

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

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

INFORME
SOBRE EL BOMPEO DE ENSAYO REALIZADO EN AREVALO
(Avila)

Año 1975

NO EN 810

I N D I C E

- 1-1 Introducción
- 2-1 Equipo de bombeo
- 2-2 Desarrollo de la pruebas
- 3-1 Parámetros hidráulicos
 - Cálculos de la transmisividad
- 3-2 Bombes escalonados.

- Conclusiones
- Anexos

1-1 INTRODUCCION

En el Programa de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS) se definían como áreas de investigación prioritaria a realizar, las comprendidas en el Estudio de la Cuenca del río Duero.

En este sentido, dentro de las investigaciones hidrogeológicas de la Cuenca del Duero y para poder alcanzar los objetivos propuestos de estudiar la utilización de los embalses subterráneos, conociendo a la vez las características hidrogeológicas, se ha proyectado y realizado un sondeo mecánico por el método de circulación inversa en término de Arevalo (Avila).

El presente sondeo será utilizado para el abastecimiento de agua a la ciudad de Arevalo.

Con el fin de completar la información sobre el referido sondeo, se ha realizado un bombeo de ensayo cuyos resultados trataremos de analizar en el presente informe.

2-1 EQUIPO DE BOMBEO UTILIZADO

El equipo de bombeo empleado estaba compuesto por el siguiente material:

- Grupo electrógeno Robert Bochs de 250 K.V.A.
- Grupo moto-bomba de 100 C.V. de potencia
- Tubería de impulsión de 4" de diámetro
- Tubo guía de 1/2" para dirigir sonda.
- Sonda eléctrica registradora de niveles.
- Tubería de salida de 6" y diafragma de 4,5" para el control y regulación del caudal bombeado mediante sistema de PITOT.

2-2 DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

Habiendose instalado el grupo moto-bomba a 73 mts. de profundidad y estando el nivel piezométrico en reposo a 53,36 mts, comienza el bombeo de ensayo a caudal constante ($Q = 108 \text{ m}^3/\text{h}$) el 29/9/75 a las 10 h 55 m.

La duración del bombeo fue de 2945 minutos de modo ininterrumpido y las medidas registradas durante el mismo se detallan pultualmente en el anexo correspondiente.

La fase de recuperación correspondiente a bombeo fue de 1320 minutos y el descenso residual, al término de la misma, era de 1,25 mts.

El día 10/10/75, se bombeo el pozo con caudales - de 20,30 y 40 l/s con una duración de 15 minutos para cada uno de ellos y con un tiempo de recuperación de 2 horas.

3-1 PARAMETROS HIDRAULICOS

CALCULO DE LA TRANSMISIVIDAD

En el gráfico N° 1 se han representado los datos registrados durante el descenso correspondiente al bombeo - con caudal constante de 108 m³/h.

Los descensos se han llevado con escala aritmética y los tiempos bajo forma logarítmica; para interpretar - el presente ensayo por el método simplificado de JACOB.

Por efecto de un bombeo a caudal constante, se - produce en el acuífero un descenso que viene dado por la fórmula:

$$(1) D = \frac{Q}{4rT} \ln \frac{2,25 Tt}{r^2 s} = 0,183 \frac{Q}{T} (\log t - \log t_0)$$

donde:

D= descenso ocasionado en mts.

Q= caudal de bombeo constante en m³/h

T= transmisividad en m²/h

t= tiempo de bombeo en horas.

t₀ = $\frac{r^2 s}{2,25T}$ en horas.

s= coeficiente de almacenamiento

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

La ecuación (1) corresponde a la recta definida por la representación de los valores obtenidos en el transcurso del bombeo; según se ha indicado anteriormente.

Llamando "i" a la pendiente de la recta y conocido su valor de modo gráfico tenemos que:

$$i = \frac{0,183 \cdot 108 \text{ m}^3/\text{h}}{2,8 \text{ m}} = 7 \text{ m}^2/\text{h}.$$

En el gráfico N° 2, se representan las observaciones realizadas en la fase de recuperación de forma análoga al descenso, sin más que considerar como factor tiempo la relación $\frac{t+t'}{t'}$, siendo t' = tiempo de parada.

Aplicando nuevamente JACOB:

$$i = 2,9 \text{ mts}$$

$$Q = 108 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$i = \frac{0,183 \cdot 108 \text{ m}^3/\text{h}}{2,9 \text{ m}} = 6,8 \text{ m}^2/\text{h}$$

Como puede apreciarse, existe una igualdad, a efectos prácticos, de los resultados obtenidos por los dos procedimientos, lo cual pone de manifiesto el regular comportamiento del conjunto acuífero-pozo.

Al no disponer de puntos de observación donde poder observar la evolución de niveles experimentada por el manto acuífero ensayado, ignoramos el resto de los parámetros del mismo.

BOMBEO ESCALONADOS

Como ya hemos indicado, se han realizado tres bombeos de corta duración con caudales de 20, 30 y 40 l/s.

La finalidad de estos bombeos es observar las variaciones del caudal específico y valorar, de este modo, las pérdidas de carga que el pozo pudiera tener.

