



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

INFORME FINAL

PREVISION DEL DESPRENDIMIENTO
DE GRISU EN EXPLOTACIONES DE
CAPAS VERTICALES CON SUTIRAJE

ANEXOS 24-30

NOVIEMBRE, 1992



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

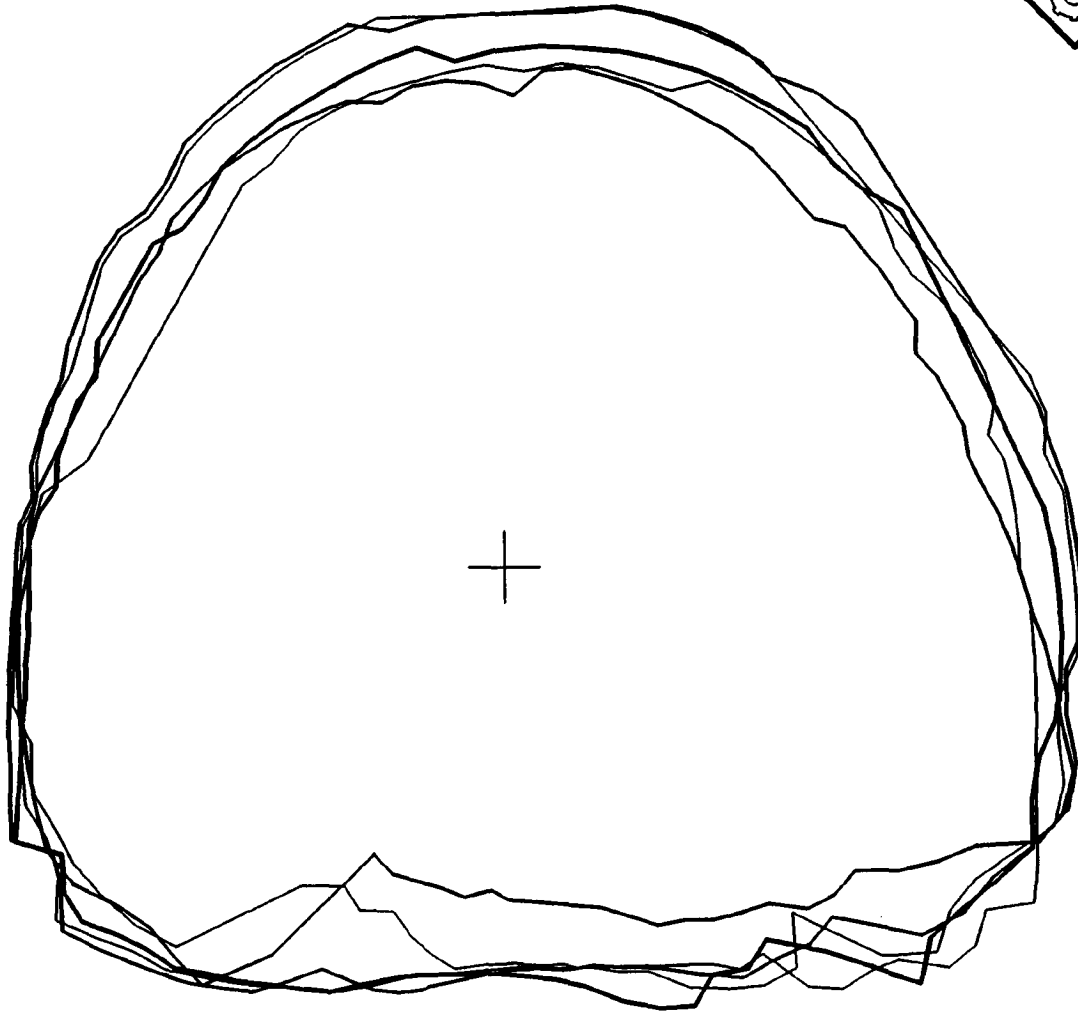
ANEXOS

- ANEXO 1: TEORIA MEDICION DE LA CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA**
- ANEXO 2: METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DE ENSAYOS PRESIOMETRICOS**
- ANEXO 3: METODOLOGIA PARA LA MEDICION CON CAPSULAS PRESIOMETRICAS**
- ANEXO 4: SITUACION DE LA EXPLOTACION**
- ANEXO 5: ESTRATIFICACION**
- ANEXO 6: PLANOS DE EXPLOTACION**
- ANEXO 7: CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA EN EL AVANCE DEL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 8: CONCENTRACION DE GRISU EN LA LLAVE DE CARBON EN EL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 9: METODOLOGIA Y RESULTADOS DEL C_{1bar} ISOTERMAS**
- ANEXO 10: CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA EN EL INICIO DEL SUBNIVEL CERO Y EN LA LLAVE DE CARBON**
- ANEXO 11: CONCENTRACION DE GRISU EN EL CARBON TRANSPORTADO EN EL 5° SUBNIVEL EN EL AVANCE Y EN EL SUTIRAJE**
- ANEXO 12: CONCENTRACION DE GRISU EN EL CARBON TRANSPORTADO EN EL SUBNIVEL CERO DURANTE EL SUTIRAJE**
- ANEXO 13: MEDICIONES DE VELOCIDAD DE AIRE Y DE CH_4 , REGISTROS**
- ANEXO 14: MEDIDAS DE SECCION CON EL PROFILER-2000**
- ANEXO 15: CONTENIDO EN CENIZAS DEL TODO-UNO**
- ANEXO 16: DESPRENDIMIENTO ESPECIFICO EN EL AVANCE DEL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 17: COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN EL AVANCE DEL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 18: BALANCE DE GRISU EN EL AVANCE DEL 5° SUBNIVEL**

- ANEXO 19: DESPRENDIMIENTO ESPECIFICO, COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD Y BALANCE DE GRISU EN EL SUTIRAJE DEL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 20: DESPRENDIMIENTO ESPECIFICO, COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD Y BALANCE DE GRISU EN EL SUTIRAJE DEL SUBNIVEL CERO**
- ANEXO 21: CONCENTRACION DE GRISU EN LA ZONA INFLUENCIADA: CARBONEROS Y CAPA NUEVE**
- ANEXO 22: MEDICIONES DE PRESIOMETRIA EN EL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 23: MEDICIONES DE PRESIOMETRIA EN EL SUBNIVEL CERO**
- ANEXO 24: MEDIDAS DE CONVERGENCIA**
- ANEXO 25: CURVAS DE LAS CAPSULAS PRESIOMETRICAS EN EL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 26: CURVAS DE LAS CAPSULAS PRESIOMETRICAS EN EL SUBNIVEL CERO**
- ANEXO 27: REGISTROS DE CH_4 Y VELOCIDAD DEL AIRE AL INICIO DEL SUTIRAJE DEL 5° SUBNIVEL**
- ANEXO 28: CALCULO DE LA CONSTANTE K PARA EL MODELO DE DESPRENDIMIENTO**
- ANEXO 29: CALCULOS PARA LA OBTENCION DEL MODELO DE DESPRENDIMIENTO EN LA APERTURA DEL SUBNIVEL**
- ANEXO 30: CALCULOS PARA LA OBTENCION DEL MODELO DE DESPRENDIMIENTO EN EL SUTIRAJE DEL SUBNIVEL**

