



Ministerio de Industria

Instituto Geológico

y Minero de España

INFORME SOBRE

EL BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO

EN "MORAL DE LA REINA (VALLADOLID)."

Julio de 1973

INFORME SOBRE EL BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN "MORAL DE LA REINA" (Valladolid)

1.1 INTRODUCCION:

El presente informe trata sobre el bombeo de ensayo realizado con el Grupo Aforos del Instituto Geológico durante los días 10, 11 y 12 de Abril de 1973 en término municipal de Moral de la Reina.

El pozo objeto de bombeo, ha sido perforado por el Parque de Maquinaria Agrícola perteneciente al IRYDA y su ejecución responde a un trabajo de investigación que dicho Organismo ha venido realizando en la Cuenca del Duero.

Por otra parte, el Instituto Geológico a través de su División de Aguas Subterráneas, dirige el estudio hidrogeológico general de la Cuenca del Duero actualmente en curso. Dentro del referido estudio, se ha tratado de ensayar una serie de sondeos, ya existentes, con el fin de conocer el comportamiento hidráulico de los mantos acuíferos perforados a partir de los parámetros de estos mantos.

Dado el gran número de sondeos realizados en la Cuenca que nos ocupa y de otro lado la gran extensión de la misma, se han seleccionado las perforaciones mas idoneas atendiendo a su caudal y situación donde se han efectuado bombeos de ensayo y se han obtenido valores puntuales de transmisividades repartidos lo más uniformemente posible dentro de esta gran extensión terciaria.

La falta de piezómetros próximos a los puntos de bombeo, han limitado nuestras posibilidades de estudio de los mantos bombeados.

2.1 SITUACION DEL SONDEO

Provincia: Valladolid
 Tº Municipal: Moral de la Reina
 Hoja topográfica E 1/50.000 Nº 310 Oct 2
 Coordenadas: x= 1º 22' 58"
 y=41º 57' 09"
 Cota s.n.m: 755 ± 5 m.
 Nº del P.M.A: 1390

2.2 CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION

Fecha de iniciación: 6/12/66
 " de terminación: 21/1/67
 Profundidad total: 250 mts
 Diámetro de entubación:
 de 0 a 110 mts en 350 mm.
 de 110 a 250 " " 200 mm.

Niveles acuíferos encontrados:
 de 129 a 134 mts
 " 142 " 149 "
 " 186 " 198 "
 " 235 " 242 "

Terreno acuífero: Arenas más o menos gruesas.

Tipo de acondicionamiento: No figura en el corte de esta perforación ningún tipo de acondicionamiento, estando la tubería rajada en los tramos correspondientes a los horizontes acuíferos.

3.1. MATERIAL UTILIZADO EN EL BOMBEO

- Grupo electrógeno BARREIROS de 86 K.V.A
- Grupo motobomba BRUGG de 40 C.V.
- Tubería de impulsión de 100 mm de Ø
- Tubo guía para dirigir sonda
- Sonda eléctrica registradora de niveles
- Sistema PITOT para el aforo y control de los caudales de bombeo

4.1. DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

Una vez concluidos los trabajos de montaje e instalado el grupo motobomba a 82 m. de profundidad, comenzarían los bombeos el día 10 de Abril de 1973 a las 13 h.

El nivel piezométrico en reposo era de 39,76 mts - respecto de la boca de entubación. En estas condiciones iniciales se inicia el bombeo con un caudal de 6 l/s que permanecería constante durante 1500 minutos:

Entre los minutos 10 y 60 se apreciaron arrastres de materiales sólidos en el agua extraída y, en consecuencia, una turbidez de coloración amarillenta propia del tipo de terrenos que la perforación ha atravesado.

En esta fase de descenso, los niveles dinámicos - apenas presentaban variaciones de interés en las últimas - - observaciones realizadas y si bien esta estabilización puede considerarse aparente, también podríamos admitir que nos encontramos ante un régimen de bombeo casi permanente.

Inmediatamente al bombeo, se efectuaron observaciones de niveles en fase de recuperación durante cinco horas consecutivas, quedando, a este tiempo, un descenso residual de 2,19 mts.