Los caudales específicos encontrados fueron los siguientes:

$$Q_1 = 3,05 \frac{\text{l/s}}{\text{m}}; \quad Q_2 = 3,01 \frac{\text{l/s}}{\text{m}}; \quad Q_3 = 3,01 \frac{\text{l/s}}{\text{m}}$$

Como es sabido, las pérdidas de carga en un acuífero (descenso), son proporcionales al caudal extraído, y su función es lineal, si por efecto de una mala construcción, el pozo presenta sus propias pérdidas de carga, la recta anteriormente descrita se convertirá en una curva cuyo grado de desviación será tanto mayor, cuanto mayores sean los caudales de bombeo. No es válido lo anteriormente expuesto si los niveles dinámicos alcanzados están por debajo del techo del primer acuífero acondicionado y explotado.

En nuestro caso se cumplen las condiciones necesarias para poder interpretar con fiabilidad suficiente los resultados obtenidos; y es bien notorio el valor constante del caudal específico Q/S . Por ello, pensamos que el presente sondeo no tiene pérdidas de carga o que, a efectos prácticos, son totalmente despreciables.

CONCLUSIONES

1ª El sondeo se encuentra en perfectas condiciones para su explotación con agua totalmente exenta de arrastres y completamente limpia.

2ª El sistema de acuíferos encontrados en la presente perforación, tienen una transmisividad del orden de $7 \text{ m}^2/\text{h} - 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg.}$ Este valor no corresponde a un tipo de terreno de elevada permeabilidad, si bien, es sensiblemente superior a los valores medios obtenidos en la Cuenca del Dueño.

3ª Analizando la recta del descenso, observamos una uniformidad en su pendiente sin que se aprecie cambio alguno en las características del terreno y sin tendencia a una estabilización real como corresponde a este tipo de mantos acuíferos en carga.

4ª El pozo recupera con facilidad los primeros metros deprimidos en la fase del bombeo, siendo esta recuperación mas dificultosa en el último tramo donde permanece, por largo espacio de tiempo, un descenso residual de poca importancia.

5ª Recomendamos, un caudal de explotación a razón de 30 l/s, quedando así ampliamente cubiertas las necesidades que Arevalo tiene planteadas

6º Para obtener el caudal anteriormente indicado - aconsejamos, en principio, situar la aspiración del grupo motor-bomba a 74 mts. de profundidad; pudiendo ser modificada esta situación si las condiciones del acuífero o el incremento de las necesidades de agua, así lo determinan.

7º La potencia del grupo para elevar 30 l/s a una altura manométrica de 74 mts, es de 45 c.v. y de 55 c.v. si se quiere elevar el mismo caudal a 85 mts.

8º La tubería de impulsión deberá tener un diámetro interior mínimo de 150 mm para que las pérdidas de carga no sean superiores al 3%.

Conforme
El Ingeniero

Madrid-October 1.975
El Perito Autor del Informe

J. Ricart.

M. Villanueva

VºBº
EL Jefe de la D.A.S.

J.E. Coma.

ANEXO I

DESCENSO

BOMBEO DE ENSAYO EN AREVALO (Avila)

Nivel piezométrico en reposo: 53,36 mts. el 29/9/75.

Caudal constante de bombeo: 30 l/s (108 m³/h)

HORA	Tiempo minutos	Nivel m.	Descenso m.
	1	62,00	8,64
	3	61,97	8,61
	5	62,06	8,70
	7	62,31	8,95
	10	62,63	9,27
	15	63,03	9,67
	20	63,28	9,82
	25	63,58	10,22
11 ^h 25	30	63,88	10,52
	40	64,16	10,80
	50	64,42	11,06
11 ^h 55	60	64,61	11,25
	70	64,80	11,44
	80	64,96	11,60
	90	65,09	11,73
	100	65,20	11,84
12 ^h 55	120	65,41	12,05
	140	65,57	12,21
	160	65,73	12,37
13 ^h 55	180	65,93	12,57
	200	66,04	12,68
	250	66,24	12,88
15 ^h 55	300	66,59	13,23
16 ^h 45	350	66,83	13,47
17 ^h 35	400	67,00	13,64
18 ^h 25	450	67,11	13,75
19 ^h 15	500	67,23	13,87
20 ^h 55	600	67,49	13,93
22 ^h 35	700	67,71	14,35
0 ^h 15	800	67,86	14,50
1 ^h 55	900	68,02	14,66
3 ^h 35	1000	68,16	14,80
6 ^h 55	1200	68,37	15,01
10 ^h 15	1400	68,58	15,22
13 ^h 35	1600	68,68	15,32
16 ^h 55	1800	68,80	15,44
20 ^h 15	2000	68,94	15,58
23 ^h 35	2200	69,09	15,71
4 ^h 35	2500	69,21	15,83
9 ^h 35	2800	69,38	16,02
12 ^h	2945	69,41	16,05

