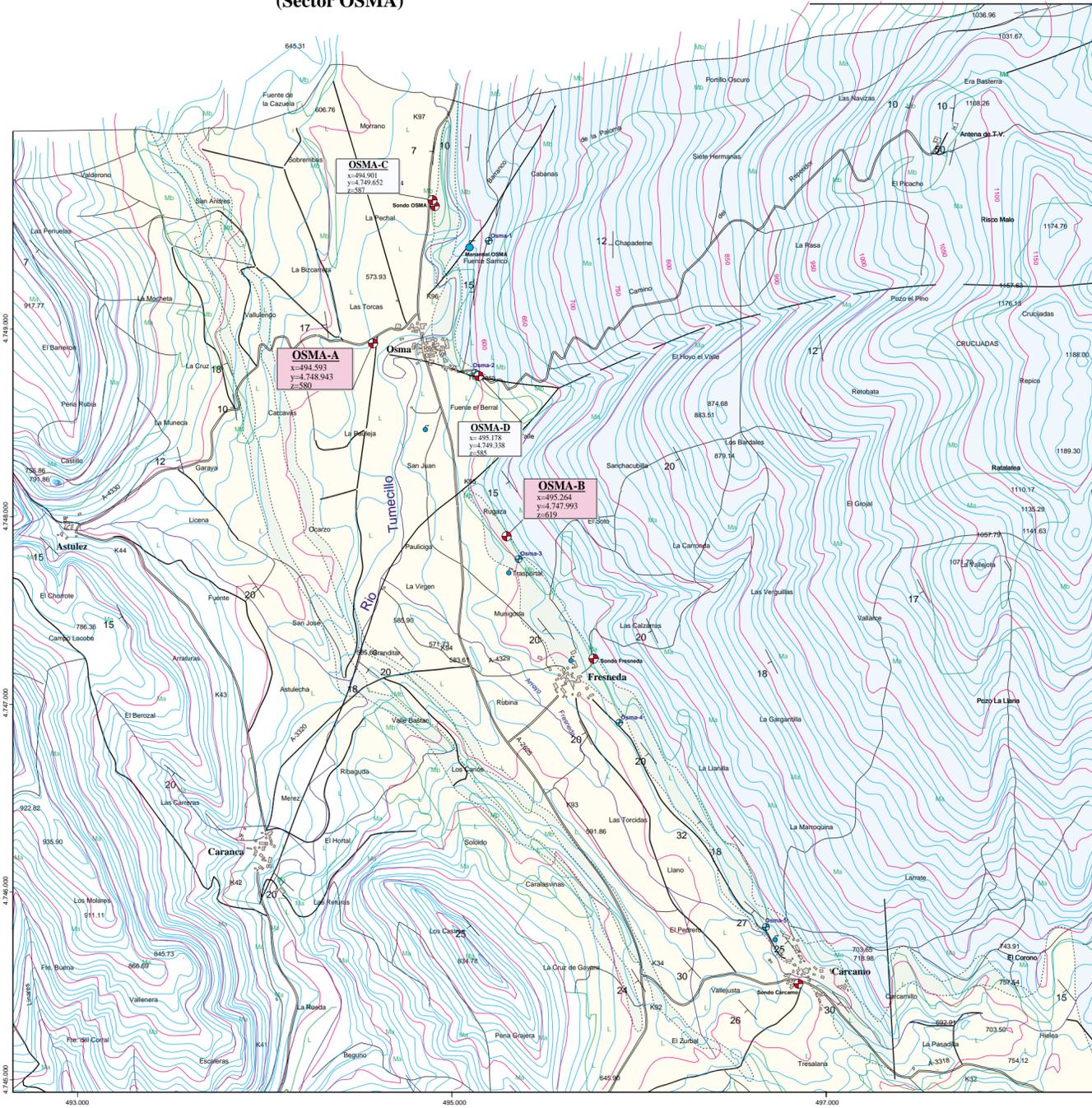
En unas condiciones como las ensayadas, en cuanto a profundidad de instalación de la bomba (120-130m), los caudales de explotación máximos admisibles por los sondeos serían los siguientes:

Sondeo	Caudal de explotación máximo
OSMA-A	7 l/s
OSMA-B	10 l/s

Una instalación de las bombas a mayor profundidad podría aumentar ligeramente estos caudales.

