

NUMERO

--	--	--

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

INFORME SOBRE LOS BOMBEOZ REALIZADOS EN TURRA DE  
ALBA, COCA DE ALBA y HERREZUELO (SALAMANCA)



## INTRODUCCION

A petición de los Ayuntamientos de Turra de Alba, Coca de Alba y Herrezuelo (Salamanca), el Instituto Geológico y Minero de España, dentro del Plan Nacional de Abastecimiento a Núcleos Urbanos, realizó una perforación para resolver los problemas de agua que estas localidades tienen actualmente.

El equipo de aforos del IGME, una vez finalizada la perforación realizó las necesarias pruebas de bombeo con el fin de conocer las características hidráulicas de los distintos acuíferos, y determinar el caudal de explotación más conveniente de cada uno de los sondeos perforados.

En el presente informe, se describen los trabajos realizados a la vez que se interpretan los datos obtenidos durante los bombeos y las correspondientes recuperaciones de nivel.

### CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo utilizado para la ejecución de los presentes trabajos, pertenece al parque de maquinaria del IGME y ha sido el mismo para todos ellos.

Se relaciona a continuación el material empleado.

- Grupo electrógeno de 86 KVA.
- Grupo moto-bomba de 40 CV situado a la profundidad de 64 m.
- Tubería de impulsión de 4" de diámetro interior.
- Tubo guía para dirigir sonda de 1/2" de diámetro.
- Sonda eléctrica para el registro sistemático del nivel del agua.
- Tuberías de descarga con diafragma para el control y aforo del caudal bombeado.
- Material auxiliar.

## CARACTERISTICAS DE LAS PERFORACIONES

### Sondeo de Turra de Alba

El sondeo se ha perforado a rotación con circulación inversa.

La profundidad total de la obra es de 89 m.

Los tramos acondicionados mediante filtros de puentecillos son:

De 26 a 30 m.

De 36 a 40 m.

De 46 a 50 m.

De 56 a 60 m.

De 72 a 74 m.

De 80 a 82 m.

Se han cementado los primeros 24 m. y se ha colocado empaque - de grava clasificada en el espacio anular.

### Sondeo de Coca de Alba

Al igual que el anterior, este sondeo se ha perforación a rotación con circulación inversa.

La profundidad total es de 130 m., intercalándose los siguientes tramos de filtros:

De 23 a 35 m.

De 32 a 34 m.

De 40 a 42 m.

De 48 a 50 m.

De 62 a 64 m.

De 70 a 72 m.

de 78 a 80 m.  
de 86 a 88 m.  
de 94 a 96 m.  
de 102 a 106 m.  
de 116 a 118 m.  
de 124 a 126 m.

Sondeo de Herrezuelo.

Se ha utilizado el mismo sistema de perforación que en los dos anteriores casos.

La profundidad total alcanzada fue de 90 m.

Los tramos de filtros son:

De 20 a 26 m.  
De 30 a 34 m.  
De 40 a 46 m.  
De 59 a 61 m.  
De 64 a 68 m.  
De 74 a 78 m.  
De 83 a 85 m.

## PRUEBAS DE BOMBEO REALIZADAS

### Turra de Alba

El día 16.9.81 partiendo de un nivel piezométrico en reposo de 1,65 m. se realizan unos bombeos previos con caudales de 6 a 9 l/s de 15 minutos de duración, con el objeto de chequear el sondeo para - estimar su rendimiento.

A la vista de los resultados obtenidos en las anteriores pruebas, se decide elegir un caudal de 7 l/s, para el bombeo de larga duración.

A las 17 h. 20' del día 9, comienza el bombeo de ensayo a - caudal constante con una duración total de 1.400 minutos. Se tomaron dos muestras de agua para proceder a su análisis químico.

El nivel dinámico final alcanzó la profundidad de 35,80 m., sin que se alcanzara una tendencia hacia la estabilización.

Finalizado el bombeo, se observó la recuperación de niveles durante los 160 minutos siguientes a la parada.

Los datos registrados durante estas pruebas se detallan en los anexos correspondientes, y han sido representados en los gráficos adjuntos.

### Coca de Alba

La aspiración de la bomba se situó a la profundidad de 65 m., estando el nivel estático a 20,23 m. el 23.9.81.

Se realiza un bombeo a caudal constante con 5 l/s. El tiempo total de la prueba fué de 1.400 minutos, y el nivel dinámico alcanzado fué de 35,58 m., con tendencia hacia la estabilización.

Conviene señalar que, en un bombeo previo con 8 l/s, el nivel llegó a la aspiración de la bomba a los 37 minutos.

Se tomaron dos muestras de agua para análisis químico, la primera a los 180 minutos y la segunda, momentos antes de la parada.

Durante las dos horas siguientes a la parada se observó la recuperación del pozo.

#### Herrezuelo

En este sondeo se colocó la bomba 56 m. de profundidad.

El nivel piezométrico en reposo el 21.9.81, estaba ligeramente por encima del borde de la entubación, con un caudal surgente insignificante.

Con un caudal constante de 4 l/s comenzó el bombeo, y al cabo de los 250 minutos se llegó a la aspiración de la bomba.

Se continuó el bombeo con observación del caudal, hasta los 1.200 minutos que duró el ensayo.