A N E X O II

Recuperación

Nivel dinámico de partida: 69,41 mts. 1/10/75

HORA	T. Parado minutos	$\frac{t+t'}{t'}$	Nivel m.	Ascenso m.	D. Resi
	1	2946	62,26	7,15	8,90
	3	982	61,31	7,90	8,15
	5	580	60,80	8,61	7,44
	10	295	60,07	9,34	6,71
	15	197	59,63	9,78	6,27
	20	148	59,37	10,04	6,01
12 ^h 30	30	99	58,91	10,50	5,55
	40	74	58,56	10,85	5,20
	50	60	58,33	11,08	4,97
13 ^h	60	50	58,11	11,30	4,75
	70	43	57,94	11,47	4,58
	80	37	57,78	11,63	4,42
	90	33	57,62	11,79	4,26
	100	30	57,50	11,91	4,14
14 ^h	120	25	57,29	12,12	3,93
	140	22	57,06	12,35	3,70
	160	19	56,94	12,47	3,58
15 ^h	180	17	56,80	12,61	3,44
	200	15,7	56,68	12,73	3,32
	250	12,7	56,41	13,00	3,05
17 ^h	300	10,8	56,19	13,22	2,83
	350	9,4	56,03	13,38	2,67
18 ^h 40	400	8,3	55,90	13,51	2,54
	450	7,5	55,74	13,64	2,41
20 ^h 20	500	6,8	55,62	13,79	2,26
22 ^h	600	5,9	55,43	13,98	2,07
23 ^h 40	700	5,2	55,26	14,15	1,90
Dia 2 10 ^h	1320	3,2	54,61	14,80	1,25

↑

A N E X O I I I

BOMBOS ESCALONADOS EN EL POZO DE AREVALO

1er. BOMBEO; Q= 20 l/s

RECUPERACION

Tiempo minuto	Nivel	Descenso	Tiempo minutos	Nivel	
0	54,61	0,00	1	56,09	1,48
1	59,57	4,96	5	55,57	0,96
2	60,00	5,39	10	55,27	0,66
3	60,20	5,59	15	55,11	0,50
4	60,31	5,70	20	55,03	0,42
5	60,43	5,82	30	54,93	0,32
7	60,70	6,19	40	54,87	0,26
10	60,90	6,39	60	54,81	0,20
15	61,16	6,55	120	54,75	0,14

2º BOMBEO; Q= 30 l/s

RECUPERACION

Tiempo	Nivel	Descenso	Tiempo	Nivel	
0	54,75		1	57,22	0,261
136 1	61,61	6,86	5	56,26	1,65
137 2	62,32	7,57	10	55,71	1,10
138 3	62,71	7,96	15	55,58	0,97
139 4	63,00	8,25	20	55,35	0,74
140 5	63,20	8,45	30	55,19	0,58
141 7	63,57	8,82	40	55,10	0,49
142 10	63,92	9,17	60	55,00	0,34
143 15	64,33	9,58	120	54,88	0,27

3er. BOMBEO; Q= 40 l/s

0	54,88	
221 1	63,97	9,09
2	65,15	10,27
273 3	65,63	10,75
4	66,02	11,14
275 5	66,36	11,48
272 7	66,84	11,96
280 10	67,33	12,45
285 15	67,90	13,02

BOMBEO DE ENSAYO REALIZAD EN AREVALO (AVILA) \longrightarrow t minutos

DESCENSO (m.)

