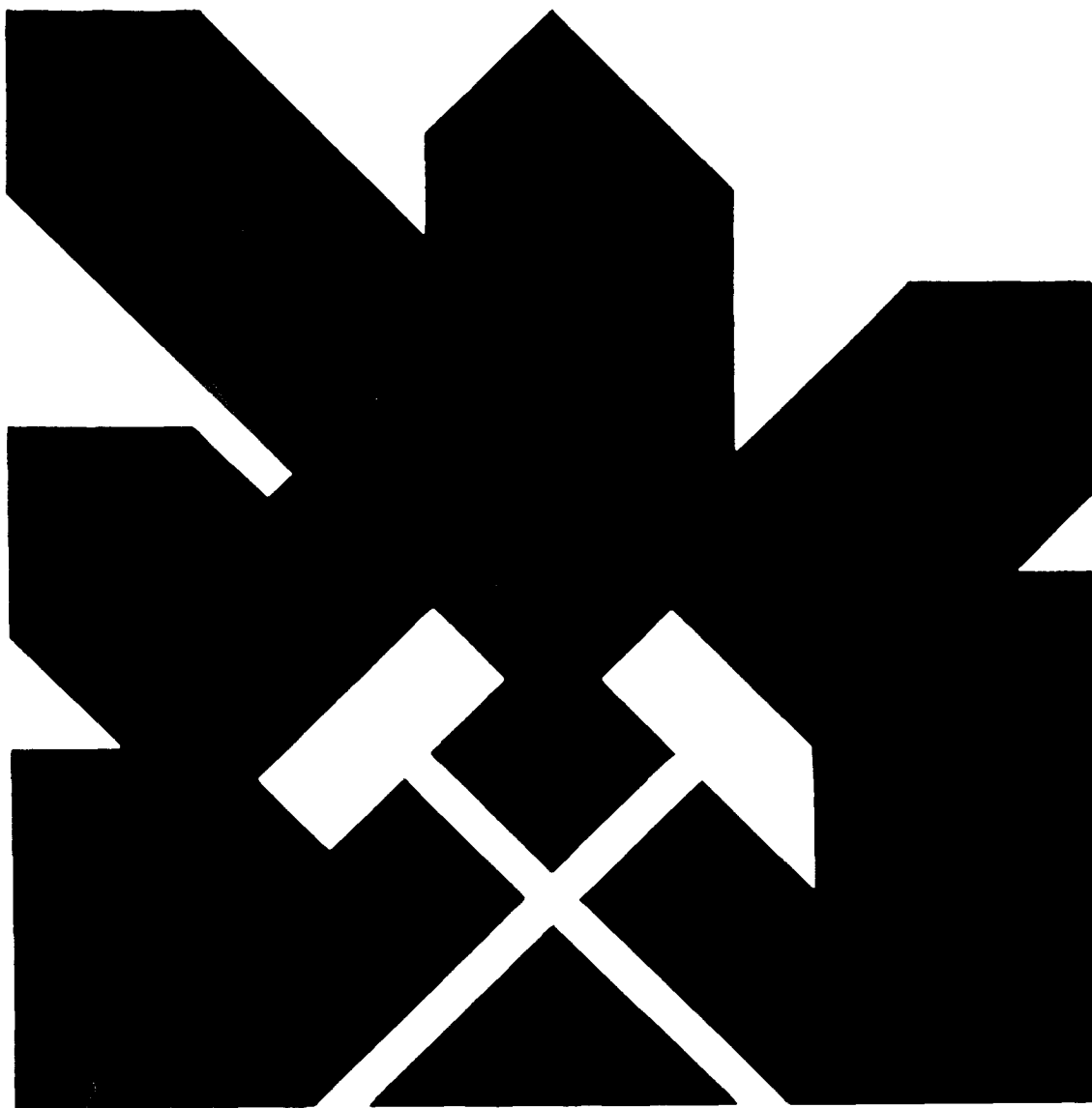


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

PROYECTO PARA ESTUDIOS DE ASESORAMIENTO TECNICO
EN MATERIA DE AGUAS SUBTERRANEAS A LAS ADMINIS-
TRACIONES PUBLICAS EN LA CUENCA HIDROGRAFICA
DEL GUADALQUIVIR (ANDALUCIA) (1.987-1.988)

RECARGA ARTIFICIAL EN GUADIX

Diciembre, 1988



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

35741

I N D I C E

	PAGS
1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1.- ANTECEDENTES	2
1.2.- OBJETIVOS	2
2.- <u>ACTUACIONES EN LAS BALSAS DE INFILTRACION</u>	3
2.1.- ANTEPROYECTO DE OBRA	5
2.1.1.- <u>Trabajos previstos</u>	5
2.1.2.- <u>Movimiento de tierras</u>	6
2.2.- OBRAS REALIZADAS	6
2.2.1.- <u>Limpieza de las balsas preexistentes</u>	6
2.2.2.- <u>Acondicionamiento de tres nuevas balsas de infiltración</u>	9
2.2.3.- <u>Otras actuaciones</u>	10
3.- <u>INSTALACION DE LIMNIGRAFOS</u>	11
4.- <u>INFORME FINAL DEL SONDEO REALIZADO</u>	16
4.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA E HIDROGEOLOGICA ...	17
4.2.- CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS	18
4.3.- PERFIL LITOLOGICO	19
4.4.- DESARROLLO	22
4.5.- BOMBEO DE ENSAYO	22
4.5.1.- <u>Bombeo escalonado</u>	23
4.5.2.- <u>Bombeo continuo</u>	24
4.6.- RESULTADOS OBTENIDOS	27

ANEJOS AL CAPITULO 4:

ANEJO I.- MEDIDAS DE NIVEL PIEZOMETRICO

ANEJO II.-GRAFICOS DE EVOLUCION DE NIVELES

APENDICE.- ALBUN FOTOGRAFICO

1. - INTRODUCCION

1. - INTRODUCCION

1.1. - ANTECEDENTES

Dentro del "Proyecto para Estudios de Asesoramiento Técnico en Materia de Aguas Subterráneas a las Administraciones Públicas", efectuado por el INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE) en el biénio 1987-1988, se ha previsto la realización de trabajos específicos en la zona de Guadix, con objeto de dotar de una mejor infraestructura el dispositivo de recarga artificial, que el ITGE tiene establecido en la zona.

En los informes realizados ha actuado como colaboradora la empresa Investigaciones Geológicas y Mineras S.A. (INGEMISA).

1.2. - OBJETIVOS

En este Proyecto se han marcado tres objetivos prioritarios: aumentar la superficie y eficacia de las balsas de infiltración existentes, dotar de equipos de medida continua de nivel (limnigrafos) a varios piezómetros efectuados para el mejor seguimiento de las pruebas de recarga y, finalmente, realizar un sondeo de explotación que consolide la batería de sondeos ya existente.

2. - **ACTUACIONES EN LAS BALSAS
DE INFILTRACION**

2. - ACTUACIONES EN LAS BALSAS DE INFILTRACION

Las pruebas de recarga se ha realizado hasta la fecha en tres balsas situadas en la margen derecha del río Verde en las inmediaciones de la salida del "Tunel del Berral", que es el principal punto de evacuación de los caudales bombeados en la explotación minera de Alquife.

Tras tres años consecutivos con periodos de recarga en los meses invernales, las balsas al igual que el canal de entrada necesitaban de una limpieza y consolidación de algunos de sus muros.

De igual forma, para aumentar la superficie filtrante se pensó en construir otra balsa más, aguas arriba de las existentes, sobre el terreno que ocupaban las originales balsas de decantación de mineral de la Compañía Andaluca de Minas (CAM).

A pesar de ser mucho más operativo construir una sola superficie filtrante, a petición de la CAM, propietaria de los terrenos, se ha tenido que respetar la configuración original de las cuatro balsas antiguas, reconstruyéndose tres de ellas en su totalidad.

2.1.- ANTEPROYECTO DE OBRAS

Con posterioridad a las obras de acondicionamiento de las balsas, se realizó un anteproyecto en los términos que a continuación se indican.

2.1.1.- Trabajos previstos

Los trabajos previstos para las obras de referencia consisten en:

- Limpieza del fondo de las tres balsas utilizadas en la reciente experiencia de recarga, para eliminar los depósitos de limos y arcillas que forman un tapiz de baja permeabilidad. La superficie total a limpiar es de 6.450 m²
- Acondicionamiento de tres nuevas balsas adyacentes por el Sur a la balsa nº 1. La necesidad de respetar la configuración actual de las balsas, limita la superficie útil a acondicionar que se reduce a unos 900 m² en conjunto.
- Reparación de muros de tierra en algunos tramos afectados por avenidas.

2.1.2.- Movimiento de tierras

El volumen de material a excavar se evalúa en unos 3.500 m³ distribuidos de la siguiente forma:

- Limpieza de balsas mediante excavación y retirada de una capa superficial de 30 cms de espesor. Ello supone unos 2.000 m³.
- Excavación para acondicionamiento de tres nuevas balsas y construcción de un canal de comunicación entre ellas y con la balsa nº 1. Ello supone un volumen aproximado de 1.500 m³.

El material procedente de la limpieza y excavación se utilizará para recrecer y reforzar los muros de tierra que separan las balsas. El excedente se depositará en la margen derecha del río, en el espacio comprendido entre el borde del cauce (protegido por un caballón de tierras) y el talud del muro occidental de las balsas. (figuras 1 y 2).

Para evitar posibles problemas de contaminación del río ante arrastres de material por avenidas, se seleccionará el relleno a realizar junto al cauce, de forma que sólo esté compuesto por elementos de granulometría gruesa, depositando los lodos rojos en zonas exentas de riesgo de erosión.

2.2.- OBRAS REALIZADAS

2.2.1.- Limpieza de las balsas preexistentes

Esta operación se ha realizado con una pala-excavadora, y con ella se ha eliminado la capa superficial limo-arcillosa que presentaban las balsas.

