



Ministerio de Industria

Instituto Geológico  
y Minero de España

INFORME SOBRE EL POLEO DE ENSAYO  
REALIZADO EN "CASTROGONZALO" (ZAMORA)

---

Octubre 1973

INDICE

- 1-1 Introducción
- 2-1 Características técnicas de la perforación
- 3-1 Situación del sondeo
- 4-1 Equipos de bombeo utilizados
- 5-1 Descripción de las pruebas realizadas
- 6-1 Cálculo de la transmisividad
- 6-2 Estimación del caudal específico a partir de la transmisividad
- 6-3 Caudales de explotación
- 6-4 Eficiencia del sondeo
- 7-2 Conclusiones
- 8-1 Anexos

## 1-1 INTRODUCCION:

El pozo que tratamos de estudiar mediante este bombeo de ensayo, se encuentra ubicado en plena formación Terciaria de la Cuenca del Duero. Los terrenos atravesados por la perforación, son capas alternantes detríticas características de esta formación geológica.

La perforación, ha sido realizada por el Parque de Maquinaria Agrícola perteneciente al I.R.Y.D.A. dentro del plan de investigación que dicho Organismo ha venido realizando en la mencionada Cuenca.

Por su parte, la División de Aguas Subterráneas del Instituto Geológico y Minero de España, mediante su Grupo de Aforos, ha efectuado las oportunas pruebas de bombeo con el fin de conocer las constantes hidráulicas de los acuíferos encontrados en la referida perforación. Este trabajo está encuadrado en el estudio hidrogeológico general que el I.G.M.E. viene realizando en la Cuenca del Duero.

## 2.1.- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA PERFORACION

Fecha de ejecución : del 15/10/70 al 3/11/70

Profundidad total : 164 mts.

Entubación: de 0-70 m. en 350 mm.

de 70-164 m. en 200 mm.

Niveles acuíferos: de 47 a 155 mts.

Acondicionamiento: Tubería troquelada y empaque de grava en todo el acuífero.

Térreno acuífero: Arenas más o menos gruesas.

## 3.1.- SITUACION DEL BOMBEO

Provincia: Zamora

Tº Municipal: Castrogonzalo

Hoja topografica E 1/50.000 nº 308 oct. 3

Cota S.N.M. 715 ± 5 mts.

Ccordenadas: x= 1º55'8"  
y= 41º56'54"

Registrado en el P.M.A. con el nº 1956

## 4.1.- EQUIPO DE BOMBEO UTILIZADO

Grupo electrógeno BARREIROS de 86 K.V.A.

Grupo moto-bomba BRUGG de 40 C.V.

Tubería de impulsión de 4" de  $\emptyset$  interior

Tubo guía para dirigir sonda de 1/2" de  $\emptyset$

Sonda eléctrica para el registro de niveles de agua

Los caudales de bombeo se controlaron mediante la instalación de PITOT con relación de diafragmas 4/3".

#### 5.1.- DESCRIPCION DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Una vez realizadas las operaciones de montaje y habiendo colocado la aspiración de bombeo a 67 m. de profundidad, dan comienzo las pruebas el día 10 de Mayo de 1973 a las 12 h. 10 min.

El primer caudal constante fué de 6 l/s (21,6 m<sup>3</sup>/h) durante 1380 minutos; en este tiempo, se efectuó la toma de datos correspondientes a las evoluciones del nivel dinámico. Las tres últimas medidas, nos dió una estabilización del nivel hidrodinámico y por tal motivo el caudal de extracción constante pasó a ser de 9 l/s (32,4 m<sup>3</sup>/h). Con el mencionado caudal, se continúa bombeando el pozo, hasta completar las 47 h. de bombeo,

Seguidamente, y por espacio de 6 h. se observa la recuperación experimentada por el pozo.

El día 16 de Mayo, estando el nivel del agua a 15,76 mts, se procede a la realización de tres bombeos escalonados sin recuperación, con caudales de: 8,14 y 20 l/s; siendo la duración de cada escalón de una hora.

Concluidas estas pruebas, se procede al desmontaje y --  
traslado del equipo.

### 6.1.- CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD

#### 1º BOMBEO

En el gráfico 1, se han representado los descensos provocados por el bombeo, en función de los logaritmos de los tiempos.

