



INFORME SOBRE EL BOMBEO
DE ENSAYO REALIZADO EN
EL SONDEO "REINA REGENTE"

Melilla

1976

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

INFORME SOBRE EL BOMBEO
DE ENSAYO REALIZADO EN
EL SONDEO "REINA REGENTE"

Melilla

1976

marzo - 1976

I N D I C E

- 1.1 Introducción
- 2.1 Características de la perforación
- 3.1 Equipo de bombeo
- 4.1 Desarrollo de los bombeos
- 5 Interpretación del ensayo
 - 5.1 Calculo de las constantes hidráulicas
 - 5.2 Análisis de los resultados
 - 5.3 Cálculo de caudales de explotación
 - 5.4 Radio de influencia

Conclusiones

Anexos

1.1 INTRODUCCION

Dentro del Plan de Abastecimiento de agua subterránea a la ciudad de Melilla que viene desarrollando el Instituto Geológico y Minero de España, se encuentra la valoración de los pozos existentes en el paraje denominado Reina Regente.

El conocimiento de las características hidráulicas de los mantos acuíferos aprovechados por las perforaciones existentes, así como el aforo de los mismos, conducirá al mejor planteamiento de las futuras obras y modificar las actuales si se estimara conveniente.

Se ha llevado a cabo un bombeo de ensayo, tomando como punto de bombeo el sondeo de 50 mts. de profundidad y utilizando el pozo abierto, distante del anterior 76 mts., como piezómetro de absorción.

Nos ocuparemos en el presente informe de la interpretación de los resultados obtenidos en el bombeo con las conclusiones que se deriven del mismo.

2.1 CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION

Profundidad total: 50 mts.

Entubación:

De 0 a 34 mts.: 500 mm.

De 0 a 50 mts.: 400 mm.

Filtro de puentecillo desde el metro 20 al 50.

Litología

De 0 a 6 mts: derrubios

De 6 a 44 mts.: calizas

De 44 a 50 mts: margas grises.

Estos datos han sido facilitados por el sondista.

3.1 EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo, propiedad del Excmo. Ayuntamiento de Melilla, estaba compuesto por el material siguiente:

- Grupo moto-bomba PLEUGER de 60 C.V., situada a 30 mts. de profundidad.
- Tubería de impulsión de 6" de ϕ interior.
- Diafragma de 4,5" de ϕ , a salida de tubería para el control y aforo de los caudales bombeados.
- Tubería de 3/4" para dirigir sonda eléctrica.

La bomba estaba alimentada por energía eléctrica.

4.1 DESARROLLO DE LOS BOMBEO

El nivel piezométrico en reposo del sondeo estaba a 15,10 mts. de profundidad el día 9/3/76; siendo de 1,89 mts. el nivel en el pozo de observación, referido éste a la base de instalación de los grupos de bombeo.

El día 7 de Marzo de 1976, el nivel dinámico del pozo, por efecto del bombeo, era de 2,95 mts. y en el momento de comenzar nuestro ensayo, los niveles se encontraban prácticamente recuperados.

A las 10^h 15^m del día 3, comienza el bombeo con un caudal de 30 l/s, que sería de 40 l/s a partir de los 7 minutos del comienzo y hasta el final de la prueba. El descenso total alcanzado fué de 5,70 mts. y nivel hidrodinámico de - 20,80 mts. semi-estabilizado.

El pozo de observación, distante 76 mts. del punto de bombeo, registró un descenso de 0,225 mts. y al final mantenía un régimen de equilibrio.

Una vez concluido el bombeo, se observa la recuperación del pozo de bombeo así como del piezómetro de observación.

Los descensos residuales a mitad de tiempo de recuperación que de bombeo fueron de 2,5 cm. para el sondeo bombeado, y de 3,5 cm. para el pozo de observación.