Durante el día 12, se realizaron tres bombeos escalonados sin recuperación de corta duración (1 hora); con caudales de 4, 8 y 12 l/s. Para este último caudal, se volvieron a apreciar nuevos arrastres de arenas y arcillas, creándose un descenso total de 15,60 mts.

5.1. CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD

(Graficos 1 y 2, Anexos I y II)

Según JACOB, el descenso ocasionado por efecto de un bombeo a caudal constante, en un punto de observación, - viene dado por la fórmula simplificada:

$$D = \frac{0,183 Q}{T} (\log t - \log t_0) \quad (1)$$

donde:

D= Descenso ocasionado en mts

Q= caudal constante de bombeo en m³/h

t= tiempo de bombeo en horas.

T= Transmisividad del manto acuifero en m²/h.

Representando los valores del anexo I en escala - similogarítmica (Grafico 1) obtenemos una recta cuya ecuación viene dada por la fórmula (1).

El valor de la pendiente de esta recta "i"; se obtiene de modo gráfico; el valor de dicha pendiente deducido de la ecuación (1) es:

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

sustituyendo valores tenemos:

a DESCENSO

$$T = \frac{0,183 \cdot 21,6 \text{ m}^3/\text{h}}{1,35 \text{ mts.}} = 2,9 \text{ m}^2/\text{h} = 7,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{seg.}$$

b ASCENSO

$$T = \frac{0,183 \cdot 21,6 \text{ m}^3/\text{h}}{1,20 \text{ mts}} = 3,2 \text{ m}^2/\text{h} = 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{seg}$$

5.2. ESTIMACION DE CAUDALES A PARTIR DE LA TRANSMISIVIDAD DEL ACUIFERO:

El empleo del método de THIEM, nos permite el cálculo aproximado de los caudales de explotación de un pozo en función de los descensos ocasionados, si bien dicho método no puede ser tomado como rigurosamente exacto debido, por un lado, a que el acuifero no alcanza en muchos casos un régimen permanente y de otro a que los radios de acción del bombeo no se conocen con exactitud.

La ecuación que nos relaciona esta serie de factores es la siguiente:

$$S = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r} \quad \text{donde:}$$

S= descenso ocasionado en mts.

T= transmisividad en m^2/h

Q= caudal de bombeo

r= radio del pozo

R= radio de acción estimado (2000 mts)

de la formula anterior, deducimos que el caudal específico

$$q_e = \frac{Q}{S} = \frac{2\pi T}{\ln R/r} \quad \text{ó bien : } Q = 0,8 T.S \quad (2)$$

Dando valores a "S", de la relación (2), obtendremos los correspondientes valores de "Q" tomando como valor-medio de transmisividad $T = 3 m^2/h$

Para $S_1 = 10$ mts

$$Q = 0,8 \cdot 3 m^2/h \cdot 10 \text{ mts} = 24 m^3/h$$

Para $S_2 = 15$ mts

$$Q_2 = 0,8 \cdot 3 m^2/h \cdot 15 \text{ mts} = 36 m^3/h$$

Para $S_3 = 20$ mts.

$$Q_3 = 0,8 \cdot 3 m^2/h \cdot 20 \text{ mts} = 48 m^3/h$$

5.3. EFICACIA DEL POZO

Representados los datos que se adjuntan en el anexo III, sobre el gráfico N° 3, obtenemos los valores corregidos de los descensos correspondientes a los caudales de bombeo. Una vez conocidos los valores de Q y S podemos establecer una terna de ecuaciones a partir de la ecuación general del pozo: $S = AQ + BQ^n$; siendo "A" un coeficiente que depende exclusivamente de las características de los mantos acuíferos bombeados; mientras que, el termino "B" es función de las pérdidas de carga de circulación existentes entre acuífero y pozo: El valor de "n" suele estar comprendido entre 1,5 y 3.