(m)
1040
1035
1030

PERFIL A

BALSA 2

BALSA 1

RELLENO

EXCAVACION

(m)
1040
1035
1030

PERFIL B

CAUCE

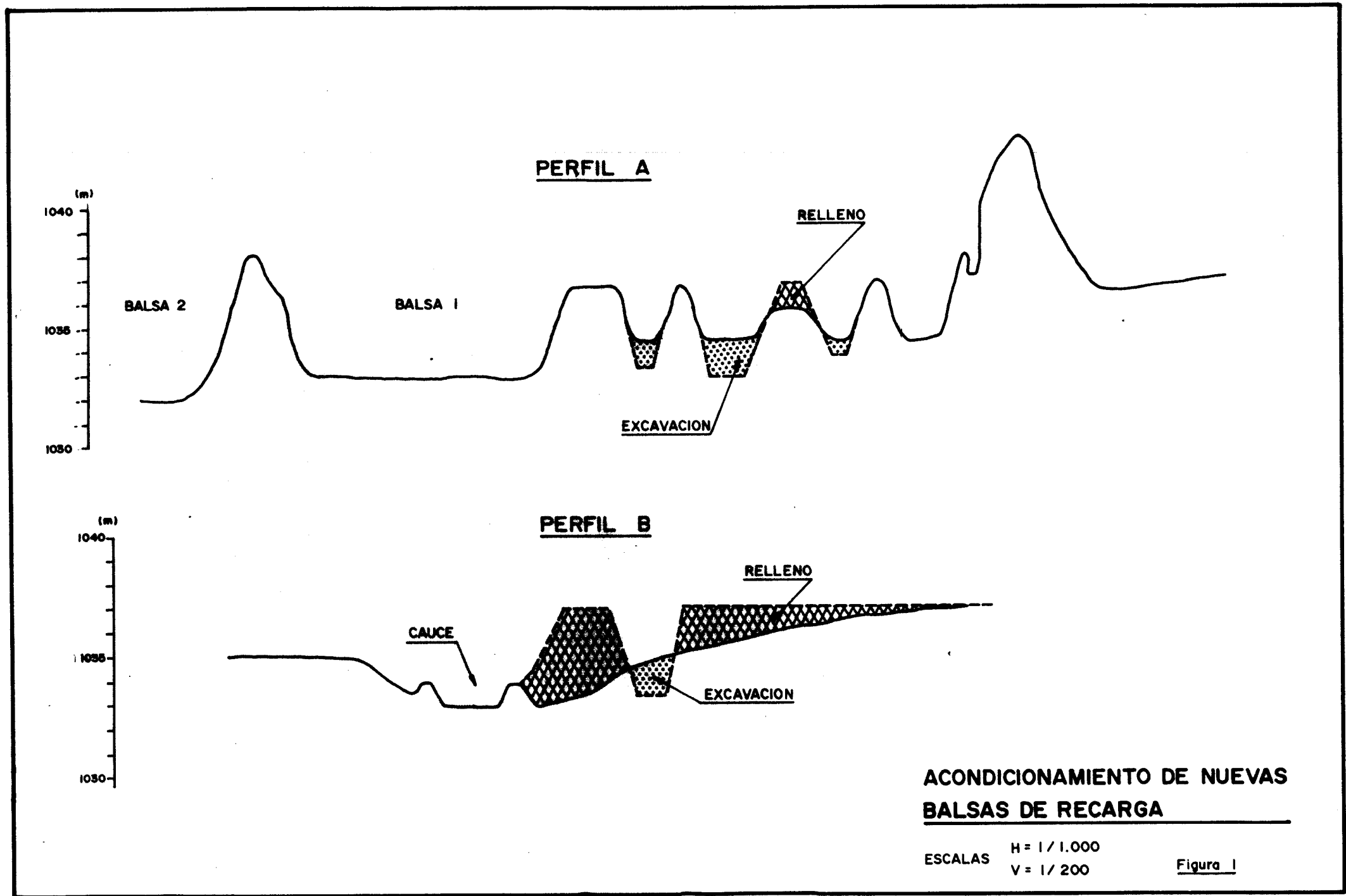
RELLENO

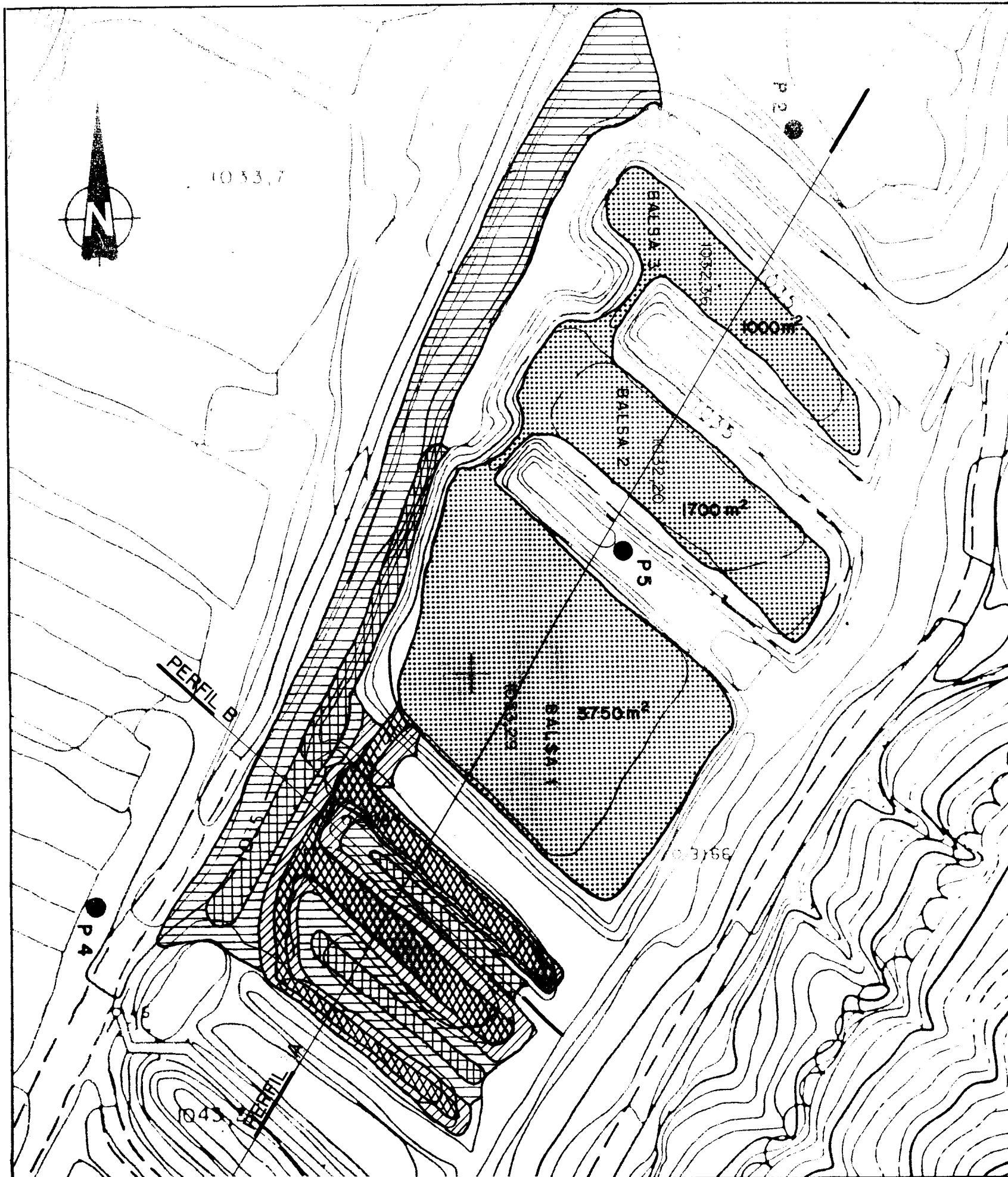
EXCAVACION

**ACONDICIONAMIENTO DE NUEVAS
BALSAS DE RECARGA**


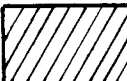
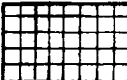
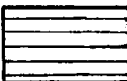
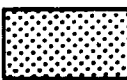
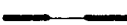
ESCALAS H = 1 / 1.000
V = 1 / 200

Figura 1





LEYENDA

-  Explanacion en zona excavada
-  Talud de excavacion
-  Explanacion sobre relleno
-  Talud de relleno
-  Limpieza de fondo de balsas
-  Perfil

LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO DE
BALSAS DE RECARGA

ESCALA 1/1.000

Figura 2

Al limpiar la más septentrional se comprobó la existencia de niveles de mineral decantado en su fondo, por lo que se procedió a su retirada hasta alcanzar las gravas ligadas al aluvial del río Verde.

Las dos balsas meridionales se han rebajado una media de 30 cm, mientras que la balsa más septentrional se ha rebajado 75 y 30 cm, según los sectores para intentar eliminar los niveles de mineral encontrados en el fondo. En esta última y a pesar de la limpieza efectuada en algunas zonas de la misma, las capas de mineral decantado siguen siendo abundantes.

El volumen de tierra movida en esta operación supera los 2.000 m³.

2.2.2.- Acondicionamiento de tres nuevas balsas de infiltración

Con objeto de aumentar la superficie filtrante, se han acondicionado tres antiguas balsas de decantación de mineral.

Se han construido con sección trapezoidal invertida, de 3,5 y 13-16 metros, de base menor y mayor respectivamente, y 4 metros de profundidad, si bien en algunos puntos alcanza los 5 metros. Sus longitudes varían de 68 a 73 metros.

El movimiento de tierras efectuado para acondicionar estas balsas ha superado considerablemente las previsiones establecidas en el anteproyecto, valoradas en función de la topografía disponible. El movimiento de tierras realizado se aproxima a los 7600 m³.

2.2.3.- Otras actuaciones

Las obras descritas en epígrafes previos se han visto complementadas con la limpieza del canal de entrada, muy deteriorado y parcialmente aterrado en algunos puntos, así como con el refuerzo de los muros próximos al cauce del río Verde. Para ello se ha construido un caballon de tierra compactada, con el material retirado de la limpieza y construcción de las balsas.

3. - INSTALACION DE LIMNIGRAFOS

3. - INSTALACION DE LIMNIGRAFOS

Las pruebas de recarga lógicamente van acompañadas de un minucioso control de los caudales inyectados y de la evolución de la superficie piezométrica en el acuífero afectado.

Por ello, progresivamente se está dotando a los puntos de control de registradores continuos de medidas, en este caso limnigrafos.

En el presente proyecto se ha previsto la instalación de dos equipos de medida. Uno que controle la evolución de niveles en un piezómetro y otro los caudales de entrada a las balsas.

Para el primero se ha adquirido un registrador vertical marca SEBA, modelo ALPHA, con todo su equipo complementario para su correcto funcionamiento.

Para controlar los caudales de entrada a los dispositivos de recarga, se ha elegido un registrador horizontal marca SEBA, modelo "XI".

En ambos casos la rotación del tambor es de 8 días y su accionamiento es mecánico con cuerda.

El limnógrafo vertical se ha instalado en el piezómetro nº 8 (2141-5037) y para su protección se ha realizado una caseta de chapa, como se indica en el croquis acotado adjunto.

El limnógrafo horizontal se ha instalado en el vertedero de entrada, si bien para evitar perturbaciones en tal dispositivo, la lámina de agua se mide en un tubo comunicado con el vertedero por vasos comunicantes. Como protección también se ha instalado una compuerta de entrada y una caseta metálica.

FIGURA Nº 3 CROQUIS ACOTADO DE LA INSTALACION PROTECTORA DEL LIMNIGRAFO DEL PIEZOMETRO

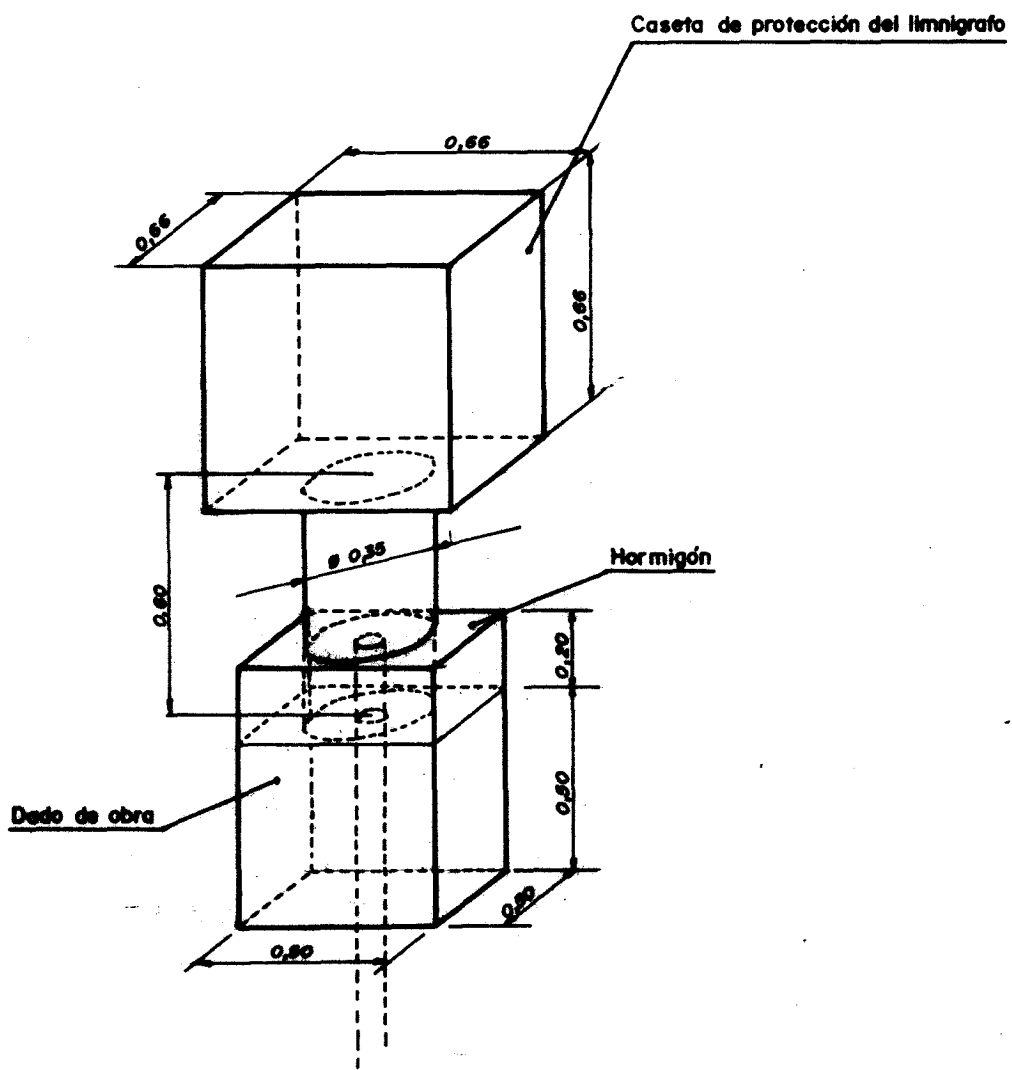
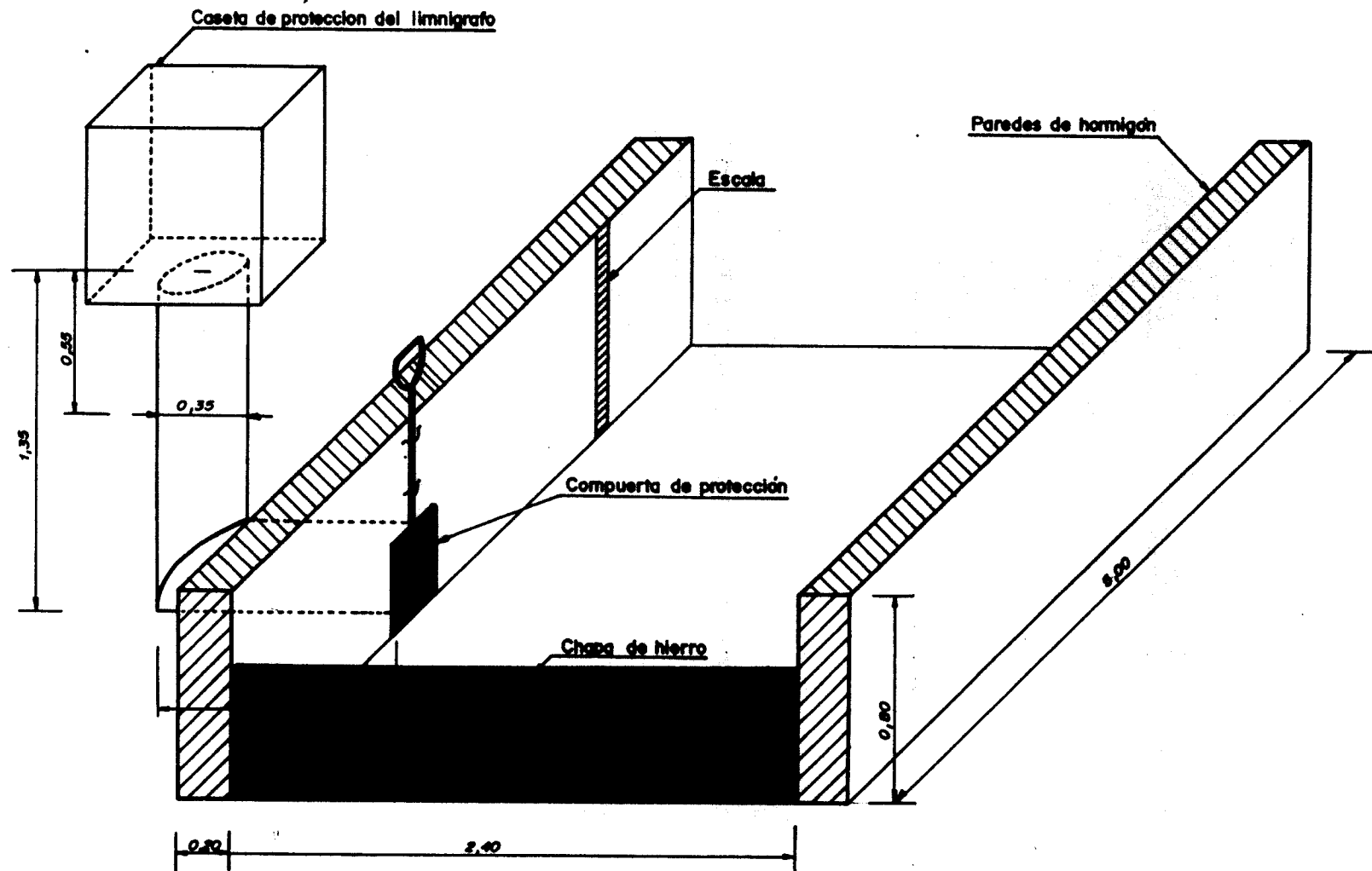


FIGURA Nº 4 CROQUIS ACOTADO DE LA INSTALACION DEL LIMNIGRAFO EN EL VERTEDERO DE ENTRADA



4. - INFORME FINAL DEL SONDEO
REALIZADO

4. - INFORME FINAL DEL SONDEO
REALIZADO

4.1. - LOCALIZACION GEOGRAFICA E HIDROGEOLOGICA

El sondeo se ha realizado en la margen derecha del río Verde, a unos 3, 5 Km al Sur de Alcúdia de Guadix, dentro del término municipal de Valle Zalabí.

