



Ministerio de Industria

Instituto Geológico  
y Minero de España

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN EL -  
TERMINO MUNICIPAL DE CUELLAR (Segovia)

Diciembre, 1975

I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- CARACTERISTICAS Y SITUACION DE LAS OBRAS
- 3.- MATERIAL UTILIZADO EN LAS PRUEBAS
- 4.- PRUEBAS REALIZADAS
- 5.- CARACTERISTICAS HIDRAULICAS
  - 5.1.- CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD
    - 5.1.1.- METODO DE JACOB
    - 5.1.2.- METODO DE THIEM
  - 5.2.- VALORACION DE RESULTADOS
  - 5.3.- COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO

CONCLUSIONES

ANEXOS

## 1.- INTRODUCCION

El Instituto Geológico y Minero de España, dentro del Estudio Hidrogeológico general que viene realizando en la Cuenca del río Duero, ha creído conveniente realizar un bombeo de ensayo sobre pozos elegidos dentro de la meseta pontiense para analizar puntualmente las características hidrogeológicas de esta formación calcárea y estudiar la posibilidad de alumbrar aguas subterráneas en cantidad suficiente, para el abastecimiento de Cuellar.

Estas pruebas se han llevado a cabo en el término de la Sabina y el sondeo elegido para tal fin es propiedad de D. Martín Herguedal; utilizándose como piezómetros de observación dos pozos excavados de pequeña profundidad, distantes del sondeo, 63 y 136 mts. respectivamente.

## 2 .- CARACTERISTICAS Y SITUACION DE LAS OBRAS

Coordenadas :  $y = 41^{\circ} 25' 43''$   
 $x = 0^{\circ} 35' 00''$

### POZO Nº 1

Cota s.n.m. = 890 mts.

Profundidad total = 28 mts

Nivel piezométrico = 7,96 mts.

Terrenos atravesados = Calizas pontienses

Diámetros de entubación = 300 mm.

Sistema de perforación = percusión

Ha sido utilizado como pozo de bombeo

### POZO Nº 2

Distancia al pozo nº 1 = 63 mts.

Nivel piezométrico = 9,17 mts.

Profundidad total = 9,79 mts.

Terrenos atravesados = calizas pontienses

Ha sido utilizado como piezómetro de observación

### POZO Nº 3

Distancia al pozo nº 1 = 136 mts.

Nivel piezométrico = 9,19 mts.

Profundidad total = 9,55 mts.

Terrenos atravesados = Calizas pontienses

Ha sido utilizado como piezómetro de observación

### 3.- MATERIAL UTILIZADO EN LAS PRUEBAS

El equipo de bombeo estaba compuesto por el material siguiente .

Grupo electrobomba de 50 C.V. de potencia

Grupo generador de 56 K.V.A.

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

Sistema de PITOT incorporado, para el control del caudal bombeado.

En el propio pozo de bombeo así como en el nº 2, los controles de niveles se efectuaron mediante sonda eléctrica y, en el pozo nº 3 se instaló un limnógrafo que, de forma automática y continua, nos proporcionó las evoluciones del nivel hidrodinámico experimentados por efecto del bombeo.

### 4.- PRUEBAS REALIZADAS

El día 27 de Octubre de 1975 se efectuó un pequeño bombeo de veinte minutos de duración con el fin de estimar el caudal que el pozo podía aportar.

El día 28, con 12 l/s comienza un nuevo bombeo - habiendo dispuesto el desagüe a 120 mts. de distancia lo que ocasionó dificultades en la regulación del caudal extraído y, por dicho motivo, se optó por suspender ésta prueba.

Recuperados los niveles iniciales, el mismo día 28 comienza el bombeo de ensayo con caudal constante de 12 l/s y una duración total de 2.600 minutos. Durante el tiempo transcurrido en la fase de bombeo se observó la evolución de los niveles dinámicos, tanto en el propio pozo de bombeo, como en los de observación. En los anexos correspondientes, se reflejan con todo detalle cuantas observaciones fueron tomadas tanto en el descenso como durante la recuperación.