Sustituyendo valores en la ecuación general, tenemos:

$$5,86 \text{ m} = A \cdot 345,6 \text{ m}^2/\text{día} + B \cdot 345,6^n$$

$$10,99 \text{ m} = A \cdot 691,2 \text{ m}^3/\text{día} + B \cdot 691,2^n$$

$$15,39 \text{ m} = A \cdot 1036,8 \text{ m}^3/\text{día} + B \cdot 1036,8^n$$

Resolviendo el sistema gráficamente (Grf.4) se obtienen los valores siguientes:

$$n=2$$

$$A = 1,79 \cdot 10^{-2} \text{ días}/\text{m}^2$$

$$B = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ días}^2/\text{m}^5$$

CONCLUSIONES

De todo lo expuesto anteriormente, llegamos a las siguientes conclusiones:

1º Como puede observarse en los gráficos 1 y 2, los valores de la transmisividad de los mantos acuíferos encontrados en la perforación, son muy semejantes y como valor medio tomaremos $T = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{seg}$. Conocida la potencia total de los acuíferos, que es de 31 mts; la permeabilidad del terreno resulta ser: $P = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/seg}$. Las dimensiones de estos parámetros, encajan en los límites generales de los acuíferos existentes en la Cuenca Terciaria del Duero.

2º Los caudales de explotación a que hacemos referencia en el apartado 5.2, son simplemente, aproximados y su cálculo corresponde a las condiciones en que se encontraba el pozo en el momento de nuestros bombeos.

Se han calculado los caudales correspondientes a tres descensos fijados, pero la gama de valores puede hacerse extensiva a cualquier caso en particular, procediendo de igual manera que para estos tres valores. Nosotros omitimos su cálculo por desconocer cual podría ser el caudal idóneo de explotación del pozo atendiendo a un estudio de tipo económico.

3º El valor del coeficiente $B = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ días}^2/\text{m}^5$ nos indica, según WALTON, que las pérdidas de carga habidas en el pozo, no son de gran interés, y en consecuencia, el rendimiento del sondeo es aceptable.

4º A la hora de poner en explotación este sondeo, sería aconsejable, a un régimen bajo, e ir gradualmente incrementando el caudal, a medida que se obser-

vara una completa eliminación de partículas arenas en el agua bombeada.

Madrid, Junio 1.973

Conforme
El Ingº Jefe de
D.A.S.

J.E. Coma

VºBº
El Ingº Jefe del
Departamento

J. Ricart

Fdo: El Perito

M. Villanueva

ANEXO I

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN MORAL DE LA REINA

Nivel inicial: 39,76 mts.

DESCENSO

Tiempo de bombeo minutos	descenso total metros	Nivel dinámico metros
1	5,98	45,74
5	7,99	47,75
10	8,82	48,58
20	8,91	48,67
30	9,06	48,82
45	9,18	48,94
60	9,27	49,03
90	9,43	49,19
120	9,56	49,32
150	9,64	49,40
180	9,74	49,50
210	9,85	49,61
240	9,96	49,72
300	10,08	49,84
360	10,22	49,98
420	10,31	50,07
480	10,33	50,09
540	10,41	50,17
660	10,56	50,32
780	10,66	50,42
900	10,71	50,47
1020	10,80	50,56
1140	10,82	50,58
1260	10,85	50,61
1380	10,85	50,61
1500	10,85	50,61

ANEXO IIBOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN MORAL DE LA REINAASCENSO