5.1 INTERPRETACION DEL ENSAYO

Por tratarse de un manto acuífero libre, emplearemos el método simplificado de JACOB para la interpretación del ensayo, si bien descartamos los resultados obtenidos en la fase de descenso del pozo de bombeo, ya que, al variar el espesor saturado de acuífero, podría verse alterado el valor de la transmisividad. Dado que el pozo de observación se encuentra bastante próximo al punto de bombeo, se cumplen las condiciones de THEISS.

Estimaremos finalmente, las pérdidas de carga correspondientes a la ejecución de la obra.

5.1 CÁLCULO DE LAS CONSTANTES HIDRAULICAS "METODO DE JACOB"

Como hemos indicado en el apartado anterior, cuando la función "u" de THEISS es menor de 0,1 el presente método nos proporciona aceptables resultados. En nuestro caso se cumple la hipótesis a partir de las primeras cinco horas de bombeo, por lo que damos por válidos los datos obtenidos a partir de dicho tiempo. (ver gr. nº 2)

Según JACOB, el descenso originado en un punto de observación donde se realiza un bombeo a caudal constante, viene dado por la fórmula:

$$D = \frac{Q}{4\pi T} \log \frac{2,25 Tt}{r^2 \cdot S} \equiv 0,183 \frac{Q}{T} (\log^t - \log^{t_0}) \quad (1)$$

donde:

D = descenso creado en metros

Q = caudal constante de bombeo en m^3/h .

T = transmisividad del manto en m^2/h .

t = tiempo de bombeo en horas

$t_0 = \frac{r^2 S}{2,25 T}$ en horas (2)

S = Coeficiente de almacenamiento en m^2/h

r = distancia entre el punto de bombeo y el de observación, en metros.

Si en unos ejes coordenados llevamos los descensos en ordenadas según escala aritmética y los tiempos en abcisas con escala logarítmica, obtendremos la representación de la ecuación (1) que es una recta.

Llamando "i" a la pendiente de la recta, podemos escribir:

$$i = \frac{0,183 Q}{T} \quad T = 0,183 \frac{Q}{T}$$

Teniendo en cuenta que el valor de "i" se obtiene de modo gráfico, obtendremos los correspondientes de la transmisividad para los casos siguientes:

1) Recuperación en el pozo de bombeo

$$T = \frac{0,183 \cdot 144 m^3/h}{0,23 m.} = 115 m^2/h$$

2) Descenso en el pozo de observación

$$T = \frac{0,183 \cdot 144 \text{ m}^3/\text{h}}{0,17 \text{ m}} = 155 \text{ m}^2/\text{h}.$$

3) Recuperación en el pozo de observación

$$T = \frac{0,183 \cdot 144 \text{ m}^3/\text{h}}{0,22 \text{ m}} = 119 \text{ m}^2/\text{h}$$

Conocido el valor de la transmisividad y obtenido el de "to", que viene dado por la intersección de la recta (1) con el eje de origen de descenso (grf. 2); de la ecuación (2) tenemos que:

$$S = \frac{2,25 T t_o}{r^2} = \frac{2,25 \cdot 155 \text{ m}^2/\text{h} \cdot 65'}{60 \cdot 5776} = 0,07 \text{ ó } 7\%.$$

como valor del almacenamiento.

No es recomendable calcular el almacenamiento con valores proporcionados por el pozo de bombeo, ya que el radio de la perforación puede ser muy distinto del equivalente y ello, nos conduciría a absurdos resultados.

En nuestro caso, hemos considerado los resultados obtenidos en el descenso del piezómetro a partir del propio valor de la transmisividad.

5.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Tomando como valores medios de la transmisividad y almacenamiento: $T = 120 \text{ m}^2/\text{h}$. $S = 7 \cdot 10^{-2}$; vamos a comparar los descensos reales obtenidos en nuestro bombeo de ensayo con los teóricos calculados a partir de los parámetros hidráulicos del acuífero.