Se tomaron, como en los anteriores casos, dos muestras de agua para análisis químico.

Durante los 140 minutos siguientes al bombeo, se controló la evolución del nivel en recuperación.

## CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD

### Sondeo de Turra

La recta definida por la representación de los datos del bombeo en función del log. del tiempo, tiene por ecuación, según JACOBO:

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

Conocido el valor de la pendiente "i", de modo gráfico se tiene:

$$i = 0,183 \frac{Q}{T} ; \text{ luego:}$$

$$T = 0,183 \frac{25,2 \text{ m}^3/\text{h}}{10 \text{ m.}} = 0,46 \text{ m}^2/\text{h}$$

En el caso de la recuperación se procede de forma análoga. Representando las medidas de ascenso en función del  $\log \frac{t+t'}{t'}$  se obtiene una recta cuya pendiente  $i = 7$  mts.

El valor de la transmisividad, para este caso es:

$$T = 0,183 \frac{25,2 \text{ m}^3/\text{h}}{7 \text{ m}} = 0,66 \text{ m}^2/\text{h}$$

Los dos valores encontrados son muy similares y definen, -- giualmente, la escasa permeabilidad de los acuíferos captados por la perforación.



### Sondeo de Coca

Procediendo de igual forma que en el anterior caso, se tiene:

Descenso

$$T = 0,183 \frac{18 \text{ m}^3/\text{h}}{3,8 \text{ m}} = 0,87 \text{ m}^2/\text{h}$$

Recuperación

$$T = 0,183 \frac{18 \text{ m}^3/\text{h}}{1,4 \text{ m}} = 2,3 \text{ m}^2/\text{h}$$

El valor medio de T puede considerarse del orden de  $1,5 \text{ m}^2/\text{h}$ , lo cual indica que los acuíferos ensayados tienen una muy baja permeabilidad.

### Sondeo de Herrezuelo

Como el caudal en descenso no ha permanecido constante, solo se interpretan los datos de la recuperación, para un caudal medio ponderado de:

$$Q_m = \frac{14,4 \text{ m}^3/\text{h} \times 5 \text{ h} + 10,8 \text{ m}^3/\text{h} \times 15 \text{ h}}{20 \text{ h.}} = 11,7 \text{ m}^3/\text{h.}$$

luego

$$T = 0,183 \frac{11,7 \text{ m}^3/\text{h}}{13 \text{ m}} = 0,16 \text{ m}^2/\text{h}$$

valor que alcanza los límites de permeabilidad propios de las arcillas con pequeñas proporciones de arenas.

## CONCLUSIONES

### Sondeo de Turra de Alba

El caudal de explotación se cifra en 6 l/s, que es más que suficiente para resolver el déficit de agua potable de la localidad de Turra de Alba.

Para una explotación continua con el caudal indicado, la profundidad de aspiración de la bomba será de 54 m. Para una explotación intermitente (tiempos de bombeo inferiores a 20 h.) dicha aspiración puede colocarse a la profundidad de 34 m.

La calidad química del agua está dentro de los límites recomendados por el Código Alimentario Español.

### Sondeo de Coca de Alba

En este sondeo, para extraer un caudal continuo de 5 l/s, se aconseja instalar la aspiración de la bomba entre 52 y 55 m. de profundidad.

Los análisis químicos efectuados por el IGME, ponen de manifiesto la presencia de nitritos, que aumentan en función del tiempo de bombeo. Por este motivo sería conveniente la no explotación del sondeo, antes de analizar y resolver este problema de contaminación.

### Sondeo de Herrezuelo

El caudal de explotación de este pozo, no debe ser superior a

los 3 l/s, se situará la aspiración de la bomba a la profundidad de 60 m.

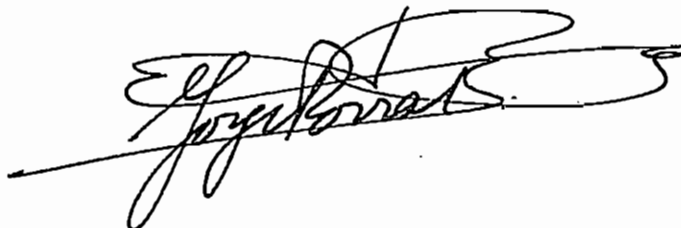
La calidad del agua está dentro de los límites del Código Alimentario Español y es de buena calidad para el consumo humano.

Madrid, Noviembre de 1.981

EL AUTOR DEL INFORME

V B°

EL JEFE DE LA DIVISION DE  
AGUAS SUBTERRANEAS.



SONDEO DE TURRA

ANEXO I

DESCENSO

Bombeo de ensayo en Turra de Alba.  
Nivel estático: 1,65 m. Caudal de bombeo: 7 l/s.