Sus coordenadas Lambert son:

X: 651.225

Y: 492.950

Z: 1.030 ± 10 metros

La obra se sitúa en uno de los sectores donde el acuífero alcanza las mayores potencias, que a la vez corresponde con su área prioritaria de descarga.

4.2.- CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

La obra ha sido realizada por el método de rotación a circulación inversa con un equipo de la empresa Sondeos San Gregorio S.A.

Comenzó su construcción el día 3 de Octubre de 1.988, y se dió por terminada el día 15 del mismo mes, a la profundidad de 200 metros. Es por consiguiente el sondeo más profundo de los que constituyen la batería realizada por el ITGE en la zona.

Los diámetros a los que se ha perforado han sido:

0- 17 metros - 900 mm
18- 95 metros - 650 mm
95-200 metros - 600 mm

Algunos tramos se realizaron con una perforación previa a 450 mm de diámetro.

Los primeros 16,5 metros se encuentran entubados con tubería metálica de 700 mm de diámetro y cementados, para lo que se han empleado 1.000 Kg de cemento.

La totalidad del sondeo está acondicionado con tubería metálica de 400 mm de diámetro y 8 mm de grosor, en la que se han intercalado 103 metros de tubería de filtros de puentecillo, de 2 mm de abertura y 6 mm de grosor. El extremo inferior de la columna de tuberías se ha sellado con una tapa metálica soldada.

En el espacio comprendido entre la tubería y la pared del sondeo se ha dispuesto un macizo de gravas silíceas redondeadas de tamaño de grano comprendido entre 4 y 8 mm. La cantidad total de grava utilizada ha sido de 74 Tm. En los 1,5

metros más superficiales este espacio interanular se encuentra cementado.

En el croquis adjunto se puede observar el esquema constructivo del sondeo

4.3.- PERFIL LITOLÓGICO

El sondeo se ha efectuado en su integridad en sedimentos detríticos, correspondiendo los primeros 17 metros a depósitos aluviales ligados al río Verde, y el resto a conglomerados, arenas y limos de la Formación Guadix.

Esta consta de unos conglomerados no cementados de matriz arenosa y/o limosa, con esporádicos niveles limosos de típico color rojizo. Los cantos son de esquistos y cuarzo fundamentalmente, oscilando su tamaño entre 3 y 15 cm, en el sector donde se ha realizado el sondeo.

El corte detallado de los materiales atravesados es el siguiente:

- 0- 17 m.- Aluvial; gravas y arenas con pasadas limosas de poco espesor.
- 18- 19 m.- Limos arcillosos con cantos.
- 20- 40 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con niveles de gravas gruesas a los 20, 23, 25 y 35 metros de profundidad.
- 40- 42 m.- Gravas gruesas de matriz arenosa.
- 43- 45 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 46 m.- Gravas gruesas de matriz arenosa.
- 47- 50 m.- Conglomerados de matriz limosa y niveles de limos.
- 51- 54 m.- Conglomerados de matriz arenosa con niveles de gravas gruesas a los 51 y 54 metros de profundidad
- 55 m.- Limos rojos.
- 56- 57 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 58- 59 m.- Conglomerados de matriz limosa
- 60- 63 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 64 m.- Conglomerados de matriz limosa.

- 65- 66 m.- Conglomerados de matriz arenosa
- 67- 72 m.- Conglomerados de matriz limosa.
- 73- 74 m.- Arcillas y limos rosados con cantos.
- 75- 83 m.- Conglomerados de matriz limosa.
- 84- 85 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 86 m.- Conglomerados de matriz limosa.
- 87- 90 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 91 m.- Conglomerados de matriz limosa.
- 92- 94 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 95 m.- Conglomerados de matriz limosa
- 96- 98 m.- Conglomerados y gravas gruesas, de matriz arenosa.
- 99-102 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 103-112 m.- Conglomerados y gravas gruesas, de matriz arenosa.
- 113 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 114 m.- Conglomerados con limos rojizos.
- 115-119 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 120 m.- Conglomerados con limos rojizos.
- 121-124 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 125-126 m.- Conglomerados de matriz limosa.
- 127-129 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 130-132 m.- Conglomerados y gravas gruesas de matriz arenosa.
- 133-134 m.- Arcillas y limos rojos con cantos.
- 135-144 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con niveles limosos a 138, 140 y 144 metros de profundidad.
- 145-146 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 147-152 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con gravas gruesas.
- 153-155 m.- Arcillas y limos rojizos con cantos.
- 156 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con gravas gruesas.
- 157 m.- Conglomerados de matriz limosa.
- 158-160 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 161-162 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con gravas gruesas.
- 163-165 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 166 m.- Limos con cantos.
- 167 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con gravas gruesas.
- 168-170 m.- Conglomerados de matriz arenosa.
- 171 m.- Limos con cantos.
- 172-176 m.- Conglomerados de matriz arenosa. Niveles de gravas a 174 metros.
- 177 m.- Limos rojizos con cantos.
- 178-180 m.- Conglomerados de matriz arenosa, con niveles de gravas.
- 181-199 m.- Conglomerados de matriz arenosa. Niveles de grava a 190 y 197 metros de profundidad.
- 200 m.- Arcillas y limos rojizos.

ESQUEMA DEL SONDEO REALIZADO

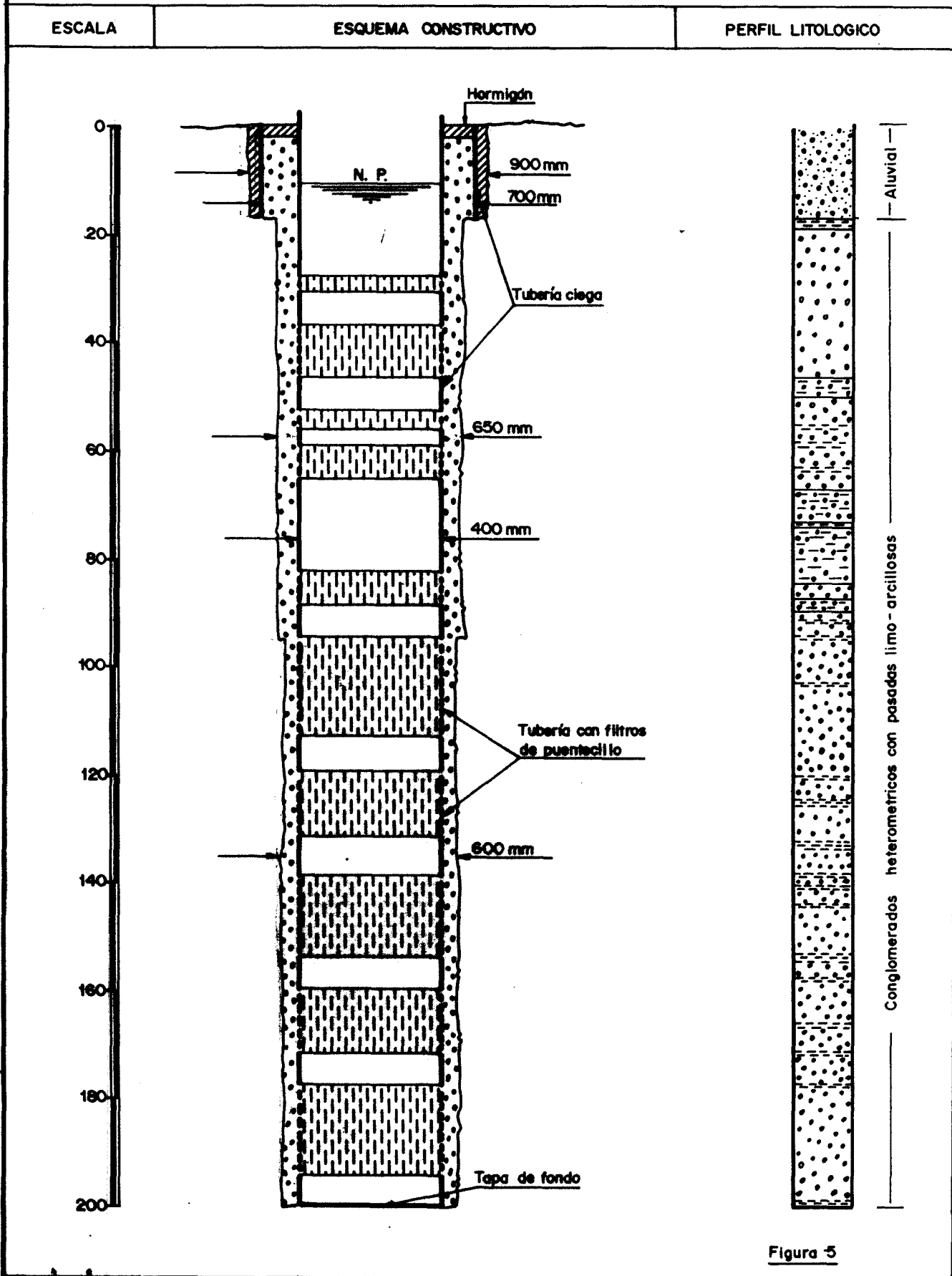


Figura 5

4.4.- DESARROLLO

Una vez finalizado el sondeo se procedió a su limpieza y desarrollo mediante bombeo, para lo que se utilizó el compresor de aire comprimido del propio equipo de perforación, El caudal extraído por este método se aproximó a 25 l/s.

La aspiración se fué colocando progresivamente frente a cada tramo de filtro de puentecillo y sólo se observó agua muy turbia en los primeros momentos de bombeo, para ir aclarando progresivamente independientemente de que se estuviese limpiando un nuevo tramos de filtros.

El tiempo de limpieza y desarrollo por este método fué de 16 horas, pasando el nivel piezométrico de 11 metros a 15 metros, al finalizar la operación.

Con posterioridad y como fase previa al bombeo de ensayo, se efectuó un nuevo desarrollo, esta vez con bomba, que consistió en la realización de tres escalones de bombeo a 25, 50 y 80 l/s cada uno de 1 hora de duración los dos primeros y de cerca de 3 horas el tercero, observandose al final de este periodo el agua practicamente clara. A las 4 horas y 15 minutos de bombeo el caudal se fué reduciendo progresivamente hasta 40 l/s, por problemas de evacuación del agua. Una vez subsanados se incrementó de nuevo hasta 60 l/s, y transcurridas 6 horas y 15 minutos desde el inicio del bombeo, se dió por finalizada la limpieza.

4.5.- BOMBEO DE ENSAYO

Se realizó entre los días 12 y 14 de Diciembre de 1988 con un equipo de la empresa Montajes Miras, S.A..

Se utilizó una bomba Indar modelo IK-400-2 de 140 CV de potencia, con la aspiración situada a 50 metros de profundidad. Para controlar los caudales extraídos se ha utilizado diafragma y tubo de Pitot.

El bombeo de ensayo se ha dividido en dos partes, una primera de bombeos escalonados, destinada a desarrollar y deducir la ecuación de descensos del sondeo, y otra a caudal continuo, destinada a calcular las constantes hidráulicas del acuífero. Para ello se ha efectuado un control de niveles piezométricos en cinco sondeos próximos.

4.5.1.- Bombeo escalonado

Su duración total ha sido de 6 horas y 15 minutos y en el se han extraído caudales comprendidos entre 25 y 80 l/s.

Los volúmenes extraídos fueron vertidos a una acequia próxima, la cual se desbordó en algunos puntos al alcanzar los 80 l/s, por lo que el caudal hubo de reducirse.

El bombeo comenzó con tres escalones de caudal a 25, 50 y 80 l/s. Las depresiones medidas transcurrida una hora de su comienzo y con el nivel dinámico estabilizado han sido:

<u>CAUDALES (l/s)</u>	<u>S (m)</u>
25	3,40
50	7,32
80	11,24

Los descensos específicos deducidos de estos datos son similares en los tres escalones, 0,14 m/l/s (4×10^{-2} m/m³/h), lo que indica que los descensos son directamente proporcionales a los caudales.

La ecuación de descensos del pozo construido (s=KQ), sería por tanto:

$$s = 0,04 Q$$

donde:

s= descenso (en metros)

Q= caudal (en m³/h)

Las pérdidas de carga producidas por el sondeo, para los caudales bombeados serían pequeñas.

4.5.2.- Bombeo continuo

Transcurrida 1 hora y 45 minutos de la finalización de los bombeos escalonados y faltando 30 cm para alcanzar el nivel piezométrico original, se inició el bombeo a caudal continuo de 60 l/s, el cual se prolongó durante 40 horas.

Simultáneamente a la toma de niveles en el sondeo, se han medido la evolución en cinco piezómetros más, a saber:

<u>Nº DE INVENTARIO (ITGE)</u>	<u>Nº DE ORDEN EN RECARGA</u>
5026	1
5027	2
5028	3
5037	8
5038	9

La evolución de los niveles en los sondeos nº 8 y 9, ha sido irregular, por lo que no se han tenido en cuenta.

A partir de los datos de la evolución de niveles en el punto de bombeo y en los piezómetros se han construido las siguientes gráficas semilogarítmicas:

- Descensos de n.p. de los diversos puntos de observación.
- Recuperaciones del nivel en el punto de bombeo.
- Relación descensos-distancia al punto de bombeo, para diferentes tiempos.

