



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**INFORME SOBRE LOS ENSAYOS DE BOMBEO
REALIZADOS EN LOS SONDEOS nº 1 Y 2
DE VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN).**

EXPEDIENTE Nº

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

ORGANICA Nº PROGRAMA Nº CONCEPTO Nº

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|



INDICE

1.- ANTECEDENTES

2.- EQUIPO DE BOMBEO

3.- ENSAYO DE BOMBEO. SONDEO Nº 2

3.1.- Descripción de los bombeos

3.2.- Cálculo de los parámetros hidrogeológicos

3.3.- Valoración del caudal de explotación.

Consideraciones generales.

4.- ENSAYO DE BOMBEO. SONDEO Nº 1

4.1.- Descripción del bombeo

4.2.- Cálculo de los parámetros hidrogeológicos

4.3.- Valoración del caudal de explotación.

Consideraciones generales.

5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES

6.- ANEXOS

- Partes de bombeo

- Gráficos

- Análisis químicos

1.- ANTECEDENTES.

A través de la Oficina de Proyectos del Instituto Tecnológico GeoMinero de España, y después de la conversación telefónica mantenida con el Sr. Alcalde de Villanueva del Arzobispo, se acuerda la ejecución de dos bombeos de ensayo en los pozos perforados en el término municipal de la citada localidad, con el fin de cubrir el déficit de agua potable que en la actualidad tiene Villanueva mediante el alumbramiento de aguas subterráneas.

Para ello se desplazó un equipo móvil de bombeo del I.T.G.E., con el objeto de llevar a cabo las oportunas pruebas de bombeo que dieran respuesto no sólo a la evolución de los parámetros hidrológicos del acuífero sino también a la evaluación del caudal aconsejable de explotación y a las mejores condiciones en que ésta podría llevarse a efecto.

Conviene significar que en el pozo nº 2, durante la realización de las primeras pruebas, el grupo moto-bomba no pudo colocarse a mayor profundidad de 102 m. por no permitirlo el entubado del sondeo, y en el pozo nº 1 tan sólo se alcanzó el metro 40 en el descenso de la bomba, motivo por el cual no fué posible llevar a cabo ningún tipo de bombeo.

Posteriormente, se realizaron dos ensayos, el primero de ellos en un nuevo sondeo perforado en sustitución del pozo nº 1 y el segundo en el sondeo nº 2 después de su acondicionamiento, lo que permitió que se pudiera instalar la bomba a 112 m. de profundidad.

El presente informe recoge todas las pruebas realizadas en ambas captaciones y sintetiza las conclusiones obtenidas del análisis de las mismas.

2.- EQUIPO DE BOMBEO UTILIZADO.

El equipo móvil de bombeo utilizado en este trabajo estuvo compuesto por el material que se relaciona a continuación:

- Grupo electrógeno generador de corriente eléctrica General Motors de 175 K.V.A.
- Grupo electrosumergible de 100 C.V. de potencia.
- Tubería de impulsión de 4" de diámetro interior.
- Tubo de 1/2" adosado a la tubería de impulsión para dirigir hidronivel y asegurar la bondad de la toma de niveles.
- Sistema de tubería con diafragma de relación 6 - 4,5", para el control y aforo de los caudales bombeados.
- Hidronivel o sonda eléctrica para el registro periódico de niveles.
- Diverso material auxiliar complementario necesario para ejecución de este tipo de trabajos.

3.- ENSAYO DE BOMBEO EN EL SONDEO Nº 2
(VILLANUEVA DEL ARZOBISPO)

3.1.- DESCRIPCION DE LOS BOMBEO REALIZADOS.

El día 23-5-89 se mide el nivel del agua en reposo encontrándose a 57,07 m. de profundidad.

Seguidamente se realizan unos bombeos escalonados de tanteo para chequear el pozo y estimar el rendimiento del mismo con el objeto de elegir el caudal de bombeo en la prueba de larga duración. Los caudales extraídos durante estos bombeos previos variaran entre 15 y 35 l/s., con periodos alternativos de agua muy turbia con arrastres de materiales finos y agua casi limpia. La duración total de los escalones fué de 90 minutos.

El mismo día 23, después de 3 horas de recuperación el nivel era de 58,50 m., y en estas condiciones se bombeó el pozo, con caudal constante de 20 l/s, durante 2400 minutos de modo continuo.

El agua se puso clara a partir de los 30 minutos del comienzo, permaneciendo limpia durante el resto del ensayo.

Se tomaron medidas puntuales del nivel dinámico de modo que tuvieran una distribución homogénea en una representación logarítmica en la escala de los tiempos. También se tomaron dos muestras de agua para análisis químico a los 300 y 1400 minutos de bombeo respectivamente.

No se advirtieron durante el bombeo anomalías significativas en el comportamiento del sistema pozo-acuífero, por lo que se da por concluido el bombeo el 25-5-89 a las 7,10 h.

Una vez cesado el bombeo se toman medidas de nivel en recuperación durante los siguientes 180 minutos, efectuándose un último control a los 15.840 minutos de la parada.

En un análisis somero de los datos de este bombeo se observa, a través de su representación gráfica, un posible vaciado del acuífero al cortar la recta de recuperación al eje de descensos residuales por encima de los 7 m. Ante la constatación de este hecho, se decide efectuar un nuevo bombeo sobre el mismo pozo con el fin de descartar la posibilidad de que el descenso residual respondiera más a un falso nivel de partida que al mencionado efecto de vaciado.

El día 5-6-89, con el mismo caudal de bombeo (20 l/s), se realiza un segundo ensayo con una duración total de 1200 minutos, si bien no son representativos los datos tomados a partir de los 800 minutos, debido a que una avería en el grupo electrógeno obligó a realizar una parada de 15 minutos.

Finalizando el bombeo se controló la evolución de niveles dinámicos en recuperación durante 1355 minutos, ascendiendo el nivel en este tiempo al metro 69,30.

Una vez acondicionada la parte inferior de la captación, se realiza un tercer bombeo con el grupo moto-bomba instalado a 112 m. de profundidad con objeto de hacer un análisis más completo de la obra realizada.

La prueba se efectúa durante los días 30-31/10/89 estando el nivel estático situado en el metro 61,85.

El bombeo, con una duración de 1000 minutos, se ha llevado a cabo con un caudal constante de 25 l/s., siendo el nivel dinámico alcanzado de 86,90 m.

Transcurridos 240 minutos de parada, el nivel había ascendido al metro 68,46. El último registro se realizó de forma puntual al cumplirse el minuto 4740, quedando situado el nivel a 65,33 m., por lo que restan 3,48 m. para recuperar totalmente el nivel inicial.

3.2.- CALCULO DE LOS PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS.

Los ensayos se han realizado en régimen variable y a caudal constante y se interpretarán por el método de Jacob, para lo cual se han representado en gráficos semilogarítmicos las evoluciones de niveles de las distintas pruebas realizadas.

Jacob, utiliza la expresión:

$$T = 0,183 \frac{Q}{m}$$

para el cálculo de la transmisividad donde "Q" es el caudal de bombeo, que ha de ser constante, y "m" es la pendiente de las rectas ajustadas en los gráficos representados.

Se han realizado en esta captación tres ensayos de bombeo, por lo que se tendrán, lógicamente, tres pruebas en descensos y tres pruebas en recuperación.

GRAFICOS DE DESCENSOS

Prueba nº 1. Grafico nº 1

$$m = 6,2 \text{ mts.}$$

$$T = 183 \frac{Q}{m} = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{6,2} = 51 \text{ m}^2/\text{día}$$

Prueba nº 2. Grafico nº 3

$$m = 7,7 \text{ mts.}$$

$$T = 183 \frac{Q}{m} = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{7,7} = 41 \text{ m}^2/\text{día}$$

Prueba nº 3. Grafico nº 5

$$m = 7,6 \text{ mts.}$$

$$T = 183 \frac{Q}{m} = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{7,6} = 52 \text{ m}^2/\text{día}$$

GRAFICOS DE RECUPERACION

Prueba nº 1. Grafico nº 2

$$m = 8,3 \text{ mts.}$$

$$T = 183 \frac{Q}{m} = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{8,3} = 38 \text{ m}^2/\text{día}$$

Prueba nº 2. Grafico nº 4

$$m = 5,2 \text{ mts.}$$

$$T = 183 \frac{Q}{m} = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{5,2} = 60 \text{ m}^2/\text{día}$$

Prueba nº 3. Grafico nº 6

$$m = 5,5 \text{ mts.}$$

$$T = 183 \frac{Q}{m} = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{5,5} = 71 \text{ m}^2/\text{día}$$

Como puede apreciarse los valores obtenidos son muy similares en todos los gráficos y las pequeñas diferencias existentes se pueden deber exclusivamente a mínimas variaciones en el ajuste de las rectas.