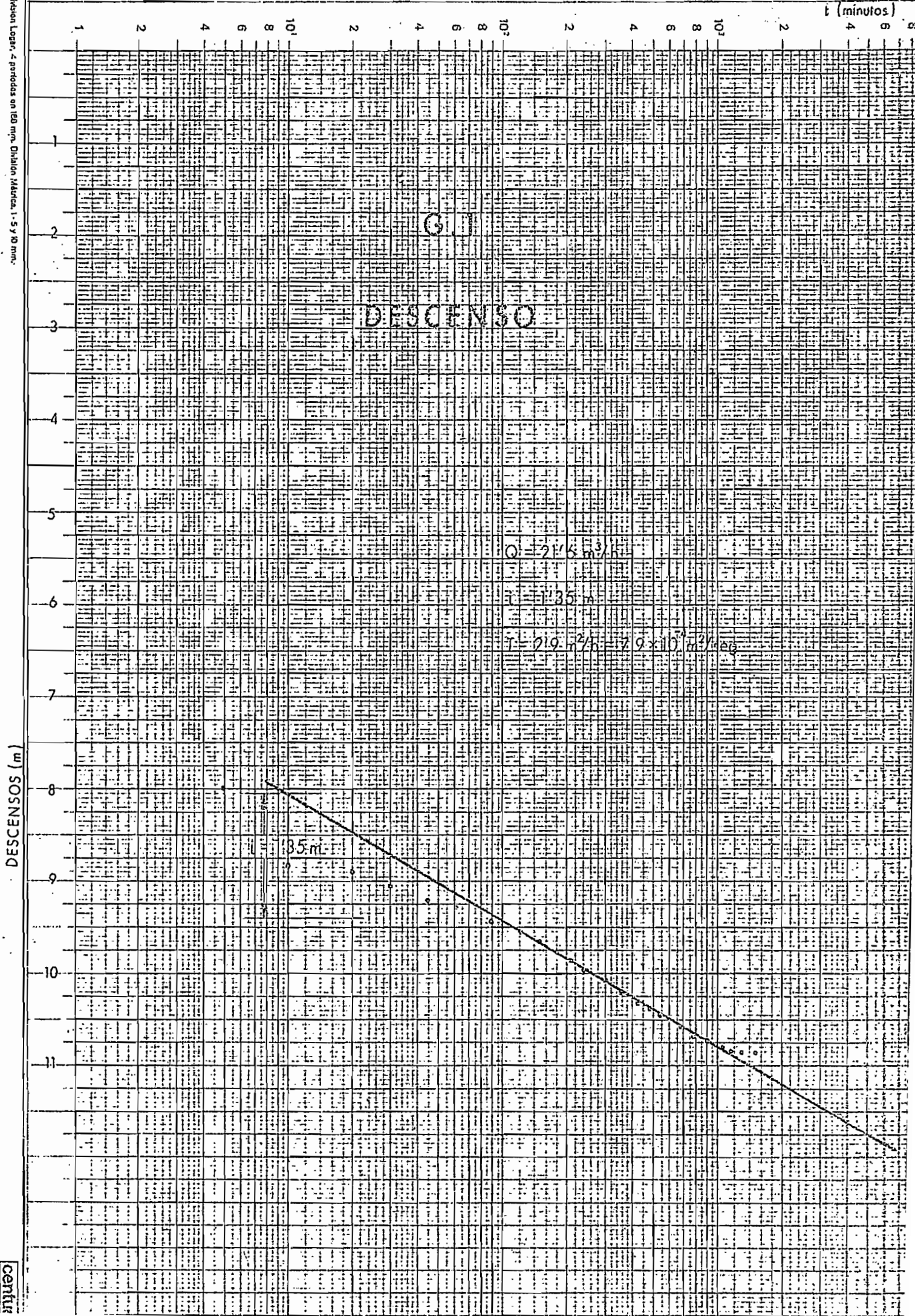
tiempo parado minutos	Ascenso total metros	$\frac{t+t'}{t'}$
1	5,54	1501
3	6,20	501
5	6,49	301
10	6,90	150
20	7,33	76
30	7,60	51
45	7,79	34
60	7,93	26
90	8,15	17
120	8,30	13
150	8,40	11
180	8,49	9,3
240	8,60	6,8
300	8,66	6

ANEXO IIIBOMBEO ESCALONADOS EN " MORAL DE LA REINA "

t: minutos	$Q_1=345,6\text{m}^3/\text{dia}$		$Q_2=691,2\text{m}^3/\text{dia}$		$Q_3=1036,8\text{m}^3/\text{dia}$	
	Descensos	Niveles	Descensos	Niveles	Descensos	Niveles
	totales		totales		totales	
1	4,95	46,59	7,75	49,39	12,76	54,40
3	4,59	46,23	9,17	50,81	14,05	55,69
5	4,78	46,42	9,80	51,44	14,59	56,23
7	5,29	46,93	10,13	51,77	14,88	56,52
10	5,29	46,93	10,37	52,01	15,13	56,77
15	5,44	47,08	10,57	52,21	15,24	56,88
20	5,56	47,20	10,73	52,37	15,30	56,94
30	5,61	47,25	10,83	52,47	15,50	57,14
45	5,78	47,42	11,06	52,70	15,56	57,20
60	5,86	47,50	11,13	52,82	15,60	57,24