ANEXO 24
MEDIDAS DE CONVERGENCIA

Nº CUADRO	FECHAS													
	10/09/91	19/09/91	26/09/91	02/10/91	15/10/91	04/11/91	20/11/91	26/11/91	13/12/91	24/01/92	05/02/92	07/02/92	14/02/92	18/02/92
180	3'15	3'10												
173	2'94	2'91												
167	3'01	2'98	2'94											
157	2,93	2,92	2,89	2,86										
147	2'83	2'82	2'81	2'78	2'74									
127	2'95	2'93	2'92	2'91	2'89	2'84								
107	2'97	2'96	2'95	2'95	2'93	2'90	2'86							
88	2'93	2'91	2'91	2'90	2'88	2'84	2'81	2'80						
67	2'71	2'70	2'70	2'69	2'67	2'64	2'63	2'62	2'59					
54	2'58	2'56	2'55	2'54	2'52	2'49	2'46	2'46	2'43	2'34				
37	2'92	2'90	2'90	2'90	2'88	2'85	2'83	2'83	2'81	2'76				
29	2'81	2'80	2'79	2'78	2'77	2'73	2'71	2'70	2'68	2'62	2'60	2,60	2,57	2,55
10	3'10	3'10	3'10	3'09	3'08	3'06	3'05	3'04	3'03	3'00	2'99	2,99	2,98	2,98
0	3'47	3'46	3'46	3'46	3'46	3'45	3'45	3'28'	3'28'					
Pos. sut.	187	182	172	167	157	140	113	107	83	60	44	41	35	30



POZO MONTSACRO
(HUNOSA)

CAPA 8ª 1ª RTE
5º SUBNIVEL

CUADRO N° 23

FECHA: 17-08-91

SECCION: 6,50 m²

FECHA: 16-10-91

SECCION: 6,40 m²

FECHA: 26-11-91

SECCION: 6,06 m²

FECHA: 24-01-92

SECCION: 5,63 m²

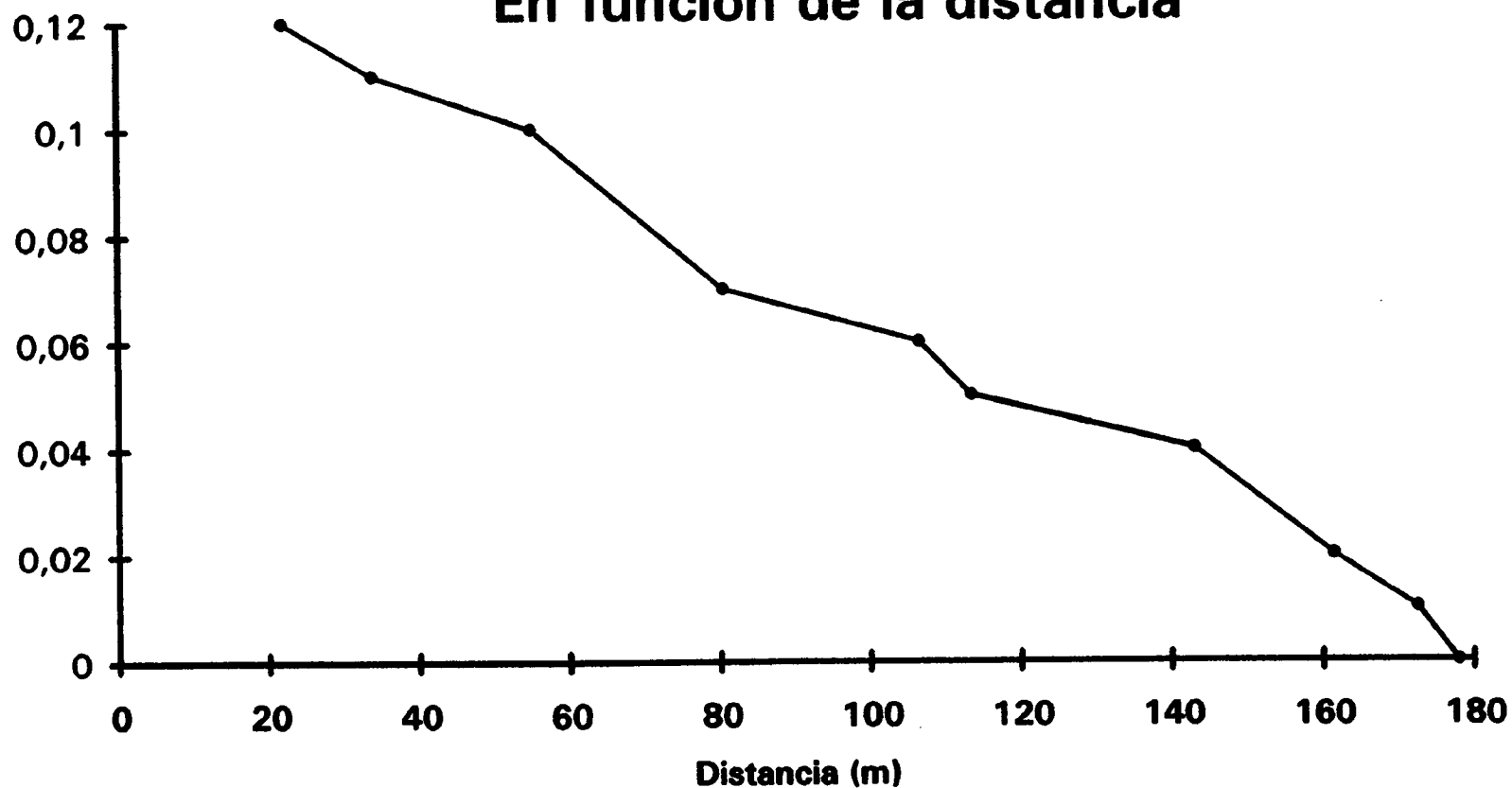
FECHA: 18-02-92

SECCION: 5,27 m²

CONVERGENCIAS CUADRO N° 10

Convergencias (m)