La ecuación que define la recta que se representa es, según JACOB:

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

donde:

D = descenso producido en metros

Q = caudal constante de bombeo en m<sup>3</sup>/h

T = transmisividad del manto acuífero en m<sup>2</sup>/h

t = tiempo de bombeo en horas

La pendiente de esta recta "i", tiene por valor:  $i = \frac{0,183 Q}{T}$ ; y su resolución inmediata, se obtiene de modo gráfico. De la relación anteriormente expuesta, tenemos que:

$$T = \frac{0,183 \cdot Q}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sg}} = \frac{0,183 \cdot 2,16 \text{ m}^3/\text{h}}{0,55} = 7,2 \text{ m}^2/\text{h} =$$

Procediendo de igual modo con los valores obtenidos en el segundo bombeo de ensayo, cuya representación puede observarse en el gráfico 1 ; llegamos al siguiente valor de la transmisividad:

$$T = \frac{0,183 \cdot 32,4 \text{ m}^2/\text{h}}{0,70} = 8,4 \text{ m}^2/\text{h} \cdot 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sg}$$

Vemos pues, que los valores de la transmisividad obtenidos a partir de bombeos con diferentes caudales son, a efectos prácticos, iguales.

## 6.2.- ESTIMACIONES DEL CAUDAL ESPECIFICO A PARTIR DE LA TRANSMISIVIDAD

Emplearemos el método de THIEM, bajo las hipótesis de manto acuífero cautivo, y régimen permanente. La ecuación general que nos relaciona el descenso provocado por efecto de un bombeo en un punto de observación es la siguiente:

$$S = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r}$$

Recordando que el caudal específico:  $q_e = \frac{Q}{S}$ , y

sustituyendo valores en la anterior ecuación tenemos:

$$q_e = \frac{Q}{S} = \frac{2\pi T}{\ln \frac{R}{r}}$$

Para mantos cautivos, la relación  $\frac{2\pi T}{\ln R/r}$ , oscila entre 0,67 a 0,91, en función del radio de influencia del bombeo. Los límites de variación del caudal específico vienen dados por las relaciones siguientes:

$$Q_{\max} = 0,91 \cdot S \cdot T$$

$$Q_{\min} = 0,67 \cdot S \cdot T$$

Conocido el valor de la transmisividad, ( $T_{\text{media}} = 7,8 \text{ m}^2/\text{h}$ ) y utilizando las anteriores relaciones, obtendremos los valores correspondientes del caudal específico ( $q_e$ )

$$\text{Máximo: } q_e = 0,91 \cdot 7,8 \text{ m}^2/\text{h} = 7,09 \text{ m}^3/\text{h/m}$$

$$\text{Mínimo: } q_e = 0,67 \cdot 7,8 \text{ m}^2/\text{h} = 5,22 \text{ m}^3/\text{h/m}$$

### 6.3.- CAUDALES DE EXPLOTACION

Vamos a determinar los caudales teóricos de explotación del sondeo a partir del rendimiento específico anteriormente calculado. Para ello, hemos de admitir que el caudal específico, es independiente del régimen de bombeo, y en consecuencia no se tendrán en cuenta las pérdidas



didadas de carga.

Utilizando el menor de los valores ( $q_e$ ), y sabiendo que:  $Q = q_e \cdot S$ ; dando valores a (S) obtendremos los correspondientes de (Q).

$$\text{Para } S = 10 \text{ m } \quad Q = 5,22 \text{ m}^3/\text{h/m} \cdot 10 \text{ m.} = 52,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{" } S = 25 \text{ m } \quad Q = 5,22 \text{ m}^3/\text{h/m} \cdot 25 \text{ m.} = 130 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{" } S = 50 \text{ m } \quad Q = 5,22 \text{ m}^3/\text{h/m} \cdot 50 \text{ m.} = 261 \text{ m}^3/\text{h}$$

Procediendo de este modo, podríamos determinar el caudal para cualquier descenso fijado. Teniendo en cuenta las características técnicas de la perforación, no sería recomendable situar la cámara de bombeo por debajo de los 70 mts.