BOMBEO DE ENSAYO EN MORAL DE LA REINA (VALLADOLID)

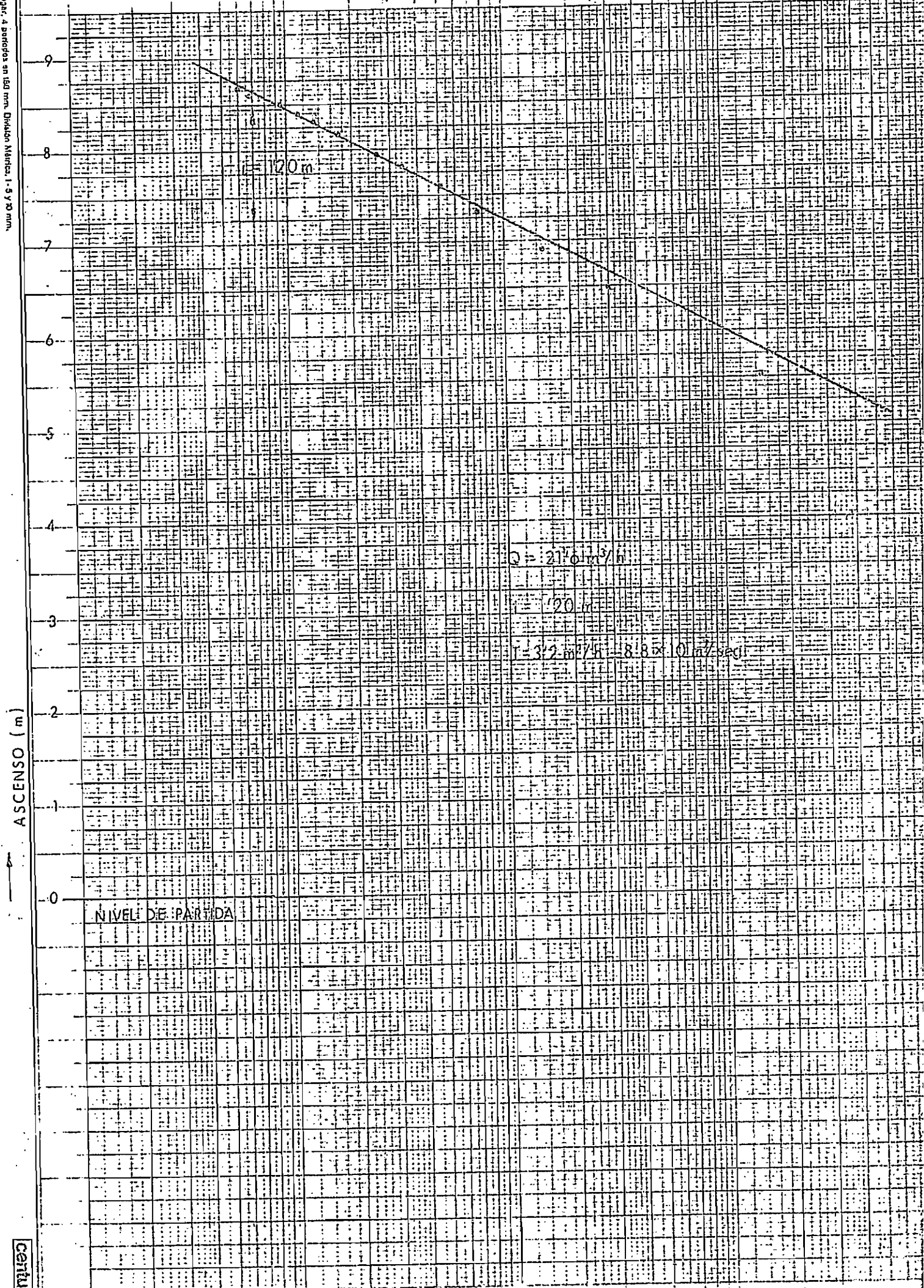
Division Logos, 4 periodos en 100 mts. Division Muestra, 1-5 y 10 mm.



BOMBEO DE ENSAYO EN MORAL DE LA REINA (VALLADOLID)

Ordeñen Logar. 4 boreas en 150 mm. División Milimétrica. 1.5 y 20 mm.