La baja transmisividad calculada, teóricamente define un acuífero con un rendimiento pequeño, lo que supone que para mínimos caudales de bombeo se precisen depresiones más bien elevadas.

Teniendo en cuenta que la última prueba fué realizada después del acondicionamiento de la captación, se tomará como valor de la transmisividad el obtenido en la fase de recuperación de la mencionada prueba, es decir $70 \text{ m}^2/\text{día}$.

Se ha de destacar como nota predominante que se han registrado descensos residuales en las recuperaciones de los tres bombeos realizados, lo que parece indicar que se está produciendo el vaciado del acuífero, aunque en los gráficos de descensos no se observe claramente tal circunstancia.

COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO

El coeficiente de almacenamiento no se ha podido calcular al no disponer de ningún piezómetro auxiliar, por lo que su valor se deberá estimar.

Atendiendo al tipo de acuífero captado puede considerarse como valor adecuado $S = 10^{-3}$

En resumen, los parámetros hidrogeológicos a utilizar en los distintos cálculos serán

$$T = 70 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$S = 10^{-3}$$

3.3.- VALORACION DEL CAUDAL DE EXPLOTACION. CONSIDERACIONES GENERALES.

Se observa en las distintas pruebas realizadas en el sondeo nº 2 un continuo descenso del nivel piezométrico en función del agua extraída, lo que indica, en principio, que se está ante un proceso de vaciado del acuífero.

Esta circunstancia limitará de forma considerable el caudal de explotación de la captación.

Antes de iniciar ninguna valoración, se calculará el descenso teórico que se hubiera producido en el pozo de bombeo a fin de contrastar la fiabilidad de los parámetros hidrogeológicos obtenidos.

Se utiliza el primer bombeo que es el de mayor duración.

$$d_t = 0,183 \frac{Q}{T} \lg. \frac{2,25 Tt}{r^2 S}$$

$$d_t = 0,183 \frac{20 \times 86,4}{70} \lg. \frac{2,25 \times 70 \times 2400}{0,3^2 \times 10^{-3} \times 1440} = 29,2 \text{ m}$$

$$d_{\text{real}} = 92,75 - 58,50 = 34 \text{ m.}$$

Se desprende de este cálculo que los parámetros deducidos se ajustan de modo casi perfecto al comportamiento físico del acuífero.

- Area del embalse subterráneo.

Mediante la relación:

$$Q \cdot t = A \cdot dv \cdot S$$

donde

Q = Caudal constante de bombeo

t = Tiempo de bombeo

A = Area del embalse subterráneo

dv = Descenso por vaciado

S = Coeficiente de almacenamiento

El área de embalse será:

$$A = \frac{Q \cdot t}{dv \cdot S}$$

El descenso por vaciado ó descenso residual se deduce del gráfico de recuperación y viene dado por la diferencia entre el nivel inicial y el nivel al que corta la recta de ajuste al eje de descensos. Haciendo el cálculo para los tres bombeos, se tiene:

Bombeo nº 1

$$A = \frac{20 \times 86,4 \times 2400}{5,70 \times 10^{-3} \times 1440 \times 10^6} = 0,50 \text{ Km}^2$$

$$2.980 \text{ m}^3 \text{-----} 3,20 \text{ m.}$$

$$17.280 \text{ m}^3 \text{-----} x$$

$$x = 19,2 \text{ m.}$$

$$\text{Descenso total} = 19,2 + 3,72 = 22,92 \text{ m.}$$

A efectos prácticos se pueden considerar 23 m.

En el caso real que nos ocupa, para un descenso máximo recomendado de 40 m., el cálculo del caudal de explotación sería:

$$Q = \frac{40 \times 2}{23} = 3,4 \text{ l/s.}$$

Con un cierto margen de seguridad, se puede valorar el caudal de explotación para un bombeo continuo durante un período de estiaje (100 días) en:

$$Q = 3 \text{ l/s.}$$

2a. Hipótesis. Bombeo cíclico con 8 horas diarias de extracción y 16 horas de parada.

Con un supuesto de $5 \text{ l/s} = 18 \text{ m}^3/\text{h} = 14.400 \text{ m}^3/100 \text{ días}$, los descensos a considerar en esta hipótesis son tres:

- a) Descensos residuales debidos a los ciclos
- b) Descensos dinámicos
- c) Descenso por vaciado

a) Descensos residuales acumulados al cabo de 100 ciclos.

Utilizando los abacos de Da Costa, se tiene:

$$\text{para } f = \frac{g}{24} = 0,33$$

$$\frac{4\pi T}{2,3Q} \text{ dr} = 0,75$$

$$\text{dr} = 0,84 \text{ m.}$$

b) Descensos dinámicos propios del bombeo.

$$d = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25 T t}{r^2 s}$$

$$d = 0,183 \frac{5 \times 86,4}{70} \lg \frac{2,25 \times 70 \times 8}{0,3^2 \times 10^{-3} \times 24} = 6,50 \text{ m.}$$

c) Descenso por vaciado

Por comparación con el obtenido durante el ensayo

$$\begin{array}{r} 2.880 \text{ m}^3 \text{ ----- } 3,20 \text{ m.} \\ 14.400 \text{ m}^3 \text{ ----- } x \end{array}$$

$$x = 16 \text{ m.}$$

El descenso total será:

$$D = 0,84 + 6,50 + 16,00 = 23,34 \text{ m.}$$

Admitiendo una depresión de 40 m., se obtendrá un caudal de explotación mediante el bombeo cíclico de:

$$Q = \frac{40 \times 5}{23,34} = 8,50 \text{ l/s.}$$

$$Q = 8 \text{ l/s.}$$

4.- ENSAYO DE BOMBEO EN EL SONDEO Nº 1
(VILLANUEVA DEL ARZOBISPO)

4.1.- DESCRIPCION DEL BOMBEO REALIZADO.

Las pruebas en el sondeo n^o 1 comienzan el día 17-10-89 con el nivel estático situado a 56,10 m.

Se realiza en primer lugar un bombeo escalonado con distintos caudales a fin de desarrollar la captación y tantear su rendimiento.

El bombeo se ha iniciado con un caudal de 10 l/s. incrementándose en el minuto 20 a 20 l/s. y en el minuto 40 a 28 l/s. Con este último caudal se ha estado bombeando hasta el minuto 240 habiendo descendido el nivel en este tiempo al metro 56,98.

El agua ha salido límpia desde el principio del bombeo no habiéndose apreciado en el transcurso del mismo ningún tipo de arrastres que pudieran indicar un proceso de desarrollo del entorno de la captación.

Dada por terminada esta fase de limpieza se han tomado medidas de la recuperación durante 150 minutos situándose finalmente el nivel a 56,43 m.

A continuación se lleva a cabo el ensayo de larga duración con un caudal invariable de 28 l/s.

El nivel dinámico alcanzado al cabo de los 2820 minutos que se mantuvo el bombeo fué de 59,47 m.

Finalmente, una vez parado el bombeo, se ha controlado la recuperación durante 1200 minutos, siendo la última medida registrada de 58,64 m.

En el transcurso del bombeo se han recogido dos muestras de agua para su análisis químico, adjuntándose los resultados obtenidos en el apartado de anexos.

4.2.- CALCULO DE LOS PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS DEL ACUIFERO.

La metodología para el cálculo de la transmisividad será la utilizada en el sondeo anterior, es decir el método de Jacob.

Hay que destacar que el comportamiento observado en esta captación, indica de forma mucho más clara que durante el bombeo se está produciendo el vaciado del acuífero captado.

En el gráfico de descensos, la evolución del nivel describe perfectamente una curva de agotamiento, siendo inviable el cálculo de la transmisividad en esta representación.

Por lo tanto se analizará el gráfico de recuperación para obtener el valor de la transmisividad.

Según Jacob $T = 0,183 \frac{Q}{m}$; para $m = 0,39$ mts.

$$T = 0,183 \frac{28 \times 86,4}{0,39} = 1.135 \text{ m}^2/\text{día}$$

La transmisividad obtenida en este sondeo es muy superior a la calculada para el pozo nº 2. No obstante, esta valoración debe aceptarse como válida, ya que así lo demuestra el rendimiento de la captación.

El hecho de que el acuífero se encuentre fracturado, formando bloques diferentes, donde se han producido múltiples alteraciones, puede ser el motivo de las distintas transmisividades encontradas.