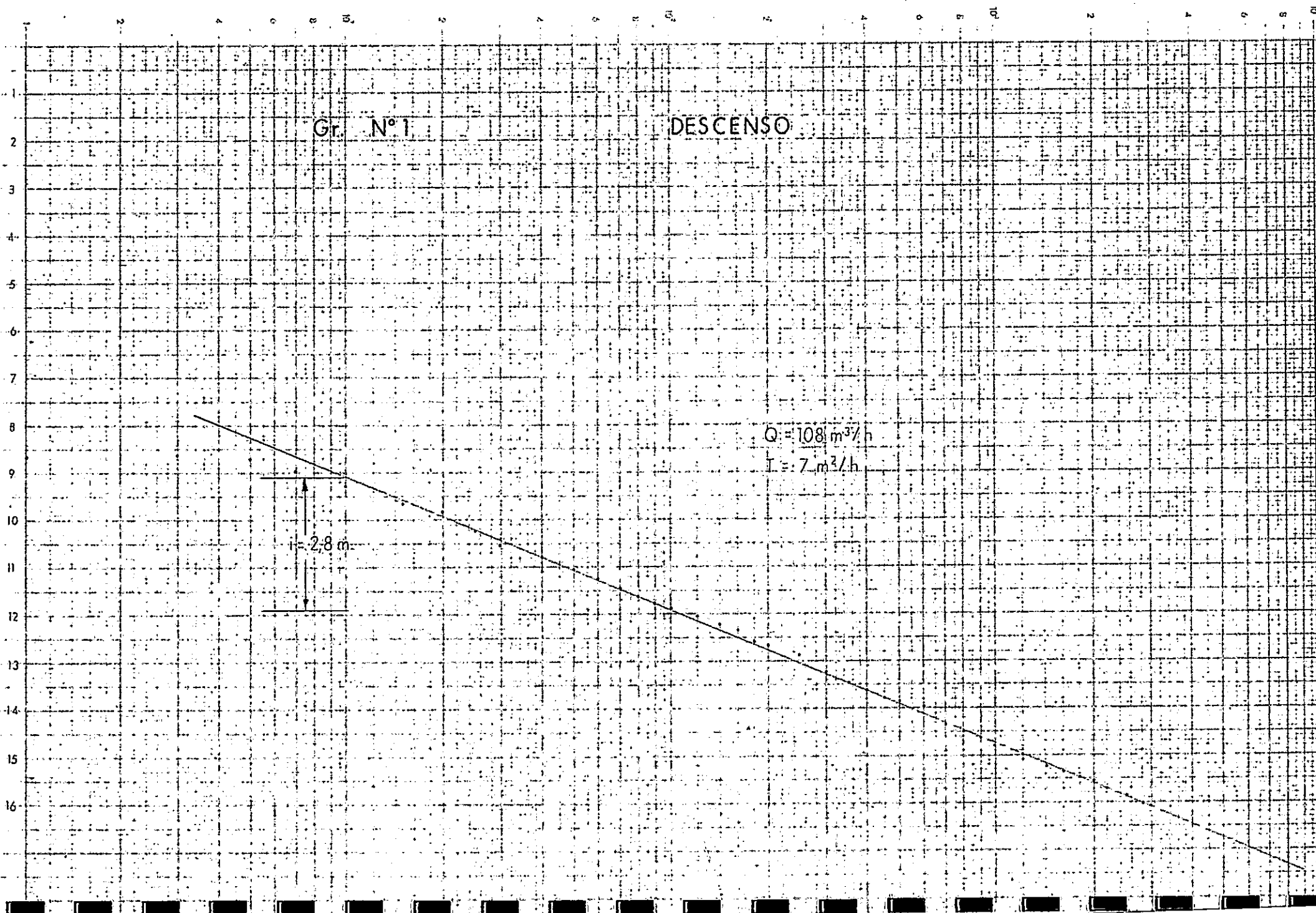
Gr. N° 1

DESCENSO

$Q = 108 \text{ m}^3/\text{h}$

$I = 7 \text{ m}^3/\text{h}$

$i = 2.8 \text{ m}$



BOMBEO DE ENSAYO REALIZADO EN AREVALO (AVILA)

$\frac{t+t'}{t'}$ minutos

ASCENSO (m.)

Gr. Nº 2

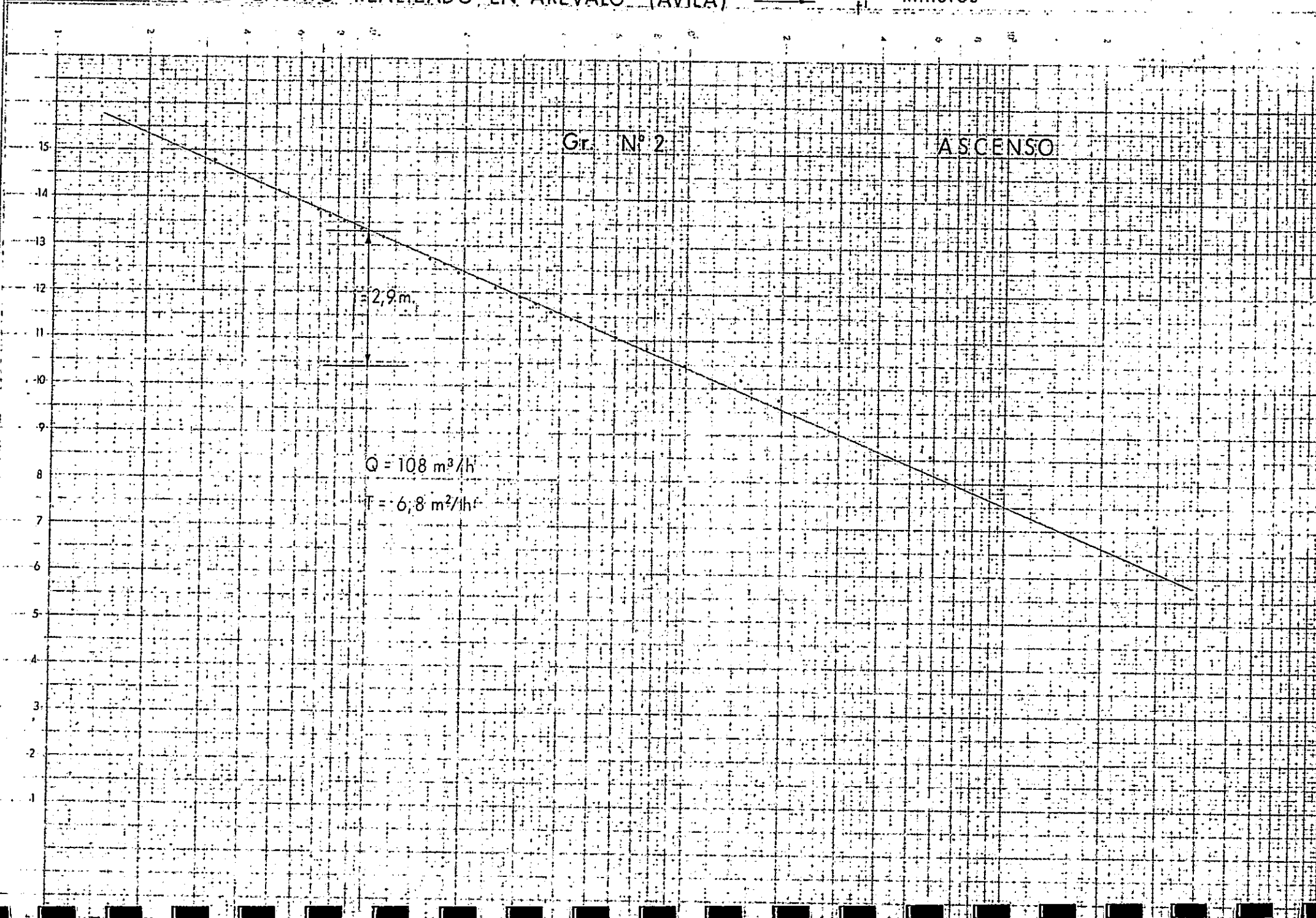
ASCENSO

2,9m.