<u>TIEMPO DE BOMBEO</u> <u>MINUTOS</u>	<u>NIVEL DEL AGUA</u> <u>METROS</u>	
1	10,62	
3	13,67	
5	16,64	
7	18,63	
10	19,67	
15	21,40	
20	22,51	
30	23,41	
40	24,14	
50	24,85	
60	25,29	
80	25,85	
100	26,64	
120	27,20	
140	27,34	
160	27,48	1a. muestra de agua
180	27,95	
200	28,30	
250	29,20	
300	30,10	
350	31,07	
400	31,42	
450	31,87	
500	32,08	
600	32,98	
700	33,70	
800	34,45	
900	34,95	
1000	35,19	
1200	35,50	
1400	35,80	2a. muestra de agua

## ANEXO II

## RECUPERACION

Bombeo en Turra de Alba.  
Nivel dinámico final: 35,80 m.

<u>TIEMPO PARADO</u>	<u><math>t+t'/t'</math></u>	<u>NIVEL</u>
1	1401	28,19
3	467	23,78
5	281	21,02
7	201	19,34
10	141	17,46
15	94	15,83
20	71	14,84
30	47	13,54
40	36	12,63
50	29	12,03
60	24	11,65
80	18	10,68
100	15	10,09
120	12	9,60
140	11	9,20
160	9,7	9,01

SONDEO DE COCA

ANEXO I

DESCENSO

Nivel estático: 20,02 m.      Q = 5 l/s

<u>TIEMPO DE BOMBEO</u> <u>MINUTOS</u>	<u>NIVEL DINAMICO</u> <u>METROS</u>	
5	21,71	
7	22,70	
10	23,52	
15	24,60	
20	25,86	
30	26,75	
40	28,40	
60	30,28	
80	31,41	
100	32,12	
120	32,52	
140	-	
160	32,63	
180	32,74	1a. muestra
200	32,90	
250	33,35	
300	33,72	
350	34,06	
400	34,30	
500	34,70	
600	35,01	
700	35,06	
800	35,42	
900	35,51	
1000	35,56	
1200	35,58	
1400	35,58	2a. muestra

## ANEXO II

## RECUPERACION

Nivel dinámico final: 35,58 m.

<u>TIEMPO PARADO</u>	<u><math>t+t'/t'</math></u>	<u>NIVEL DEL AGUA</u>
1	1401	27,39
3	467	22,42
5	281	19,60
7	201	17,95
10	141	16,67
15	94	15,84
20	71	15,56
30	47	15,26
40	36	15,08
60	24	14,88
80	18	14,71
100	15	14,57
120	12,6	14,50



SONDEO HERREZUELO

ANEXO I

DESCENSO

Nivel: Surgente

21.9.81

TIEMPO DE BOMBEO

NIVEL METROS

CAUDAL 1/s

1	7,02	4	
3	10,63	4	
5	13,53	4	
7	16,30	4	
10	19,15	4	
15	25,15	4	
20	28,30	4	
30	31,44	4	
40	35,96	4	
50	38,85	4	
60	41,71	4	
80	45,50	4	
100	47,10	4	
120	50,51	4	
150	51,46	4	
200	52,70	4	1a. muestra
250	54,30	4	
300	56,00	3	
400	56,00	3	
600	56,00	3	
800	56,00	3	
1200	56,00	3	2a. muestra

## ANEXO II

## RECUPERACIÓN

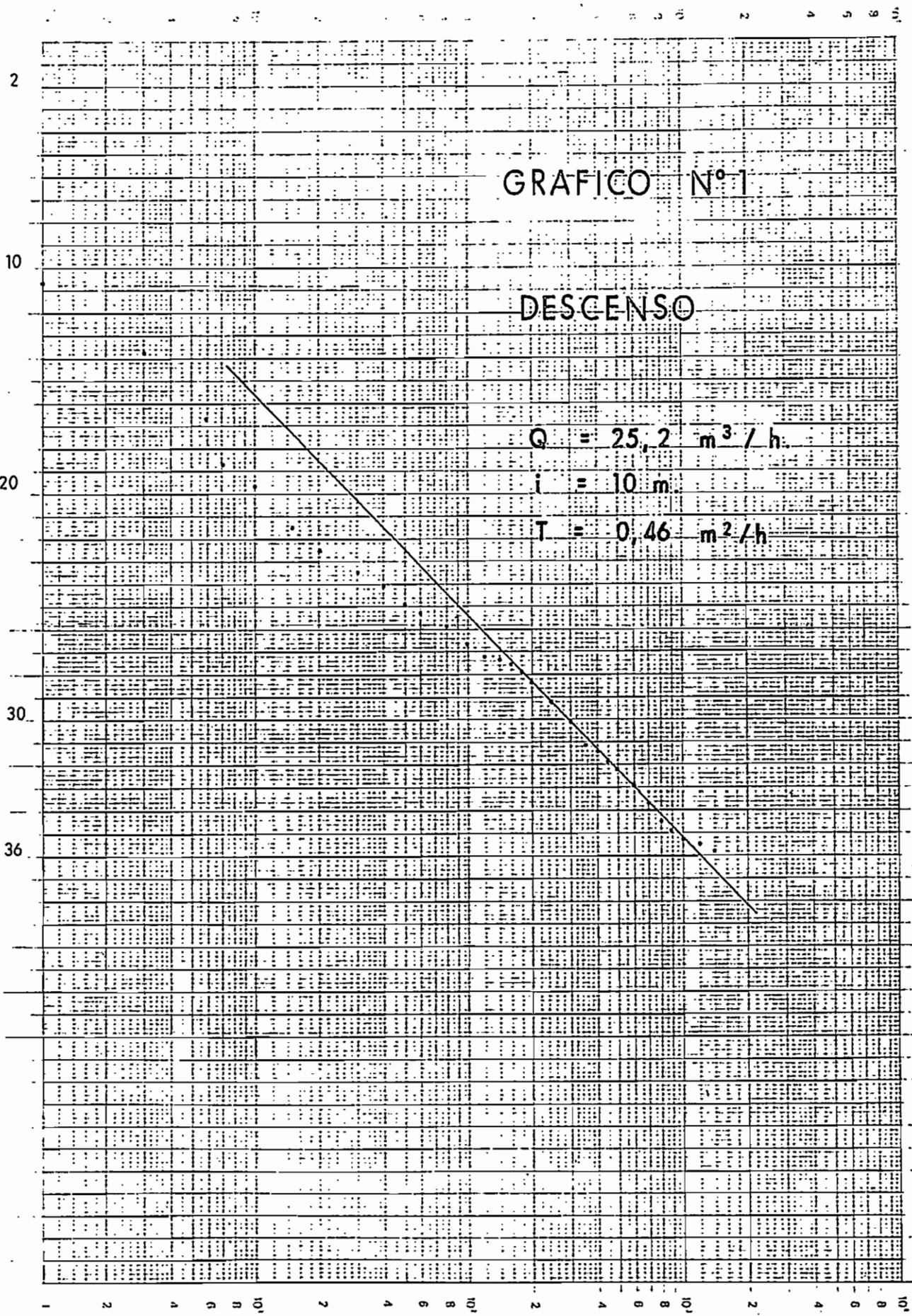
Nivel dinámico final: 56 m.