1) Para el pozo de bombeo

$$D \text{ teórico} = 0,183 \frac{Q}{T} \log \frac{2,25 T t}{r^2 S} = 0,183 \cdot$$

$$\frac{144 \text{ m}^3/\text{h}}{120 \text{ m}^2/\text{h}} \log \frac{2,25 \cdot 120 \text{ m}^2/\text{h} \cdot 30 \text{ h}}{0,04 \cdot 0,07} = 1,44 \text{ m.}$$

$$D \text{ real} = \underline{5,70 \text{ m}}$$

2) Para el piezómetro de observación

$$D \text{ teórico} = 0,183 \frac{Q}{T} \log \frac{2,25 T t}{r^2 S} =$$

$$0,183 \frac{144 \text{ m}^3/\text{h}}{120 \text{ m}^2/\text{h}} \log \frac{2,25 \cdot 120 \text{ m}^2/\text{h} \cdot 30 \text{ h}}{5776 \cdot 0,07} = 0,29 \text{ m.}$$

$$D \text{ real} = \underline{0,225 \text{ m.}}$$

Se observa claramente que los valores medios elegidos para las constantes del acuífero, se ajustan bastante bien en el caso del pozo de observación, y difieren netamente con

lo que al pozo de bombeo se refiere. Pensamos que las pérdidas de carga existentes en el sondeo son elevadas, y de ahí la diferencia encontrada entre el descenso teórico - calculado y el real medido. Según éste criterio, de los - 5,70 mts. de descenso medidos, sólo 1,44 mts. corresponden al acuífero, y el resto 4,26 mts. se debe a las pérdidas del pozo.

Para poder apoyar lo anteriormente expuesto, se realizaron tres bombeos escalonados de 20, 30, y 50 l/s. y los descensos correspondientes fueron de 1,75; 3,85 y - 7,42 mts.

Según éstos datos, el caudal específico

$\frac{Q}{s}$ variaba de ésta forma:

$$\frac{Q_1}{s_1} = 41,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$$\frac{Q_2}{s_2} = 28,05 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$$\frac{Q_3}{s_3} = 24,05 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

En un sondeo sin pérdidas de carga, el caudal específico permanecerá constante para cualquier tipo de extracción. Esto viene a ratificar nuestra primera apreciación de que el sondeo no cuenta con el acondicionamiento más adecuado.

5.3 CALCULO DE CAUDALES DE EXPLOTACION

Partiendo de las constantes hidráulicas del acuífero vamos a calcular los caudales teóricos de explotación para un tiempo de bombeo de cinco años.

$$T = 120 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$S = 0,07$$

Fijando un descenso de 8 mts. el caudal sería:

$$D = 0,183 \frac{Q}{T} \log \frac{2,25 T t}{r^2 S} ;$$

$$8 \text{ mts.} = 0,183 \frac{Q}{120} \log \frac{2,25 \cdot 120 \cdot 43.800 \text{ h}}{0,04 \cdot 0,07} =$$

$$545 \text{ m}^3/\text{h} = \underline{151 \text{ l/s.}}$$

Considerando que el manto es libre y, según el corte litológico, tiene un espesor saturado de 30 mts., la permeabilidad del terreno es:

$$P = \frac{T}{m} = \frac{120 \text{ m}^2/\text{h}}{30 \text{ m.}} = 4 \text{ m/h.}$$

Al crear un descenso de 8 mts. se reduce en esa cuantía el espesor de acuífero y en consecuencia el valor de la transmisividad sería:

$$T = 4 \text{ m/h} \cdot 22 \text{ m.} = 88 \text{ m}^2/\text{h.}$$

Con éste nuevo valor, vamos a determinar cual sería el caudal de explotación para las condiciones antes fijadas:

$$8 \text{ m} = 0,183 \frac{Q}{88} \log \frac{2,25 \cdot 88 \cdot 43,800}{0,04 \cdot 0,07}; \quad Q=405 \text{ m}^3/\text{h} =$$

$$= \underline{112 \text{ l/s}}$$

5.4 RADIO DE INFLUENCIA

Llamamos radio de influencia de un bombeo, a la distancia alcanzada por efecto del mismo.