$Q = 108 \text{ m}^3/\text{h}$

$T = 6,8 \text{ m}^2/\text{h}^2$

Cenit

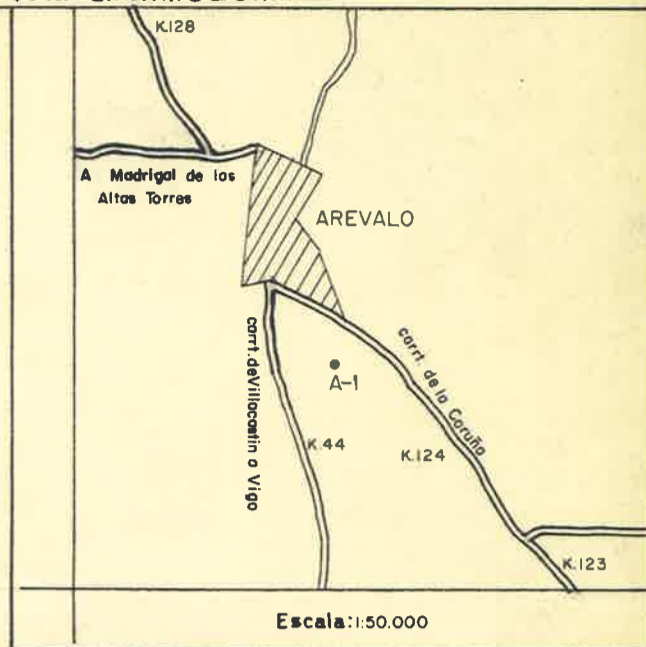


Datos tecnicos

Datos hidrologicos

Jefatura de minas: Valladolid
clase sondeo: Pozo de producción
operador: A.S.S.A.
cliente: MINISTERIO DE INDUSTRIA -
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
contratista: A.S.S.A.
aparato: Wirth L-3
metodo perforación: Circ. inversa
comienzo sondeo: 13-9-75
fin sondeo: 17-9-75
profundidad total: 224 m.

nivel estatico:
artesiano si/no
caudal:
aforo: comienzo:
fin:
oficial si/no
abatimiento máximo:
caudal máximo:
tipo bomba:
profundidad bomba:
capacidad especifica:
filtros: tipo: DUPLEX profundidad = m.
tipo: Ø300/400 profundidad = 46 m.
longitud total: 46 m.



	perforación	entubación
diámetro inicial:	750mm.	300mm.
diámetro final:	600mm.	300mm.

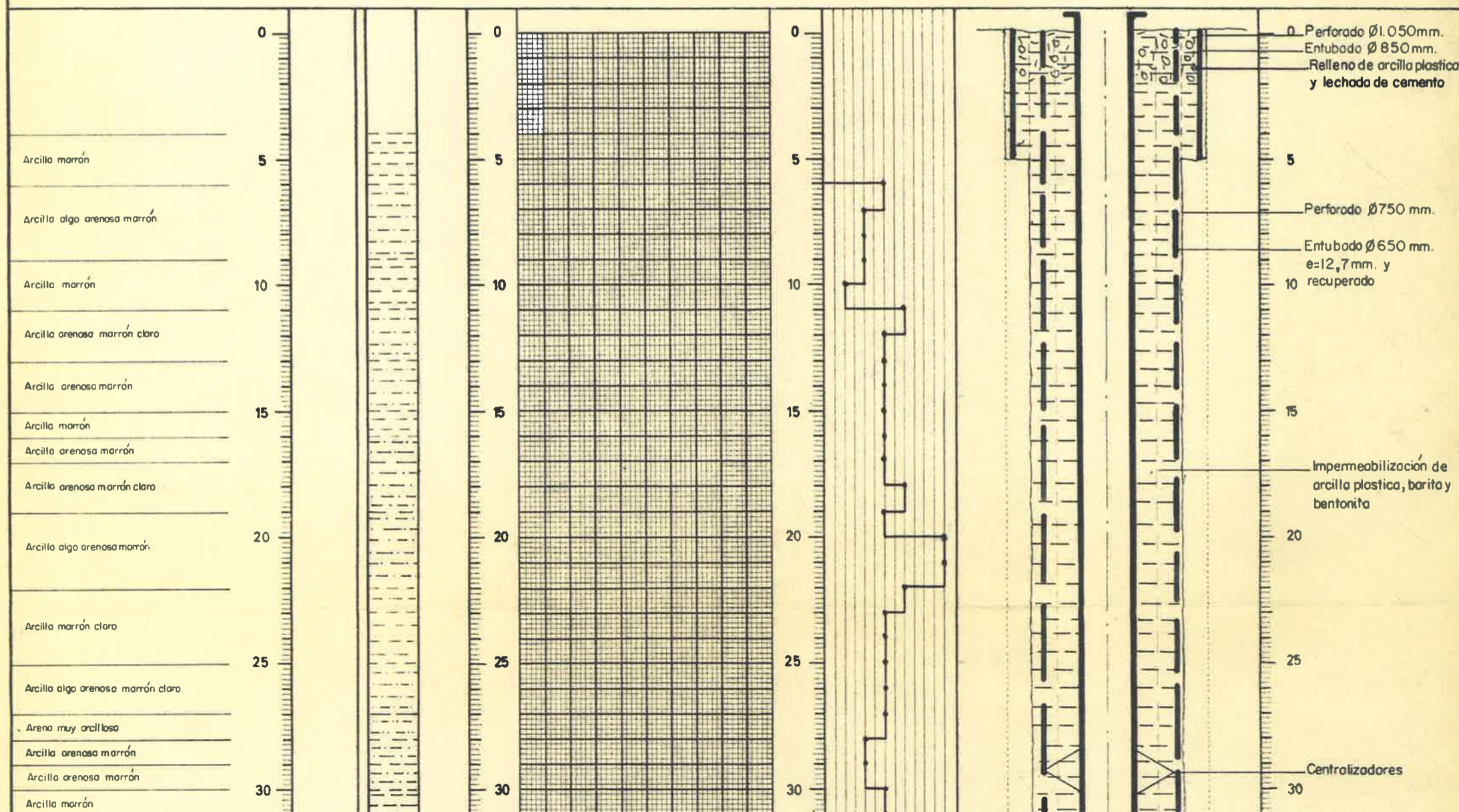
lodo si/no:
tipo: natural
densidad: 1,01