#### 6.4.- EFICACIA DEL POZO

Trataremos en este apartado de valorar el rendimiento del sondeo. Según RORABAUGH, el descenso ocasionado en un pozo por efecto de un bombeo, viene dado por la fórmula (x)  $S = AQ + BQ^n$ ; donde:

"A" es un coeficiente que depende exclusivamente de las características del manto acuífero; mientras que "B", es función de las pérdidas de carga existentes en la obra de captación. El valor de "n" está comprendido entre 1 y 3,7.

Sustituyendo los valores obtenidos, durante -- nuestros bombeos, en la ecuación (x), tenemos el siguiente sistema de ecuaciones.

$$\begin{aligned} (1) \quad & 4,78 \text{ m.} = A \cdot 518,4 \text{ m}^3/\text{día} \pm B \cdot 518,4 \cdot n \\ & 6,63 \text{ m.} = A \cdot 691,2 \text{ m}^3/\text{día} \pm B \cdot 691,2 \cdot n \\ & 13,33 \text{ m.} = A \cdot 1209,6 \text{ m}^3/\text{día} \pm B \cdot 1209,6 \cdot n \\ (2) \quad & 20,53 \text{ m.} = A \cdot 1728 \text{ m}^3/\text{día} \pm B \cdot 1728 \cdot n \end{aligned}$$

Los valores (1), corresponde al bombeo de larga duración tomado en su primera hora.

Este sistema se ha resuelto mediante Ordenador y se ha descartado la ecuación (2) por no satisfacer unos resultados congruentes. Mediante la resolución de las -- tres primeras ecuaciones, se ha llegado a los resultados.

$$\begin{aligned} A &= 8,59 \cdot 10^{-3} \text{ días} / \text{m}^2 \\ B &= 2,88 \cdot 10^{-8} \text{ días}^2/\text{m}^5 \\ n &= 2,6 \end{aligned}$$

## CONCLUSIONES

De cuantos resultados se han obtenido en la -- interpretación de este bombeo de ensayo, llegamos a las siguientes conclusiones:

1ª La transmisividad media del manto acuífero bombeado ( $T = 7,8 \text{ m}^2/\text{h}$ ), es de las más elevadas que hemos encontrado en nuestra campaña de estudio hidrodinámico dentro de la Cuenca del Duero.

2ª El caudal específico calculado a partir de la transmisividad ( $q_e = 5,22 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ ) está basado en la hipótesis de régimen permanente, y tomando unos radios, de acción del bombeo, supuestos. Por estos motivos; no deben interpretarse con excesivo rigor, los resultados a que se ha llegado, si bien pueden indicarnos el orden de magnitud de las posibilidades que el pozo tiene. Las mismas consideraciones, deben hacerse extensivas en lo que respecta a los caudales de explotación calculados a partir del rendimiento específico.

3ª En los bombeos escalonados hemos podido observar una disminución del rendimiento del pozo, a medida que los caudales bombeados se hacían mayores. Este fenómeno pudiera tener su explicación en el paso de un régimen laminar a otro turbulento que ocasiona un incremento

to en las pérdidas de carga, imputables a la construcción del pozo.

4º El coeficiente de efectividad del pozo - - - ( $B = 2,88 \cdot 10^{-3}$ ), es sin duda el más positivo de cuantos valores hemos obtenido en esta extensa area de estudio y corresponde, según WALTON, a un pozo bien construido. -- Por lo indicado en el anterior apartado esta buena efectividad, pudiera verse alterada, si los caudales bombeados hubieran sido más elevados.

Madrid Octubre 1973.

Conforme

El Ingeniero Jefe de  
la D.A.S.