<u>TIEMPO PARADO (min)</u>	<u><math>t+t'/t'</math></u>	<u>NIVEL DEL AGUA METROS</u>
1	1201	33,67
3	401	31,98
5	241	30,09
7	172	28,41
10	121	26,15
15	81	23,14
20	61	20,50
30	41	16,72
40	31	14,36
50	25	12,87
60	21	11,68
80	16	10,05
100	13	9,00
120	11	8,12
140	9,5	7,58

BOMBEO EN TURRA DE ALBA (SALAMANCA)

t minutos

NIVEL DEL AGUA m.



BOMBEO EN TURRA DE ALBA (SALAMANCA)

→  $\frac{t+t'}{t'}$  minutos

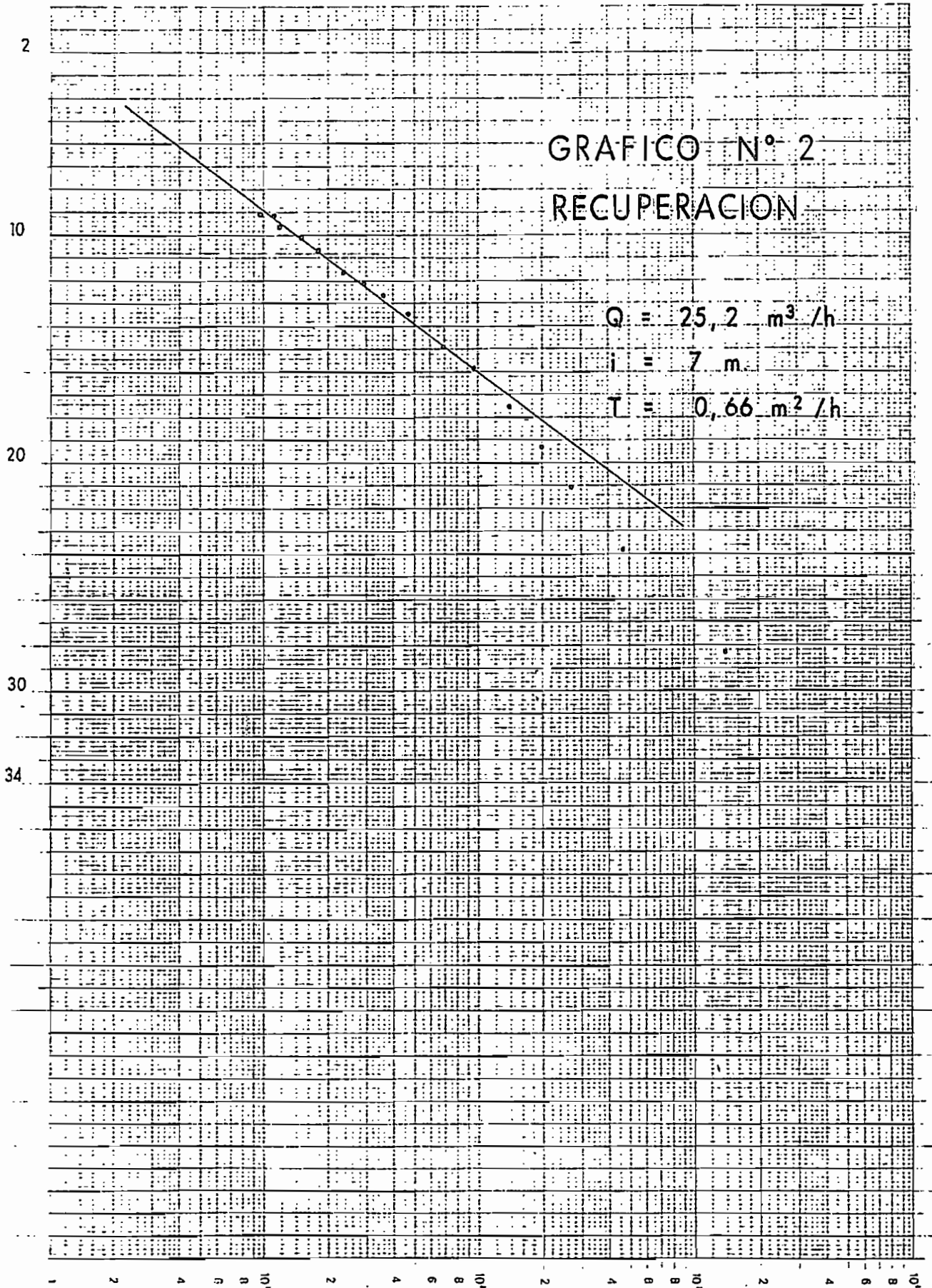
GRAFICO N° 2  
RECUPERACION

$Q = 25,2 \text{ m}^3 / \text{h}$

$i = 7 \text{ m}$

$T = 0,66 \text{ m}^2 / \text{h}$

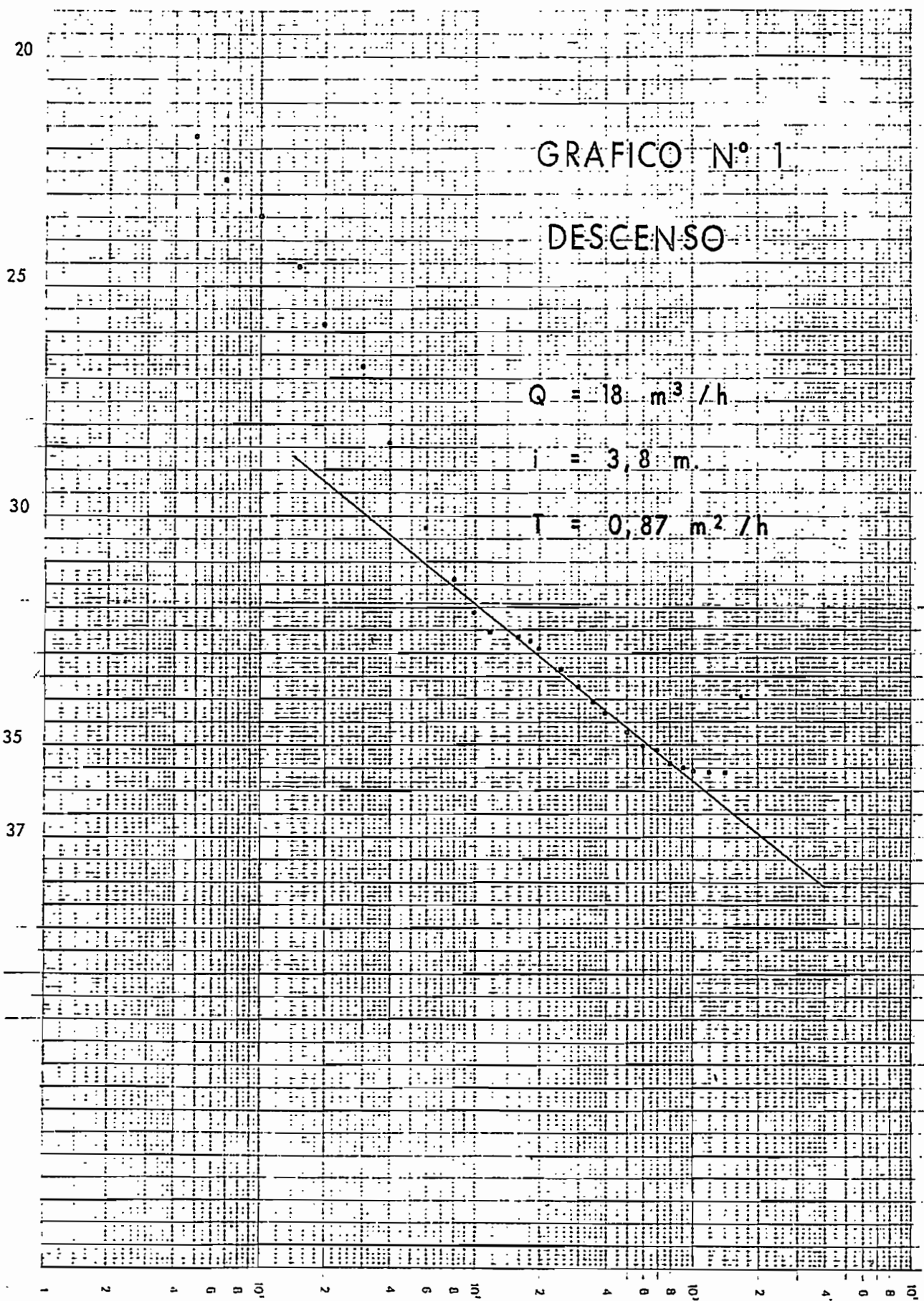
NIVEL DEL AGUA m.