Utilizando la aproximación de Jacob en estos gráficas, en la que:

$$T = \frac{0,183 Q}{\Delta S}, \text{ para gráficas depresión/tiempo.}$$

y

$$T = \frac{0,366 Q}{\Delta S}, \text{ para gráficas depresión/distancia punto de bombeo.}$$

siendo:

T = transmisividad
Q = caudal bombeado
 ΔS = depresión en un módulo logarítmico.

Se han obtenido los siguientes valores:

GRAFICO UTILIZADO	VALOR DE T	
	m ² /día	m ² /seg
DEPRESION/TIEMPO EN PUNTO DE BOMBEO	3162	3.6 x 10 ⁻²
DEPRESION/TIEMPO EN PIEZOMETROS	Nº 1 3794	4.4 x 10 ⁻²
	Nº 2 2964	3.4 x 10 ⁻²
	Nº 3 3162	3.6 x 10 ⁻²
	Nº 4 3271	3.7 x 10 ⁻²
RECUPERACIONES/TIEMPO EN PUNTO DE BOMBEO	2372	2.7 x 10 ⁻²
DEPRESION/DISTANCIA AL PUNTO DE BOMBEO	1558	1.8 x 10 ⁻²

Como transmisividad del acuífero en este sector se ha considerado la media de los valores anteriormente indicados, que es:

$$T = 2897 \text{ m}^2/\text{día} \text{ ó } 3.3 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{seg}$$

Este valor es unas 10 veces superior al deducido en el sondeo "Guadix I", poniéndose, por tanto, de manifiesto la incidencia del espesor saturado atravesado por el sondeo en el valor final de la T.

A partir del gráfico descensos/distancia al punto de bombeo, se ha podido deducir el coeficiente de almacenamiento (s), según la ecuación:

$$s = \frac{2.25 T t}{r_o^2}$$

en la que: T = transmisividad
t = tiempo de bombeo
 r_o = intersección de la curva en ordenadas.

obteniéndose un valor de:

$$s = 5.10^{-3} \text{ ó } 0.5\%$$

En este mismo gráfico también se puede determinar el radio de acción del sondeo, que corresponde con el valor de r_o al estabilizarse los niveles, siendo $r_o = 1000$ metros.

Las pérdidas de carga en el sondeo, deducidas también por este gráfico se aproximan a 3.75 metros.

4.6.- RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se resumen las principales características del sondeo realizado.

- Profundidad de la obra: 200 metros
- Profundidad del nivel piezométrico: 11 metros
- Ecuación de descensos: $s \text{ (m)} = 0.04 Q \text{ (m}^3\text{/h)}$
- Pérdidas de carga: 3.75 m a 60 l/s.
- Transmisividad: 2897 $\text{m}^2\text{/día}$ ($3.3 \times 10^{-2} \text{ m}^2\text{/seg}$)

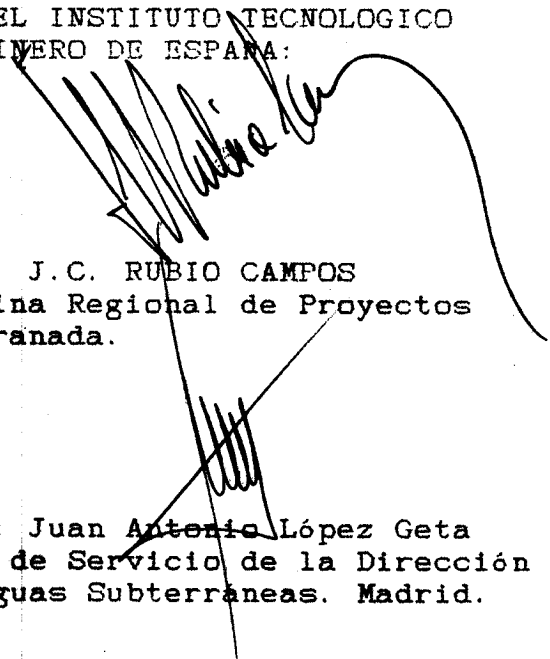
- Radio de acción para un bombeo a 60 l/s: 1000 metros
- Coeficiente de almacenamiento del acuífero en el entorno de la perforación: 0.5%.

V. B.
EL RESPONSABLE POR LA
EMPRESA COLABORADORA:



Fdo.: Emilio Castillo Pérez

V. B.
POR EL INSTITUTO TECNOLÓGICO
GEOMINERO DE ESPAÑA:



Fdo.: J.C. RUBIO CAMPOS
Oficina Regional de Proyectos
de Granada.

Fdo.: Juan Antonio López Geta
Jefe de Servicio de la Dirección
de Aguas Subterráneas. Madrid.

ANEJO I.- MEDIDAS DE NIVEL PIEZOMETRICO

BOQUEO DE ENSAYO

SONDEO IGME-4

Medidas de descenso

Fecha: 12-12-1988

Tiempo de bombeo: 375 minutos.

Caudal: 25 - 50 l/seg.

N.P. = 11.00 m.

TIEMPO		Nivel (m)	Depresión (m)	OBSERVACIONES
Hora	Minuto			
16,15	0	11.00	0	IGME-3 = 7.62 Q = 25 l/seg. MUY OSCURA.
	1	14.90	3.90	
	2	14.40	3.40	
	3	14.40	3.40	
	5	14.35	3.35	
	10	14.35	3.35	
	15	14.35	3.35	
	20	14.35	3.35	
	25	14.35	3.35	
	30	14.40	3.40	IGME-3 = 7.62
	35	14.40	3.40	ALLARANDO
	40	14.40	3.40	
	45	14.40	3.40	
	50	14.40	3.40	MAS OSCURA
	55	14.40	3.40	
17,15	60	14.40	3.40	
17,15	—	18.33	7.33	Q = 50 l/seg.
17,16	61	18.32	7.32	
17,17	62	18.32	7.32	
17,18	63	18.30	7.30	OSCURA.
17,20	65	18.26	7.26	
17,25	70	18.26	"	
17,30	75	18.26	"	
17,35	80	18.26	"	
17,40	85	18.28	7.28	

BOMBEO DE ENSAYO

SONDEO IGME - 4

Medidas de descenso

Fecha: 12/12/88

Tiempo de bombeo: 375 minutos.

Caudal: 50 - 80 l/seg.

NP = 11.0 m.

TIEMPO		Nivel (m)	Depresión (m)	OBSERVACIONES
Hora	Minuto			
17.45	90	18.32	7.32	SIGUE OSCURA.
17.50	95	18.32	"	
17.55	100	18.32	"	
18.00	105	18.32	"	
18.05	110	18.32	"	
18.10	115	18.32	"	IGME - 3 = 8,01
18.15	120	18.32	"	AGUA CASI CLARA
18.15	—	22.90	11.90	Q = 80 l/seg. AGUA MUY OSCURA
18.16	121	22.90	"	
18.17	122	22.90	"	
18.20	125	22.63	11.63	
18.25	130	22.41	11.41	
18.30	135	22.41	"	
18.35	140	22.38	11.38	
18.40	145	22.26	11.26	
18.45	150	22.24	11.24	
18.50	155	22.24	"	
18.55	160	22.24	"	SIGUE OSCURA.
19.00	165	22.24	"	
19.05	170	22.24	"	
19.10	175	22.24	"	
19.15	180	22.24	"	
19.20	185	22.24	"	
19.25	190	22.24	"	
19.30	195	22.24	"	

BOMBEO DE ENSAYO

SONDEO IGME-4

Medidas de descenso

Fecha: 12/12/88

Tiempo de bombeo: 375 minutos.

Caudal: VARIOS.

NP = 11.00

TIEMPO		Nivel (m)	Depresión (m)	OBSERVACIONES
Hora	Minuto			
19.35	200	22.24	11.24	Q = 80 l/seg.
19.40	205	22.24	"	
19.45	210	22.24	"	
20.00	225	22.24	"	
20.15	240	22.24	"	
20.45	270	22.24	"	
21.00	285	22.24	"	
21.00	—	21.04	10.84	Agua casi clara. Q = 70 l/seg.
21.05	290	20.93	9.93	
21.10	295	19.69	8.69	Q = 60 l/seg.
21.15	300	19.60	8.60	
21.20	305	19.47	8.47	
21.20	—	18.32	7.32	Q = 50 l/seg. Agua casi clara.
21.25	310	18.07	7.07	
21.30	315	16.63	5.63	Q = 40 l/seg.
21.35	320	16.46	5.46	Agua clara.
21.45	330	16.37	5.37	
22.00	345	18.62	7.62	Q = 60 l/seg.
22.05	350	18.95	7.95	
22.10	355	19.10	8.10	
22.20	365	19.60	8.60	
22.30	375	19.60	8.60	AGUA CLARA

BOMBEO DE ENSAYO

SONDEO 16ME - 4

Medidas de descenso

Fecha: 13/12/88

Tiempo de bombeo: 2.400 MINUTOS.

Caudal: 60 l/seg.

N.P. = 11.80

TIEMPO		Nivel (m)	Depresión (m)	OBSERVACIONES
Hora	Minuto			
0,15	0	11,30	0,30	OSCURA.
0,17	2	17,00	6,00	
0,19	4	17,40	6,40	
0,21	6	17,60	6,60	ACLARANDO
0,25	10	17,78	6,78	
0,30	15	17,90	6,90	CLARA.
0,35	20	18,03	7,03	
0,40	25	18,09	7,09	
0,45	30	18,13	7,13	
1,00	45	18,29	7,29	
1,15	60	18,33	7,33	
1,45	90	18,42	7,42	
2,15	120	18,45	7,45	
2,45	150	18,47	7,47	
3,15	180	18,47	"	
3,45	210	18,47	"	
4,15	240	18,47	"	
5,15	300	18,47	"	
6,15	360	18,47	"	
7,15	420	18,47	"	
8,15	480	18,47	"	
9,15	540	18,50	7,50	
10,15	600	18,54	7,54	
11,15	660	18,59	7,59	
12,15	720	18,60	7,60	

BOMBEO DE ENSAYO

SONDEO 16ME-4

Medidas de descenso

Fecha: 13 y 14/12/88

Tiempo de bombeo: 2.400 minutos.

Caudal: 60 l/seg.

NP = 11,00

TIEMPO		Nivel (m)	Depresión (m)	OBSERVACIONES
Hora	Minuto			
13.15	780	18,70	7,60	
14.15	840	18,70	"	
15.15	900	18,70	"	Medidas Piezometro
16.15	960	18,70	"	
17.15	1020	18,70	"	
18.15	1080	18,73	7,73	Medidas Piezometro
19.15	1140	18,78	7,78	
20.15	1200	18,80	7,80	
21.15	1260	18,80	"	
22.15	1320	18,80	"	
23.15	1380	18,80	"	
14/12 0.15	1440	18,84	7,84	
1.15	1500	18,84	"	
2.15	1560	18,84	"	
3.15	1620	18,84	"	
4.15	1680	18,84	"	
5.15	1740	18,84	"	
6.15	1800	18,84	"	
7.15	1860	18,84	"	
8.15	1920	18,84	"	
9.15	1980	18,84	"	
10.15	2040	18,84	"	
11.15	2100	18,84	"	
12.15	2160	18,84	"	
13.15	2220	18,84	"	

BOMBEO DE ENSAYO

SONDEO 16ME-4

Medidas de recuperación

Fecha: 14/12/88

Tiempo de bombeo: 2.400 minutos

Caudal: 60 l/seg.

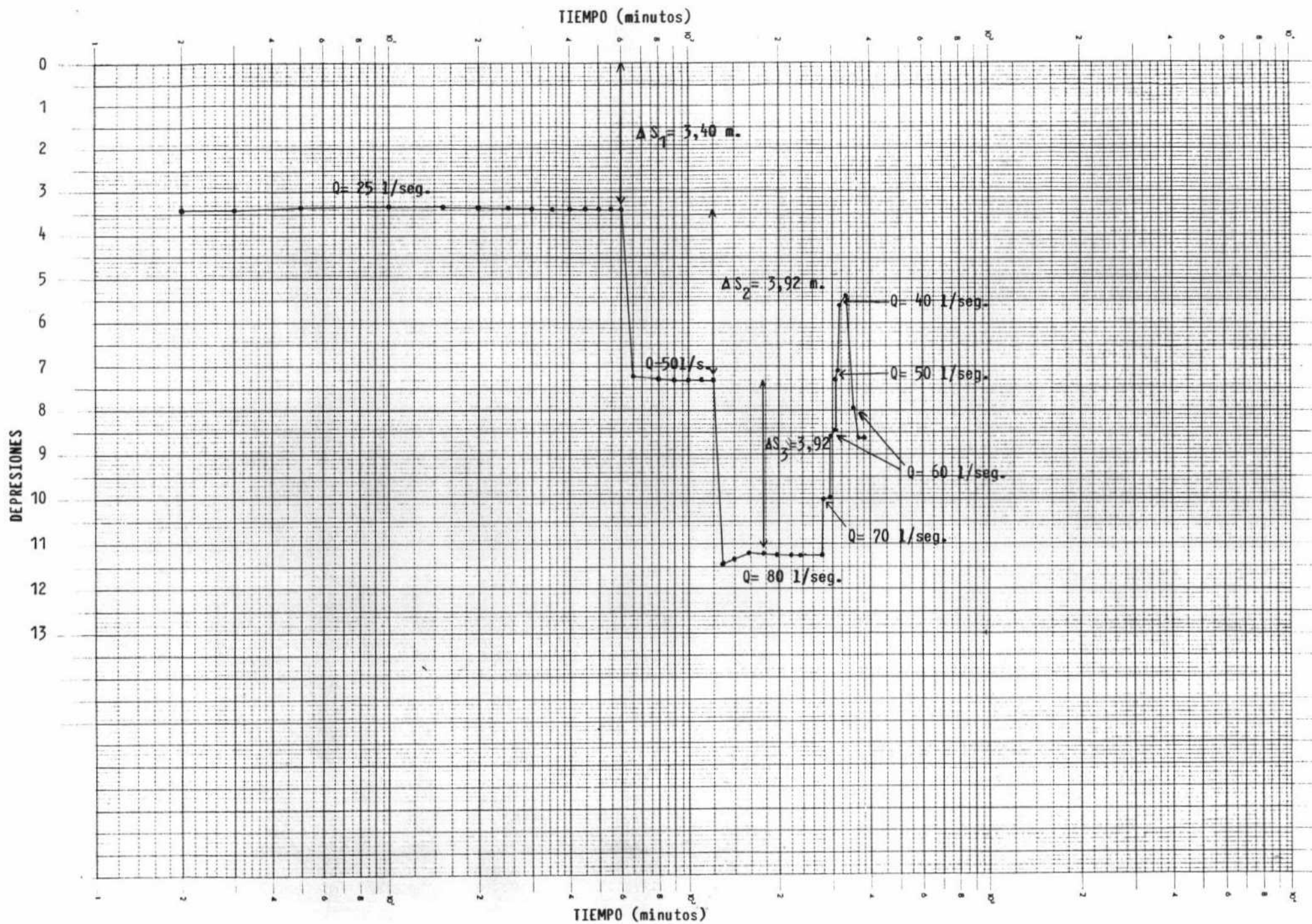
NP = 11.00

TIEMPO			Nivel (m)	Depresión residual (m)	OBSERVACIONES
Hora	Minuto	t/t'			
16.15	0	-	18.84	7.84	
	1	2401	13.22	2.22	
	2	1201	12.96	2.86	
	3	801	12.79	1.79	
	4	601	12.69	1.69	
	5	481	12.61	1.61	
	6	401	12.55	1.55	
	7	344	12.51	1.51	
	8	301	12.46	1.46	
	9	267	12.42	1.42	
16.25	10	241	12.39	1.39	
	15	161	12.29	1.29	
	20	121	12.24	1.24	
	25	97	12.17	1.17	
16.45	30	81	12.13	1.13	
	40	61	12.06	1.06	
	50	49	12.02	1.02	
17.15	60	41	11.97	0.97	CALIBRADO SONDAS. Equipo Alford = 11.97 Nuestra = 11.72
17.45	90	27	11.88	0.88	
18.15	120	21	11.84	0.84	Medidas recuperación Piezometro
18.55	160	16	11.79	0.79	
19.15	180	14	11.78	0.78	
20.15	240	11	11.75	0.75	
21.15	300	9	11.72	0.72	
12.00	1185	3	11.59	0.59	