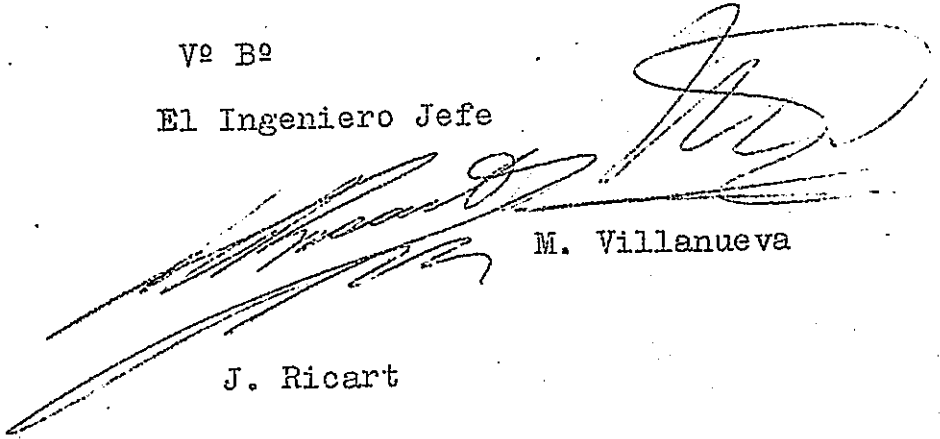
J.E. Coma



Vº Bº

El Ingeniero Jefe

J. Ricart



El Perito

Autor del informe

M. Villanueva

A N E X O-IBOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN "CASTROGONZALO" (ZAMORA)

Nivel estático: 15,49 mts.

Profundidad de aspiración: 67 mts.

Caudal de bombeo: 6 l/s - (21,6 m<sup>3</sup>/h)

Tiempo de bombeo minutos	Nivel dinámico metros	Descensos totales mts.
1	18,51	3,02
3	19,07	3,58
5	19,43	3,94
10	19,74	4,25
15	19,88	4,39
20	19,99	4,50
30	20,22	4,73
45	20,25	4,76
60	20,27	4,78
90	20,31	4,82
120	20,39	4,90
150	20,47	4,98
180	20,54	5,05
240	20,61	5,12
300	20,66	5,17
360	20,71	5,22
420	20,76	5,27
480	20,84	5,35
600	20,93	5,44
720	20,99	5,50
840	21,04	5,55

Tiempo de bombeo minutos	Nivel dinámico metros	Descensos totales mts.
960	21,06	5,57
1080	21,06	5,57
1200	21,06	5,57
1380	21,06	5,57
<hr/>		
Q =	9 l/s	132,4 m <sup>3</sup> /h.
<hr/>		
1	22,30	6,81
3	22,96	7,47
5	23,16	7,67
10	23,35	7,86
15	23,45	7,96
20	23,53	8,04
30	23,72	8,23
45	23,82	8,33
60	23,92	8,43
90	24,00	8,51
120	24,07	8,58
150	24,13	8,64
180	24,19	8,70
240	24,23	8,74
300	24,23	8,74
360	24,25	8,76
420	24,32	8,83
480	24,41	8,92
600	24,61	9,12
720	24,66	9,17

<u>Tiempo de bombeo</u> <u>minutos</u>	<u>Nivel dinámico</u> <u>metros</u>	<u>Descensos</u> <u>totales mts.</u>
840	24,70	9,21
960	24,76	9,27
1080	24,80	9,31
1200	24,82	9,33
1320	24,84	9,35
1440	24,84	9,35

A N E X O IIIBOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN "CASTROGONZALO" (ZAMORA)

Nivel dinámico de partida: 24,84 mts.

R E C U P E R A C I O N

Tiempo de Bombeo minutos	Nivel del agua	Ascenso total
1	20,12	4,72
3	18,41	6,43
5	17,79	7,05
10	17,25	7,59
15	17,05	7,79
20	16,94	7,90
30	16,77	8,07
45	16,65	8,19
60	16,57	8,27
90	16,49	8,35
120	16,42	8,42
150	16,39	8,45
180	16,37	8,47
240	16,32	8,52
300	16,29	8,55
360	16,26	8,58