BOMBEO REALIZADO EN COCA DE ALBA (SALAMANCA)

→ t minutos

NIVEL DINÁMICO m.



CANTUM

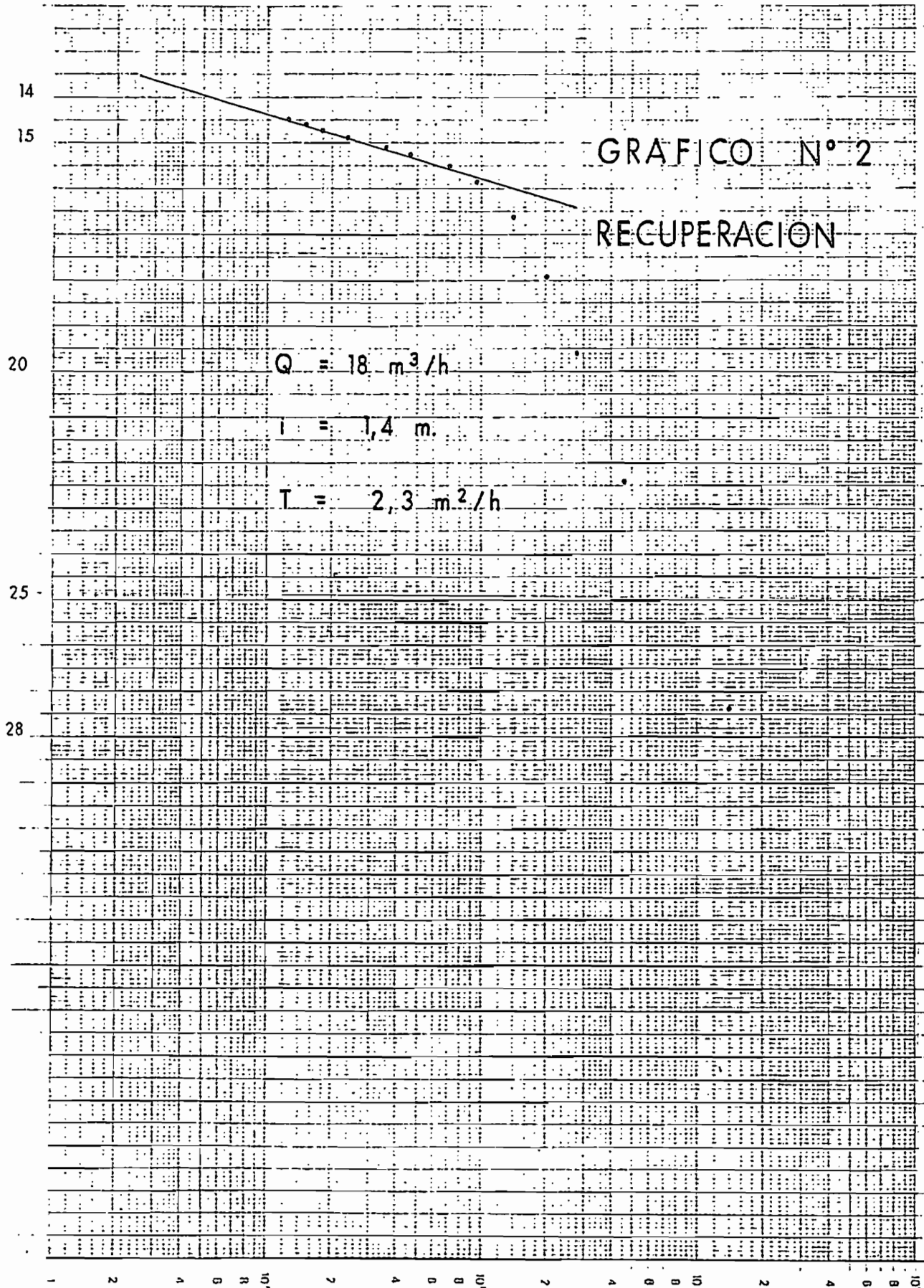
1971

### BOMBEO EN COCA DE ALBA (SALAMANCA)

→  $\frac{t+t'}{t'}$  minutos

## GRAFICO N° 2 RECUPERACION

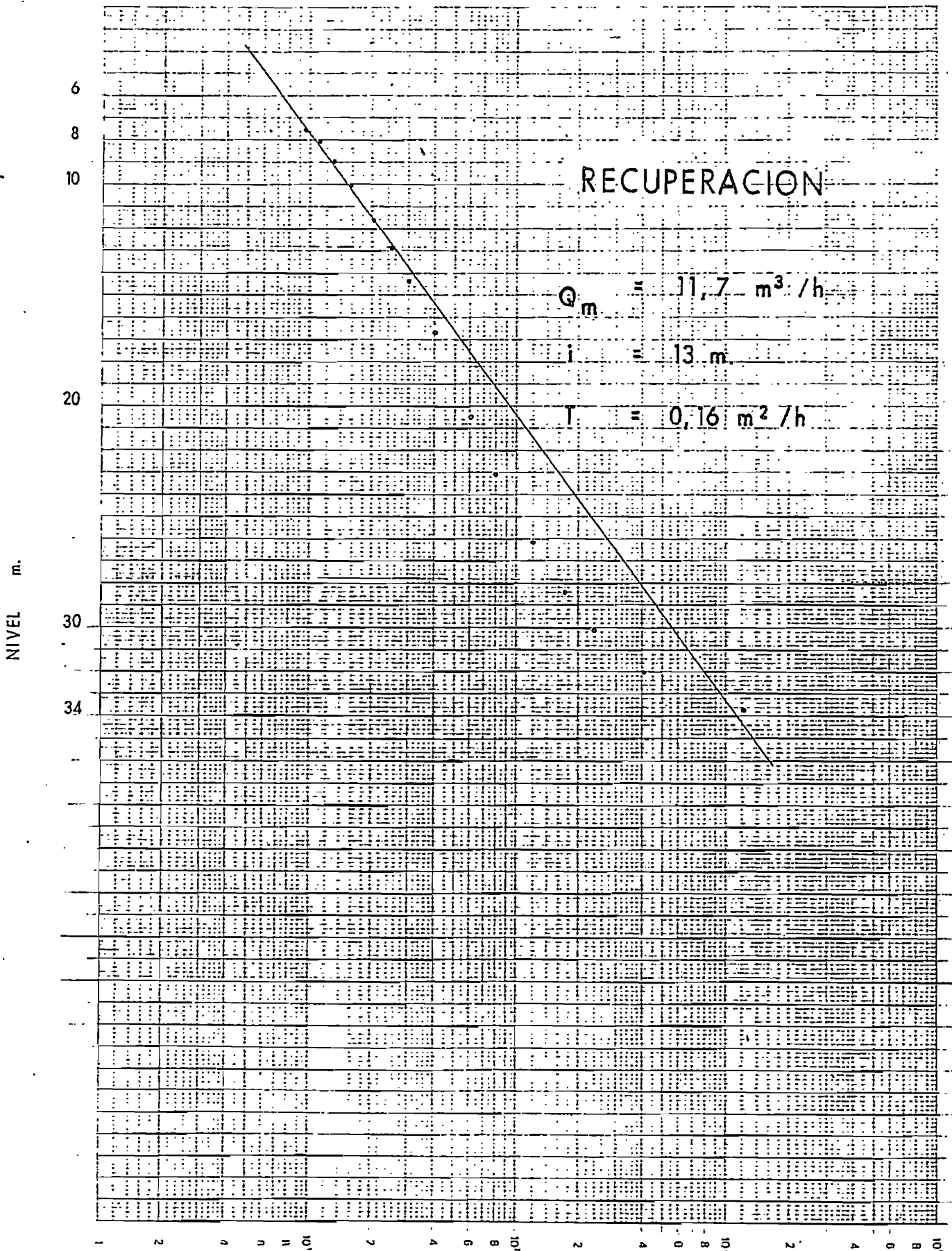
NIVEL EN m.



centim. 100

### BOMBEO EN HERREZUELO (SALAMANCA)

→  $\frac{t+t'}{l}$  minutos



NIVEL m.



# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico y Minero de España

REFERENCIA TURRA DE ALBA - 1.

## Cationes

Sodio, Na	43 mgr/dm <sup>3</sup>
Potasio, K	5 "
Amonio, (NH <sub>3</sub> )	no se aprecia
Magnesio, Mg	19 mgr/dm <sup>3</sup>
Calcio, Ca	95 "

## Aniones

Cloruros, Cl	53 mgr/dm <sup>3</sup>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	1 "
Bicarbonatos, (CO <sub>3</sub> H)	402 "
Carbonatos, (CO <sub>3</sub> )	no se aprecia
Nitratos, (NO <sub>3</sub> )	7 mgr/dm <sup>3</sup>
Nitritos, (NO <sub>2</sub> )	no se aprecia

## Otros elementos

Residuo seco a 110° C	504 mgr/dm <sup>3</sup>
Materia orgánica en O	1,5 "