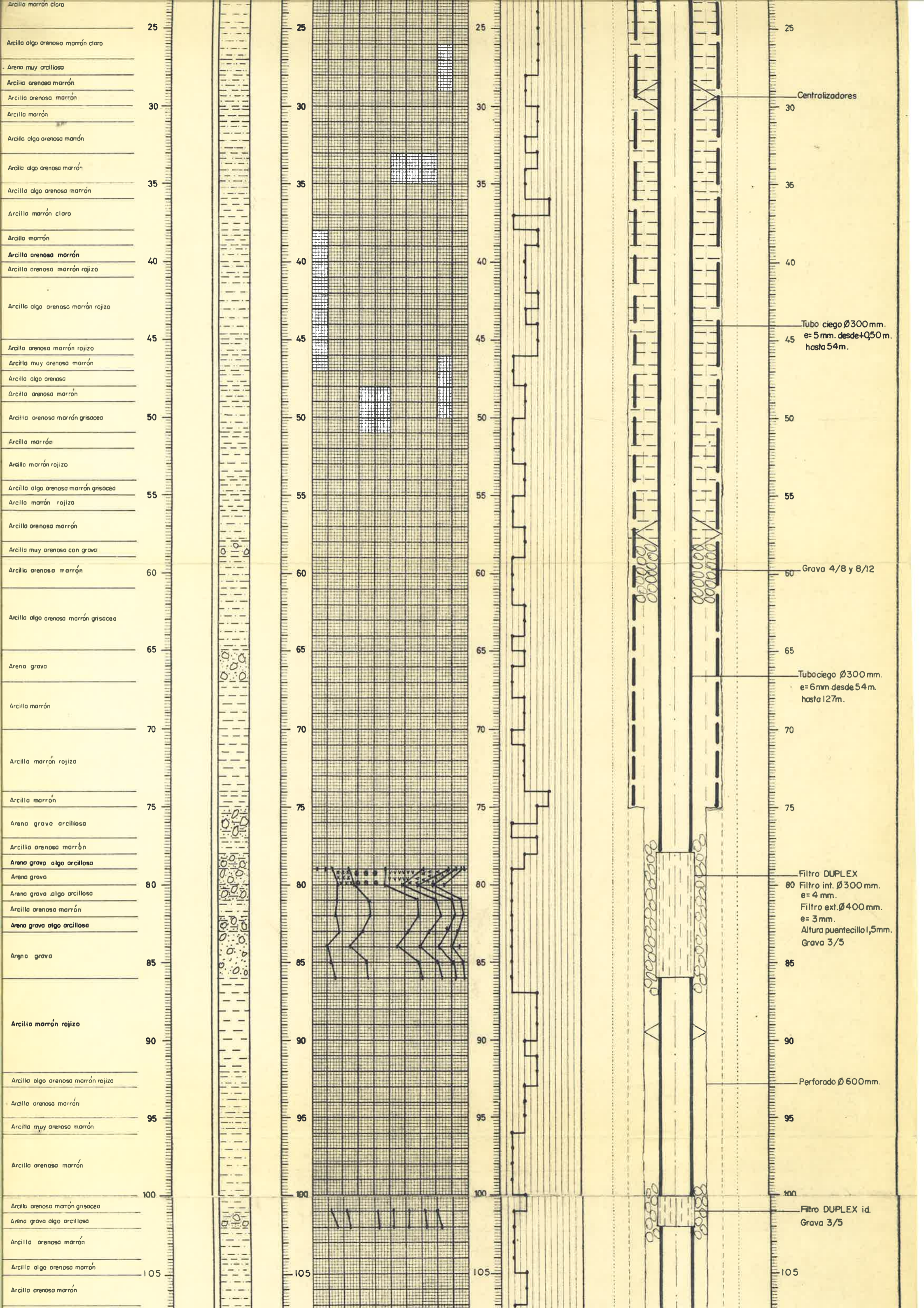
limpieza / estimulación:
tipo: AIR LIFT Y BOMBA SUMERGIBLE
duración:
contenido arena: fecha:
g/m³:
temperatura: fecha:
°C.:
profundidad medición (m.):

analisis: fecha
ph
residuo evaporación mg/l.
alcalinidad ccm n/10 ClH
dureza temporal
dureza permanente
cloruros mg/l.
cloruro sodico mg/l.
sulfatos mg/l.
nitratos mg/l.
nitritos mg/l.
acido carbonico libre mg/l.
Fe. mg/l.
Mn. mg/l.
consumo MnO₄K mg/l.