Bilbao, Marzo de 2000

**UNIDAD HIDROGEOLOGICA SUBIJANA
(Sector OSMA)**



LEYENDA

- Margas de Osma (Santiense Inf.)
- Margocalizas (Santiense Inf.)
- Calizas de Subijana (Coniense)
- Contacto normal o concordante
- Contacto discordante
- Falla o fractura
- Dirección y valor del buzamiento
- Sondeo de Explotación
- Sondeo de Control piezométrico
- Surgencia con Qmedio=10 l/s
- Surgencia con Qmedio=10 l/s



**DESARROLLO Y PRUEBA DE PRODUCCION
EN LOS SONDEOS OSMA-A Y OSMA-B
(Mapa de situación)**

Marzo 2000



ANEXO A.1

Partes de campo prueba de producción en el sondeo OSMA-A

Bombeo Escalonado				Febrero 2.000			Bomba a 122m.				
Sondeo OSMA-A				10.21		Estáticos		Referencia a brida: 38cm.			
<i>Comienzo</i>				<i>Pozo</i>							
<i>11/2/2000</i>	<i>10:00</i>	<i>T parcial</i>	<i>T total</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>Q(l/s)</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>T+T'/T'</i>	<i>Observaciones</i>	
11/2/2000	10:01	1	1	11.30	1.09	4.00					
11/2/2000	10:03	3	3	15.10	4.89	"					Olor a ácido. Espuma
11/2/2000	10:05	5	5	18.15	7.94	"					
11/2/2000	10:07	7	7	20.03	9.82	"					
11/2/2000	10:10	10	10	21.88	11.67	"					C=10130µS
11/2/2000	10:15	15	15	25.58	15.37	"					Regula bastante bien Q
11/2/2000	10:20	20	20	28.15	17.94	"					Muy turbia
11/2/2000	10:25	25	25	29.99	19.78	"					
11/2/2000	10:30	30	30	31.37	21.16	"					C=6100µS Tª=17.0°C
11/2/2000	10:40	40	40	33.22	23.01	"					
11/2/2000	10:50	50	50	34.52	24.31	"					
11/2/2000	11:00	60	60	35.26	25.05	"					C=4130µS
11/2/2000	11:01	1	61	37.12	26.91	"					
11/2/2000	11:03	3	63	40.80	30.59	"					
11/2/2000	11:05	5	65	44.70	34.49	8.00					Q estable
11/2/2000	11:07	7	67	48.08	37.87	"					
11/2/2000	11:10	10	70	50.48	40.27	"					
11/2/2000	11:15	15	75	58.63	48.42	"					
11/2/2000	11:20	20	80	61.14	50.93	"					C=5680µS
11/2/2000	11:25	25	85	63.10	52.89	"					
11/2/2000	11:30	30	90	66.10	55.89	"					
11/2/2000	11:40	40	100	78.37	68.16	"					
11/2/2000	11:50	50	110	82.25	72.04	"					C=5300µS
11/2/2000	12:00	60	120	88.00	77.79	"					
11/2/2000	12:10	70	130	93.63	83.42	"					
11/2/2000	12:20	80	140	96.83	86.62	"					C=4350µS Tª=17.8°C
11/2/2000	12:30	90	150	100.49	90.28	8.00					
11/2/2000	12:40	100	160	103.74	93.53	"					
11/2/2000	12:50	110	170	108.45	98.24	"					
11/2/2000	13:00	120	180	112.22	102.01	"					
11/2/2000	13:10	130	190	113.77	103.56	"					C=4340µS
11/2/2000	13:20	140	200	114.37	104.16	"					
11/2/2000	13:30	150	210	114.69	104.48	"					Q estabilizado
11/2/2000	13:40	160	220	115.65	105.44	"					
11/2/2000	13:50	170	230	115.65	105.44	"					Chocolate. Muy poco arrastre
11/2/2000	14:00	180	240	115.65	105.44	"					C=3700µS Tª=20.3°C
11/2/2000	14:10	190	250	117.53	107.32	"					Aclara algo
11/2/2000	14:20	200	260	118.00	107.79	"					
11/2/2000	14:30	210	270	119.00	108.79	"					C=4100µS Tª=20.5°C
11/2/2000	14:31	1	271	114.14	103.93	Recuperación				271.00	
11/2/2000	14:32	2	272	109.23	99.02	"				136.00	
11/2/2000	14:33	3	273	106.58	96.37	"				91.00	
11/2/2000	14:34	4	274	103.82	93.61	"				68.50	
11/2/2000	14:35	5	275	101.34	91.13	"				55.00	
11/2/2000	14:37	7	277	97.52	87.31	"				39.57	
11/2/2000	14:40	10	280	90.68	80.47	"				28.00	
11/2/2000	14:45	15	285	78.73	68.52	"				19.00	
11/2/2000	14:50	20	290	67.12	56.91	"				14.50	
11/2/2000	14:55	25	295	55.02	44.81	"				11.80	
11/2/2000	15:00	30	300	47.53	37.32	"				10.00	
11/2/2000	15:10	40	310	31.33	21.12	"				7.75	
11/2/2000	15:20	50	320	20.32	10.11	"				6.40	
11/2/2000	15:30	60	330	14.70	4.49	"				5.50	