pH ..... 7,3

Conductividad eléctrica a 25° C ..... 800  $\mu$  mhos./cm.

Madrid, 3 de Noviembre de 1981

El Jefe del Laboratorio,





# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico y Minero de España

REFERENCIA . . . . . TURRA DE ALBA - 2 . . . . .

## Cationes

Sodio, Na . . . . .	41 mgr/dm <sup>3</sup>
Potasio, K . . . . .	5 "
Amonio, (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	no se aprecia
Magnesio, Mg . . . . .	24 mgr/dm <sup>3</sup>
Calcio, Ca . . . . .	105 "

## Aniones

Cloruros, Cl . . . . .	52 mgr/dm <sup>3</sup>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) . . . . .	2 "
Bicarbonatos, (CO <sub>3</sub> H) . . . . .	434 "
Carbonatos, (CO <sub>3</sub> ) . . . . .	no se aprecia
Nitratos, (NO <sub>3</sub> ) . . . . .	12 mgr/dm <sup>3</sup>
Nitritos, (NO <sub>2</sub> ) . . . . .	no se aprecia

## Otros elementos

Residuo seco a 110° C . . . . .	528 mgr/dm <sup>3</sup>
Materia orgánica en O . . . . .	0,9 "

pH . . . . . 7,4

Conductividad eléctrica a 25° C . . . . . 880  $\mu$  mhos./cm.