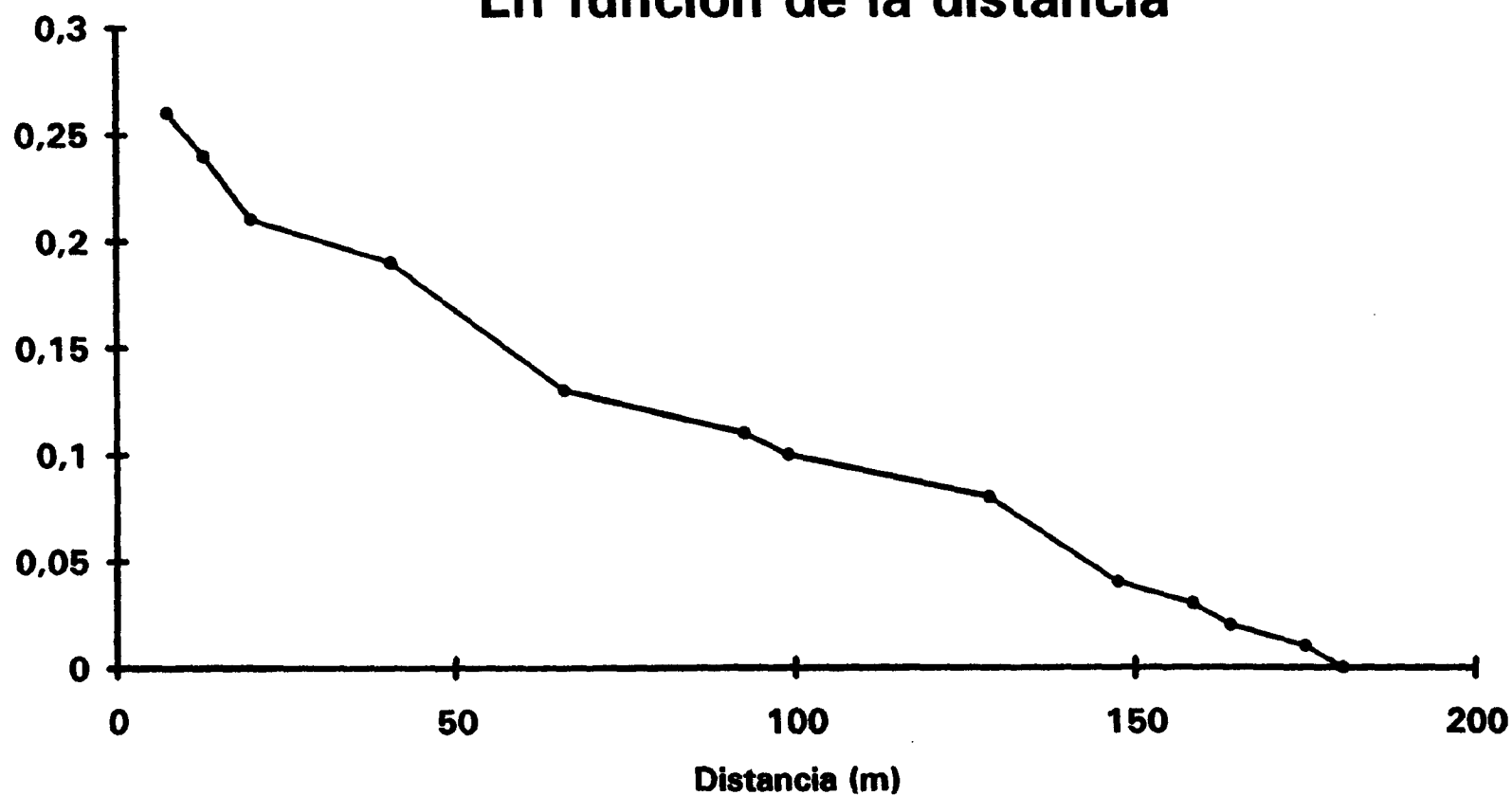
En función de la distancia



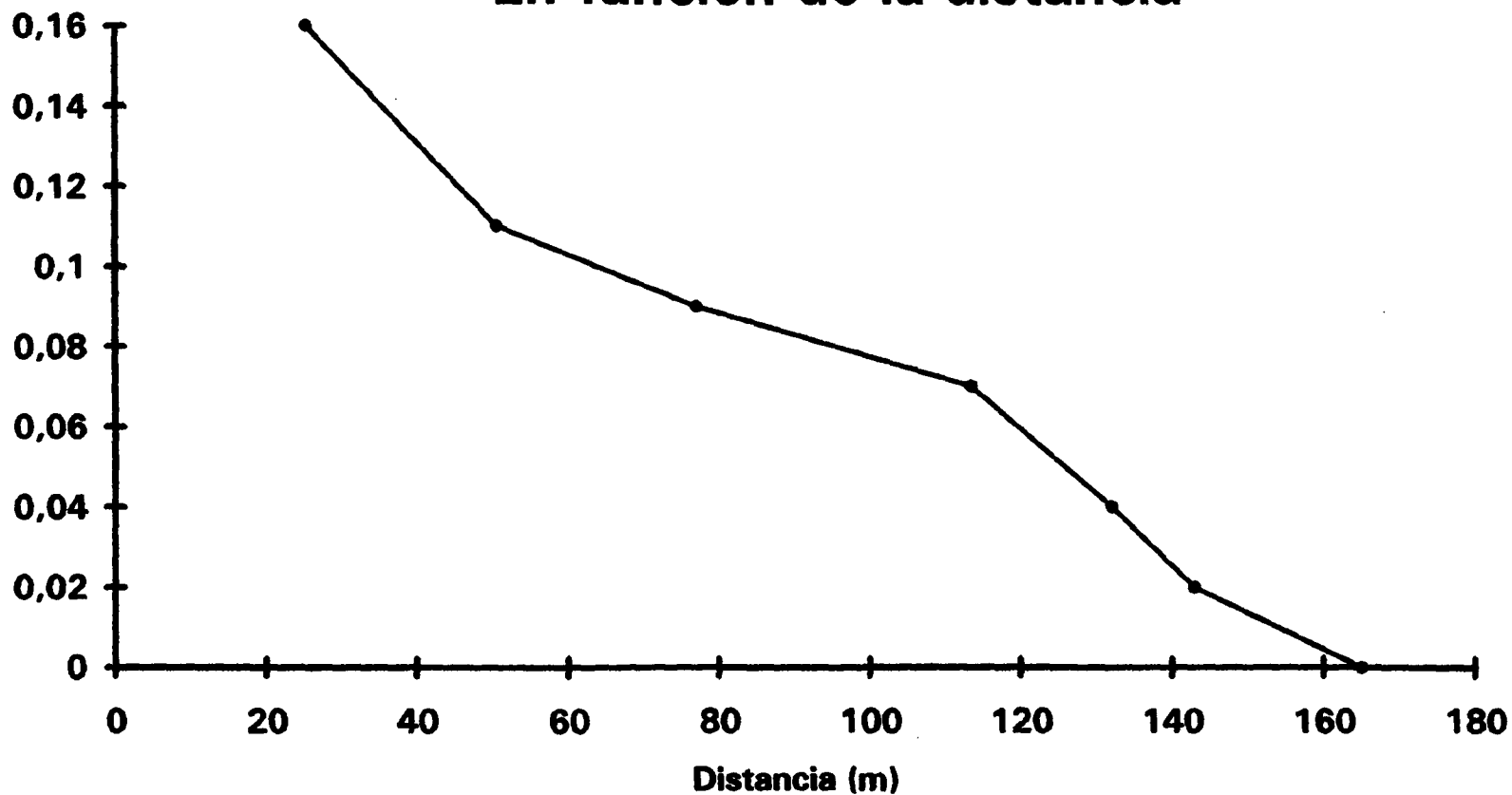
CONVERGENCIAS CUADRO N° 23

Convergencias (m)

En funcion de la distancia



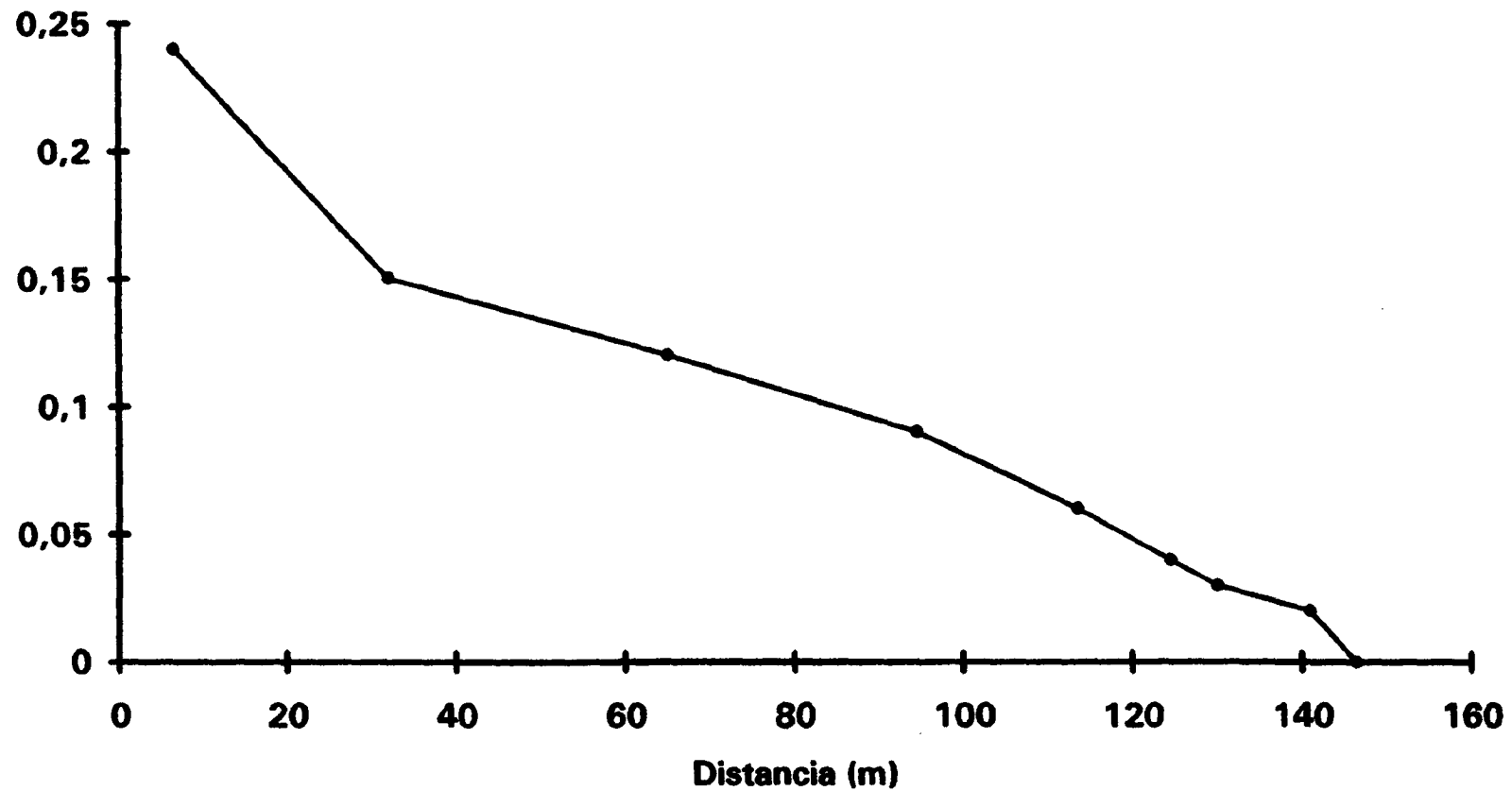
CONVERGENCIAS CUADRO N° 37
En función de la distancia