Bombeo Prolongado			Febrero 2.000				Bomba a 122m.		
Sondeo OSMA-A			14.7 Estáticos				Referencia a brida: 42cm.		
<i>Comienzo</i>				<i>Pozo</i>					
	<i>T parcial</i>	<i>T total</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>Q(l/s)</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>T+T'/T'</i>	<i>Observaciones</i>
11/2/2000 15:30	1	1	18.00	3.30	6.00				
11/2/2000 15:33	3	3	21.67	6.97	"				
11/2/2000 15:35	5	5	27.25	12.55	"				
11/2/2000 15:37	7	7	30.72	16.02	"				C=2100µS T ^a =18.7°C
11/2/2000 15:40	10	10	34.80	20.10	"				
11/2/2000 15:45	15	15	43.75	29.05	"				
11/2/2000 15:50	20	20	53.59	38.89	"				
11/2/2000 15:55	25	25	58.35	43.65	"				
11/2/2000 16:00	30	30	63.76	49.06	"				
11/2/2000 16:10	40	40	71.05	56.35	"				C=2990µS T ^a =19.9°C
11/2/2000 16:20	50	50	74.11	59.41	"				
11/2/2000 16:30	60	60	76.12	61.42	"				
11/2/2000 16:40	70	70	78.78	64.08	"				
11/2/2000 16:50	80	80	81.77	67.07	"				
11/2/2000 17:00	90	90	83.29	68.59	"				
11/2/2000 17:10	100	100	86.64	71.94	"				C=3540µS T ^a =18.9°C
11/2/2000 17:20	110	110	88.67	73.97	"				
11/2/2000 17:30	120	120	89.20	74.50	"				
11/2/2000 17:45	135	135	92.25	77.55	"				
11/2/2000 18:00	150	150	94.10	79.40	"				
11/2/2000 18:15	165	165	94.97	80.27	"				
11/2/2000 18:30	180	180	96.18	81.48	"				
11/2/2000 18:45	195	195	96.72	82.02	"				
11/2/2000 19:00	210	210	96.76	82.06	"				
11/2/2000 19:15	225	225	97.42	82.72	"				
11/2/2000 19:30	240	240	98.41	83.71	"				
11/2/2000 19:45	255	255	98.95	84.25	"				
11/2/2000 20:00	270	270	99.10	84.40	"				
11/2/2000 20:30	300	300	99.70	85.00	"				
11/2/2000 21:00	330	330	100.12	85.42	"				
11/2/2000 21:30	360	360	99.99	85.29	"				Clara
11/2/2000 22:00	390	390	99.72	85.02	"				
11/2/2000 22:30	420	420	99.51	84.81	"				Clara
11/2/2000 23:00	450	450	99.46	84.76	"				Q Pitot estable
11/2/2000 23:30	480	480	99.37	84.67	"				
12/2/2000 00:00	510	510	99.30	84.60	"				
12/2/2000 01:00	570	570	99.32	84.62	"				
12/2/2000 02:00	630	630	99.39	84.69	"				
12/2/2000 03:00	690	690	99.42	84.72	"				
12/2/2000 04:00	750	750	99.51	84.81	6.00				
12/2/2000 05:00	810	810	99.56	84.86	"				
12/2/2000 06:00	870	870	99.60	84.90	"				
12/2/2000 07:00	930	930	99.62	84.92	"				
12/2/2000 08:00	990	990	99.51	84.81	"				
12/2/2000 09:00	1050	1050	99.41	84.71	7.00				
12/2/2000 09:30	1080	1080	100.12	85.42	"				
12/2/2000 10:00	1110	1110	103.27	88.57	"				
12/2/2000 10:30	1140	1140	110.40	95.70	"				
12/2/2000 11:00	1170	1170	112.31	97.61	"				
12/2/2000 11:30	1200	1200	112.78	98.08	"				
12/2/2000 12:00	1230	1230	112.64	97.94	"				
12/2/2000 12:30	1260	1260	112.76	98.06	"				
12/2/2000 13:00	1290	1290	112.83	98.13	"				
12/2/2000 13:30	1320	1320	112.89	98.19	"				
12/2/2000 14:00	1350	1350	112.99	98.29	"				C=2730µS T ^a =19.3°C
12/2/2000 14:30	1380	1380	112.97	98.27	"				
12/2/2000 15:00	1410	1410	113.25	98.55	"				
12/2/2000 15:30	1440	1440	113.12	98.42	"				
12/2/2000 16:00	1470	1470	113.07	98.37	"				
12/2/2000 16:30	1500	1500	113.14	98.44	"				
12/2/2000 17:00	1530	1530	113.20	98.50	"				Clara
12/2/2000 17:30	1560	1560	113.19	98.49	"				
12/2/2000 18:00	1590	1590	113.17	98.47	"				C=2610µS T ^a =18.7°C
12/2/2000 18:01	1	1591	105.85	91.15	Recuperación			1591.00	Recuperación