El valor del coeficiente de almacenamiento, se mantendrá el mismo.

Por lo tanto, los parámetros hidrogeológicos a utilizar en el sondeo nº 1 serán:

$$T = 1.135 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$S = 10^{-3}$$

4.3.- VALORACION DEL CAUDAL DE EXPLOTACION. CONSIDERACIONES GENERALES.

Al igual que en el ensayo anterior, se tanteará la fiabilidad de la transmisividad y del coeficiente de almacenamiento deducidos para el acuífero donde se encuentra ubicada la captación nº 1.

$$d_t = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25 T t}{r^2 S}$$

$$d_t = 0,183 \frac{28 \times 86,4}{1.135} \lg \frac{2,25 \times 1.135 \times 2.920}{0,3^2 \times 10^{-3} \times 1.440} = 3,02 \text{ m.}$$

$$d = 59,47 - 56,43 = 3,04 \text{ m.}$$

La exactitud de ambos valores viene dada por la alta transmisividad del acuífero.

Así pues, se dan por válidos los valores definidos y serán los que se utilicen en los distintos cálculos a realizar.

- AREA DEL EMBALSE SUBTERRANEO.

Utilizando la misma formulación, se tiene:

$$A = \frac{Q \cdot t}{d_r \cdot S}$$

$$A = \frac{28 \times 86,4 \times 2.920}{2,01 \times 10^{-3} \times 1.440 \times 10^6} = 2,35 \text{ Km}^2$$

Teniendo en cuenta que el nivel se encuentra sobre el metro 58 y la profundidad total de la perforación es de 87 m., la depresión máxima aconsejable, para el cálculo del caudal de explotación sería aproximadamente de 15 m.

- CALCULO DE CAUDALES.

1a. Hipótesis. Bombeo continuo a caudal constante.

Si se considera $Q = 2$ l/s, durante un periodo de 100 días el descenso teórico será:

$$d = 0,183 \frac{2 \times 86,4}{1.135} \lg \frac{2,25 \times 1.135 \times 100}{0,3^2 \times 10^{-3}} = 0,26 \text{ m.}$$

El descenso por vaciado:

$$\begin{array}{r} 4.737,6 \text{ m}^3 \text{ ----- } 2,01 \text{ m.} \\ 17.280 \text{ m}^3 \text{ ----- } x \end{array}$$

$$x = 7,33 \text{ m.}$$

$$\text{Descenso total} = 7,33 + 0,26 = 7,59$$

Por consiguiente para 15 m. de depresión el caudal de explotación sería:

$$Q = \frac{15 \times 2}{7,59} = 3,95 \text{ l/s} \approx 4 \text{ l/s}$$

$$Q = 4 \text{ l/s}$$

2a. Hipótesis. Bombeo cíclico, con 8 horas diarias de funcionamiento y 16 horas de parada.

Siguiendo el mismo procedimiento que para el sondeo nº 2, se tiene:

a) para $f = 0,33$

$$d_r = 0,75 \frac{23Q}{4\pi T} = \frac{0,75 \cdot 2,3 \times 5 \times 86,4}{4\pi \cdot 1135} = 0,05 \text{ m.}$$

descenso residual debido a los ciclos.

b) Descenso teórico del propio bombeo

$$d = 0,183 \frac{Q}{T} \lg \frac{2,25 T t}{r^2 s}$$

$$d = 0,48 \text{ m.}$$

c) Descenso por vaciado

$$\frac{4.737,6 \text{ m}^3}{14.400 \text{ m}^3} \text{ ----- } \frac{2,01 \text{ m.}}{x}$$

$$d_v = 6,10 \text{ m.}$$

Por consiguiente:

$$d_{\text{total}} = 0,05 + 0,48 + 6,10 = 6,63 \text{ m.}$$

$$Q = \frac{15 \times 5}{6,63} = 11,3 \text{ l/s}$$

$$Q = 11 \text{ l/s.}$$

5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES.

Del análisis y valoraciones realizadas en los presentes ensayos de bombeo, se deducen las siguientes conclusiones:

- 1º) Ambos sondeos, según lo indican los cortes de las respectivas perforaciones, están ubicados en la misma unidad acuífera, formada por dolomías del Jurásico.

La particularidad de que dicha formación se encuentre muy compartimentada formando bloques más o menos independientes, da origen a una estructura de distintos acuíferos de extensiones más bien limitadas, lo que incide negativamente en el rendimiento de las captaciones, que acusan una progresiva pérdida del espesor saturado por efecto de los bombeos.

- 2º) Las transmisividades obtenidas en ambos sondeos han resultado muy dispares entre sí, lo que parece confirmar la configuración del acuífero en bloques desconectados, donde, por diferentes alteraciones dan lugar a las distintas transmisividades.

Así los valores resultantes, han sido:

- Sondeo nº 2

T = 70 m²/día

- Sondeo nº 1

$$T = 1135 \text{ m}^2/\text{día}$$

- 39) El coeficiente de almacenamiento (S) no ha podido ser calculado matemáticamente, al no disponerse de ningún piezómetro auxiliar, por lo que su valor se ha estimado.

El valor utilizado, acorde con el comportamiento del acuífero y común para el análisis de los dos sondeos ha sido de:

$$s = 10^{-3}$$

- 40) Los caudales de explotación se han determinado para un tiempo de 100 días, que es el período medio de estiaje, realizándose dos tipos de valoraciones, la primera en bombeo continuo y la segunda considerando un bombeo diario de 8 horas.

Los resultados son los siguientes:

- Sondeo nº 2

. En bombeo continuo Q = 3 l/s

. En bombeo cíclico, con 8 h. de funcionamiento y 16 h. de parada ... Q = 8 l/s

La aspiración de la bomba para la obtención de estos caudales se deberá instalar a 110 m. de profundidad.

- Sondeo nº 1

. En bombeo continuo Q = 4 l/s

. En bombeo cíclico, con 8 h. de funcionamiento y 16 h. de parada ... Q = 11 l/s

La aspiración de la bomba se deberá instalar a 80 m. de profundidad.

5º) Se aconseja llevar un control periódico de la evolución de los niveles piezométricos en ambas captaciones pudiéndose ajustar de forma más precisa las condiciones de bombeo a los rendimientos que se vayan obteniendo para mayores periodos de explotación, para lo cual se deberán instalar tubos porta-sondas de 3/4" de diámetro que permitan medir el nivel del agua en las dos captaciones.

Asímismo, se deberá llevar un control del volumen de agua extraído.

6º) Debido a la extraordinaria complejidad de este tipo de acuíferos, cabe considerar, que los resultados obtenidos, extraídos de un ensayo de bombeo que es una prueba puntual donde las condiciones de contorno y las circunstancias que concurren durante su desarrollo influyen de forma directa en la valoración realizada, podrían verse modificados de producirse alteraciones importantes en estas condiciones de contorno.

72) Se adjuntan los análisis químicos de las muestras de agua
recogidas durante el transcurso de los bombeos en ambos
sondeos.