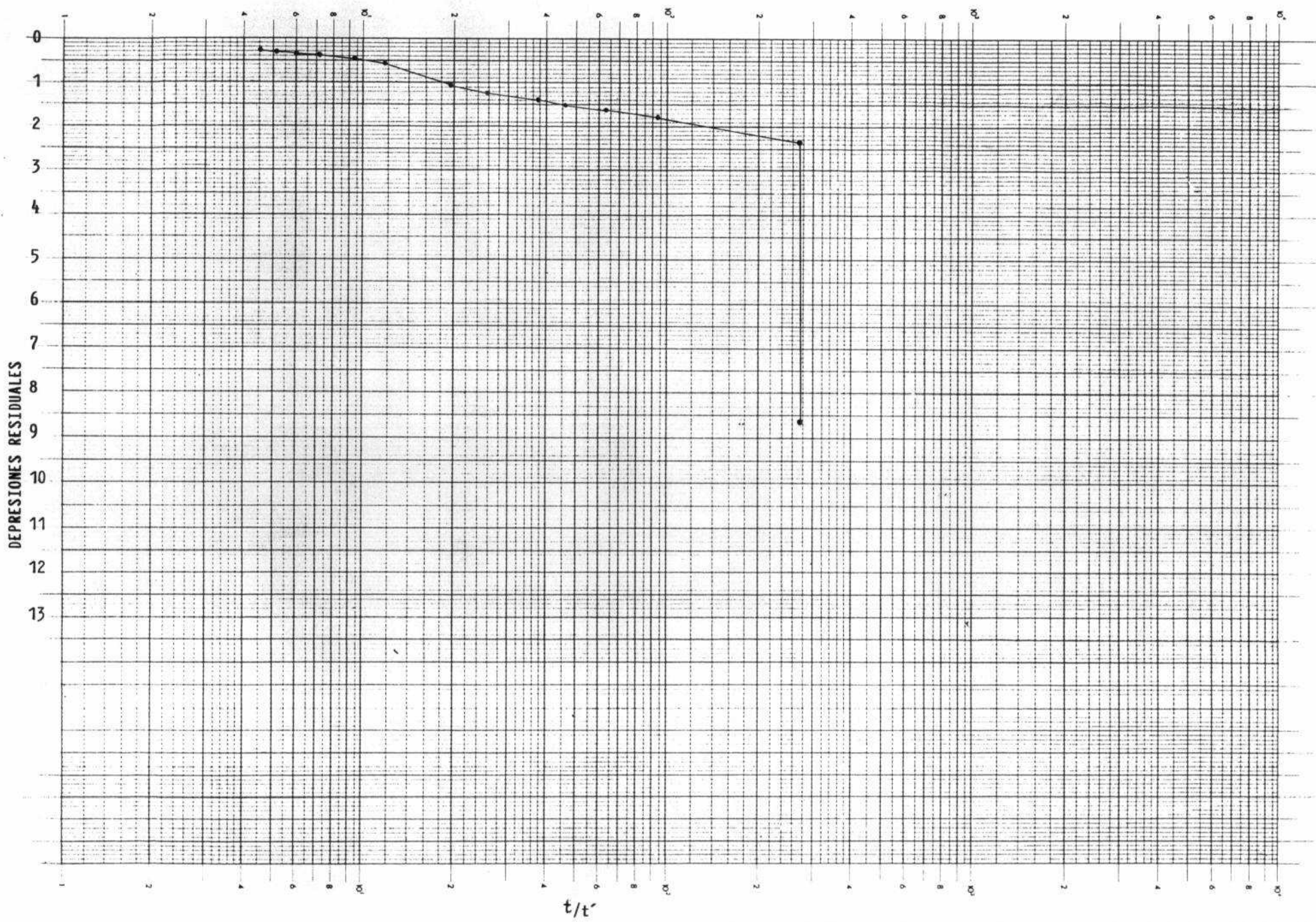
15/12

ANEJO II.- GRAFICOS DE EVOLUCION DE NIVELES

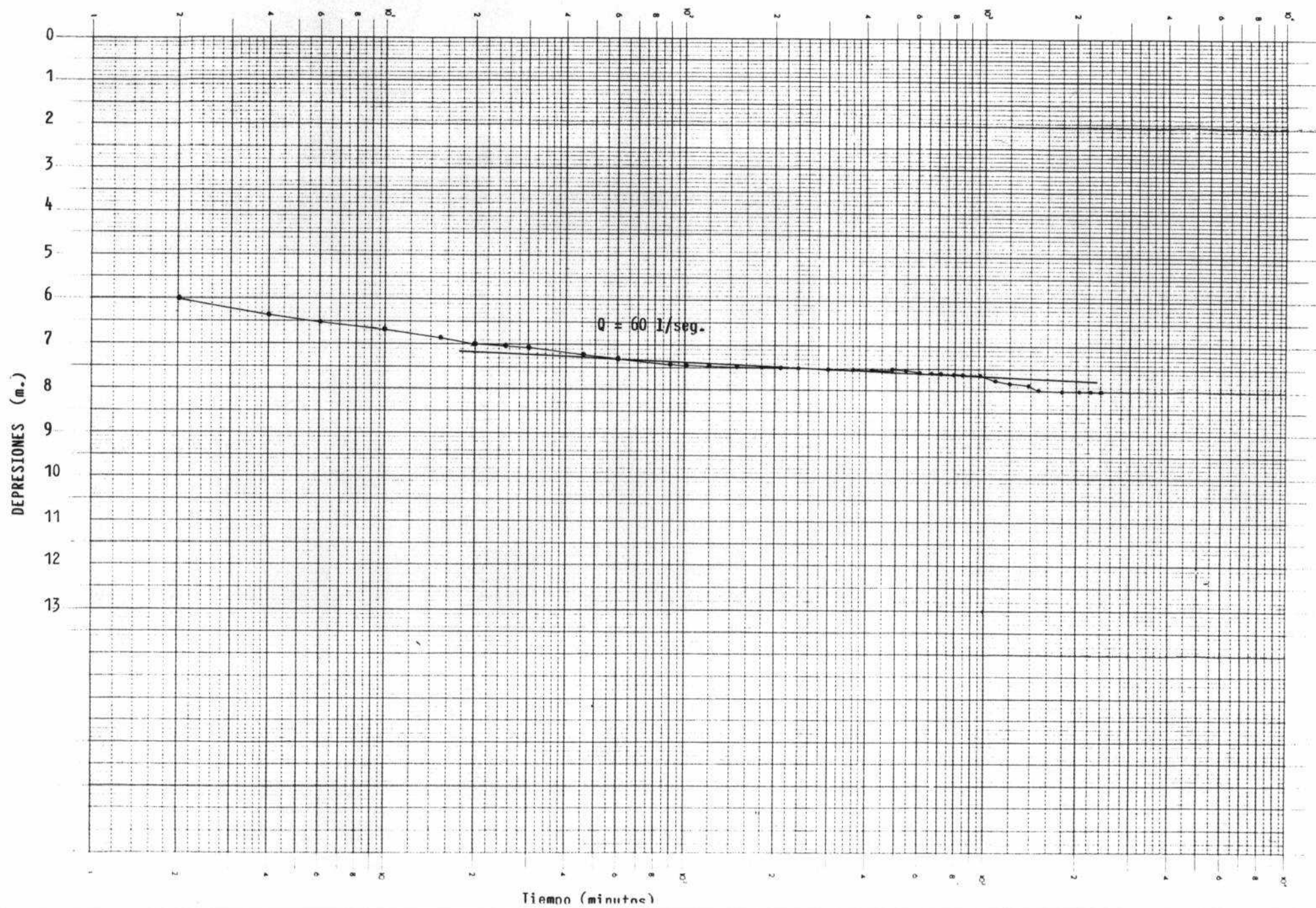
BOMBEO ESCALONADO. GRAFICO DE EVOLUCION DE NIVELES PIEZOMETRICOS



BOMBEO ESCALONADO. GRAFICO DE RECUPERACIONES

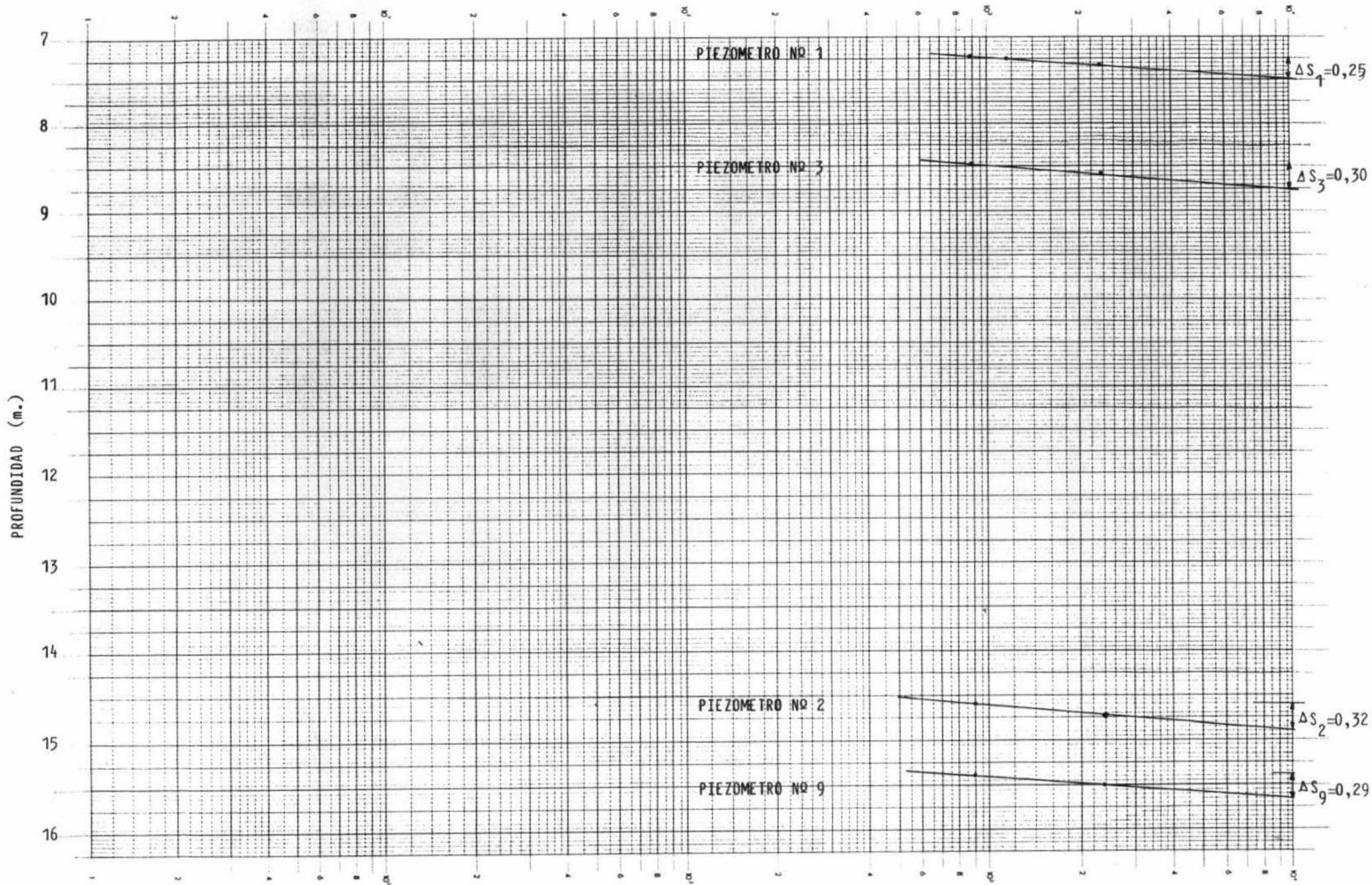


BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE (Gráfico de evolución de descensos)