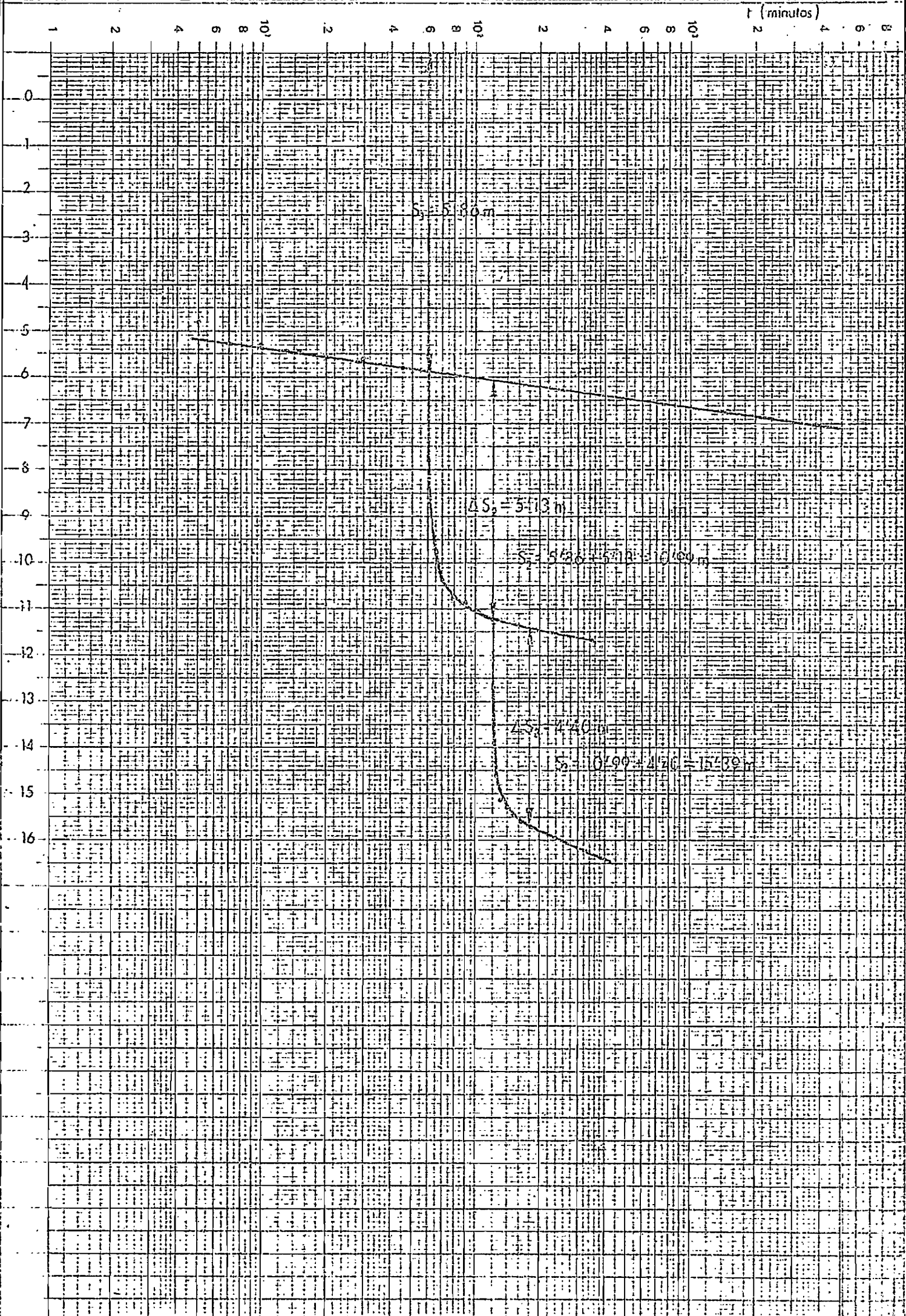
$\frac{t+1}{H}$ (minutos)



Centus

BOMBEO DE ENSAYO EN MORAL DE LA REINA (VALLADOLID)