CONVERGENCIAS CUADRO N° 54

En función de la distancia

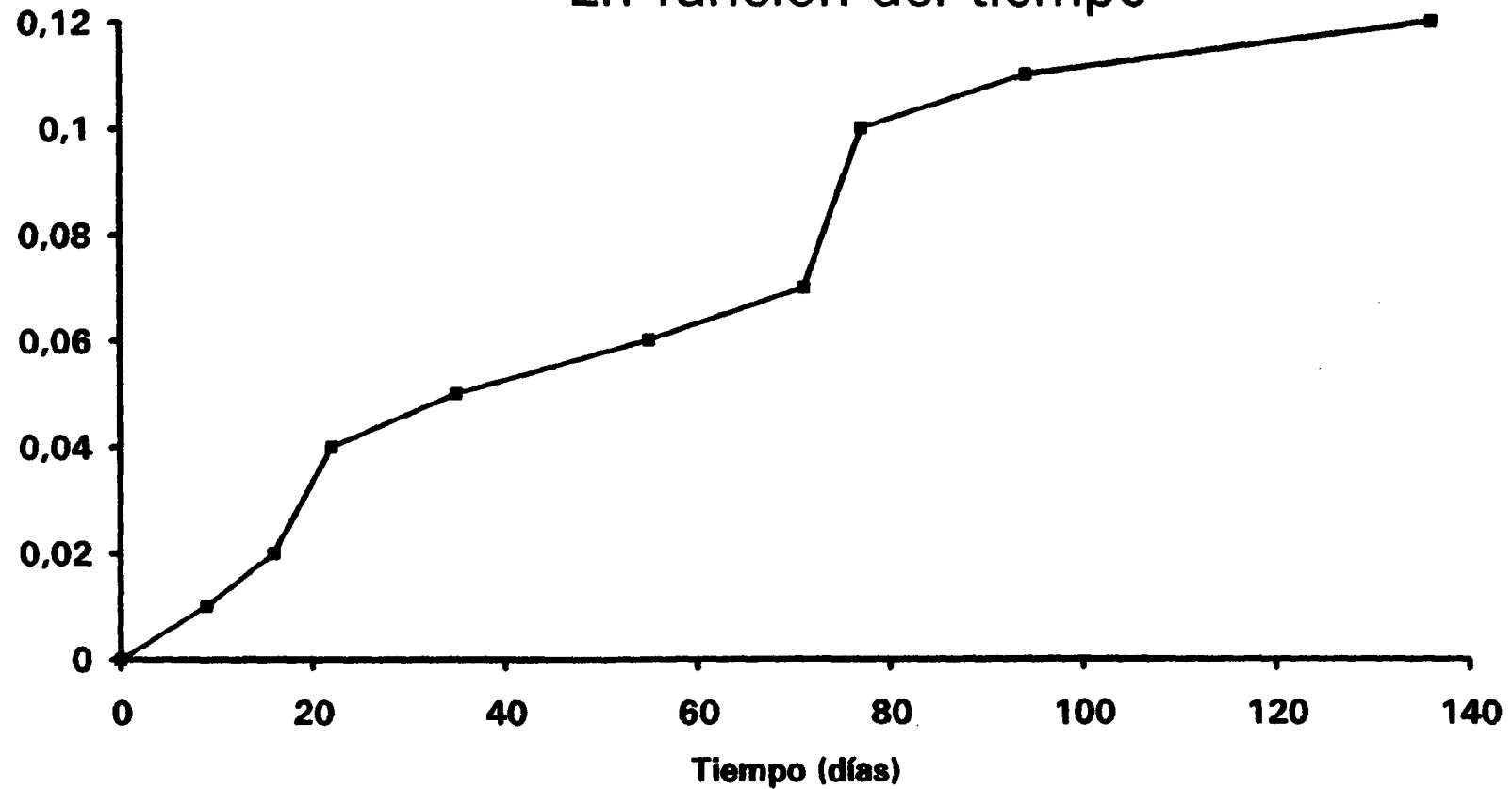
Convergencias (m)



CONVERGENCIAS CUADRO N° 10

Convergencias (m)