Este radio de acción es función del tiempo e independiente del caudal extraído.

Ajustando la ecuación de JACOB al límite donde el descenso sea nulo tenemos:

$$\frac{2,25 \text{ T t}}{r^2 \text{ S}} = 1; \quad r = 1,5 \sqrt{\frac{\text{T t}}{\text{S}}}$$

En , con una duración de 30 h. el alcance fué de:

$$r = 1,5 \sqrt{\frac{120 \cdot 30}{0,07}} = 340 \text{ mts.}$$

CONCLUSIONES

De cuanto hemos analizado en el presente trabajo, se deduce lo siguiente:

1º) El valor medio de la transmisividad del manto acuífero ensayado es de $120 \text{ m}^2/\text{h.}$; que es considerado como elevado.

2º) El coeficiente de almacenamiento es del orden de $7 \cdot 10^{-2}$, que corresponde a un acuífero libre.

3º) El radio de acción del bombeo es reducido, como es característico en mantos libres donde el almacenamiento adquiere valores grandes.

4º) La recuperación de niveles se consigue con acentuada celeridad; lo que nos indica que para estos regímenes de bombeo, no hay afección de las reservas del acuífero.

5º) Pensamos, a tenor de los cálculos realizados, que el sondeo tiene unas cuantiosas pérdidas de carga que enmascaran la verdadera capacidad productiva del acuífero.

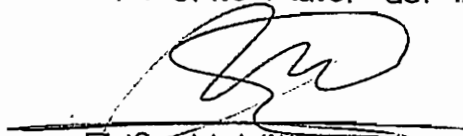
6º) Consideramos que el actual sondeo, con un descenso de 8 mts. puede satisfacer un caudal de 50 l/s.

7º) Acondicionando debidamente el actual sondeo, el caudal de explotación podría verse incrementado de modo considerable.

Madrid. Marzo 1976

El Perito Autor del Informe

Vº Bº
El Jefe de la DAS


Fdº. M. Villanueva

Fdº. J.E. Coma

Conforme
El Ingeniero

Fdº. J. Ricart

ANEXO I

BOMBEO DE ENSAYO EN MELILLA: SONDEO "REINA RE-
GENTE"

Nivel piezométrico: 15,10 a las 10^h del 9/3/76. A las 10^h 15^m

Aspiración: 30 m.

Caudal constante de bombeo 30 l/s.

Hora	Minutos	Nivel	Descenso	Observaciones
10 ^h 15 ^m	0	15,10		
10 ^h 16 ^m	1	17,94	2,84	
10 ^h 18 ^m	3	17,74	2,64	
10 ^h 20 ^m	5	17,715	2,615	
10 ^h 22 ^m	7	17,705	2,605	
10 ^h 25 ^m	10	19,31	4,21	Cambio caudal: Q = 40 l/s.
10 ^h 30 ^m	15	19,59	4,49	
10 ^h 35 ^m	20	19,745	4,625	
10 ^h 45 ^m	30	19,77	4,67	
10 ^h 55 ^m	40	19,78	4,68	
11 ^h 05 ^m	50	19,87	4,77	
11 ^h 15 ^m	60	19,895	4,795	
11 ^h 35 ^m	80	19,885	4,785	
11 ^h 55 ^m	100	19,965	4,865	
12 ^h 15 ^m	120	20,19	5,09	
12 ^h 45 ^m	150	20,30	5,20	
13 ^h 35 ^m	200	20,22	5,12	
14 ^h 25 ^m	250	20,22	5,12	
15 ^h 15 ^m	300	20,265	5,525	
16 ^h 05 ^m	350	20,595	5,495	
16 ^h 55 ^m	400	20,65	5,55	
17 ^h 45 ^m	450	20,64	5,54	