Bombeo Prolongado			Febrero 2.000				Bomba a 122m.		
Sondeo OSMA-A			14.7 Estáticos				Referencia a brida: 42cm.		
<i>Comienzo</i>				<i>Pozo</i>					
<i>11/2/2000 15:30</i>	<i>T parcial</i>	<i>T total</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>Q(l/s)</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>T+T'/T'</i>	<i>Observaciones</i>
12/2/2000 18:02	2	1592	100.87	86.17	"			796.00	
12/2/2000 18:03	3	1593	99.24	84.54	"			531.00	
12/2/2000 18:04	4	1594	96.49	81.79	"			398.50	
12/2/2000 18:05	5	1595	94.95	80.25	"			319.00	
12/2/2000 18:06	6	1596	91.95	77.25	"			266.00	
12/2/2000 18:07	7	1597	89.10	74.40	"			228.14	
12/2/2000 18:08	8	1598	86.68	71.98	"			199.75	
12/2/2000 18:09	9	1599	83.57	68.87	"			177.67	
12/2/2000 18:10	10	1600	81.06	66.36	"			160.00	
12/2/2000 18:15	15	1605	68.74	54.04	"			107.00	
12/2/2000 18:20	20	1610	57.24	42.54	"			80.50	
12/2/2000 18:25	25	1615	47.40	32.70	"			64.60	
12/2/2000 18:30	30	1620	38.85	24.15	"			54.00	
12/2/2000 18:40	40	1630	26.10	11.40	"			40.75	
12/2/2000 18:50	50	1640	16.17	1.47	"			32.80	
12/2/2000 19:00	60	1650	11.52		"			27.50	
12/2/2000 19:10	70	1660	10.86		"			23.71	
12/2/2000 19:20	80	1670	10.51		"			20.88	
12/2/2000 19:30	90	1680	10.47		"			18.67	
12/2/2000 19:40	100	1690	10.41		"			16.90	
12/2/2000 19:50	110	1700	10.34		"			15.45	
12/2/2000 20:00	120	1710	10.27		"			14.25	
13/2/2000 00:00	360	1950	10.27		"			5.42	
13/2/2000 07:00	780	2370	10.27		"			3.04	