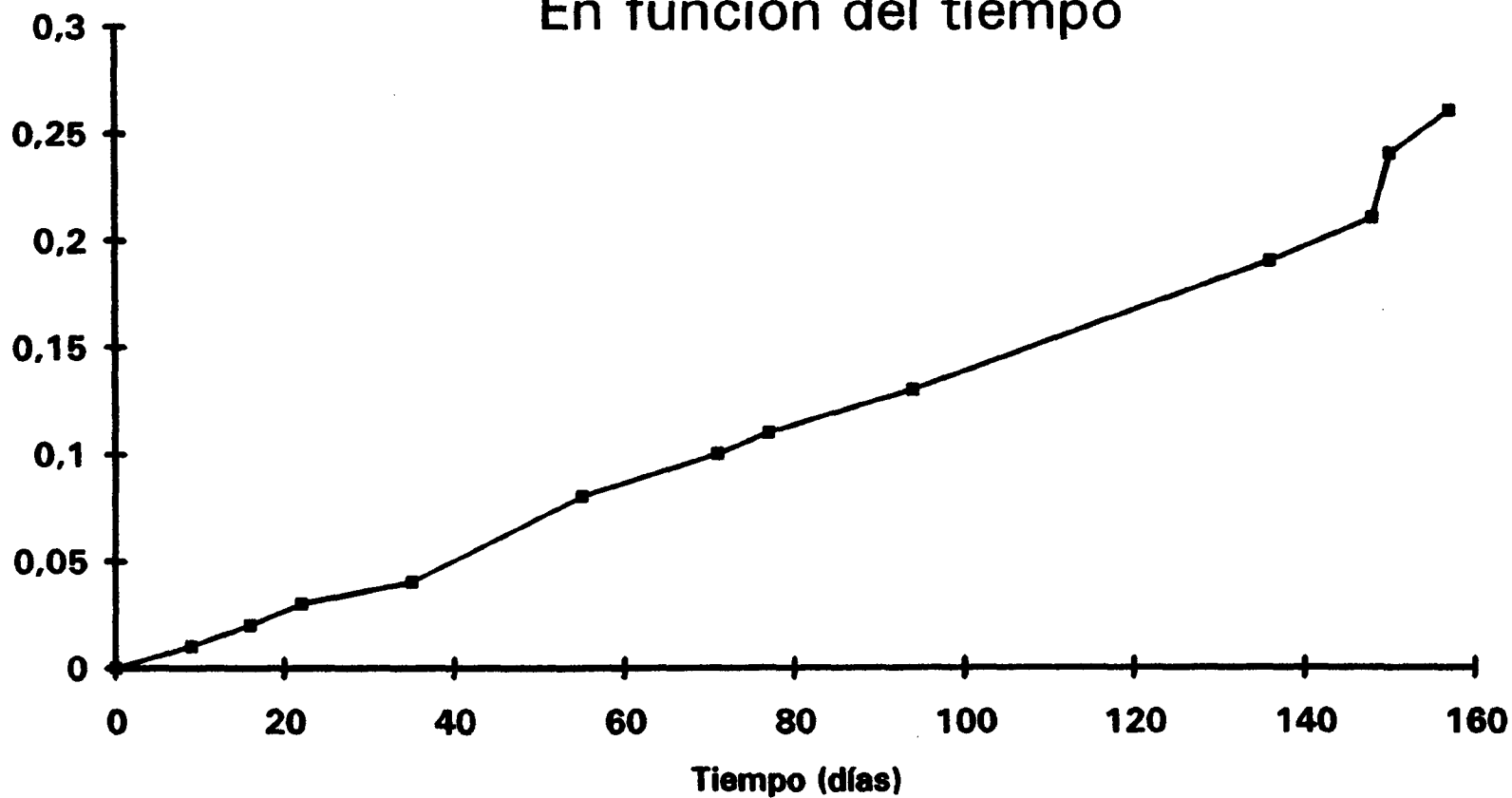
En función del tiempo



CONVERGENCIAS CUADRO N° 23

Convergencias (m)

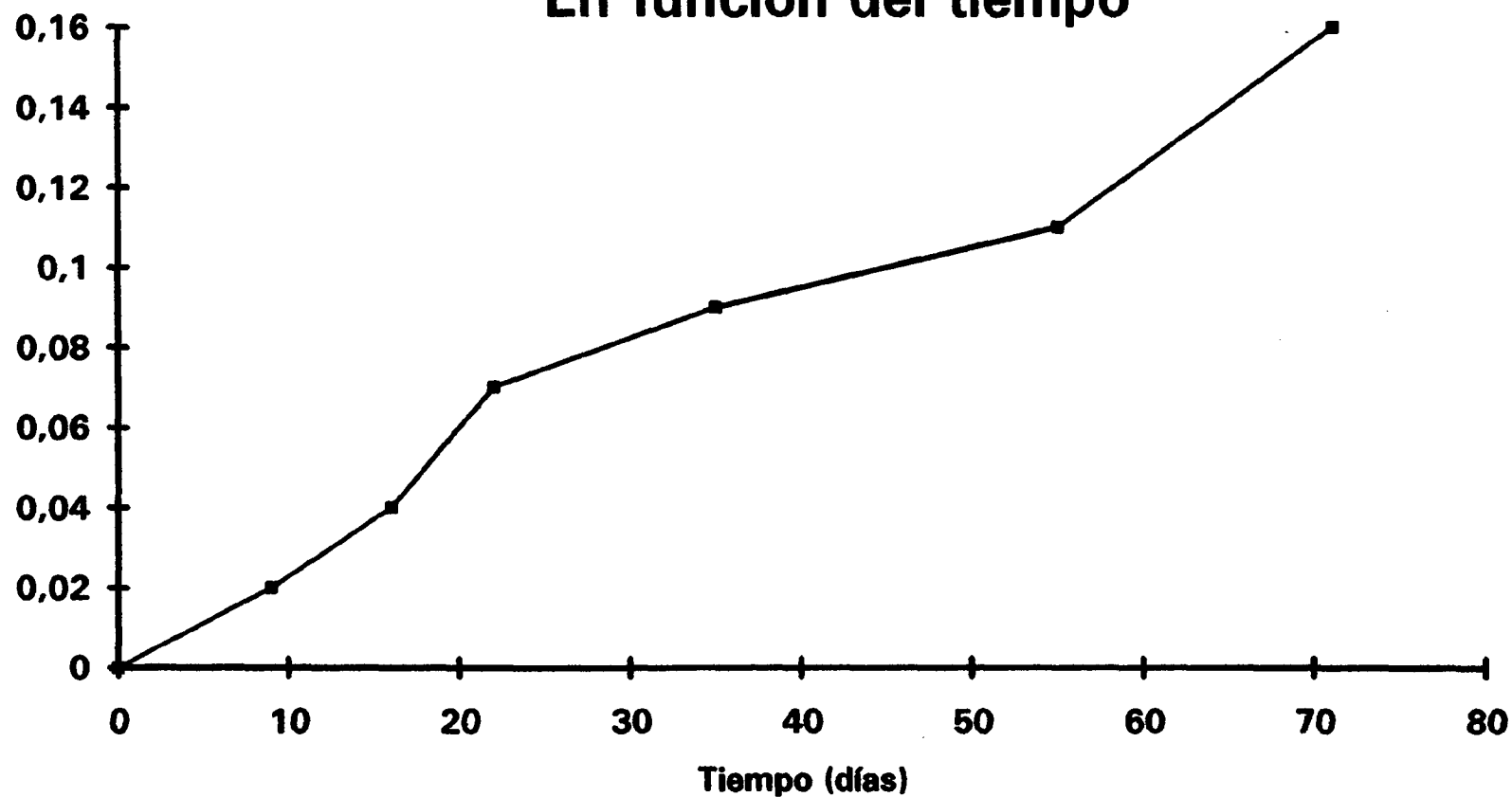
En funcion del tiempo



CONVERGENCIAS CUADRO N° 37

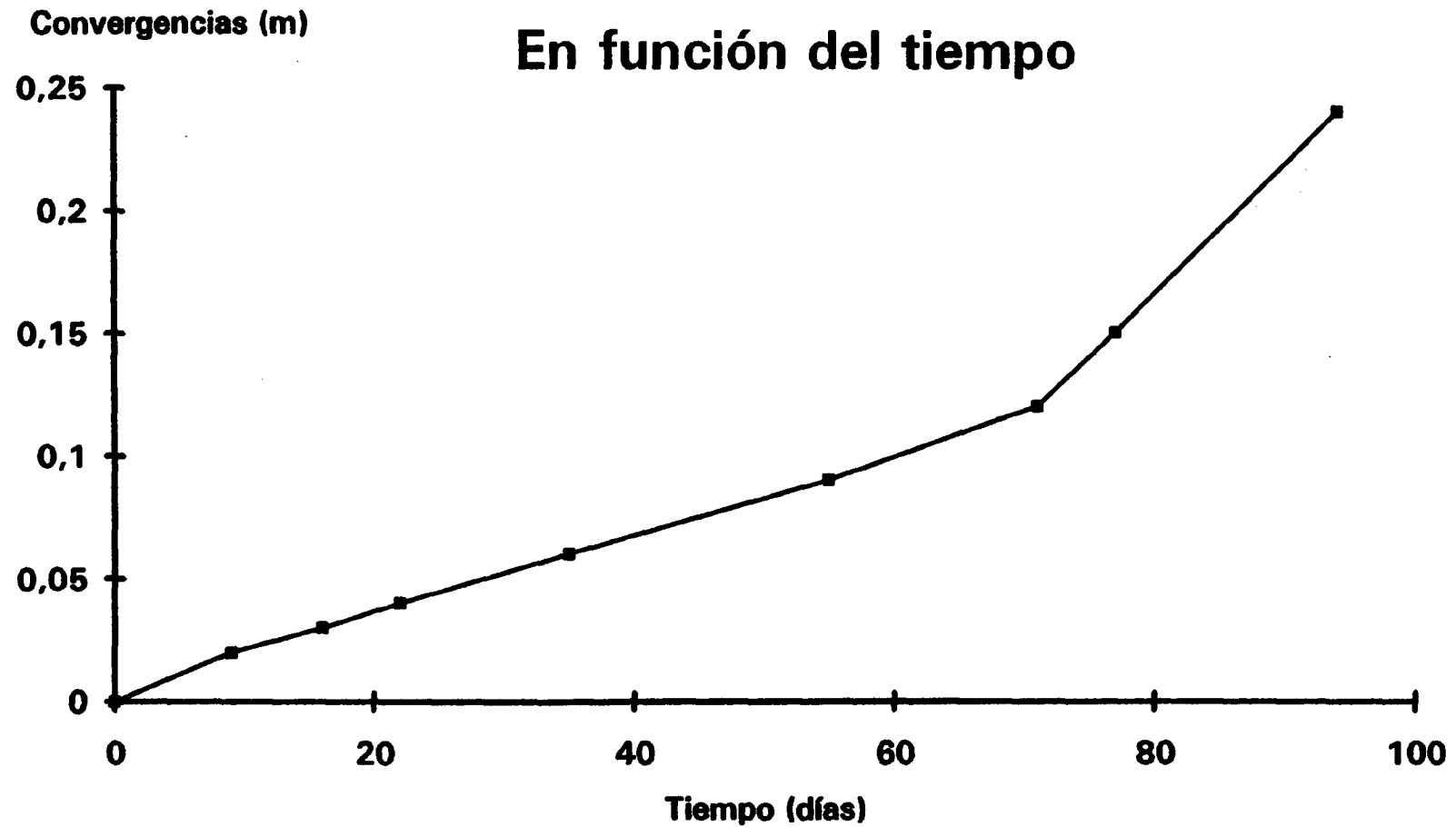
Convergencias (m)