Hora	Minutos	Nivel	Descenso	Observaciones
18 ^h 35 ^m	500	20,60	5,50	
20 ^h 15 ^m	600	20,69	5,59	
21 ^h 55 ^m	700	20,71	5,61	
23 ^h 35 ^m	800	20,73	5,63	
1 ^h 15 ^m	900	20,715	5,615	
2 ^h 55 ^m	1000	20,72	5,62	
6 ^h 15 ^m	1200	20,715	5,615	
9 ^h 35 ^m	1400	20,76	5,66	
12 ^h 55 ^m	1600	20,81	5,71	
16 ^h 15 ^m	1800	20,80	5,70	

ANEXO IIRECUPERACION POZO DE BOMBEO

Nivel de partida: 20,80

Hora	Minutos	Nivel	Ascenso	$t+t'/t'$
16 ^h 15 ^m	0	20,80	-	
16 ^h 16 ^m	1	15,58	5,22	1801
16 ^h 18 ^m	3	15,52	5,28	601
16 ^h 20 ^m	5	15,50	5,30	361
16 ^h 22 ^m	7	15,49	5,31	258
16 ^h 25 ^m	10	15,47	5,33	181
16 ^h 30 ^m	15	15,45	5,35	121
16 ^h 35 ^m	20	15,42	5,38	91
16 ^h 45 ^m	30	15,40	5,40	61
16 ^h 55 ^m	40	15,38	5,42	46
17 ^h 5 ^m	50	15,36	5,44	37
17 ^h 15 ^m	60	15,35	5,45	31
17 ^h 35 ^m	80	15,33	5,47	23
17 ^h 55 ^m	100	15,31	5,49	19
18 ^h 15 ^m	120	15,295	5,505	16
18 ^h 35 ^m	140	15,28	5,52	14
18 ^h 55 ^m	160	15,27	5,53	12
19 ^h 15 ^m	180	15,26	5,54	11
19 ^h 35 ^m	200	15,24	5,56	10
20 ^h 25 ^m	250	15,23	5,57	8,2
21 ^h 15 ^m	300	15,20	5,60	7
22 ^h 5 ^m	350	15,19	5,61	6,1
22 ^h 55 ^m	400	15,18	5,62	5,5
24 ^h 35 ^m	500	15,16	5,64	4,6
2 ^h 15 ^m	600	15,14	5,66	4
3 ^h 15 ^m	700	15,13	5,67	3,5
5 ^h 35 ^m	800	15,13	5,67	3,2
7 ^h 15 ^m	900	15,125	5,675	3

RECUPERACION POZO DE OBSERVACION

Nivel dinámico de partida: 2,115

Minuto	Nivel	Ascenso	$t+t'/t'$
0	2,115	0,00	
1			
3			601
5			361
7			258
10	2,11	0,005	181
15	2,11	0,005	121
20	2,105	-0,01	91
30	2,10	0,015	61
40	2,09	0,025	46
60	2,075	0,04	31
80	2,065	0,05	23
100	2,06	0,055	19
120	2,06	0,055	16
140	2,045	0,07	14
160	2,035	0,08	12
180	2,03	0,085	11
200	2,02	0,095	10
250	2,015	0,10	8,2
300	2,005	0,11	7
350	2,00	0,115	6,1
400	1,98	0,135	5,5
500	1,97	0,145	4,6
600	1,955	0,16	4
700	1,94	0,175	3,5
800	1,93	0,185	3,2
900	1,925	0,19	3