## 5.- CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

### 5.1.- CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD

Por tratarse de un manto acuífero libre, la validez de aplicación de los métodos convencionales para mantos en carga de THEIS y JACOB es muy limitada. No obstante cuando el espesor saturado de acuífero es grande respecto a los descensos provocados, pueden ser utilizados los anteriores métodos sin graves errores de interpretación.

En el caso presente trataremos de calcular la transmisividad del manto acuífero por distintos métodos.

#### 5.1.1.- METODO DE JACOB (Grf. nos 1, 2 y 3)

Utilizamos éste método interpretativo en los ca

Los siguientes: 1º Recuperación del pozo de bombeo. 2º - Descenso del piezómetro nº 1. 3º Recuperación del piezómetro nº 1.

El descenso originado en un punto de observación donde se efectúa un bombeo a caudal constante, viene dado por la fórmula

$$D = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2,25 rt}{r^2 S} = 0,183 \frac{Q}{T} \log \frac{2,25 Tt}{r^2 S} \quad (1)$$

donde:

D = descenso en metros

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

T = transmisividad en m<sup>2</sup>/h

t = tiempo de bombeo en horas

S = coeficiente de almacenamiento

r = distancia entre el punto de bombeo y el de observación.

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

Llamando "i" a la pendiente de la recta y conociendo su valor de modo gráfico, obtendremos los valores siguientes de transmisividad.

1<sup>er</sup> caso

$$T = \frac{0,183 \cdot 43,2 \text{ m}^3/\text{h}}{0,25 \text{ mts.}} = 31 \text{ m}^2/\text{h}$$

2<sup>o</sup> caso

$$T = \frac{0,183 \cdot 43,2 \text{ m}^3/\text{h}}{0,14 \text{ mts.}} = 56 \text{ m}^2/\text{h}$$

3<sup>o</sup> caso

$$T = \frac{0,183 \cdot 43,2 \text{ m}^3/\text{h}}{0,155 \text{ mts.}} = 51 \text{ m}^2/\text{h}$$

#### 5.1.2.- METODO DE THIEM

Se ha considerado para la aplicación de éste método, un régimen permanente.

La fórmula básica de Thiem es :

$$D = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r} = 0,366 \frac{Q}{T} \log \frac{R}{r}$$

En el gráfico nº 4, se han representado en ordenadas los descensos totales observados en los pozos nº 2 y 3 y en abscisas las distancias entre los referidos pozos y el propio de bombeo.

El valor de la pendiente obtenido es:  $i = 0,36$  mts. que sustituido en la anterior ecuación tenemos :

$$T = \frac{0,366 \cdot 43,2 \text{ m}^3/\text{h}}{0,36 \text{ m}} = 44 \text{ m}^2/\text{h}$$



### 5.2.- VALORACION DE RESULTADOS

Pensamos que el valor de la transmisividad obtenido con los datos de la recuperación para el pozo de bombeo, es el que más fielmente representa su verdadera dimensión de modo puntual. En el contexto general de la zona, consideramos como valor medio el de  $40 \text{ m}^2/\text{h}$ , ya que los resultados obtenidos según los casos son, a la hora de su aplicación práctica, iguales.

No se han tenido en cuenta los datos del descenso en el punto de bombeo por estimar que no son representativos.

### 5.3.- COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO

En el gráfico nº 2 correspondiente al descenso en el pozo nº 2, obtenemos el valor de "to" que es el tiempo dado por la intersección de la recta (1) con el eje origen de descensos

$$S = \frac{2,25 T_{to}}{r^2} = \frac{2,25 \cdot 40 \text{ m}^2/\text{h} \cdot 2\text{h}}{63^2 \text{ m}} = 4,5 \cdot 10^{-2}$$

CONCLUSIONES

Analizando los anteriores resultados, llegamos a las siguientes conclusiones:

- 1ª El manto acuífero existente en las calizas pontienses - del páramo de Cuellar, tiene una aceptable transmisividad cuyo valor lo ciframos en  $40 \text{ m}^2/\text{h}$ .
- 2ª La red carstica de las citadas calizas parece estar - bastante desarrollada y la homogeneidad en el comportamiento de los puntos observados nos hace pensar en una uniformidad de los materiales existentes.
- 3ª El coeficiente de almacenamiento corresponde perfectamente a las características de manto libre y su valor está comprendido entre los límites normales para éste - tipo de formaciones acuíferas ( $S = 4,5 \cdot 10^{-2}$ )

Madrid, Diciembre de 1.975

Conforme

EL PERITO AUTOR DEL INFORME

Vº Bº

EL INGENIERO

EL JEFE DE  
LA D.A.S.