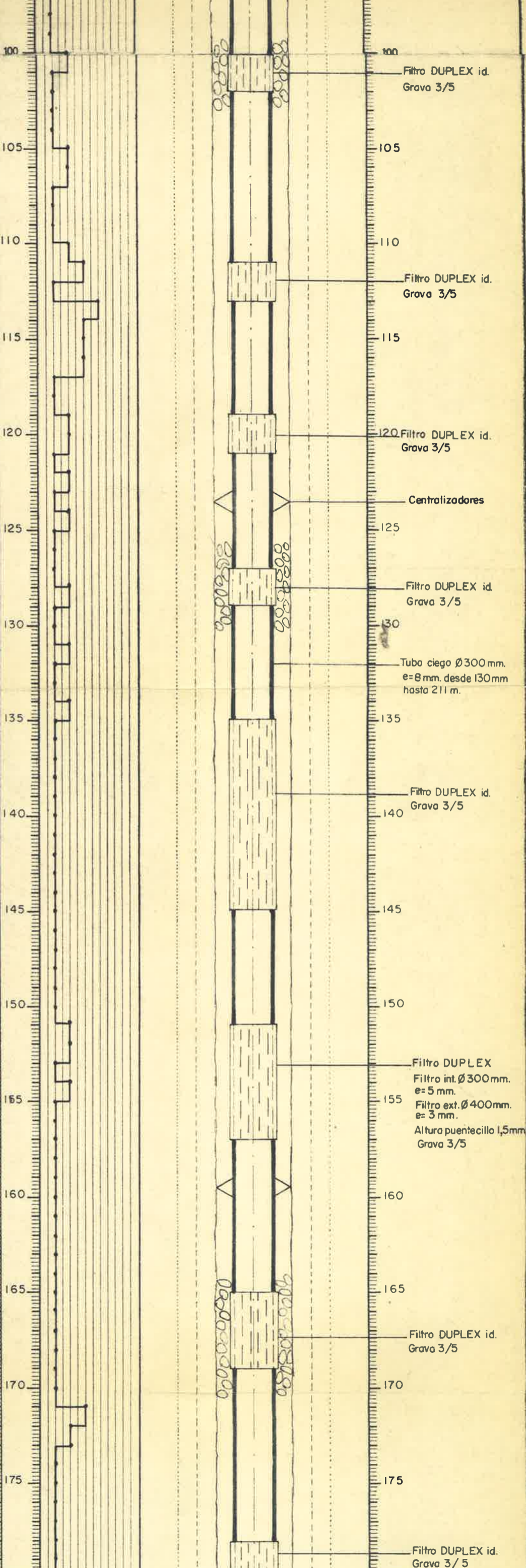
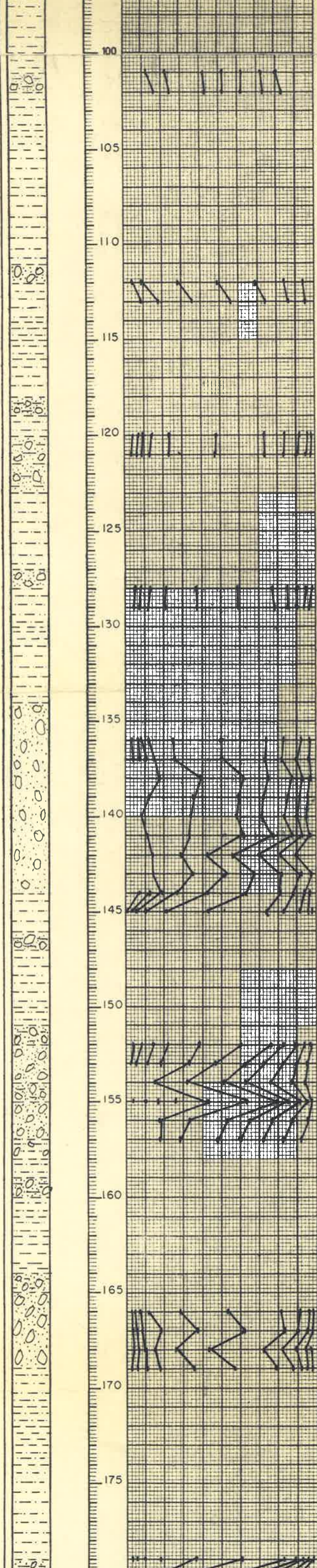
Observaciones.-