ANEXO A.2

Partes de campo prueba de producción en el sondeo OSMA-B

Bombeo Escalonado				Febrero 2.000			Bomba a 122m.			
Sondeo OSMA-B				19.3	Estáticos	12.70	Referencia a brida: 42cm.			
<i>Comienzo</i>				<i>Pozo</i>		<i>N-3</i>				
<i>8/2/2000</i>	<i>15:30</i>	<i>T parcial</i>	<i>T total</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>Q(l/s)</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>T+T'/T'</i>	<i>Observaciones</i>
8/2/2000	15:31	1	1	25.42	6.12	4.00				
8/2/2000	15:32	2	2	26.73	7.43	"				No regula Q por ácido
8/2/2000	15:33	3	3	28.00	8.70	"				
8/2/2000	15:34	4	4	28.93	9.63	"				
8/2/2000	15:35	5	5	29.90	10.60	"				
8/2/2000	15:37	7	7	30.44	11.14	"				C=11800µS
8/2/2000	15:40	10	10	30.83	11.53	"				Sale gas. No regula Q
8/2/2000	15:45	15	15	31.75	12.45	"				
8/2/2000	15:50	20	20	32.60	13.30	"				C=10250µS
8/2/2000	15:55	25	25	33.37	14.07	"				
8/2/2000	16:00	30	30	34.51	15.21	"				No regula Q
8/2/2000	16:10	40	40	36.11	16.81	"				Agua limpia
8/2/2000	16:20	50	50	37.49	18.19	"				C=10040µS
8/2/2000	16:30	60	60	39.38	20.08	"				
8/2/2000	16:31	1	61	40.02	20.72	8.00				Cambio diafragma ø90mm
8/2/2000	16:33	3	63	41.56	22.26	"				
8/2/2000	16:35	5	65	42.95	23.65	"				
8/2/2000	16:37	7	67	44.78	25.48	"				C=11600µS
8/2/2000	16:40	10	70	47.34	28.04	"				
8/2/2000	16:45	15	75	50.68	31.38	"				Más espuma
8/2/2000	16:50	20	80	53.35	34.05	"				
8/2/2000	16:55	25	85	54.75	35.45	"				
8/2/2000	17:00	30	90	57.04	37.74	"	13.30	0.60		C=14390µS
8/2/2000	17:10	40	100	60.85	41.55	"				No regula Q
8/2/2000	17:20	50	110	63.08	43.78	"				
8/2/2000	17:30	60	120	66.16	46.86	"				C=14390µS. Espuma
8/2/2000	17:31	1	121	67.16	47.86	12.00				
8/2/2000	17:33	3	123	68.94	49.64	"				
8/2/2000	17:35	5	125	72.01	52.71	"				
8/2/2000	17:37	7	127	74.46	55.16	"	13.53	0.83		
8/2/2000	17:40	10	130	77.56	58.26	"				Mucha espuma
8/2/2000	17:45	15	135	82.22	62.92	"				
8/2/2000	17:50	20	140	88.00	68.70	"				C=14580µS.Coge tono
8/2/2000	17:55	25	145	92.44	73.14	"				
8/2/2000	18:00	30	150	94.62	75.32	"				
8/2/2000	18:10	40	160	99.47	80.17	"	13.94	1.24		
8/2/2000	18:20	50	170	103.16	83.86	"				C=16370µS
8/2/2000	18:30	60	180	108.40	89.10	"				Bastante tono
8/2/2000	18:31	1	181	104.90	85.60	Recuperación			181.00	Ruido en sondeo
8/2/2000	18:32	2	182	100.37	81.07				91.00	
8/2/2000	18:33	3	183	99.29	79.99				61.00	
8/2/2000	18:34	4	184	97.00	77.70				46.00	
8/2/2000	18:35	5	185	95.21	75.91				37.00	
8/2/2000	18:36	6	186	94.36	75.06				31.00	
8/2/2000	18:37	7	187	92.16	72.86				26.71	
8/2/2000	18:40	10	190	86.00	66.70				19.00	
8/2/2000	18:45	15	195	77.03	57.73				13.00	Deja de oirse ruido
8/2/2000	18:50	20	200	69.60	50.30				10.00	
8/2/2000	18:55	25	205	63.18	43.88				8.20	
8/2/2000	19:00	30	210	58.90	39.60				7.00	
8/2/2000	19:10	40	220	50.30	31.00				5.50	
8/2/2000	19:20	50	230	42.75	23.45		14.90	2.20	4.60	
8/2/2000	19:30	60	240	38.60	19.30				4.00	