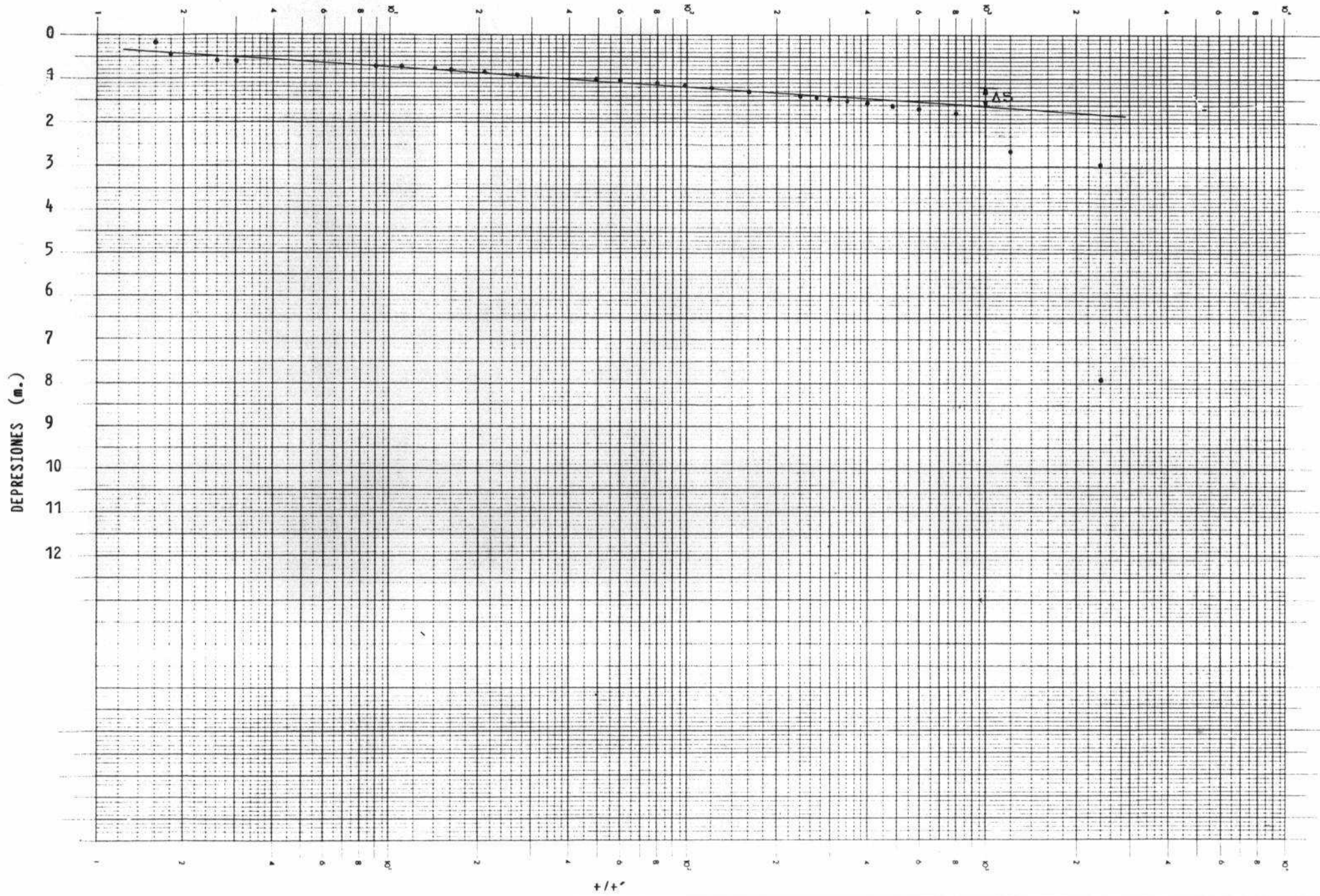


BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE (Descensos en Piezómetros)

(Tiempo)

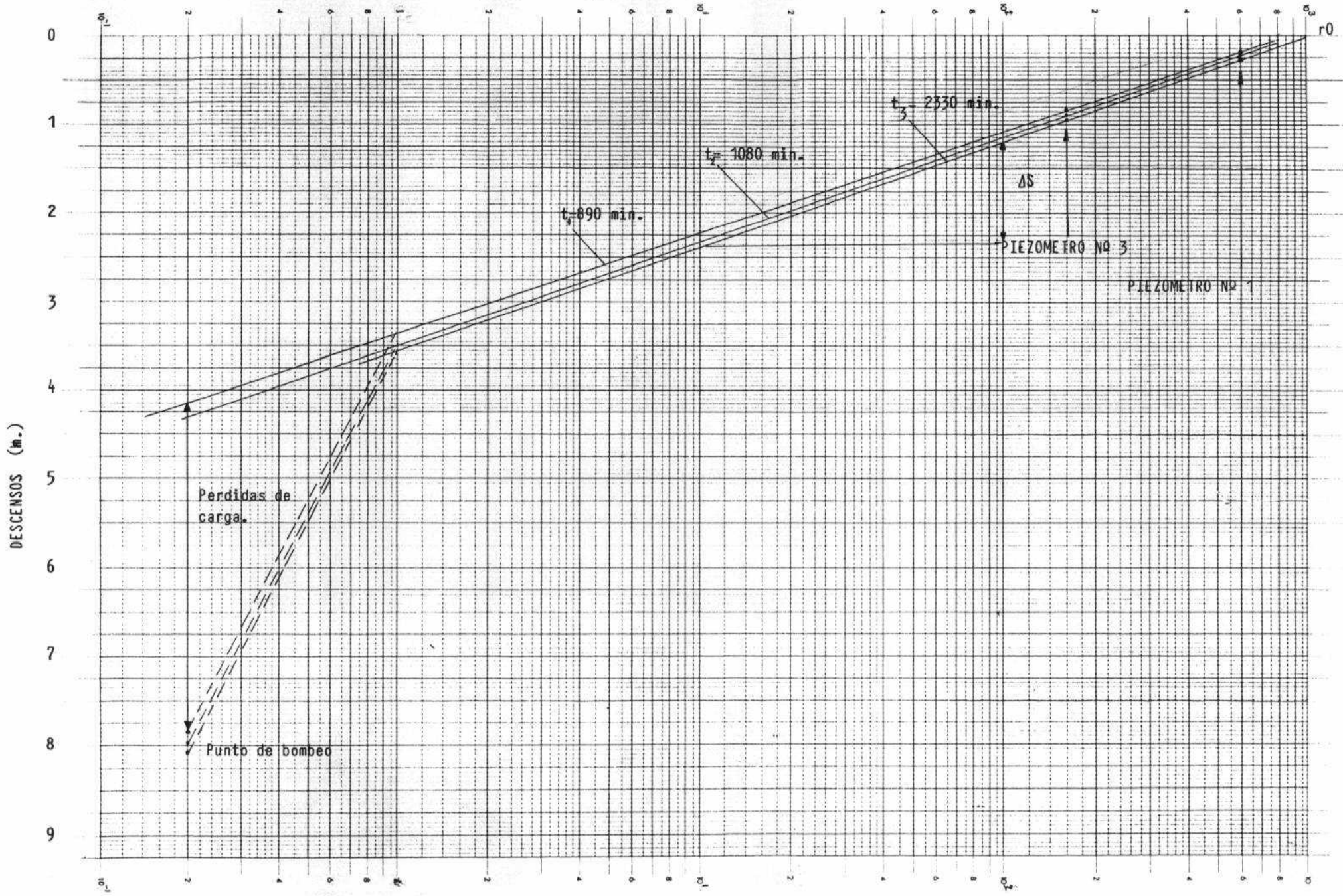


BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE (Gráfico de recuperaciones)



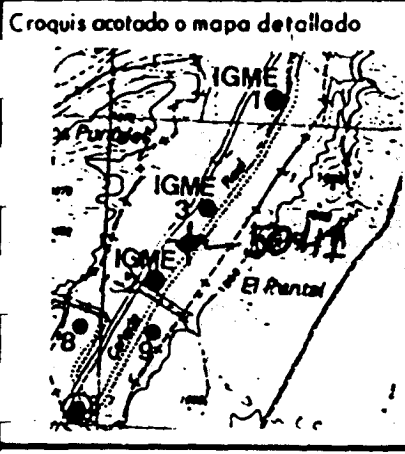
BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE (Relación, Depresión/distancia al punto de bombeo para diferentes tiempos)

(Distancia al punto de bombeo en metros.)



Nº de registro..... **214150041**
 Nº de puntos descritos..... **1**
 Hoja topografica 1/50.000 **Guadix**
 Numero..... **1011**

Coordenadas geograficas
 X Y
 Coordenadas Lambert
 X Y
651225 **492950**



Cuenca hidrografica..... **Guadquivir**
 Sistema acuífero..... **Vega de Guadix**
 Provincia..... **Granada**
 Termino municipal..... **Valle Zalabi**
 Toponimia..... **Berral**

Objeto..... **Captación de aguas**
 Cota..... **1036**
 Referencia topografica..... **Mapa 1/5000**
 Naturaleza..... **Sondeo**
 Profundidad de la obra..... **200**
 Nº de horizontes acuíferos atravesados..... **2**

Tipo de perforación..... **Rotación circulación inv.**
 Trabajos aconsejados por..... **IGME**
 Año de ejecución..... **88**
 Reprofundizado el año..... **—**

MOTOR
 Naturaleza..... **—**
 Tipo equipo de extracción..... **—**
 Potencia..... **—**

BOMBA
 Naturaleza..... **—**
 Capacidad..... **—**
 Marca y tipo..... **—**

Utilización del agua..... **Previsto riego**
 Cantidad extraída (Dm³)..... **—**
 Durante..... **—** días

¿Tiene perímetro de protección?..... **NO**
 Bibliografía del punto acuífero..... **Informe final + informe bombeo**
 Documentos intercalados..... **Bombas de ensayo y estratigrafía**
 Entidad que contrata y/o ejecuta la obra..... **IGME**
 Escala de representación..... **—**
 Redes a las que pertenece el punto..... **PCIGH**

Modificaciones efectuadas en los datos del punto acuífero..... **—**
 Año en que se efectuó la modificación..... **—**

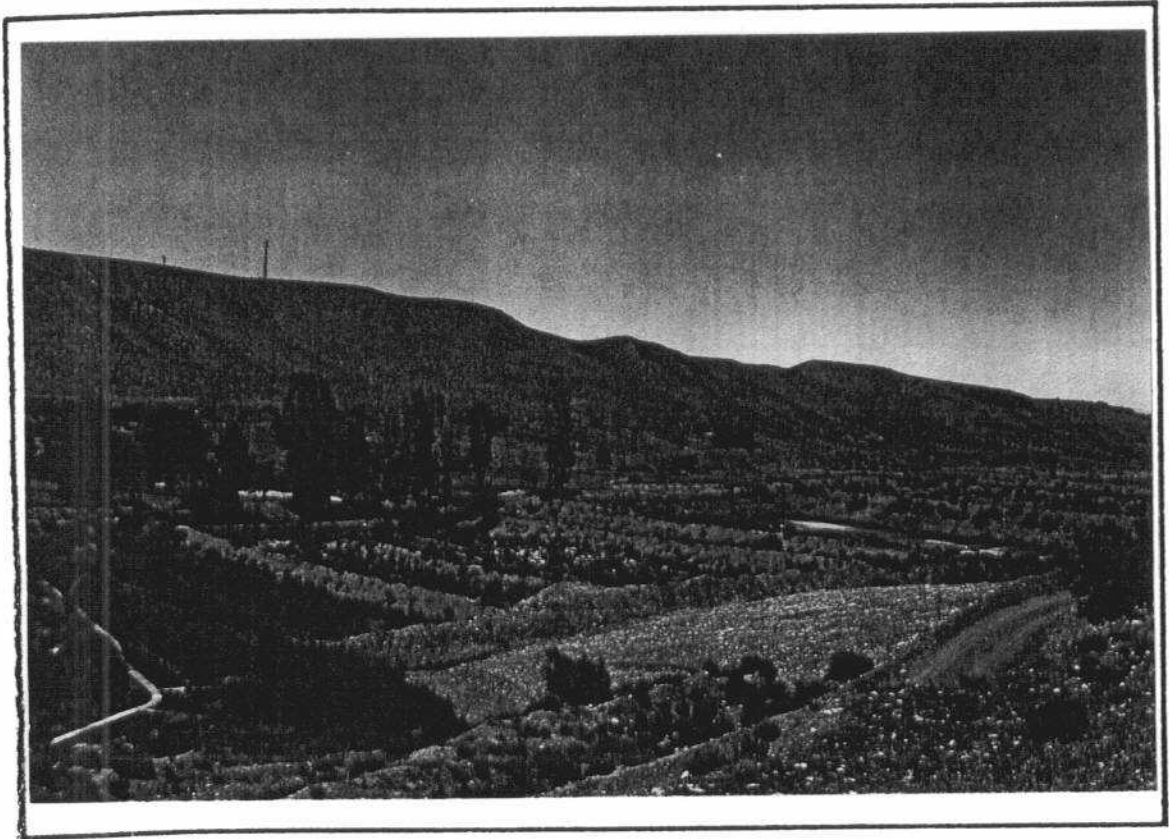
DESCRIPCION DE LOS ACUIFEROS ATRAVESADOS

Numero de orden..... **1**
 Edad Geologica..... **Cuaternario reciente**
 Litología..... **ALUVIO**
 Profundidad de techo..... **0**
 Profundidad de muro..... **17**
 Esta interconectado..... **Si**