A N E X O III

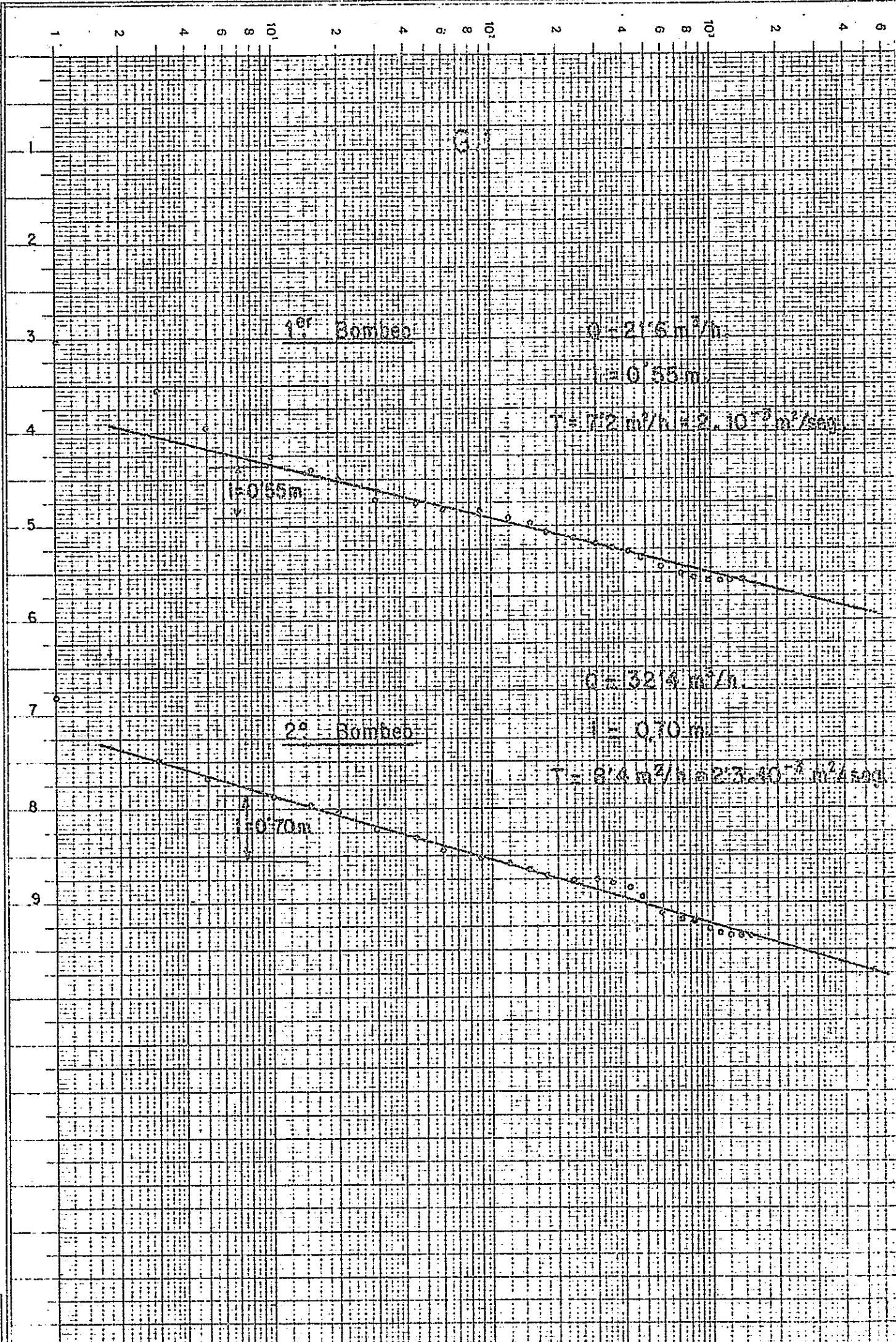
## BOMBEO ESCALONADOS EN "CASTROGONZALO"

Tiempo de Bombeo en minutos	Q=691,2 m <sup>3</sup> /día	Q=1209,6m <sup>3</sup> /día	Q=1728m <sup>3</sup> día.
	Descenso Total	Descenso Total	Descenso total.
1	3,66	8,96	15,61
3	5,01	10,36	17,54
5	5,40	10,96	18,66
10	5,89	11,84	20,03
15	6,18	12,20	20,87
20	6,34	12,45	21,33
30	6,43	12,97	21,89
45	6,55	13,23	22,69
60	6,63	13,50	23,19

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CASTROGONZALO (ZAMORA) t (minutos)

División Legales, 4 periodos en 100 mm. División Matemática: 1-57, 10 mm.