Madrid, 3 de Noviembre de 1981  
El Jefe del Laboratorio,



# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico y Minero de España

REFERENCIA COCA DE ALBA - 1

## Cationes

Sodio, Na .....	34 mgr/dm <sup>3</sup>
Potasio, K .....	3 "
Amonio, (NH <sub>3</sub> ) .....	no se aprecia
Magnesio, Mg .....	17 mgr/dm <sup>3</sup>
Calcio, Ca .....	75 "

## Aniones

Cloruros, Cl .....	26 mgr/dm <sup>3</sup>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) .....	10 "
Bicarbonatos, (CO <sub>3</sub> H) .....	333 "
Carbonatos, (CO <sub>3</sub> ) .....	no se aprecia
Nitratos, (NO <sub>3</sub> ) .....	13 mgr/dm <sup>3</sup>
Nitritos, (NO <sub>2</sub> ) .....	0,01 "

## Otros elementos

Residuo seco a 110° C .....	440 mgr/dm <sup>3</sup>
Materia orgánica en O .....	0,8 "

pH ..... 7,2

Conductividad eléctrica a 25° C ..... 650 µ mhos/cm.

Madrid, 4 de Noviembre de 1981

El Jefe del Laboratorio,



# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico y Minero de España

REFERENCIA COCA DE ALBA - 2

## Cationes

Sodio, Na .....	34 mgr/dm <sup>3</sup>
Potasio, K .....	3 "
Amonio, (NH <sub>3</sub> ) .....	no se aprecia
Magnesio, Mg .....	13 mgr/dm <sup>3</sup>
Calcio, Ca .....	72 "

## Aniones

Cloruros, Cl .....	23 mgr/dm <sup>3</sup>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) .....	6 "
Bicarbonatos, (CO <sub>3</sub> H) .....	320 "
Carbonatos, (CO <sub>3</sub> ) .....	no se aprecia
Nitratos, (NO <sub>3</sub> ) .....	13 mgr/dm <sup>3</sup>
Nitritos, (NO <sub>2</sub> ) .....	0,03 "

## Otros elementos

Residuo seco a 110° C .....	420 mgr/dm <sup>3</sup>
Materia orgánica en O .....	1 "

pH ..... 7,1

Conductividad eléctrica a 25° C ..... 625  $\mu$  mhos/cm.

Madrid, 4 de Noviembre de 1981

El Jefe del Laboratorio,



# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico y Minero de España

REFERENCIA . . . . . HEREZUELOS - 1 . . . . .

## Cationes

Sodio, Na . . . . .	35 mgr/cm <sup>3</sup>
Potasio, K . . . . .	3 "
Amonio, (NH <sub>3</sub> ) . . . . .	no se aprecia
Magnesio, Mg . . . . .	11 mgr/cm <sup>3</sup>
Calcio, Ca . . . . .	35 "

## Aniones

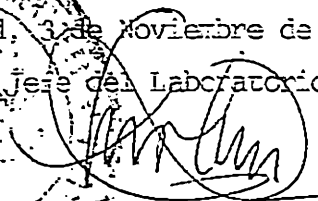
Cloruros, Cl . . . . .	21 mgr/cm <sup>3</sup>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) . . . . .	1 "
Bicarbonatos, (CO <sub>3</sub> H) . . . . .	226 "
Carbonatos, (CO <sub>3</sub> ) . . . . .	no se aprecia
Nitratos, (NO <sub>3</sub> ) . . . . .	3 mgr/cm <sup>3</sup>
Nitritos, (NO <sub>2</sub> ) . . . . .	no se aprecia

## Otros elementos

Residuo seco a 110° C . . . . .	304 mgr/cm <sup>3</sup>
Materia orgánica en O . . . . .	0,8 "

pH . . . . . 7,6

Conductividad eléctrica a 25° C . . . . . 460  $\mu$  mhos./cm

Madrid, 3 de Noviembre de 1981  
El Jefe del Laboratorio,  




# Ministerio de Industria y Energía

Instituto Geológico y Minero de España

REFERENCIA ..... HEREZUELOS - 2 .....

## Cationes

Sodio, Na .....	35 mgr/dm <sup>3</sup>
Potasio, K .....	3 "
Amonio, (NH <sub>3</sub> ) .....	no se aprecia
Magnesio, Mg .....	13 mgr/dm <sup>3</sup>
Calcio, Ca .....	38 "

## Aniones

Cloruros, Cl .....	19 mgr/dm <sup>3</sup>
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) .....	4 "
Bicarbonatos, (CO <sub>3</sub> H) .....	207 "
Carbonatos, (CO <sub>3</sub> ) .....	no se aprecia
Nitratos, (NO <sub>3</sub> ) .....	3 mgr/dm <sup>3</sup>
Nitritos, (NO <sub>2</sub> ) .....	no se aprecia

## Otros elementos

Residuo seco a 110° C .....	284 mgr/dm <sup>3</sup>
Materia orgánica en O .....	0,8 "

pH ..... 8,0

Conductividad eléctrica a 25° C ..... 460 μ mhos/cm.

Madrid, 3 de Noviembre de 1981

El Jefe del Laboratorio,