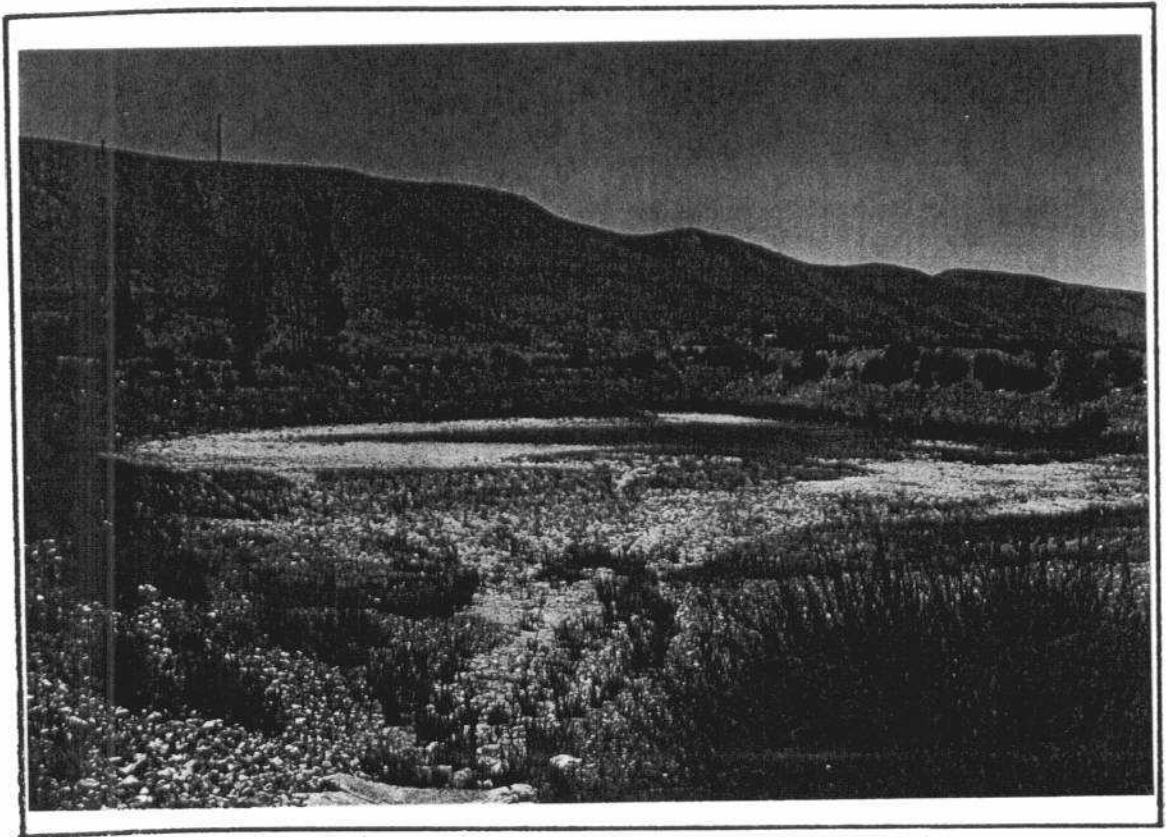
Numero de orden..... **2**
 Edad Geologica..... **Plioceno**
 Litología..... **COVGLC**
 Profundidad de techo..... **17**
 Profundidad de muro..... **200**
 Esta interconectado..... **Si**

Nombre y dirección del propietario..... **IGME.**
 Nombre y dirección del contratista..... **IRGEMISA. C/ Recogidas 63 5º Dcha. - Granada -**
Subcontratada a Sondes, San Gregorio - Zamora -

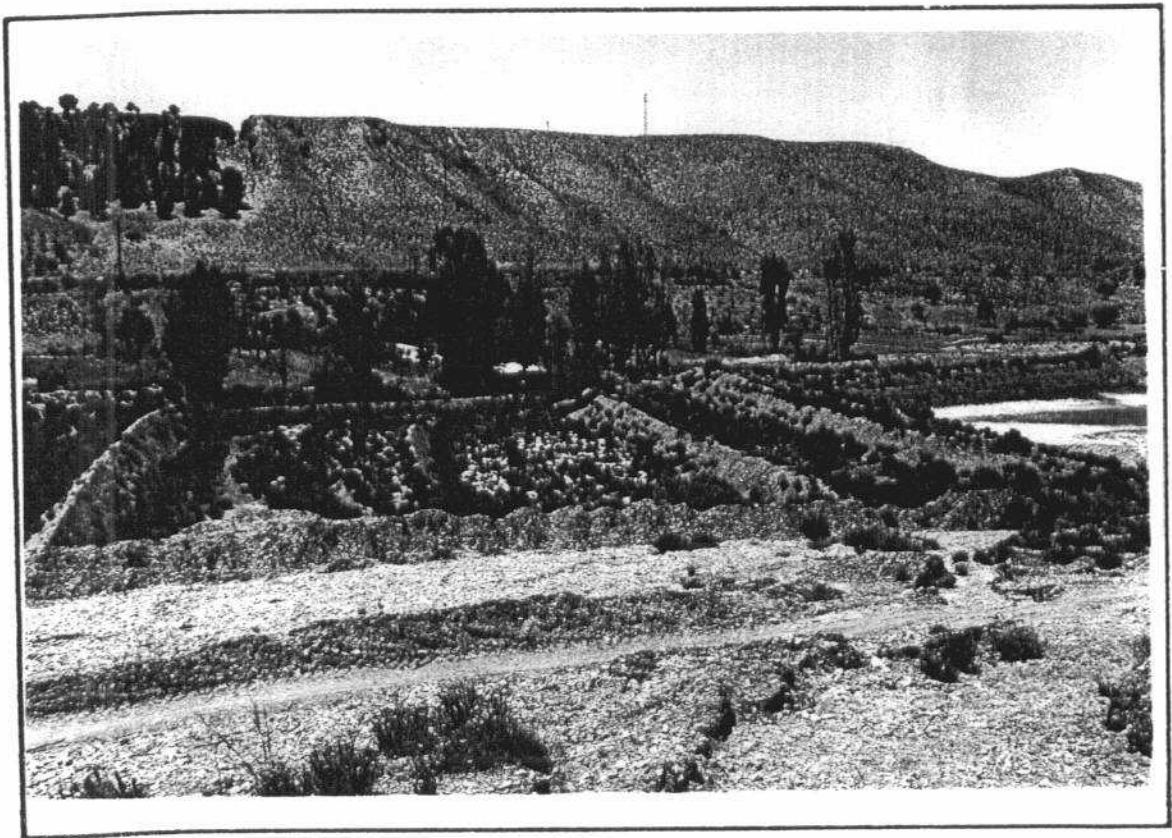
APENDICE.- ALBUN FOTOGRAFICO



F-1.- VISTA GENERAL DE LAS BALSAS



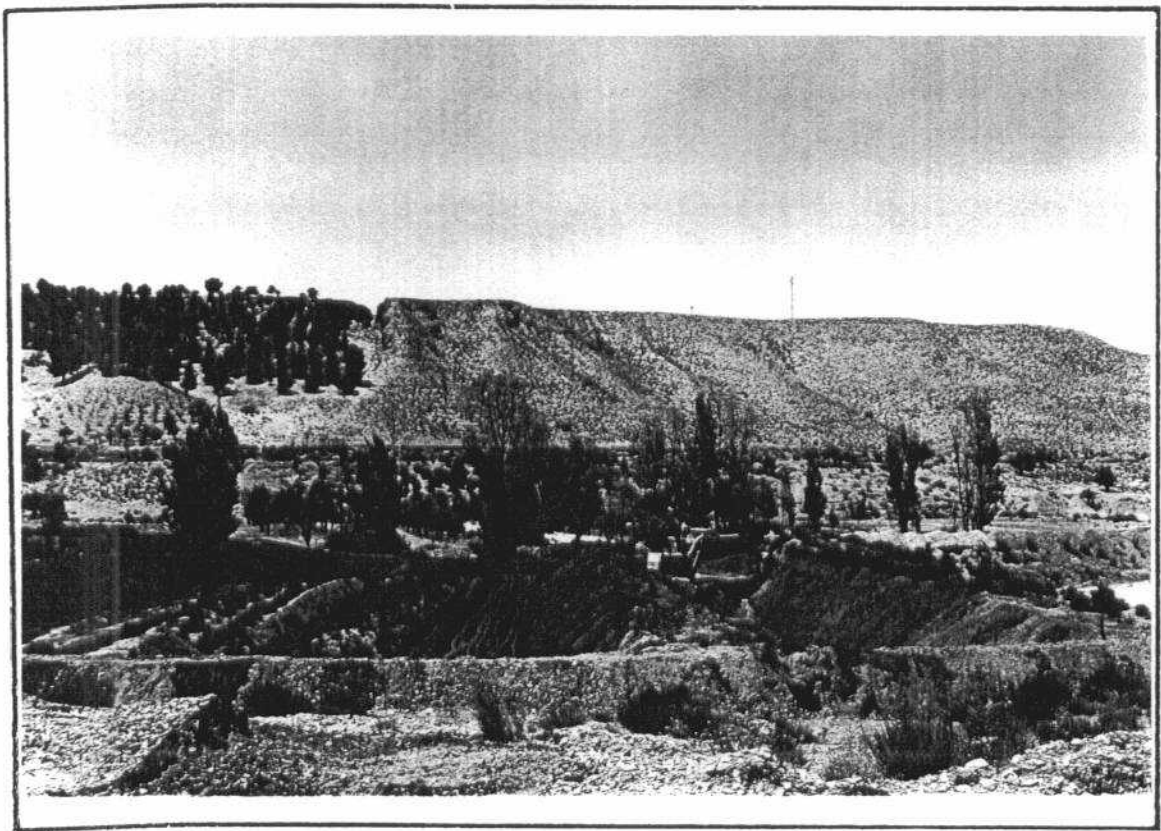
F-2.- RECUBRIMIENTO LIMO-ARCILLOSO QUE PRESENTABAN LAS BALSAS EN LA PRIMAVERA DE 1988



F-3.- ESTADO INICIAL DE LAS TRES BALSAS A ACONDICIONAR



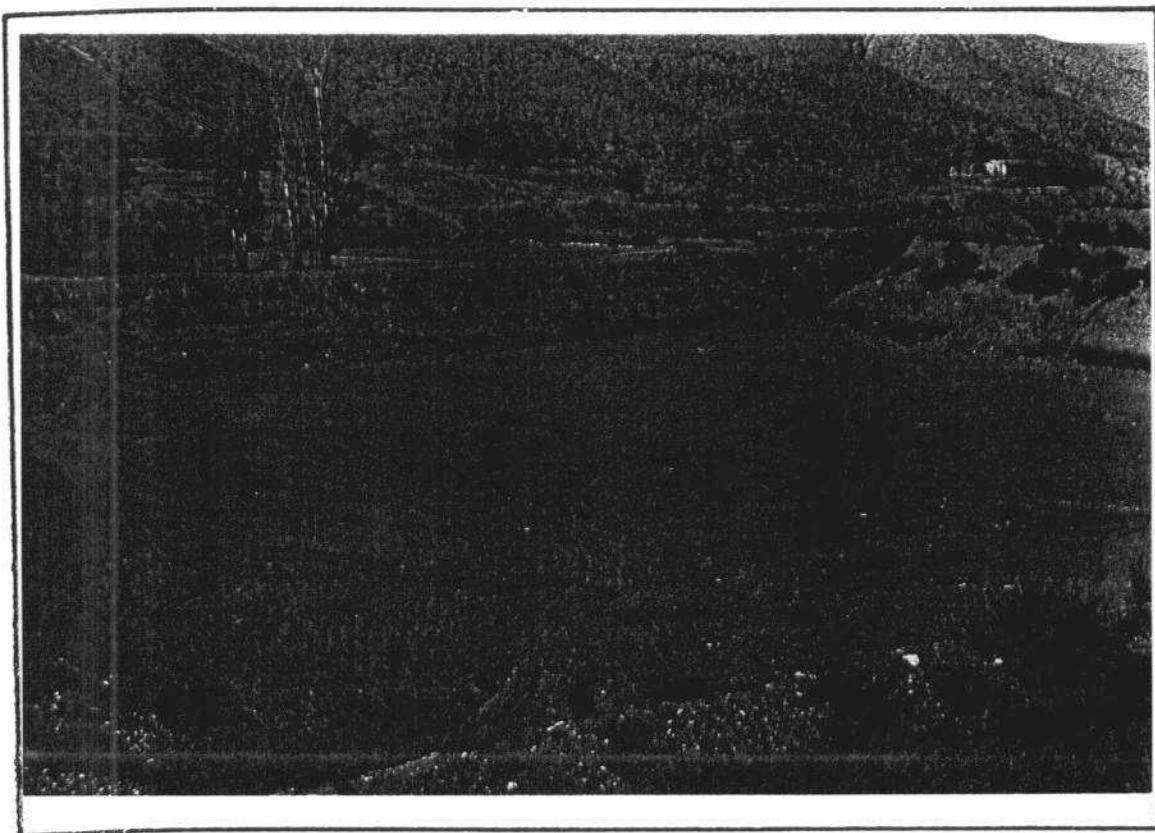
F-4.- ESTADO DEL CANAL DE ENTRADA A LOS DISPOSITIVOS DE INFILTRACION



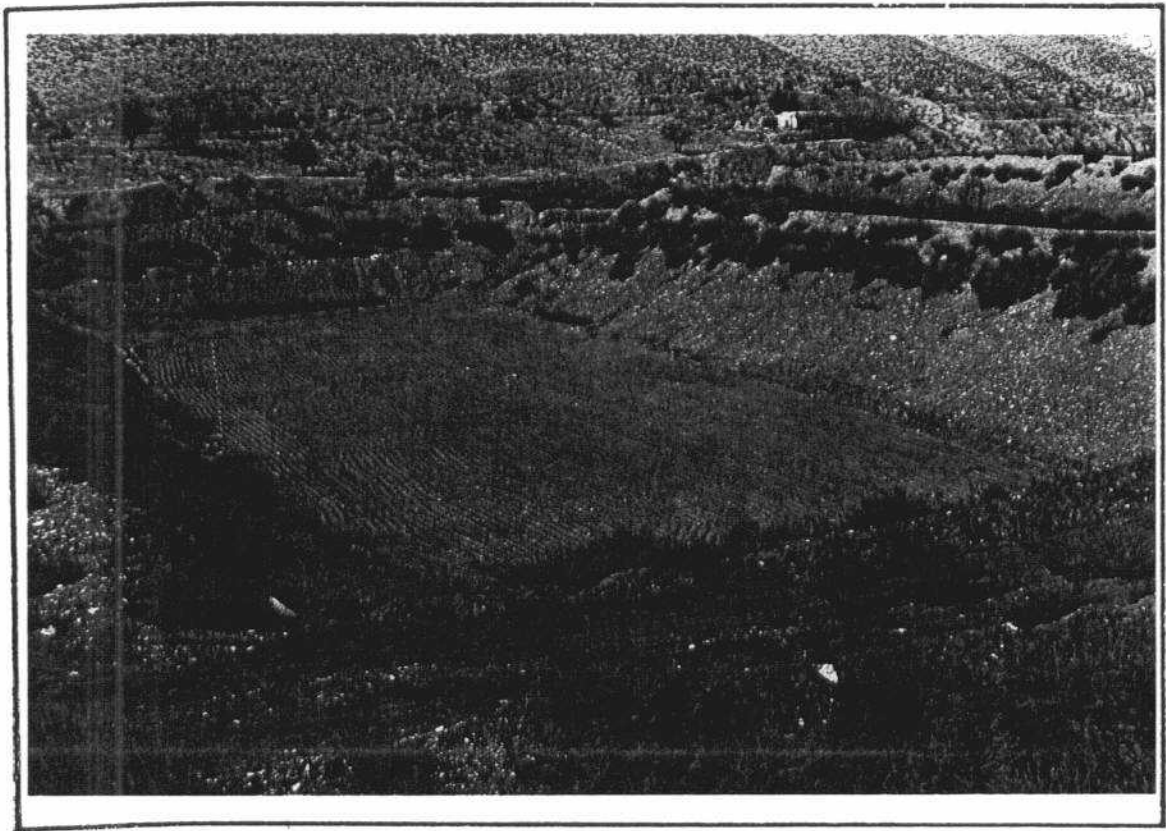
F-5.- COMIENZO DE LA CONSTRUCCION DE LAS TRES NUEVAS BALSAS