Bombeo Prolongado				Febrero 2.000			Bomba a 122m.			
Sondeo OSMA-D				38.6	Estáticos	12.70	Referencia a brida: 42cm.			
<i>Comienzo</i>				<i>Pozo</i>						
		<i>T parcial</i>	<i>T total</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>Q(l/s)</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>T+T'/T'</i>	<i>Observaciones</i>
8/2/2000	19:30	1	1	42.74	4.14	8.00				No regula Q
8/2/2000	19:33	3	3	43.85	5.25	"				Mucha espuma
8/2/2000	19:35	5	5	45.62	7.02	"				
8/2/2000	19:37	7	7	47.36	8.76	"				
8/2/2000	19:40	10	10	48.86	10.26	"				
8/2/2000	19:45	15	15	52.79	14.19	"				
8/2/2000	19:50	20	20	56.49	17.89	"				
8/2/2000	19:55	25	25	59.59	20.99	"				
8/2/2000	20:00	30	30	61.17	22.57	"				
8/2/2000	20:10	40	40	64.51	25.91	"				
8/2/2000	20:20	50	50	65.39	26.79	"				
8/2/2000	20:30	60	60	66.87	28.27	"				
8/2/2000	20:40	70	70	68.27	29.67	"				
8/2/2000	20:50	80	80	69.13	30.53	"				
8/2/2000	21:00	90	90	70.15	31.55	"				
8/2/2000	21:10	100	100	70.92	32.32	"				
8/2/2000	21:20	110	110	71.69	33.09	"				
8/2/2000	21:30	120	120	72.28	33.68	"	15.10	2.40		
8/2/2000	21:45	135	135	73.41	34.81	"				
8/2/2000	22:00	150	150	74.93	36.33	"				
8/2/2000	22:15	165	165	75.71	37.11	"				
8/2/2000	22:30	180	180	77.07	38.47	"				
8/2/2000	22:45	195	195	78.21	39.61	"				
8/2/2000	23:00	210	210	78.81	40.21	"				
8/2/2000	23:15	225	225	79.10	40.50	"				Agua clara
8/2/2000	23:30	240	240	79.39	40.79	"	15.78	3.08		
8/2/2000	23:45	255	255	79.80	41.20	"				
9/2/2000	00:00	270	270	80.17	41.57	"				
9/2/2000	00:30	300	300	80.50	41.90	"				
9/2/2000	01:00	330	330	81.21	42.61	"				
9/2/2000	01:30	360	360	81.40	42.80	8.00				
9/2/2000	02:00	390	390	81.73	43.13	"	16.02	3.32		
9/2/2000	02:30	420	420	81.77	43.17	"				
9/2/2000	03:00	450	450	81.82	43.22	"				
9/2/2000	03:30	480	480	81.93	43.33	"				
9/2/2000	04:00	510	510	81.97	43.37	"				
9/2/2000	05:00	570	570	82.03	43.43	"				
9/2/2000	06:00	630	630	82.08	43.48	"	16.58	3.88		
9/2/2000	07:00	690	690	82.00	43.40	"				