J.E. Coma

J. Ricart

Fdo. M. Villanueva

POZO DE BOMBEOANEXO I

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CUELLAR (Segovia)

Nivel piezométrico en reposo : 7,97 mts.

Caudal constante de bombeo : 13 l/s

DESCENSO

<u>HORA</u>	<u>TIEMPO minutos</u>	<u>NIVEL m.</u>	<u>DESCENSO m.</u>
	1	10,00	2,03
	3	11,31	3,34
	5	12,44	4,47
	7	13,23	5,26
	10	14,09	6,12
	15	14,96	6,99
	20	15,38	7,41
	30	15,63	7,66
	40	15,74	7,77
	50	15,89	7,92
17h 45	60	16,32	8,35
	70	16,09	8,12
	80	16,30	8,33
	100	16,13	8,16
18h 45	120	16,40	8,43
18h 05	140	16,70	8,73
19h 25	160	17,01	9,04
19h 45	180	16,84	8,87
20h 05	200	16,75	8,78
20h 55	250	16,90	8,93
21h 45	300	16,90	8,93

<u>HORA</u>	<u>TIEMPO</u> <u>minutos</u>	<u>NIVEL</u> <u>m.</u>	<u>DESCENSO</u> <u>m.</u>
22h 35	350	17,09	9,12
23h 25	400	17,16	9,19
0h 15	450	17,32	9,35
1 h 05	500	17,61	9,64
2 h 45	600	17,73	9,76
4 h 25	700	17,83	9,86
6 h 05	800	17,97	10,00
7 h 45	900	18,15	10,18
9 h 25	1000	18,23	10,26
12h 45	1200	18,10	10,13
16h 05	1400	18,13	10,26
19h 25	1600	18,06	10,09
22h 45	1800	18,06	10,09
2 h 05	2000	18,20	10,23
5 h 25	2200	18,19	10,22
8 h 45	2410	18,21	10,24
12h 05	2600	18,20	10,23

ANEXO IIPOZO DE BOMBEORECUPERACION

Nivel dinámico de partida : 10,23 mts.

<u>Tiempo parado</u>	<u><math>t+t' / t'</math></u>	<u>Nivel</u>	<u>Ascenso</u>
1	2601	13,87	4,33
3	867	9,13	9,07
5	521	8,45	9,75
10	261	8,35	9,85
15	174	8,30	9,90
20	131	8,29	9,91
30	88	8,26	9,94
40	66	8,24	9,96
60	44	8,21	9,99
80	33	8,20	10,00
100	27	8,19	10,01
120	23	8,175	10,025
140	20	8,17	10,03
200	14	8,13	10,07
250	11	8,115	10,085
300	10	8,085	10,115
350	8	8,06	10,14
400	7,5	8,05	10,15
450	6,8	8,04	10,16
500	6,2	8,035	10,165
1800	2,4	7,99	10,21

ANEXO IIPOZO DE OBSERVACION N° 2DESCENSO

Distancia al pozo de bombeo: 63 mts.

Nivel inicial en reposo: 9,17 mts.