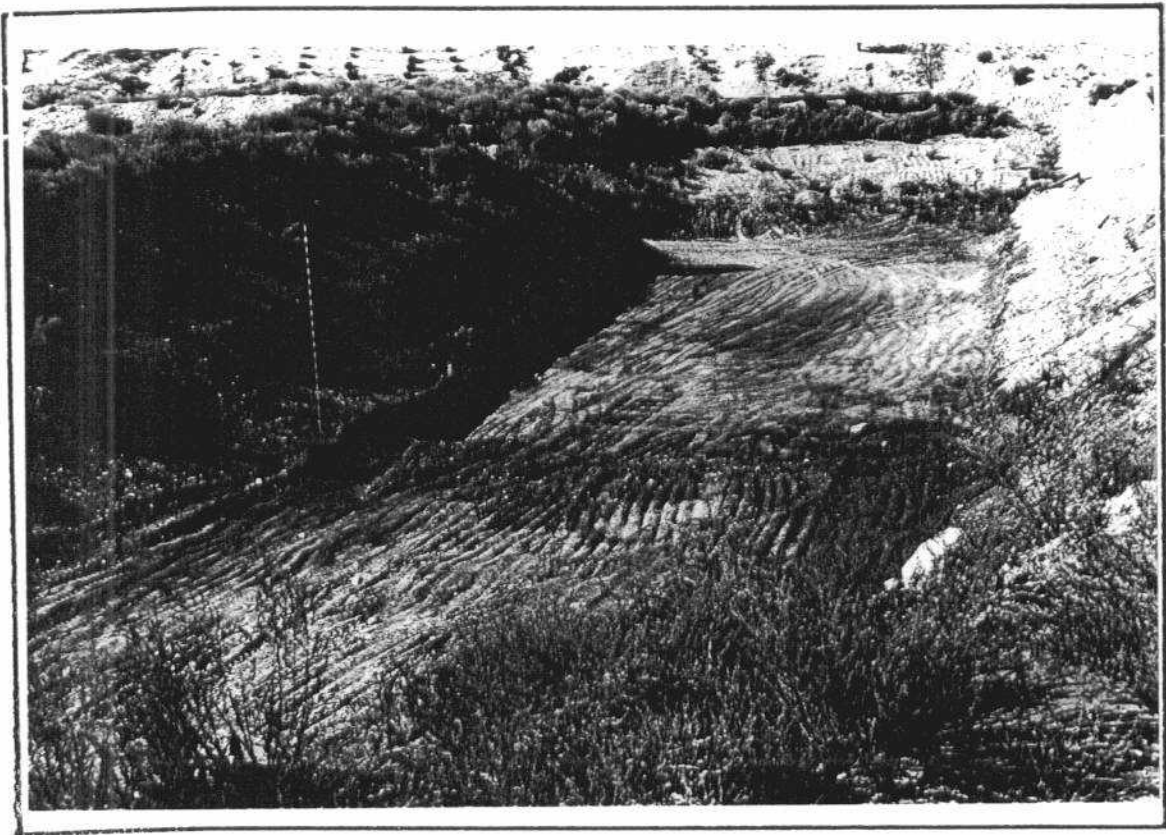
F-6.- COMIENZO DE LA CONSTRUCCION DE LAS TRES NUEVAS BALSAS



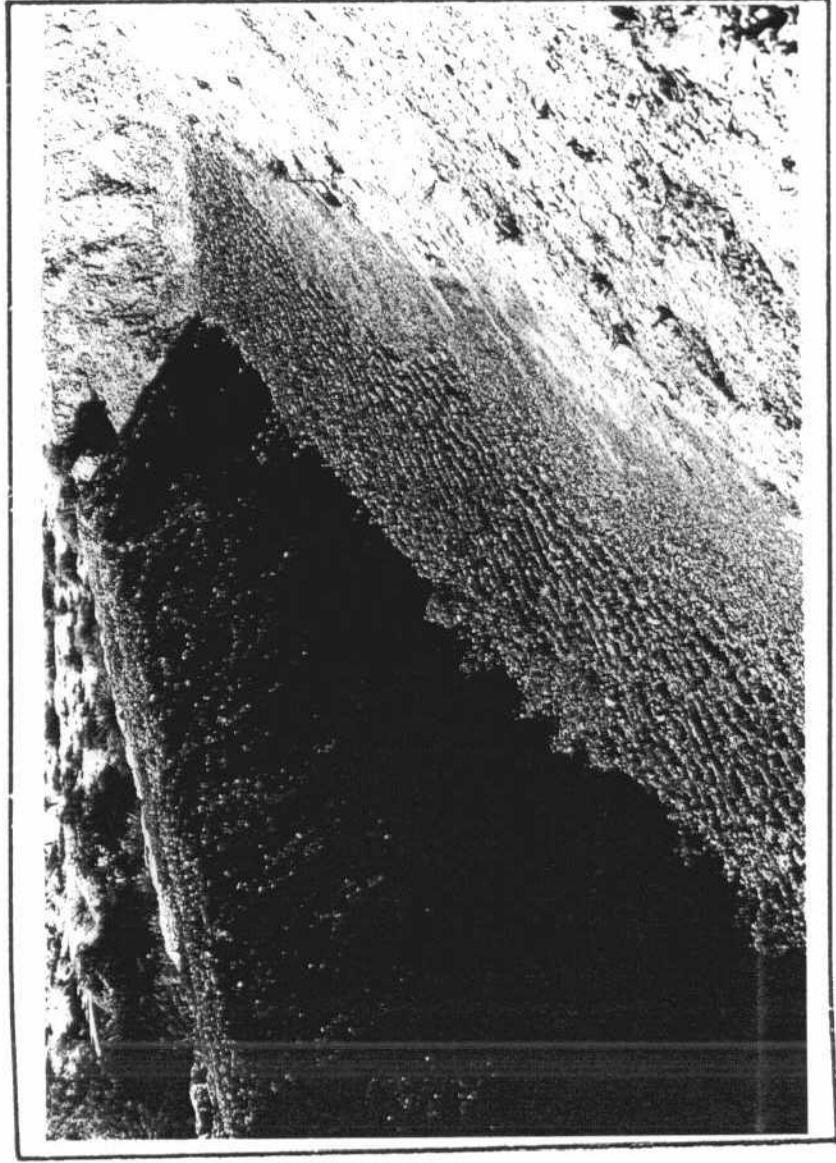
F-7.- ESTADO FINAL DE LAS BALSAS TRAS SU LIMPIEZA



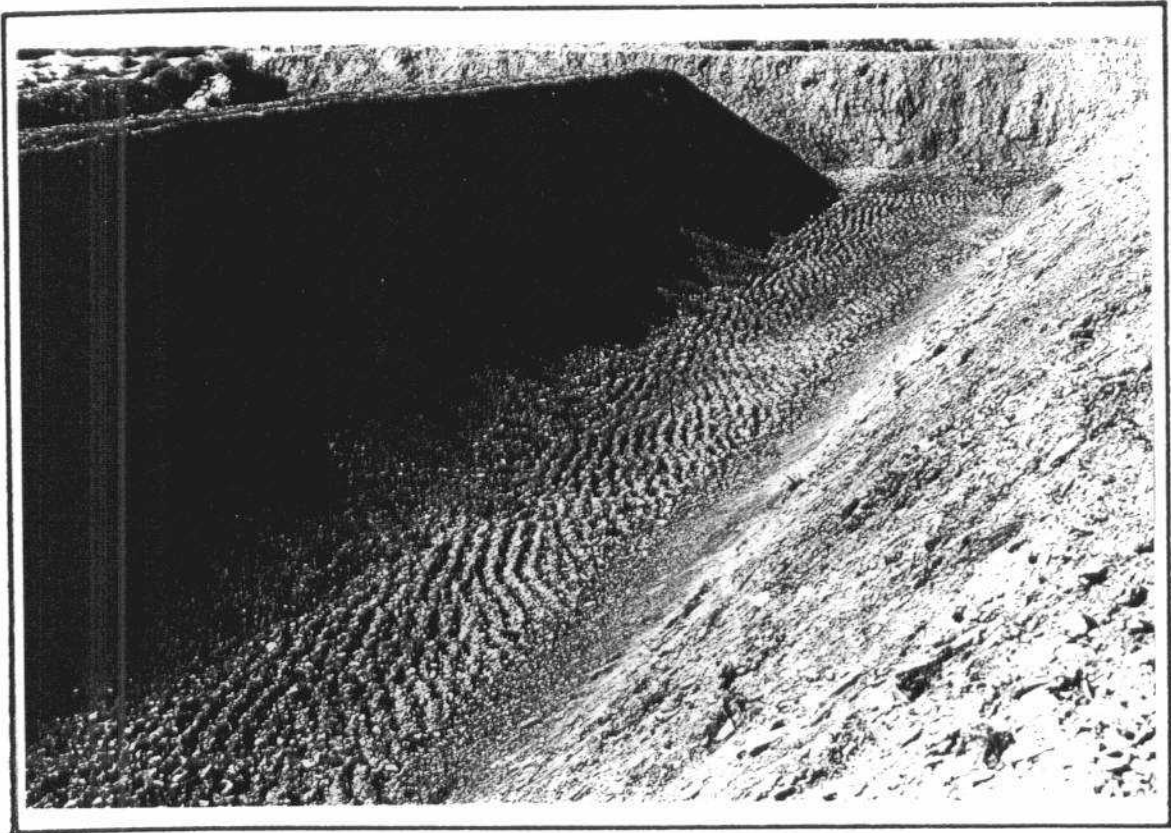
F-8.- ESTADO FINAL DE LAS BALSAS TRAS SU LIMPIEZA



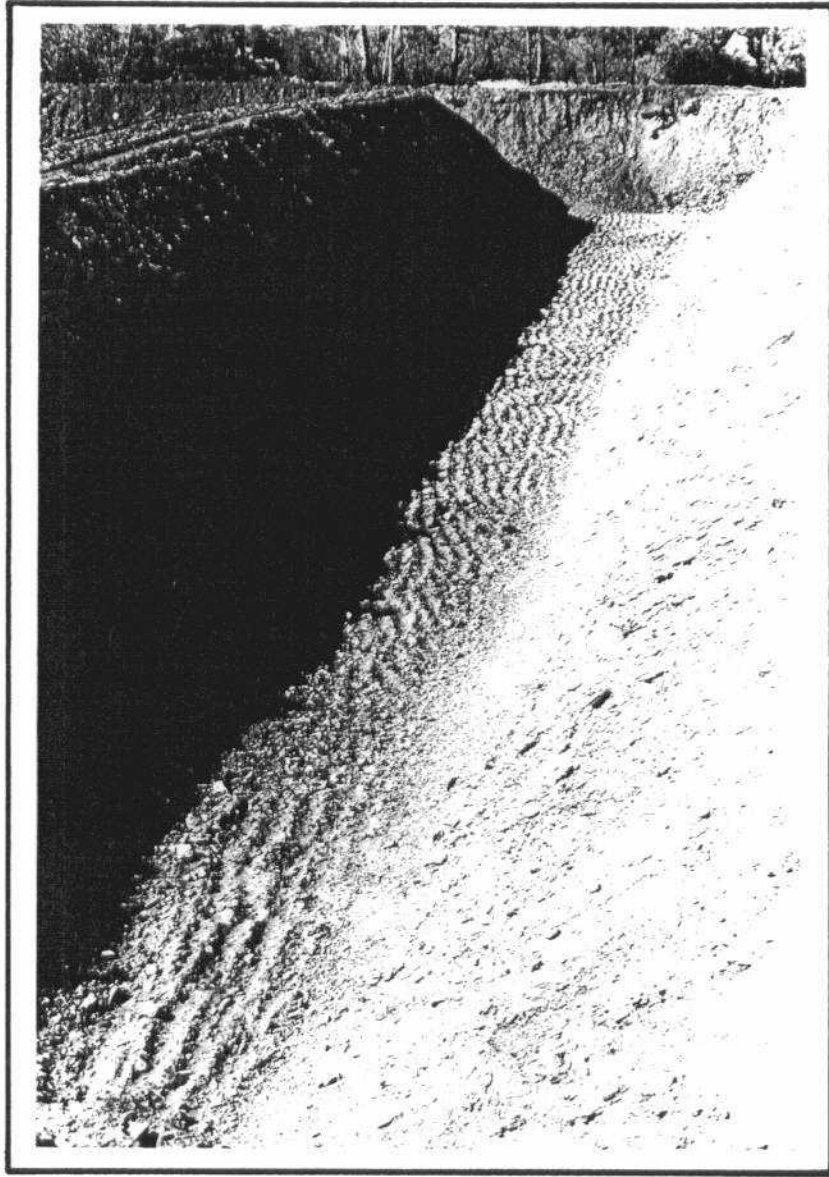
F-9.- ESTADO FINAL DE LAS BALSAS TRAS SU LIMPIEZA



F-10.- ESTADO FINAL DE LAS BALSAS DE NUEVA CONSTRUCCION



F-11.- ESTADO FINAL DE LAS BALSAS DE NUEVA CONSTRUCCION



F-12.- ESTADO FINAL DE LAS BALSAS DE NUEVA CONSTRUCCION