DESCENSO (m) ↓



BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN "CASTROGONZALO" (ZAMORA)

50

100

150

200

250

300

350

400

→ t (minutos)

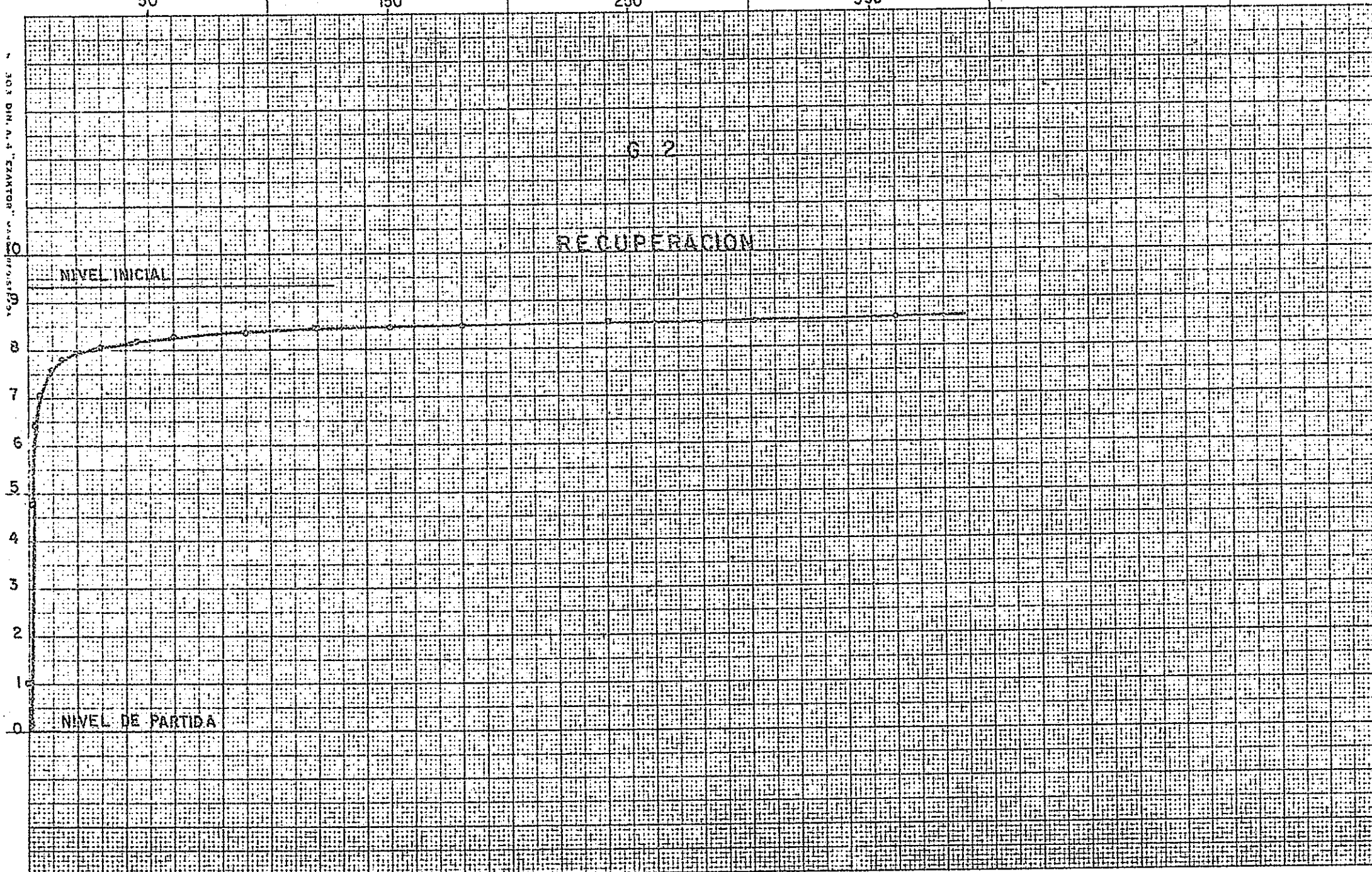
SON DIN. A. A. "EXARTOR" S.A. S. DE INVESTIGACIONES