En función del tiempo



CONVERGENCIAS CUADRO N° 54

En función del tiempo

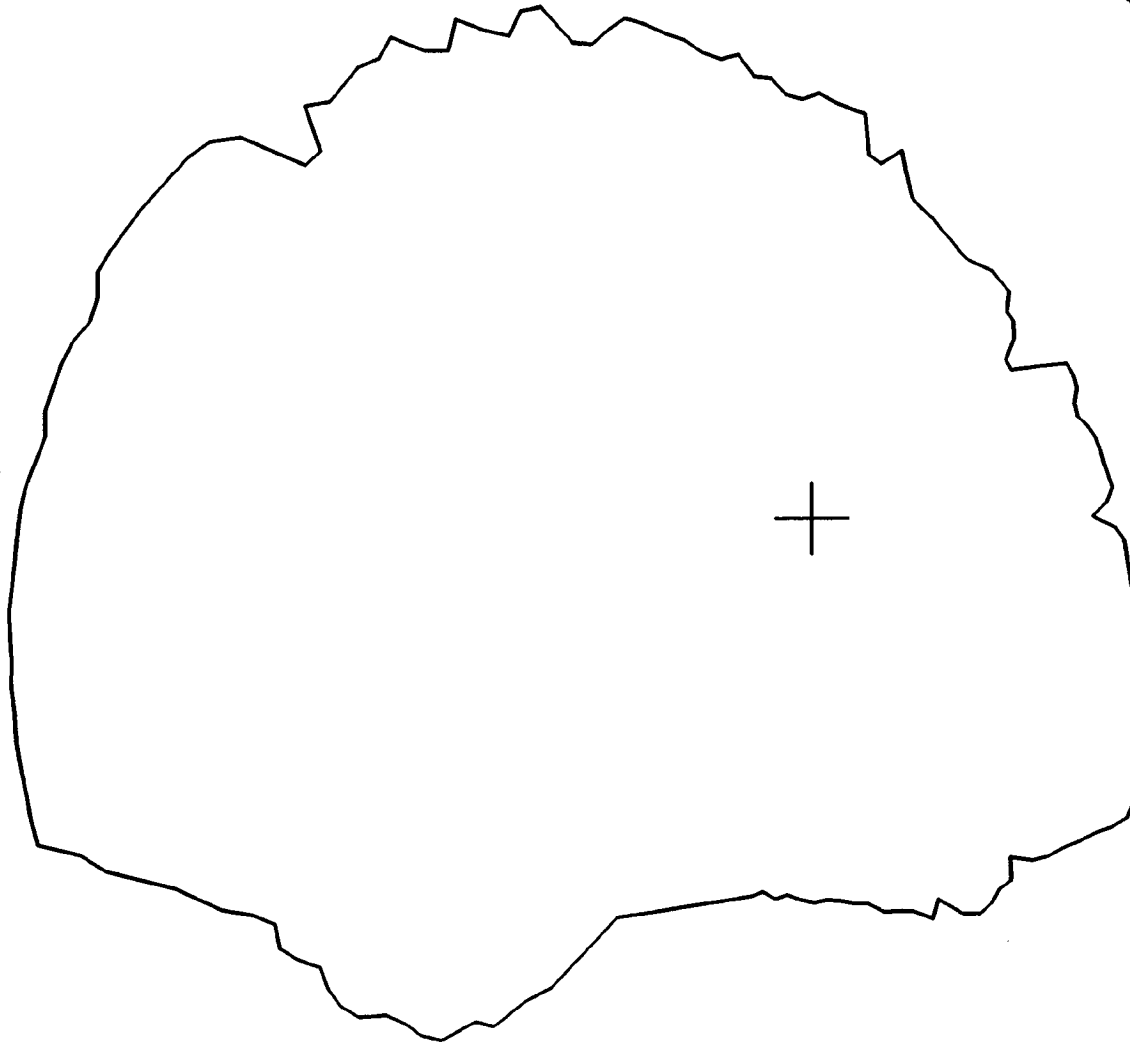




**POZO MONTSACRO
(HUNOSA)**

**CAPA 8ª 1ª RTE
5ª SUBNIVEL**

CUADRO Nº 180



FECHA: 17-09-91

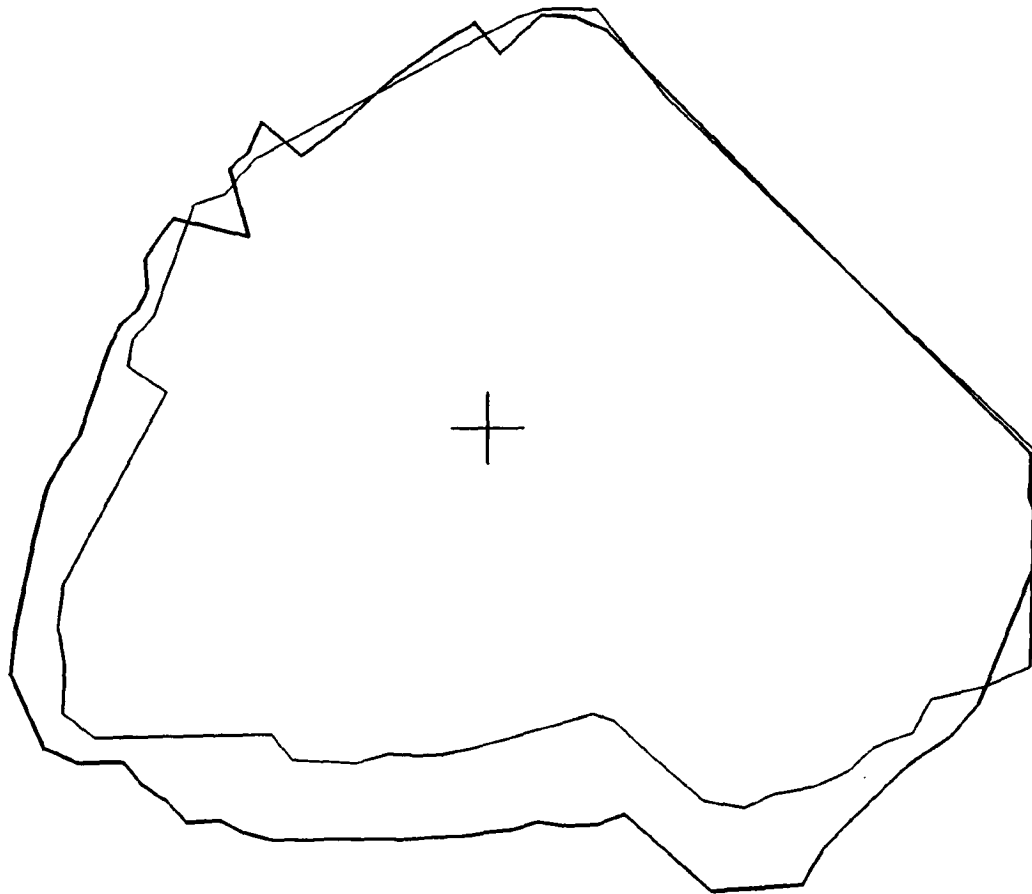
SECCION: 6,40 m²



POZO MONTSACRO
(HUNOSA)