Madrid, Enero 1.990

EL AUTOR DEL INFORME,

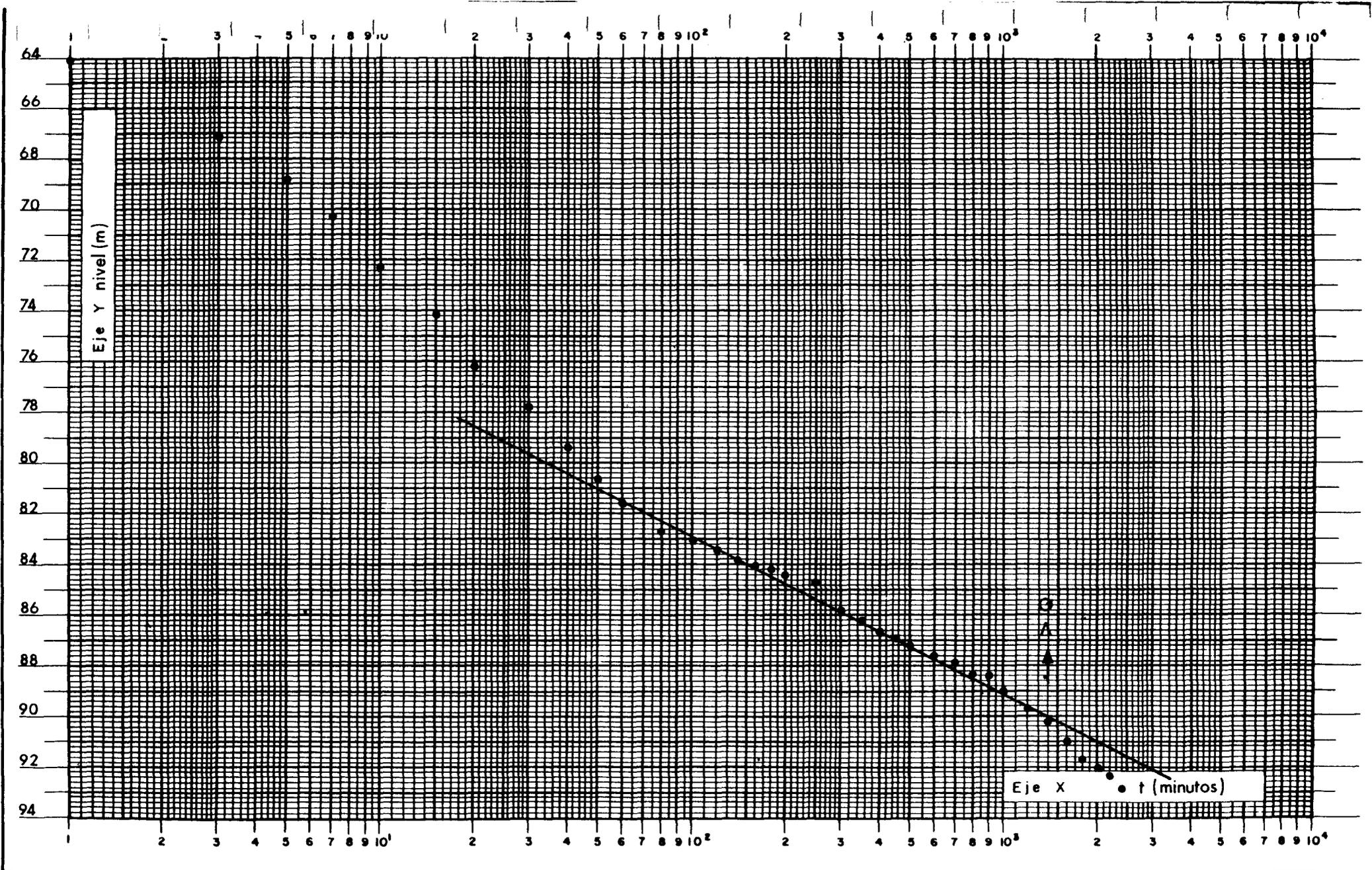


6.- A N E X O S

- Partes de bombeo
- Gráficos
- Análisis químicos

| | |
|---|--|
|  <p>Instituto Tecnológico GeoMinero de España AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS</p> | <p>TOPONIMIA: VILLANUEVA DEL ARZOBISPO SONDEO n.º 2 (JAEN)</p> |
| <p>TIPO DE ENSAYO <u>CAUDAL CONSTANTE</u></p> <p>Tabla de medidas en <u>DESCENSOS (1er. bombeo)</u></p> <p>Distancia al pozo de bombeo _____ mts</p> <p>Técnico responsable _____</p> | <p>N. E. <u>58,50</u> _____ mts</p> <p>COTA _____ mts (____)</p> <p>Q. <u>20 l/s</u></p> <p>FECHA <u>23-5-89</u></p> |

| Fecha | Hora | Tiempo (min) | Prof. del agua (mts.) | Descenso d (mts.) | Q (l/s) | $\frac{t+t'}{t}$ (min) | | | Observaciones |
|---------|-------|--------------|-----------------------|-------------------|---------|------------------------|--|--|-------------------|
| 23-5-89 | 15,10 | 0 | 58,50 | | | | | | |
| | | 1 | 64,25 | | 20 | | | | |
| | | 3 | 67,25 | | | | | | |
| | | 7 | 70,27 | | | | | | Agua casi clara |
| | | 10 | 72,28 | | | | | | |
| | | 15 | 74,17 | | | | | | |
| | | 20 | 76,18 | | | | | | |
| | | 40 | 79,36 | | | | | | Agua clara |
| | | 60 | 81,63 | | | | | | |
| | | 80 | 82,68 | | | | | | |
| | | 100 | 83,06 | | | | | | |
| | | 120 | 83,40 | | | | | | |
| | | 140 | 83,78 | | | | | | |
| | | 160 | 83,97 | | | | | | |
| | | 200 | 84,37 | | | | | | |
| | | 250 | 84,70 | | | | | | |
| | | 300 | 85,80 | | | | | | Muestra n.º 1 |
| | | 400 | 86,62 | | | | | | |
| | | 450 | 86,91 | | | | | | |
| | | 500 | 87,17 | | | | | | |
| 24-5-89 | 1,10 | 600 | 87,58 | | | | | | |
| | | 700 | 87,94 | | | | | | |
| | | 800 | 88,26 | | | | | | |
| | | 900 | 88,42 | | | | | | |
| | | 1000 | 89,06 | | | | | | |
| | | 1200 | 89,70 | | | | | | |
| | | 1400 | 90,21 | | | | | | |
| | | 1600 | 91,04 | | | | | | Regulación caudal |
| | | 1800 | 91,70 | | | | | | |
| 25-5-89 | 0,30 | 2000 | 91,99 | | | | | | |
| | | 2200 | 92,25 | | | | | | |
| | 7,10 | 2400 | 92,75 | | 20 | | | | Muestra n.º 2 |




 Instituto Tecnológico
 Geomínero de España
 AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS

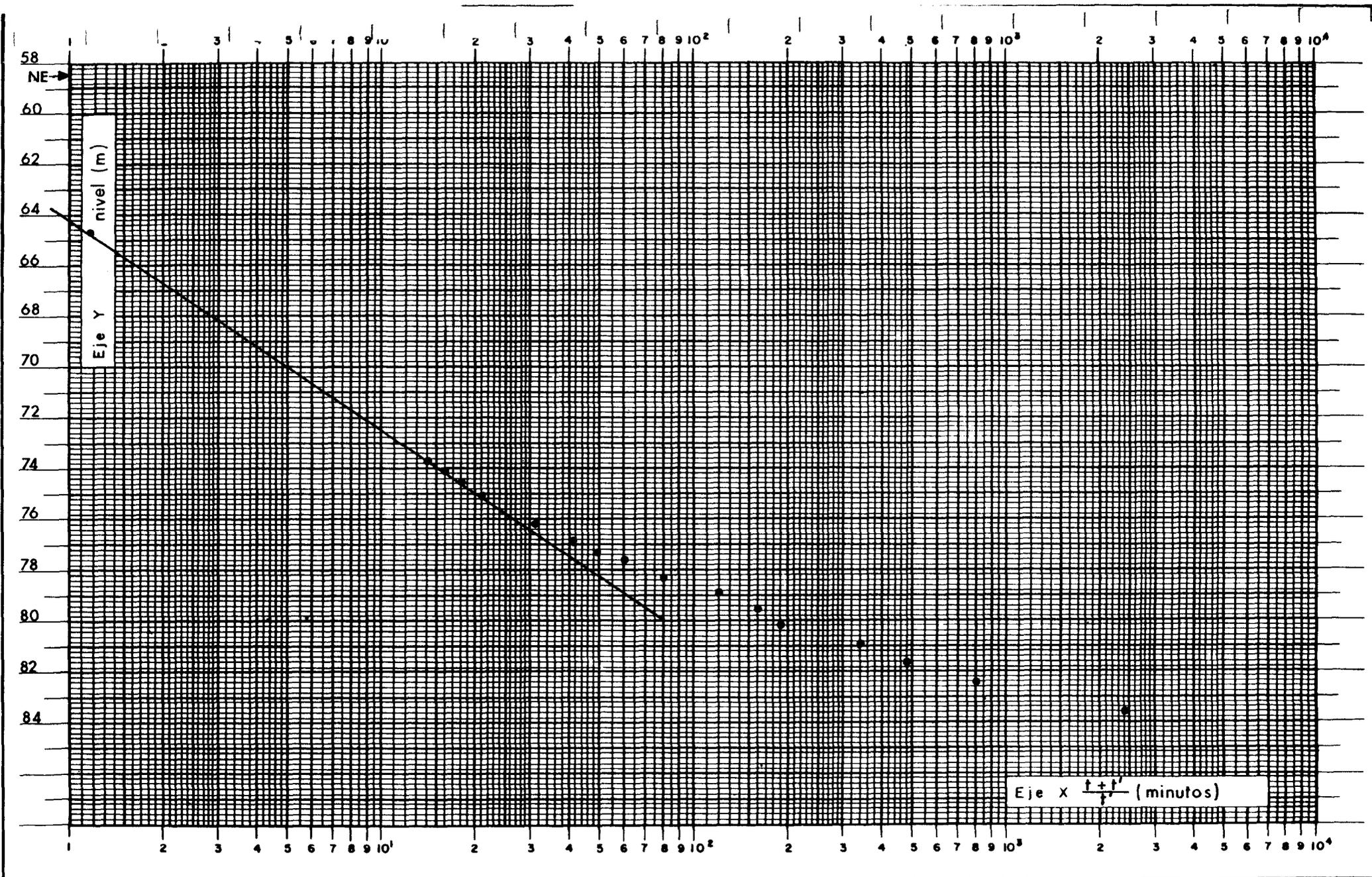
TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE DESCENSOS