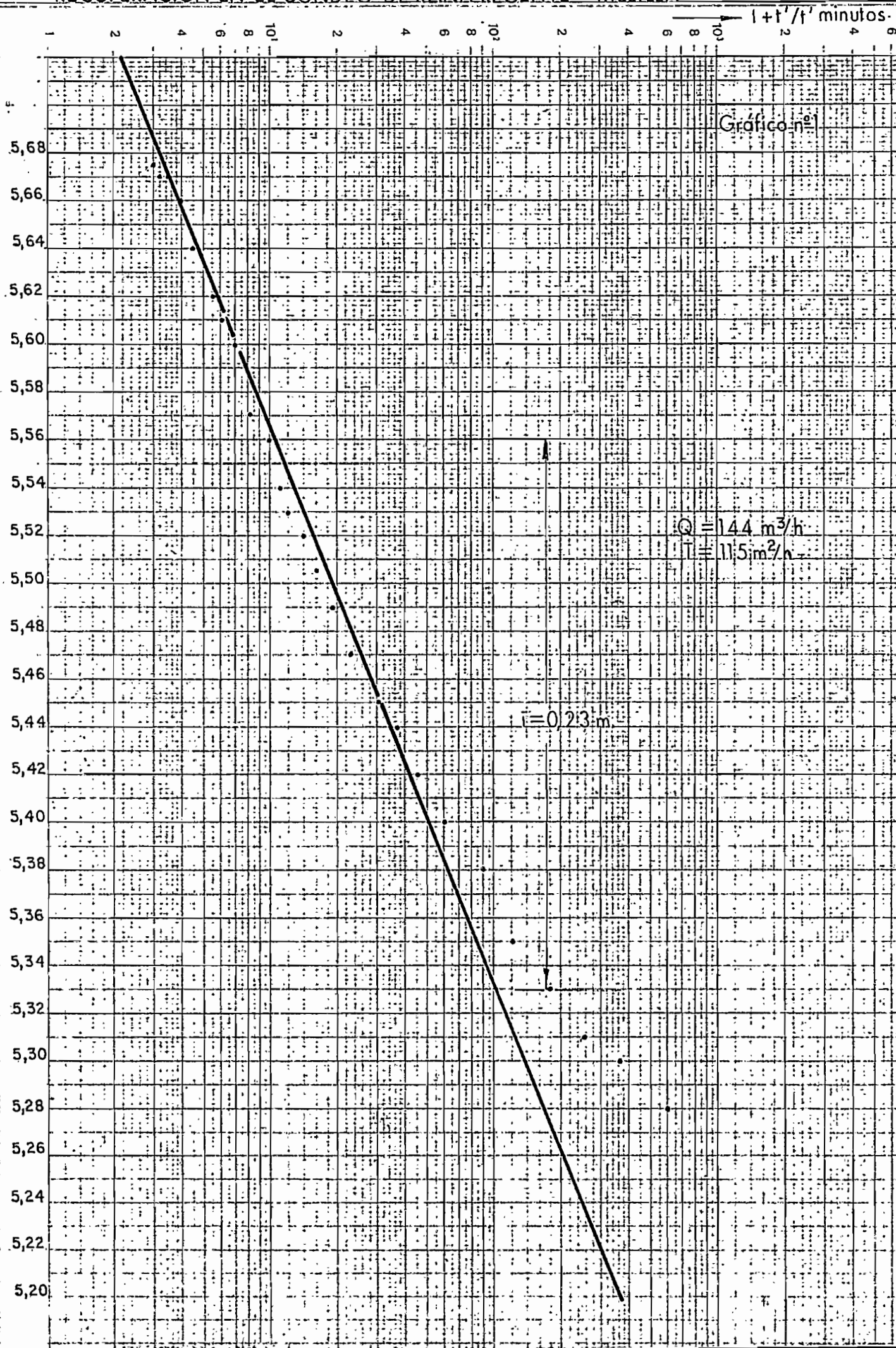
RECUPERACION EN EL SONDEO DE REINA REGENTE "MÉLILLA"

Papel semi-logarítmico 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm e Papel semi-logarítmico 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm.