<u>Tiempo.</u> <u>minutos</u>	<u>Nivel</u> <u>mt.</u>	<u>Descenso</u> <u>mts.</u>
0	9,17	0,00
15	9,17	0,00
30	9,18	0,01
45	9,18	0,01
60	9,185	0,015
80	9,19	0,02
100	9,195	0,025
140	9,205	0,035
160	9,21	0,04
200	9,215	0,045
250	9,225	0,055
300	9,23	0,06
350	9,24	0,07
400	9,245	0,075
450	9,25	0,08
500	9,255	0,085
600	9,265	0,095

<u>Tiempo</u> <u>minutos</u>	<u>Nivel</u> <u>mts</u>	<u>Descenso</u> <u>mts</u>
700	9,28	0,11
800	9,29	0,12
900	9,295	0,125
1000	9,30	0,13
1200	9,31	0,14
1400	9,32	0,15
1600	9,33	0,16
1800	9,33	0,16
2000	9,335	0,165
2200	9,34	0,17
2400	9,34	0,17
2600	9,34	0,17

ANEXO IVPOZO DE OBSERVACION Nº 2RECUPERACION

Nivel dinámico de partida : 9,34 mts.

<u>Tiempo parado</u>	<u>t+t' / t'</u>	<u>Nivel</u>	<u>Ascenso</u>
0		9,34	0,00
5	521	9,34	0,00
10	261	9,34	0,00
15	174	9,34	0,00
20	131	9,34	0,00
30	88	9,335	0,05
40	66	9,33	0,01
60	44	9,33	0,1
80	33	9,325	0,15
100	27	9,32	0,2
120	23	9,32	0,2
140	20	9,31	0,3
200	14	9,30	0,4
250	11	9,29	0,05
300	10	9,285	0,055
350	8	9,27	0,07
400	7,5	9,26	0,08
450	6,8	9,255	0,085
500	6,2	9,25	0,09
1800	2,4	9,22	0,12



ANEXO VPOZO DE OBSERVACION Nº 3DESCENSO

Distancia al pozo de bombeo : 136 mts.

Nivel inicial en reposo : 9,19 mts.

<u>Tiempo minutos</u>	<u>Nivel m.</u>	<u>Descenso m.</u>
120	9,19	0,00
240	9,195	0,005
360	9,20	0,01
480	9,20	0,01
600	9,20	0,01
720	9,21	0,02
840	9,21	0,02
960	9,215	0,025
1080	9,215	0,025
1200	9,22	0,03
1320	9,22	0,03
1440	9,225	0,035
1560	9,225	0,035
1680	9,225	0,035
1800	9,23	0,04
1920	9,23	0,04
2040	9,23	0,04
2160	9,235	0,045
2280	9,24	0,05
2400	9,24	0,05
2600	9,24	0,05