 CAUDAL: 20 l/s
 FECHA 23-5-89

VALORES OBTENIDOS:
 $\Delta d = 6,2 \text{ m}$
 $T = 51 \text{ m}^2/\text{dia}$

GRAFICO Nº
 1

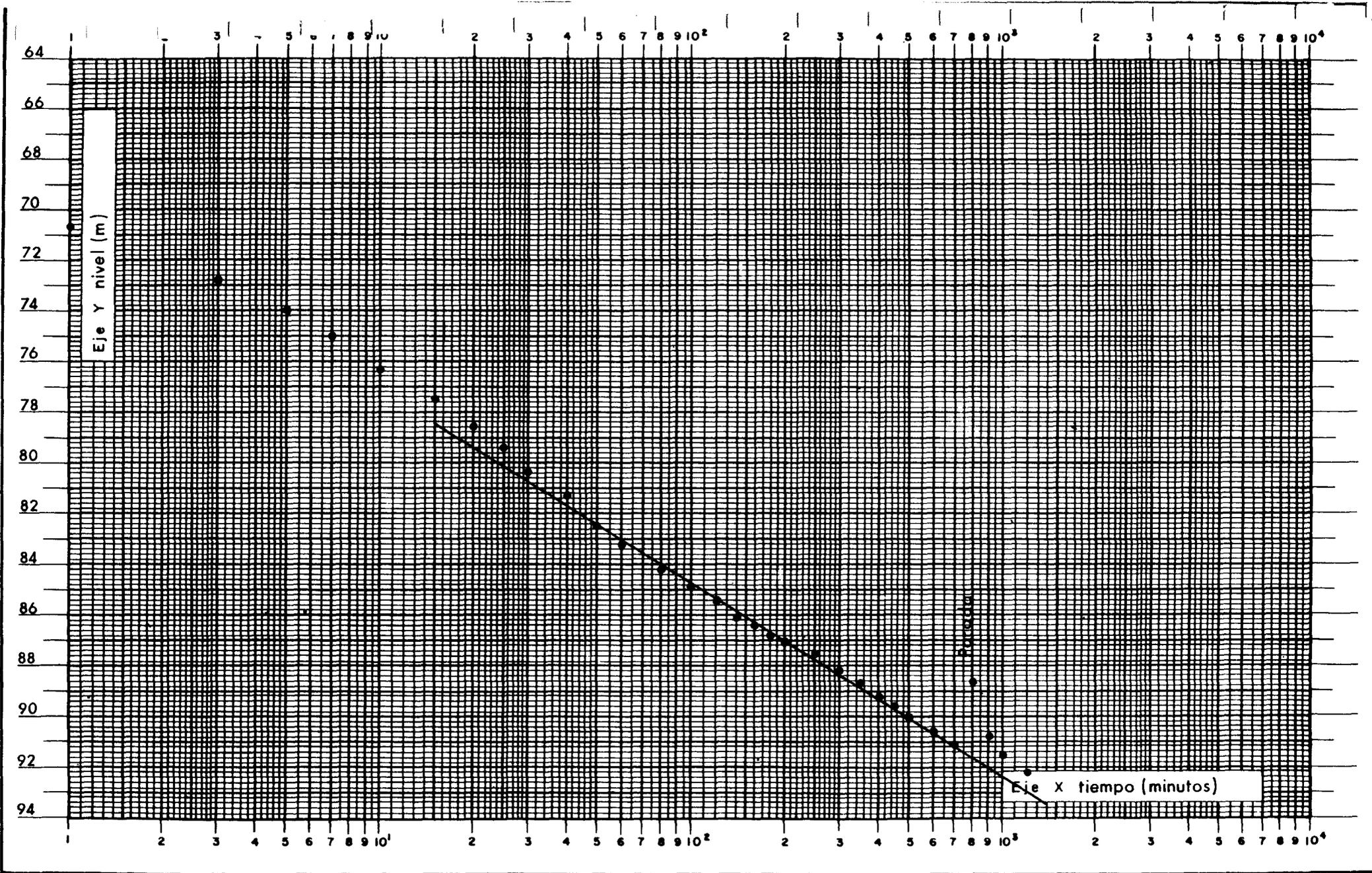


| | | | |
|---|--------------------------------|---|----------------------------|
|  <p> Instituto Tecnológico GeoMinero de España AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS </p> | GRAFICO DE RECUPERACION | VALORES OBTENIDOS: $\Delta d = 8,3 \text{ m.}$ $T = 38 \text{ m}^2/\text{día}$ $dr = 5,70 \text{ m.}$ | GRAFICO Nº 2 |
| TOPONIMIA VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN) | CAUDAL: 20 l/s | FECHA 25 - 5 - 89 | |

| | |
|---|---|
|  <p>Instituto Tecnológico GeoMinero de España AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS</p> | <p>TOPONIMIA: VILLANUEVA DEL ARZOBISPO SONDEO n.º 2 (JAEN)</p> |
|---|---|

| | |
|--|--|
| TIPO DE ENSAYO <u>CAUDAL CONSTANTE</u> Tabla de medidas en <u>DESCENSOS (2º Bombeo)</u> Distancia al pozo de bombeo _____ mts Técnico responsable _____ | N. E. <u>64,80</u> mts COTA _____ mts (____) Q. <u>20</u> l/s FECHA <u>5-6-89</u> |
|--|--|

| Fecha | Hora | Tiempo (min) | Prof del agua (mts.) | Descenso d (mts.) | Q (l/s) | $\frac{t + t'}{t}$ (min) | | | Observaciones |
|--------|-------|--------------|----------------------|-------------------|---------|--------------------------|--|--|-----------------|
| 5-6-89 | 12,40 | 0 | 64,80 | | | | | | |
| | | 1 | 70,70 | | | | | | |
| | | 3 | 72,77 | | | | | | |
| | | 5 | 74,02 | | | | | | Agua turbia |
| | | 7 | 74,96 | | | | | | |
| | | 10 | 76,30 | | | | | | |
| | | 15 | 77,46 | | | | | | Agua casi clara |
| | | 20 | 78,60 | | | | | | |
| | | 25 | 79,45 | | | | | | |
| | | 30 | 80,36 | | | | | | Agua clara |
| | | 40 | 81,29 | | | | | | |
| | | 50 | 82,50 | | | | | | |
| | | 60 | 83,22 | | | | | | |
| | | 80 | 84,20 | | | | | | |
| | | 100 | 84,92 | | | | | | |
| | | 120 | 85,43 | | | | | | |
| | | 140 | 86,12 | | | | | | |
| | | 160 | 86,43 | | | | | | |
| | | 180 | 86,79 | | | | | | |
| | | 200 | 87,05 | | | | | | |
| | | 250 | 87,50 | | | | | | |
| | | 300 | 88,20 | | | | | | |
| | | 350 | 88,71 | | | | | | |
| | | 400 | 89,20 | | | | | | |
| | | 450 | 89,58 | | | | | | |
| | | 500 | 90,00 | | | | | | |
| | | 600 | 90,62 | | | | | | |
| 6-6-89 | | 700 | 91,14 | | | | | | |
| | | 800 | 88,56 | | | | | | Se paró 15 min. |
| | | 900 | 90,81 | | | | | | |
| | | 1000 | 91,48 | | | | | | |
| | 8,40 | 1200 | 92,27 | | | | | | |




 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España
 AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS

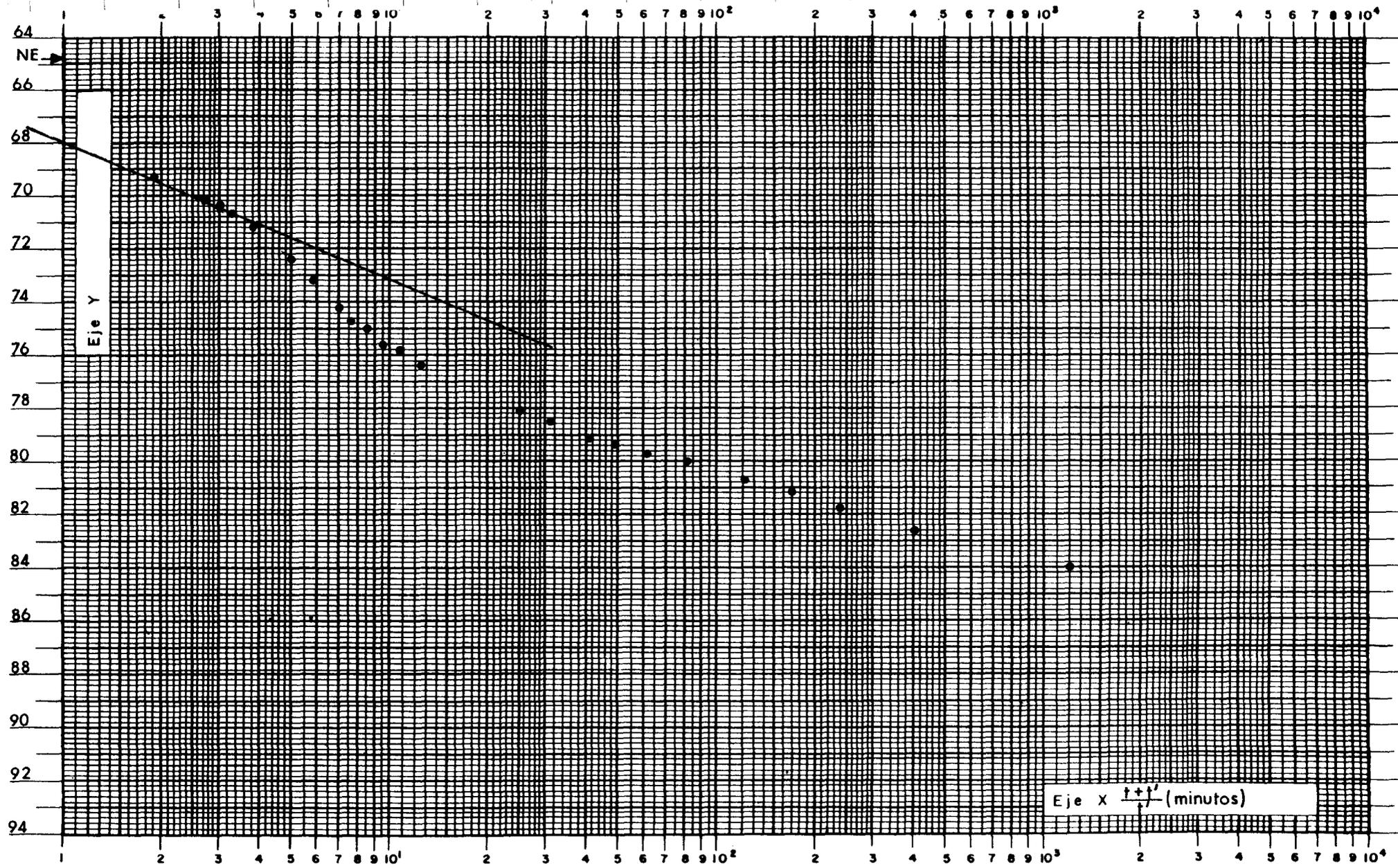
TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE DESCENSOS

 CAUDAL : 20 l/s
 FECHA 5-6-89

VALORES OBTENIDOS :
 $\Delta d = 7,7 \text{ m}$
 $T = 41 \text{ m /dia}$

GRAFICO N°
3



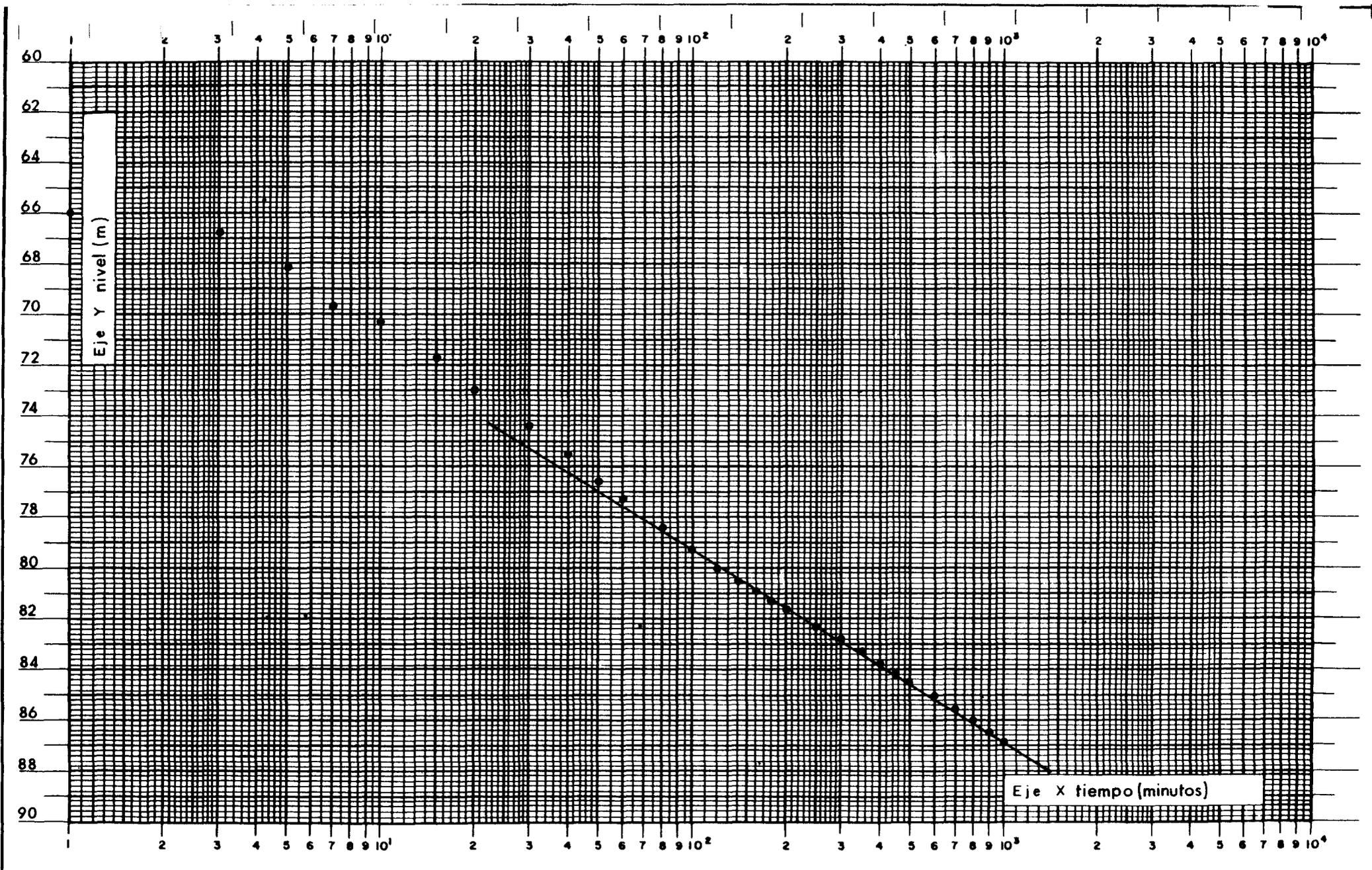
Muestra nº 1


 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España
 AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS
 TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE RECUPERACION
 CAUDAL : 20 l/s
 FECHA 6-6-89

VALORES OBTENIDOS :
 $\Delta d = 5,2 \text{ m}$
 $T = 60 \text{ m}^2/\text{dia}$

GRAFICO Nº 4




 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España
 AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS

TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE DESCENSOS

 CAUDAL: 25 l/s

 FECHA 30-10-89

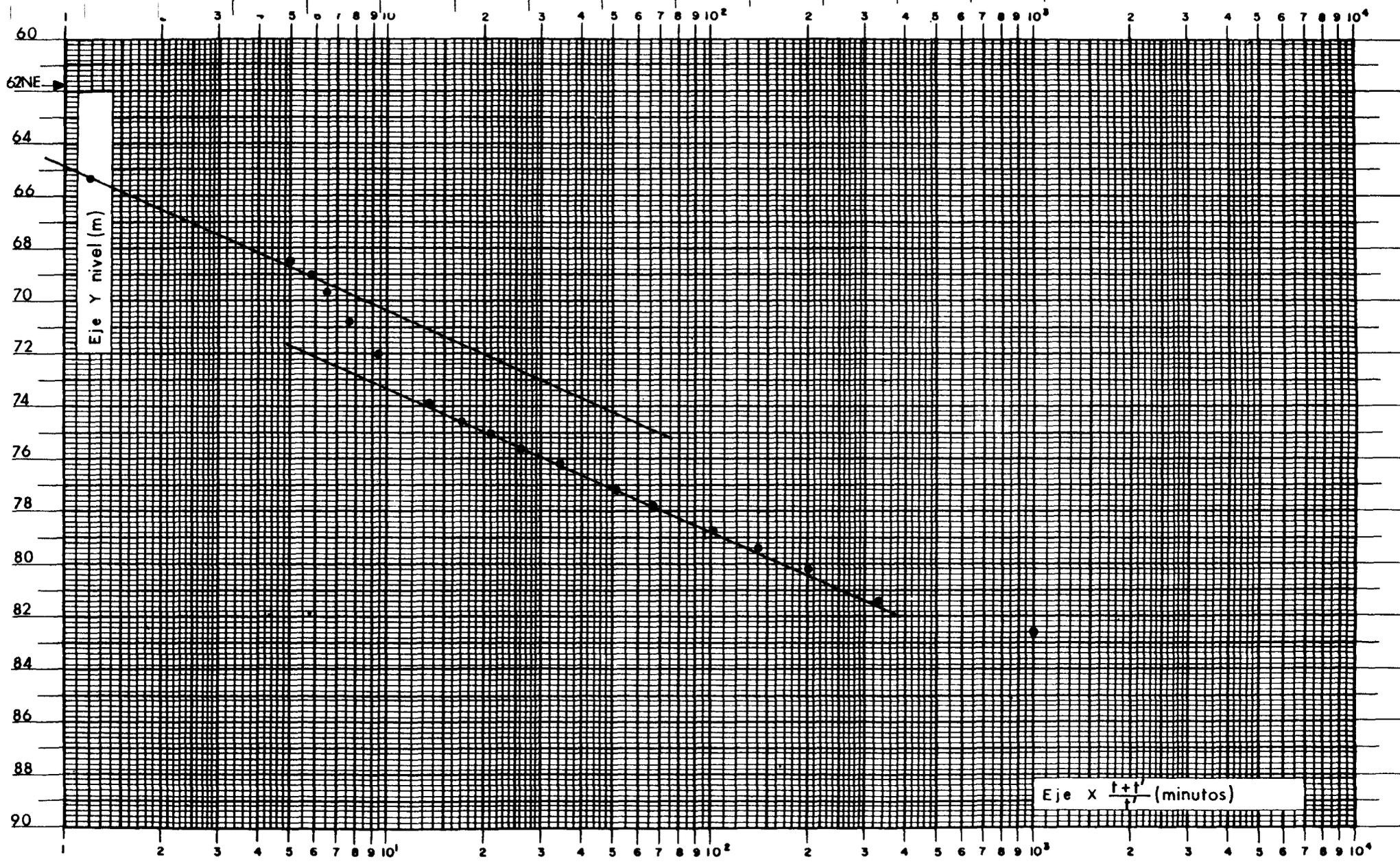
VALORES OBTENIDOS:

 $\Delta d = 7,6 \text{ m}$

 $T = 52 \text{ m}^2/\text{dia}$

GRAFICO Nº

 5



 Instituto Tecnológico
Geomínero de España
AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS

TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE RECUPERACION

CAUDAL: 25 l/s

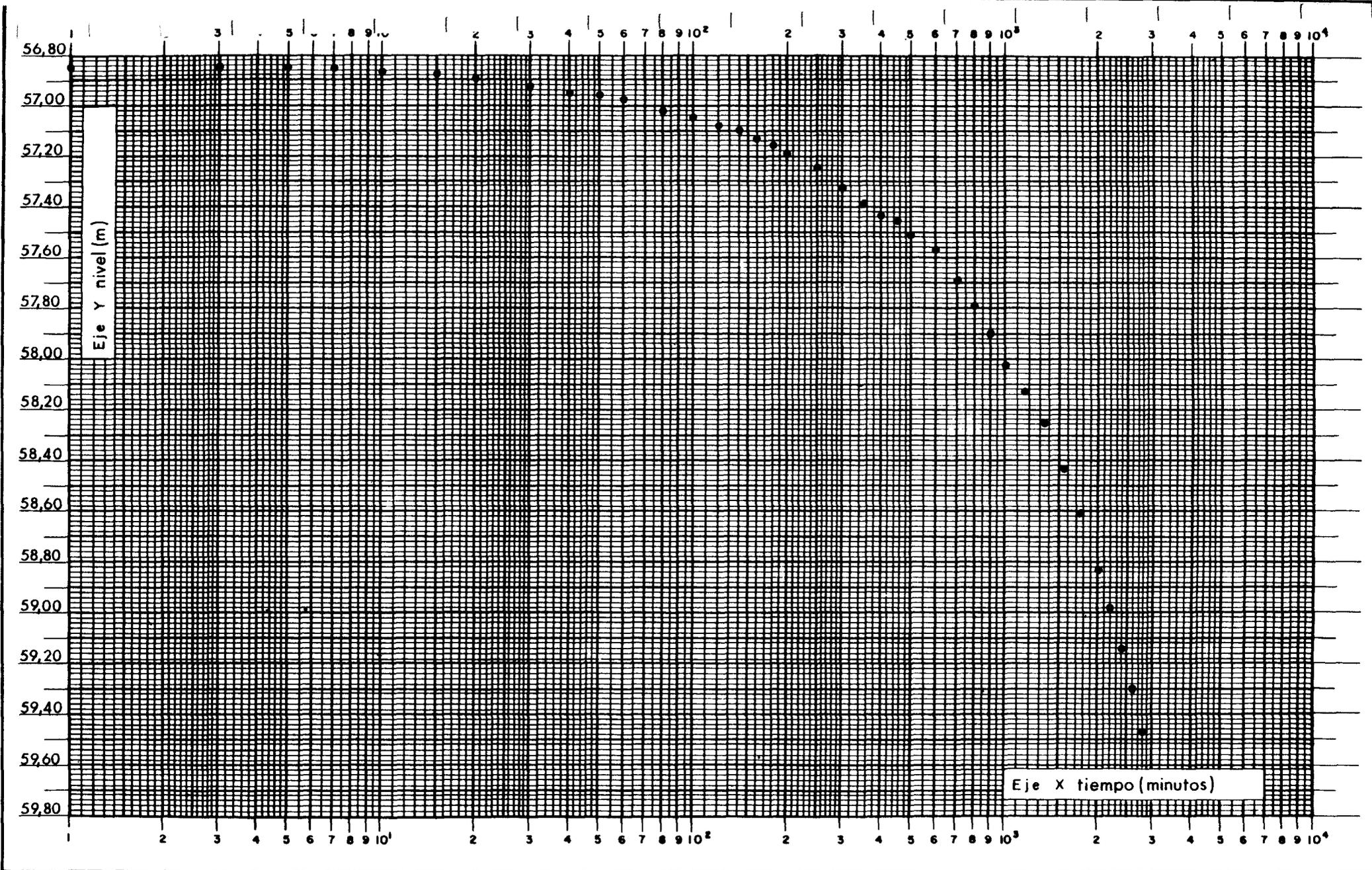
FECHA 31-10-89

VALORES OBTENIDOS:

$\Delta d = 5,5$ m

$T = 71$ m²/dia

GRAFICO
Nº
6




 Instituto Tecnológico
 GeoMinero de España
 AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS