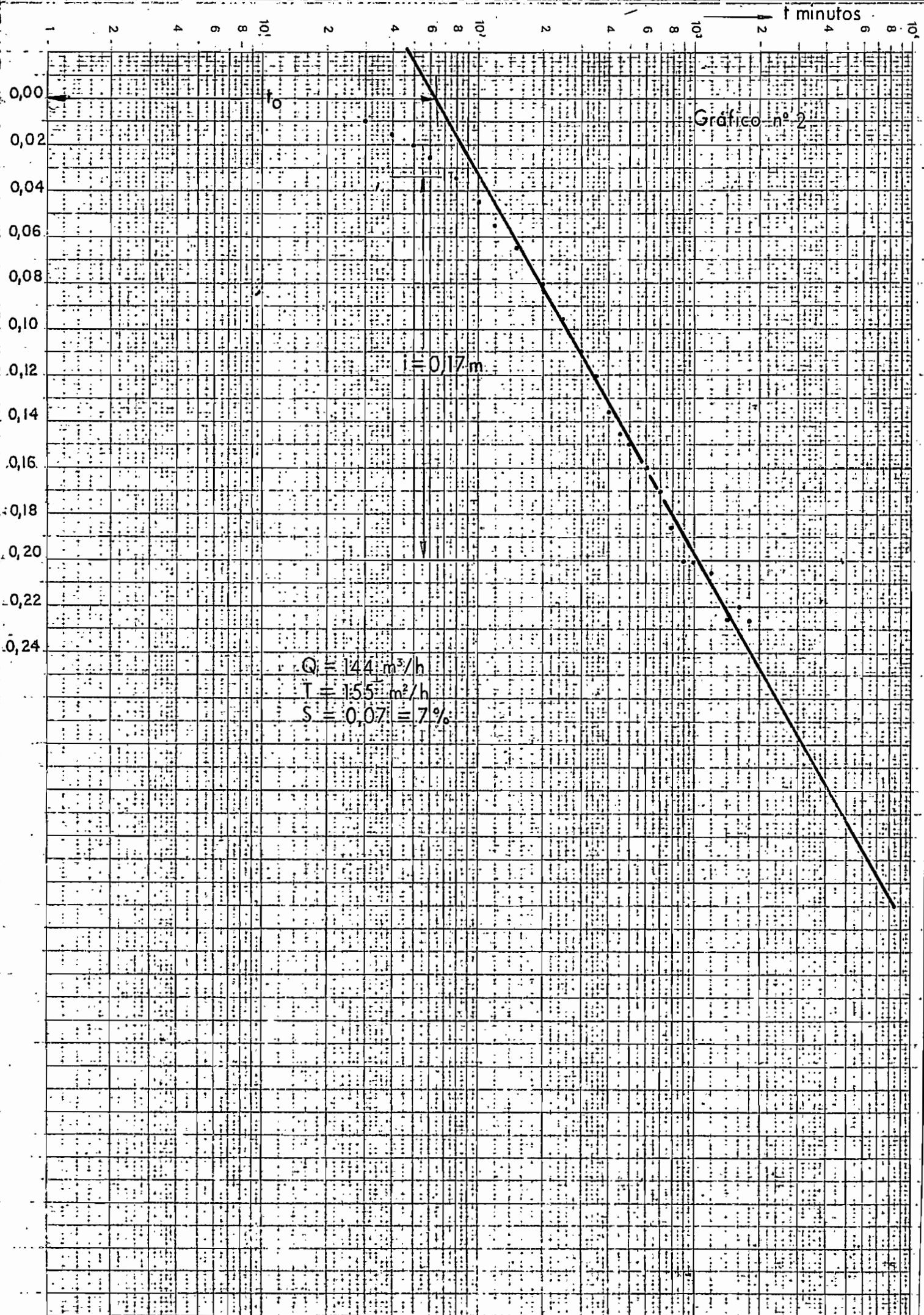
A S C E N S O (M)

Semi-logarithmic paper 4 periods in 188 mm metric division 1.5-10 mm.

CENTURY



DESCENSO EN EL POZO DE REINA REGENTE "MELILLA"



RECUPERACION EN EL POZO DE REINA REGENTE "MELILLA"

Papel semi-logarítmico 4 periodos en 188 mm división métrica 1.3-16 mm. Papel semi-logarítmico 4 periodos en 188 mm división métrica 1.3-16 mm.