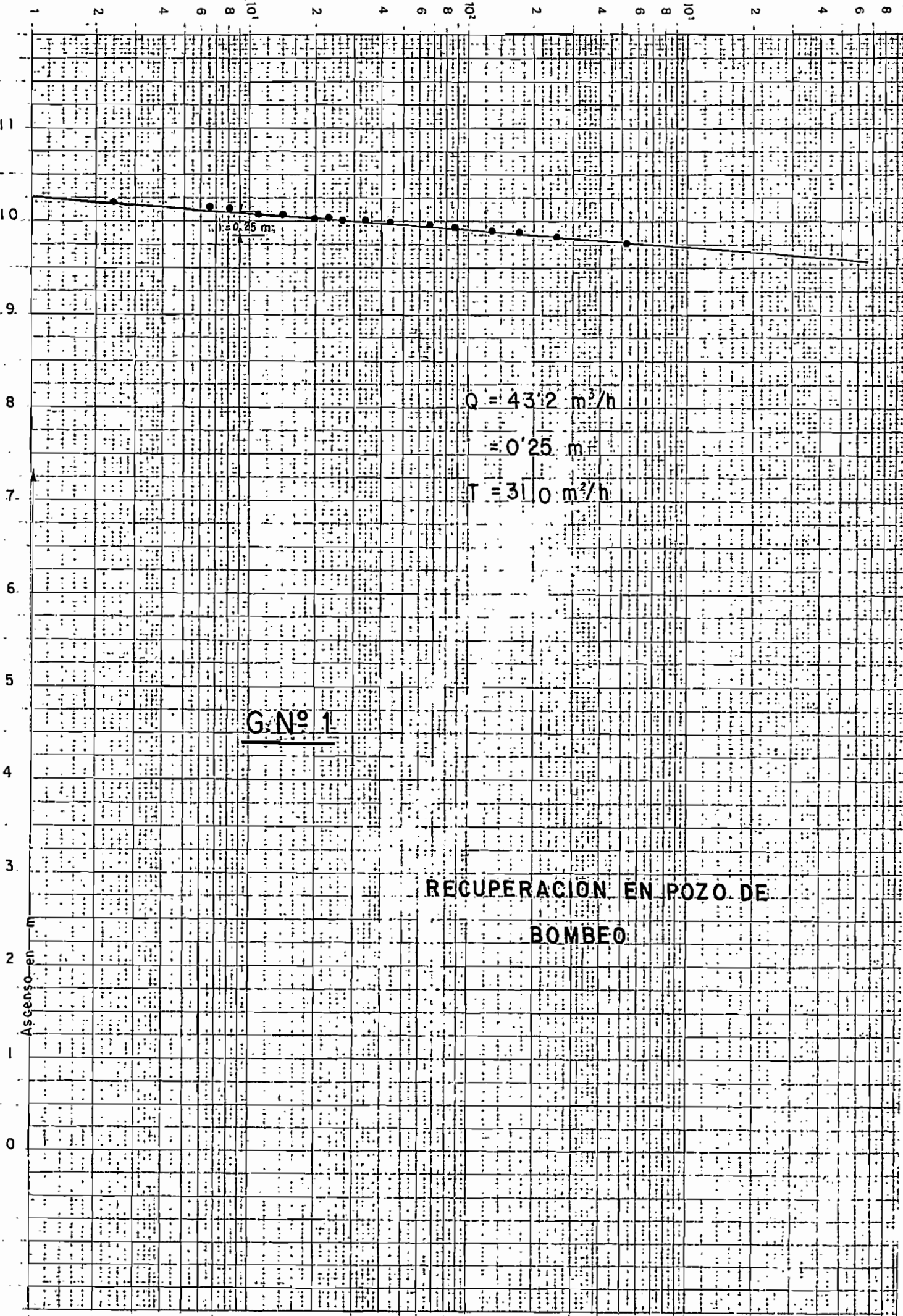
ANEXO VIPOZO DE OBSERVACION N° 3RECUPERACION

Nivel dinámico de partida : 9,24 mts.

<u>Tiempo parado</u>	<u><math>t+t' / t</math></u>	<u>Nivel</u>	<u>Ascenso</u>
0			
240	23	9,24	0,00
360	8	9,24	0,00
480	6,4	9,24	0,00
600	5,3	9,24	0,00
720	4,6	9,24	0,00
840	4,1	9,245	0,005
960	3,7	9,245	0,005
1080	3,4	9,247	0,007
1200	3,2	9,25	0,01
1320	2,9	9,25	0,01
1440	2,8	9,25	0,01
1560	2,7	9,255	0,015
1680	2,5	9,255	0,015
1800	2,4	9,255	0,015

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CUELLAR (VALLADOLID)

Papel semi-logarítmico 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Papel semi-logarítmico 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Semi-logarithmic paper 4 periods in 188 mm metric division 1.5-10 mm