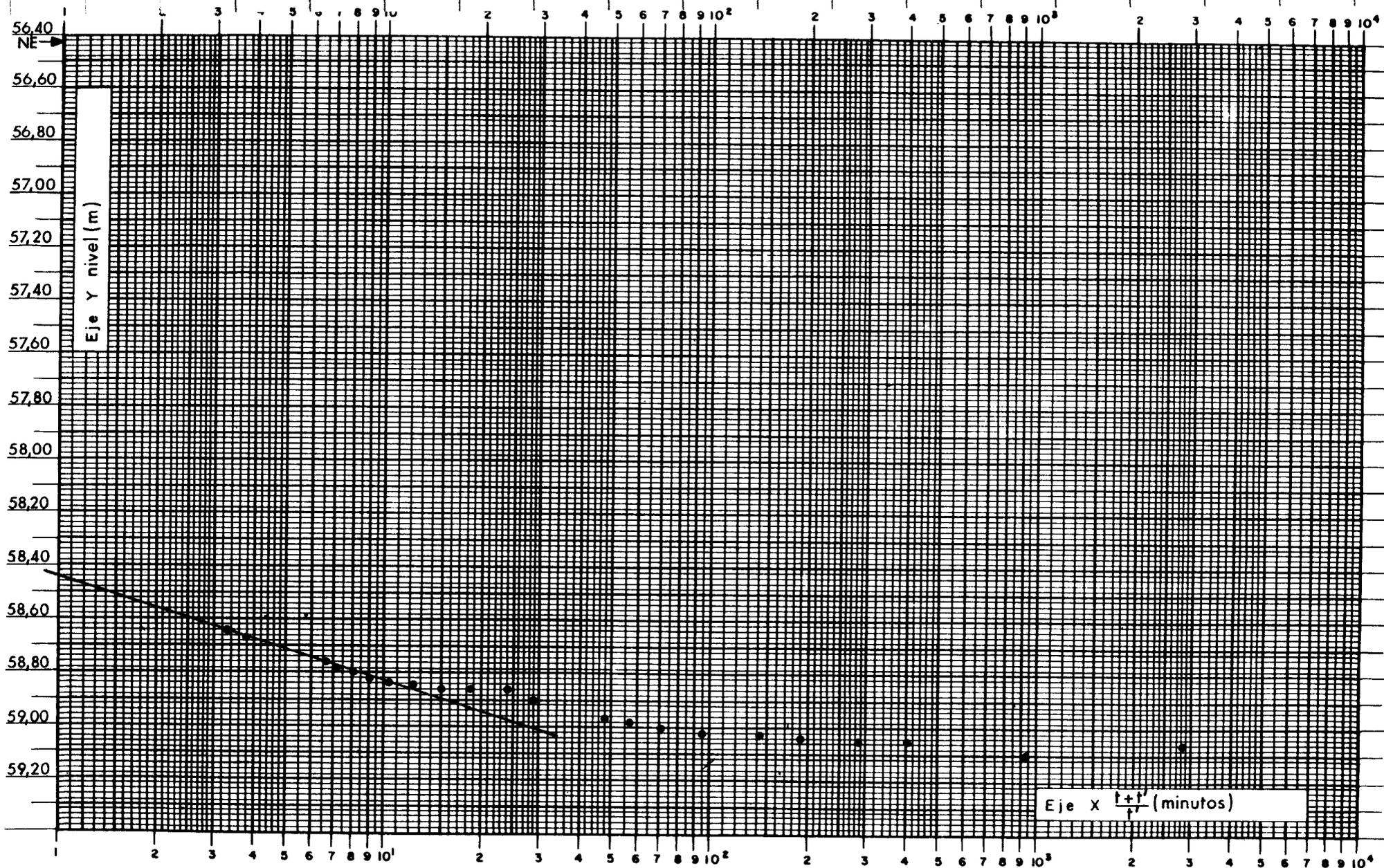
TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE DESCENSOS

 CAUDAL : 28 l/s
 FECHA 17-10-89

VALORES OBTENIDOS:
 CURVA DE AGOTAMIENTO

GRAFICO
Nº
 7



 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España
AREA DE LABORATORIOS Y TECNICAS BASICAS

TOPONIMIA
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN)

GRAFICO DE RECUPERACION

CAUDAL: 28 l/s

FECHA 19-10-89

VALORES OBTENIDOS:

$\Delta d = 0,39 \text{ m}$ $d_r = 2,01 \text{ m}$
 $T = 1135 \text{ m}^2/\text{dia}$

GRAFICO
Nº

8

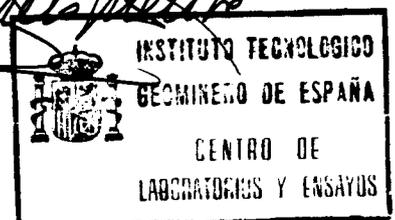


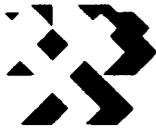
ANALISIS DE TRES MUESTRAS DE AGUA PRESENTADAS POR AFOROS,
PERTENECIENTES AL SONDEO DE VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN) n° 2

| | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> |
|---|----------|--------------|---------------|
| Sodio, Na(mg/L) | 3 | 3,2 | 4 |
| Potasio, K " | 1 | 1,2 | 1,1 |
| Amonio, NH ₄ " | 0,03 | 0,01 | 0 |
| Magnesio, Mg " | 37 | 39 | 42 |
| Calcio, Ca " | 65 | 65 | 57 |
| Cloruros, Cl " | 4 | 5 | 5 |
| Sulfatos, SO ₄ " | 35 | 35 | 40 |
| Bicarbonatos, CO ₃ H " | 296 | 289 | 307 |
| Carbonatos, CO ₃ " | 18 | 24 | 9 |
| Nitratos, NO ₃ " | 11 | 12 | 4 |
| Nitritos, NO ₂ " | 0,38 | 0,24 | 0,22 |
| Fosfatos, PO ₄ " | 0,16 | 0,18 | 0,04 |
| Silice, SiO ₂ " | 11 | 11 | 13,5 |
| Solidos disueltos " | 481,5 | 484,8 | 482,8 |
| pH | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| Conductividad a 25°C ... μmhos/cm | 547 | 567 μmhos/cm | 610 μmhos/cm. |

Madrid, 20 de Junio de 1989

El Jefe de Laboratorio



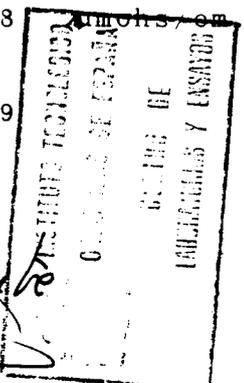


ANALISIS DE DOS MUESTRAS DE AGUA PRESENTADAS POR AFOROS
PERTENECIENTES AL SONDEO VILLANUEVA DEL ARZOBISPO (JAEN) nº 1

| | <u>Muestra-1</u> | | <u>Muestra-2</u> | |
|---------------------------------------|------------------|---------------|------------------|--------------|
| Sodio, Na | 10.6 | mg/l. | 10.4 | mg l. |
| Potasio, K | 2.5 | " | 2.5 | " |
| Amonio, NH ₄ | 0.02 | " | 0.02 | " |
| Magnesio, Mg | 43 | " | 44 | " |
| Calcio, Ca | 77 | " | 70 | " |
| Cloruros, Cl | 11 | " | 10 | " |
| Sulfatos, SO ₄ | 86 | " | 89 | " |
| Bicarbonatos, CO ₃ H | 316 | " | 292 | " |
| Carbonatos, CO ₃ | 14 | " | 16 | " |
| Nitratos, NO ₃ | 0 | " | 0 | " |
| Nitritos, NO ₂ | 0,04 | " | 0.07 | " |
| Fosfatos, PO ₄ | 0.16 | " | 0.18 | " |
| Silice, SiO ₂ | 22 | " | 22 | " |
| Solidos disueltos | 582,32 | " | 556.17 | " |
| pH | 8,2 | | 8.2 | |
| Conductividad a 25 C | 685 | micromohs/cm. | 658 | micromohs/cm |

Madrid 8 de Noviembre 1989

El Jefe de Laboratorio





ANALISIS DE UNA MUESTRA DE AGUA PRESENTADA POR AFOROS
PERTENECIENTE AL SONDEO DE VILLANUEVA DEL ARZOBISPO -
Nº 2.

| | | |
|---------------------------------|-------|---------------|
| Sodio, Na | 3 | mg/L. |
| Potasio, K | 1 | " |
| Amonio, NH ₄ | 0,00 | " |
| Magnesio, Mg | 38 | " |
| Calcio, Ca | 55 | " |
| Cloruros, Cl | 3,8 | " |
| Sulfatos, SO ₄ | 39 | " |
| Bicarbonatos, CO ₃ H | 275 | " |
| Carbonatos, CO ₃ | 13 | " |
| Nitratos, NO ₃ | 6 | " |
| Nitritos, NO ₂ | 0,00 | " |
| Fosfatos, PO ₄ | 0,10 | " |
| Silice, SiO ₂ | 11,2 | " |
| Solidos disueltos | 445,1 | " |
| pH | 8,2 | |
| Conductividad a 25C | 509 | micromohs/cm. |

Madrid, 23 de Noviembre de 1989

El Jefe de Laboratorio