CAPA 8^a 1^{ra} RTE
5^a SUBNIVEL

CUADRO N^o 147

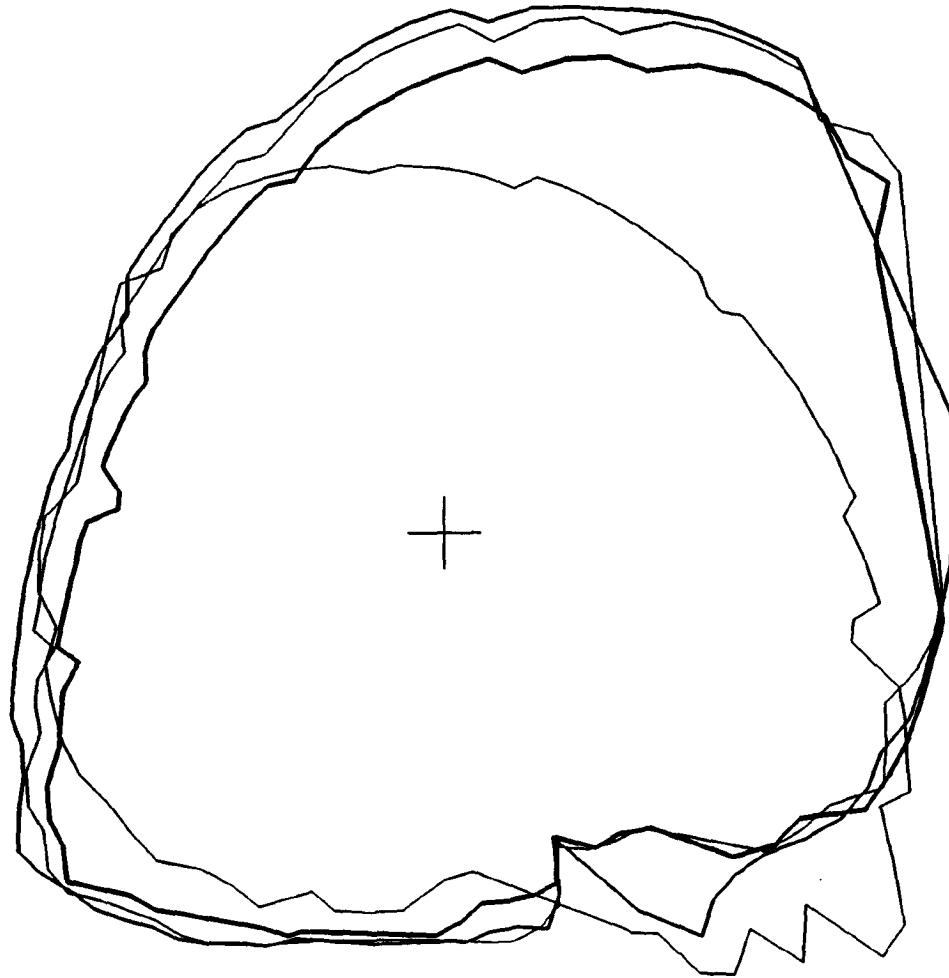


FECHA: 17-09-91

SECCION: 4,63 m²

FECHA: 16-10-91

SECCION: 4,02 m²



POZO MONTSACRO
(HUNOSA)