G 2

RECUPERACION

NIVEL INICIAL

NIVEL DE PARTIDA

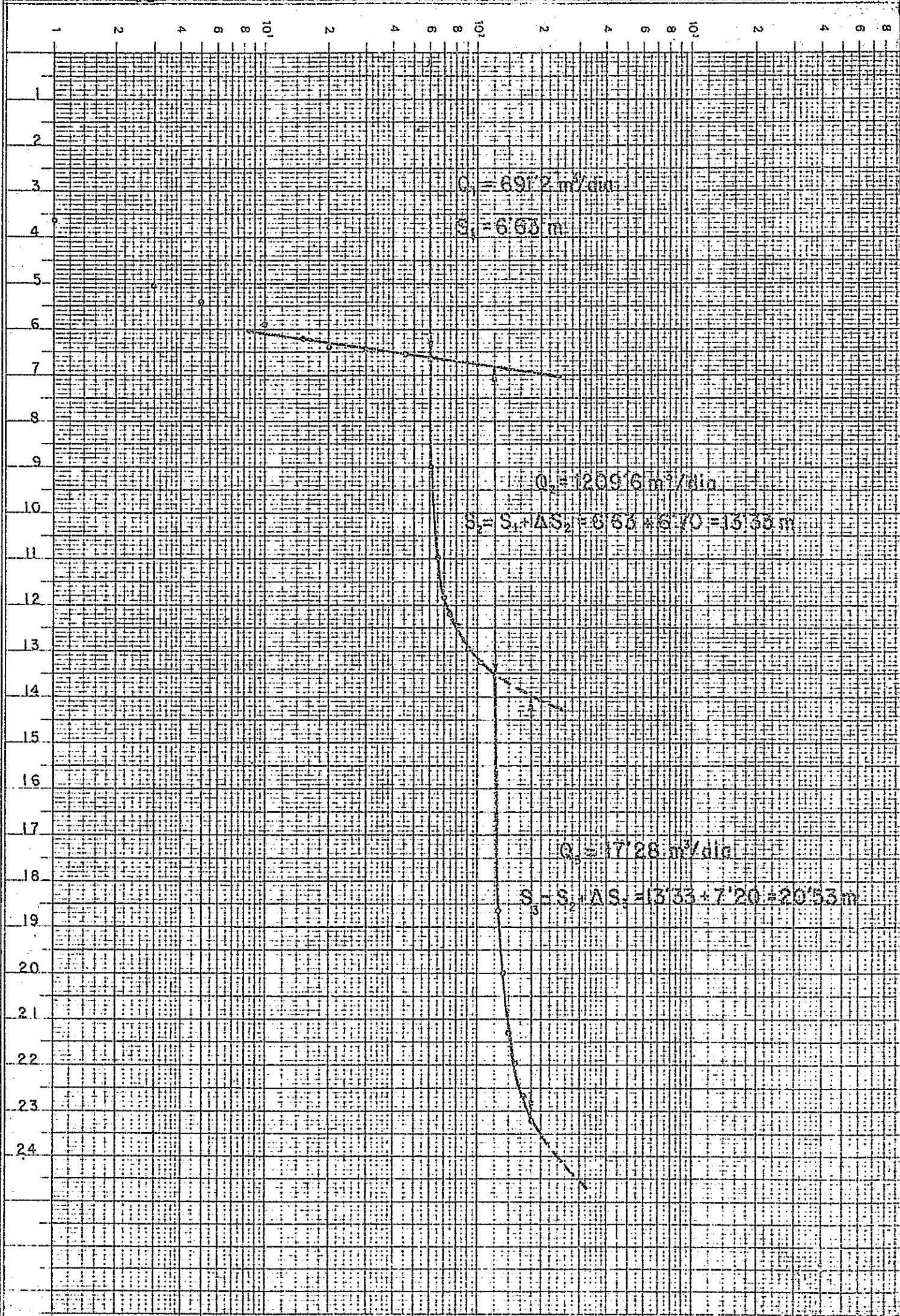


BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CASTROGONZALO (ZAMORA)

t (minutos)

Dinámico Logar. 4 períodos en 100 mm. Dinámico Métrica. 1-5 y 70 mm.

DESCENSO (m.)





POZO CASTROGONZALO (ZAMORA)

6.00

100

1500

2000