G. N° 1

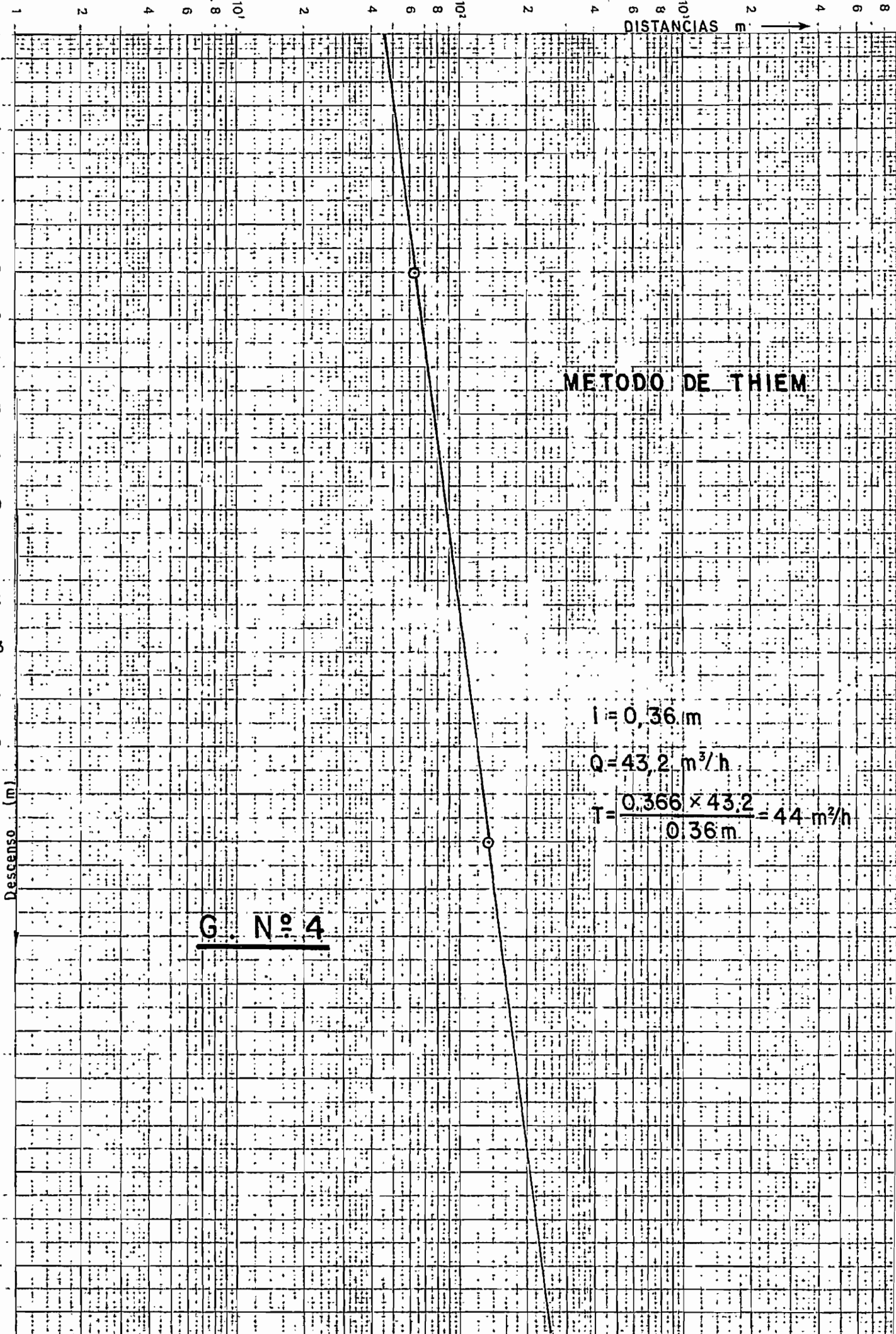
Q = 43.2 m<sup>3</sup>/h  
 r = 0.25 m  
 T = 31.0 m<sup>2</sup>/h

RECUPERACION EN POZO DE  
 BOMBEO

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CUELLAR (SEGOVIA)

Papel semi-logarítmico 4 periodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Papel semi-logarítmico 4 periodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Semi-logarítmico papel 4 periodos en 188 mm métrica división 1.5-10 mm