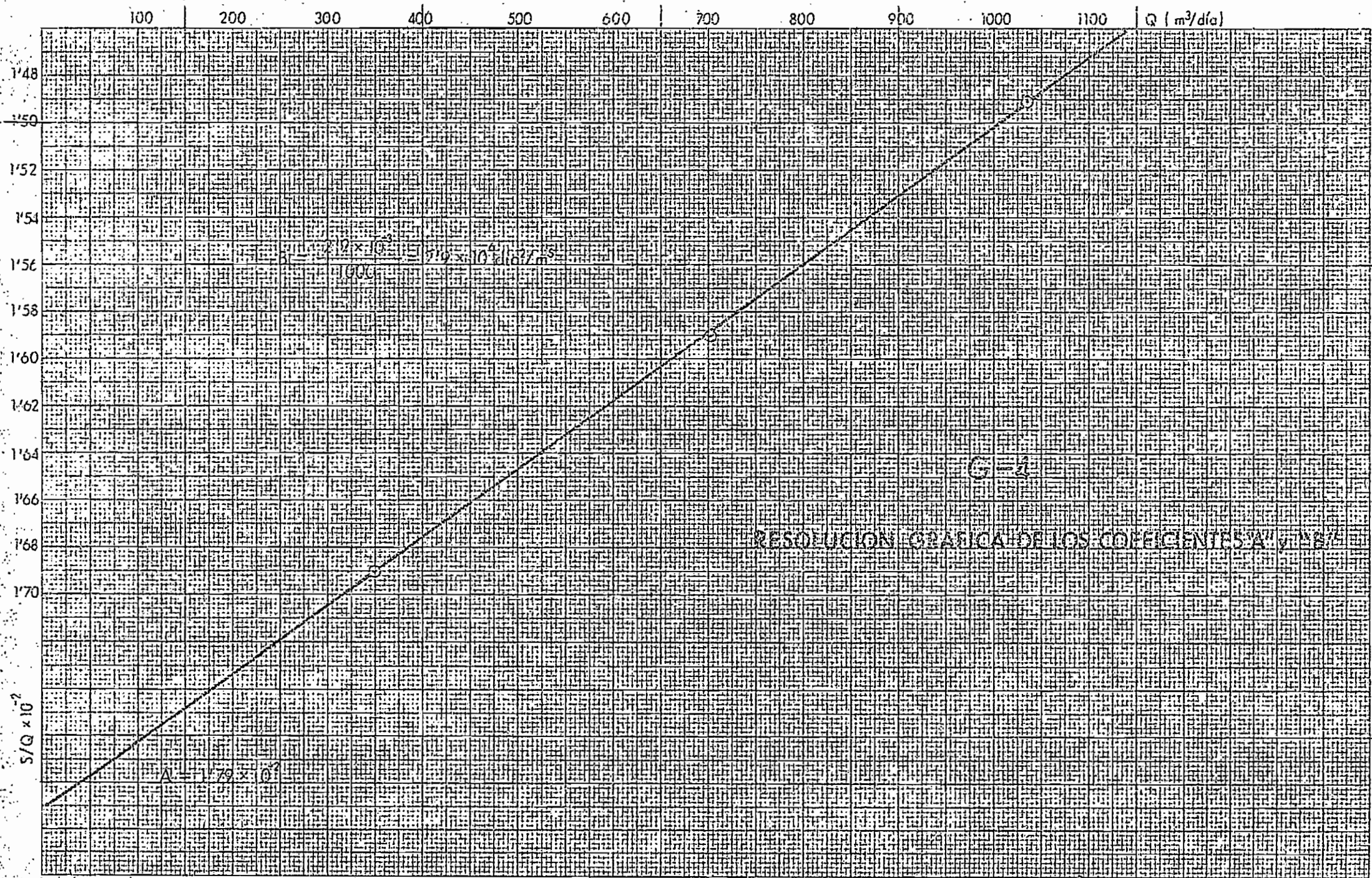
Diámetro Logarit. 4 perforados en 100 mm. Diámetro Máximo, 1.5 y 10 mm.



DESCENSOS (m)

t (minutos)

BOMBEO DE ENSAYO EN "MORAL DE LA REINA"



1. 303 DIB. V. 1. SERKON. MEXICO REGISTRADA