9/2/2000	08:00	750	750	82.14	43.54	8.00				
9/2/2000	09:00	810	810	82.14	43.54	"				
9/2/2000	10:00	870	870	82.13	43.53	"	16.76	4.06		
9/2/2000	11:00	930	930	82.07	43.47	"	16.78	4.08		
9/2/2000	12:00	990	990	81.99	43.39	"	16.85	4.15		
9/2/2000	13:00	1050	1050	81.92	43.32	"	16.90	4.20		C=4060µS Tª=14.4°C
9/2/2000	14:00	1110	1110	81.97	43.37	"				
9/2/2000	15:00	1170	1170	82.08	43.48	"				
9/2/2000	16:00	1230	1230	82.14	43.54	"	16.98	4.28		C=3150µS
9/2/2000	17:00	1290	1290	82.14	43.54	"				
9/2/2000	18:00	1350	1350	82.13	43.53	"	17.00	4.30		C=3100µS Tª=14°C
9/2/2000	18:01	1	1351	77.14	38.54	Recuperación			1351.00	
9/2/2000	18:02	2	1352	74.67	36.07				676.00	
9/2/2000	18:03	3	1353	72.85	34.25				451.00	
9/2/2000	18:04	4	1354	71.47	32.87				338.50	
9/2/2000	18:05	5	1355	69.87	31.27				271.00	
9/2/2000	18:06	6	1356	68.42	29.82				226.00	
9/2/2000	18:07	7	1357	66.92	28.32				193.86	
9/2/2000	18:10	10	1360	63.12	24.52				136.00	
9/2/2000	18:15	15	1365	59.32	20.72				91.00	
9/2/2000	18:20	20	1370	54.53	15.93				68.50	
9/2/2000	18:25	25	1375	50.32	11.72				55.00	
9/2/2000	18:30	30	1380	46.70	8.10				46.00	
9/2/2000	18:40	40	1390	41.01	2.41				34.75	
9/2/2000	18:50	50	1400	36.56			16.72	4.02	28.00	

Bombeo Prolongado				Febrero 2.000			Bomba a 122m.			
Sondeo OSMA-D				38.6	Estáticos	12.70	Referencia a brida: 42cm.			
<i>Comienzo</i>				<i>Pozo</i>						
<i>8/2/2000</i>	<i>19:30</i>	<i>T parcial</i>	<i>T total</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>Q(l/s)</i>	<i>Prof(m)</i>	<i>Dep(m)</i>	<i>T+T'/T'</i>	<i>Observaciones</i>
9/2/2000	19:00	60	1410	33.77					23.50	
9/2/2000	19:10	70	1420	31.07					20.29	
9/2/2000	19:20	80	1430	28.38					17.88	
9/2/2000	19:30	90	1440	26.81					16.00	
9/2/2000	19:40	100	1450	25.66					14.50	
9/2/2000	19:50	110	1460	25.03			16.70	4.00	13.27	
9/2/2000	20:00	120	1470	24.56					12.25	
10/2/2000	00:00	360	1710	21.01			16.02	3.32	4.75	
10/2/2000	08:00	840	2190	20.00			13.28	0.58	2.61	