DISTANCIAS m →



METODO DE THIEM

$$l = 0.36 \text{ m}$$

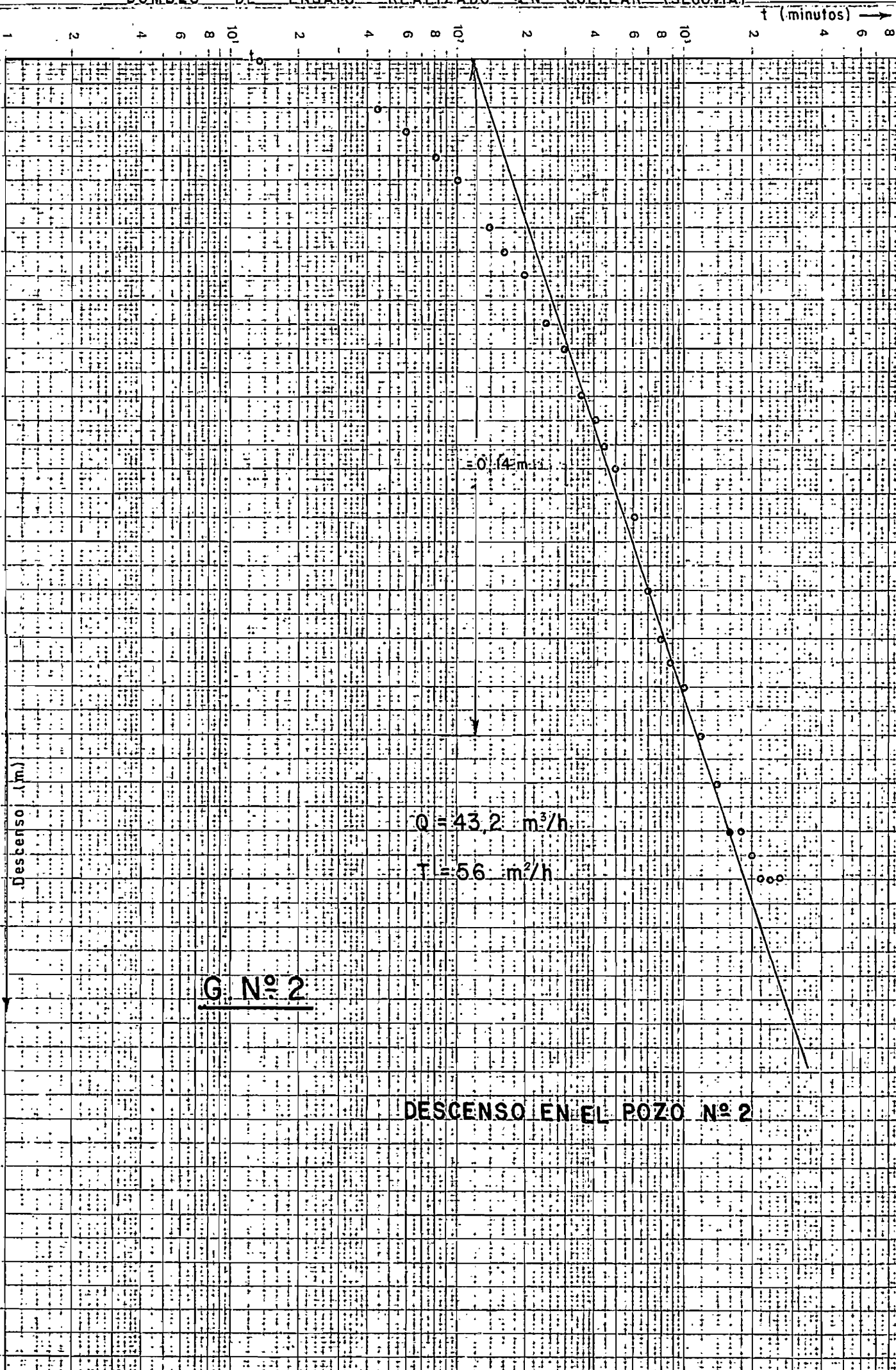
$$Q = 43.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = \frac{0.366 \times 43.2}{0.36 \text{ m}} = 44 \text{ m}^2/\text{h}$$

G N° 4

BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CUELLAR (SEGOVIA)

Papel semi-logarítmico 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Papier semi-logarithmique 4 périodes en 188 mm division métrique 1.5-10 mm





BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN CUELLAR (SEGOVIA)

Papel semi-logarítmico 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Papier semi-logarithmique 4 períodos en 188 mm división métrica 1.5-10 mm • Semi-logarithmic paper 4 períodos in 188 mm métrics division 1.5-10 mm