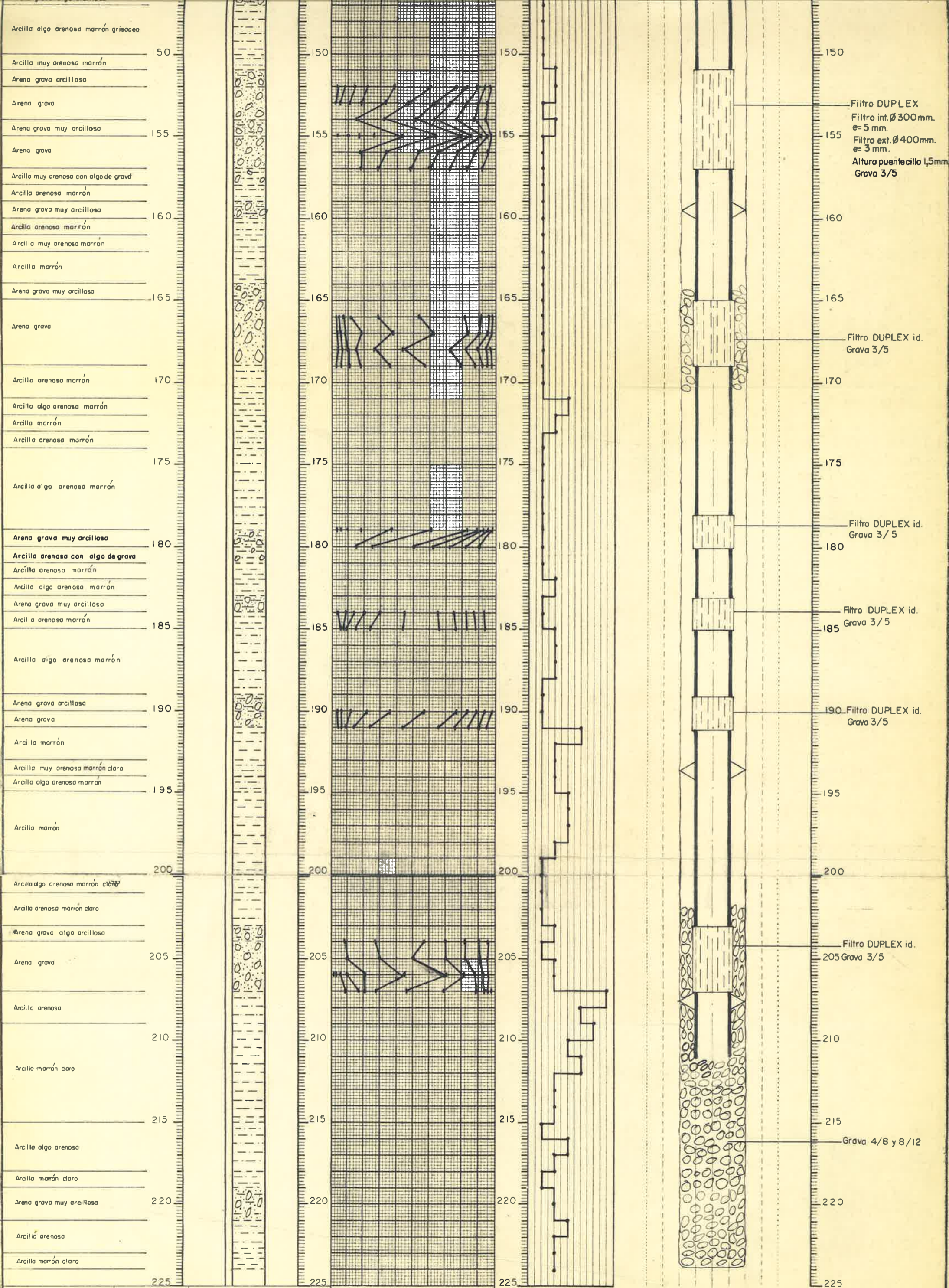
Descripción litologica	Testigos Muestras	corte litologico	GRANULOMETRIA (en m.m.)						Avance Perforación minutos/metro	Acabado final del Pozo
			arcilla 0,075-0,063	arcilla fina 0,063-0,075	arcilla media 0,075-0,150	arcilla gruesa 0,150-0,300	grava 0,300-0,600	grava 0,600-1,200		





Arcilla arenosa marrón
100
Arcilla arenosa marrón grisáceo
Arcilla arenosa marrón
105
Arcilla arenosa marrón
110
Arcilla algo arenosa
115
Arcilla algo arenosa marrón
Arcilla arenosa
Arcilla algo arenosa
120
Arcilla muy arenosa marrón
Arcilla muy arenosa marrón
125
Arcilla arenosa marrón
130
Arcilla marrón
Arcilla algo arenosa marrón
135
Arenosa
140
Arcilla arenosa marrón
145
Arenosa
Arcilla algo arenosa marrón grisáceo
150
Arcilla muy arenosa marrón
Arenosa
Arenosa
155
Arenosa
Arcilla muy arenosa con algo de grav
Arcilla arenosa marrón
160
Arenosa
Arcilla arenosa marrón
Arcilla muy arenosa marrón
165
Arenosa
Arenosa
170
Arcilla arenosa marrón
Arcilla algo arenosa marrón
Arcilla marrón
Arcilla arenosa marrón
175
Arcilla algo arenosa marrón
180
Arenosa





	FECHA	NOMBRE
Dibujado	29-9-75	M. Nieto
Comprobado		<i>[Signature]</i>