CAPA 8^a 1^{er} RTE
5^a SUBNIVEL

CUADRO N^o 54

FECHA: 17-09-91

SECCION: 5,31 m²

FECHA: 16-10-91

SECCION: 5,05 m²

FECHA: 26-11-91

SECCION: 4,61 m²

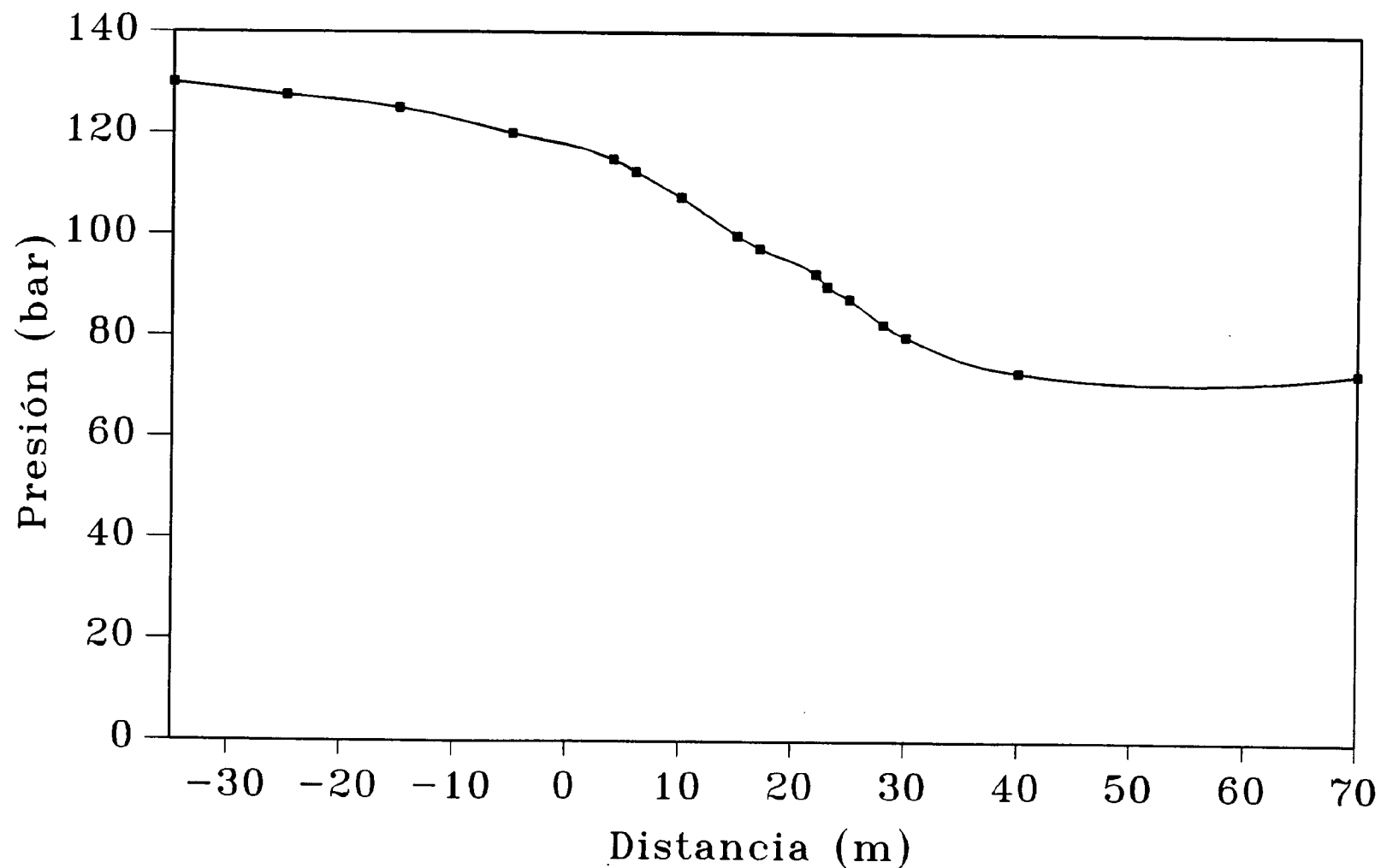
FECHA: 24-01-92

SECCION: 4,03 m²

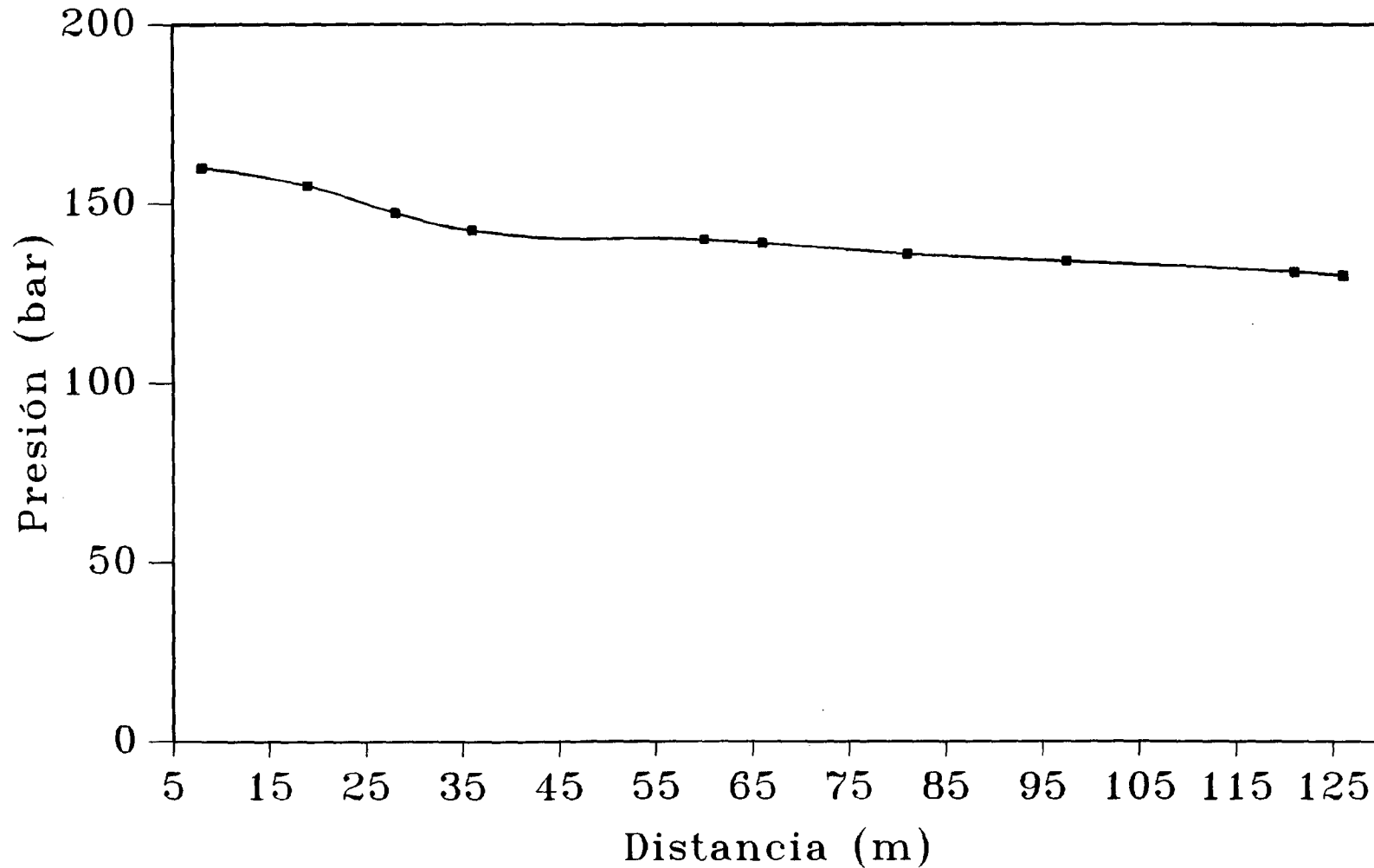
ANEXO 25

CURVAS DE LAS CAPSULAS PRESIOMETRICAS EN EL 5° SUBNIVEL

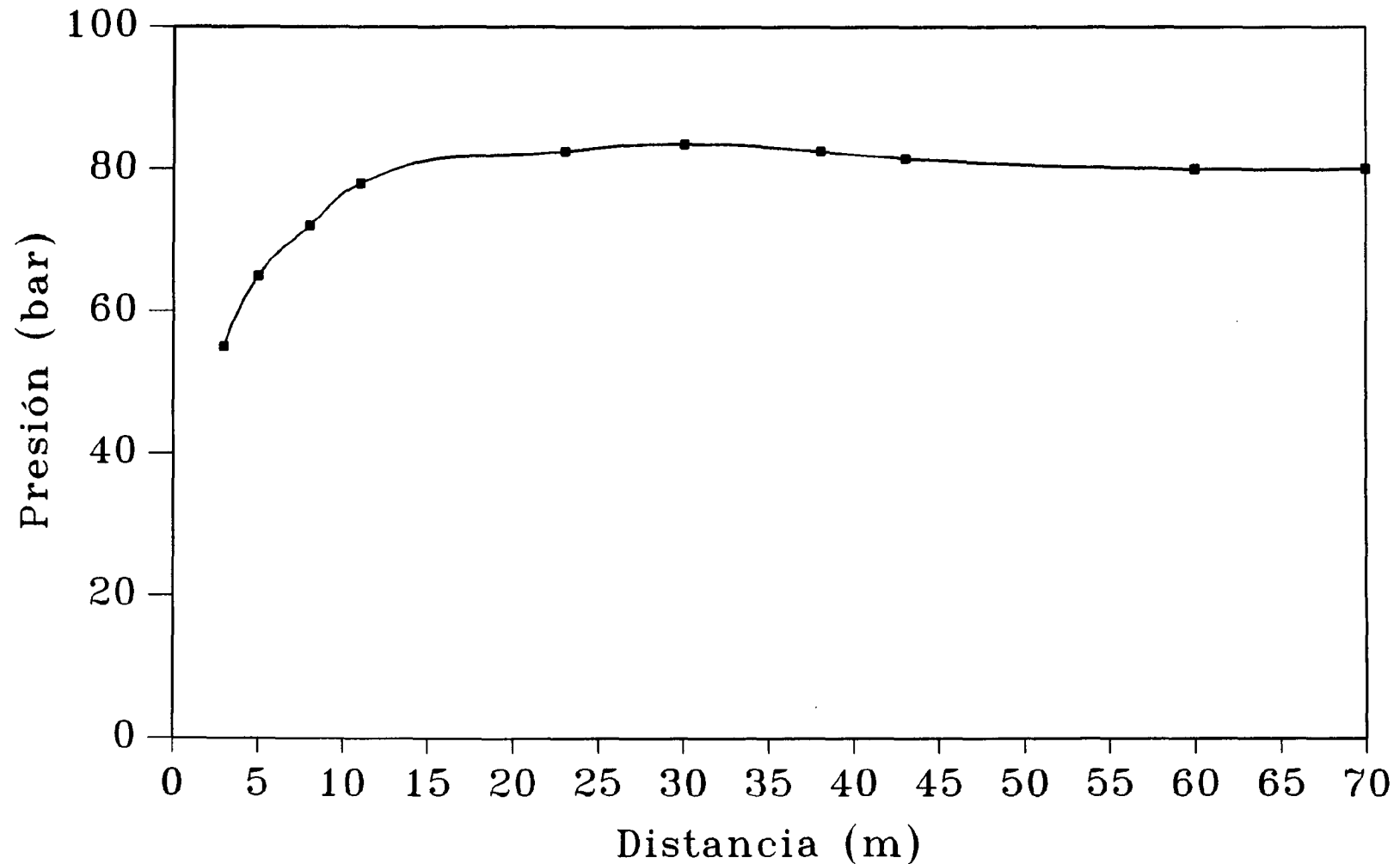
CELULA SITUADA A 11 m. Influencia del 4º Subnivel



CELULA SITUADA A 11 m. Influencia del 5º Subnivel



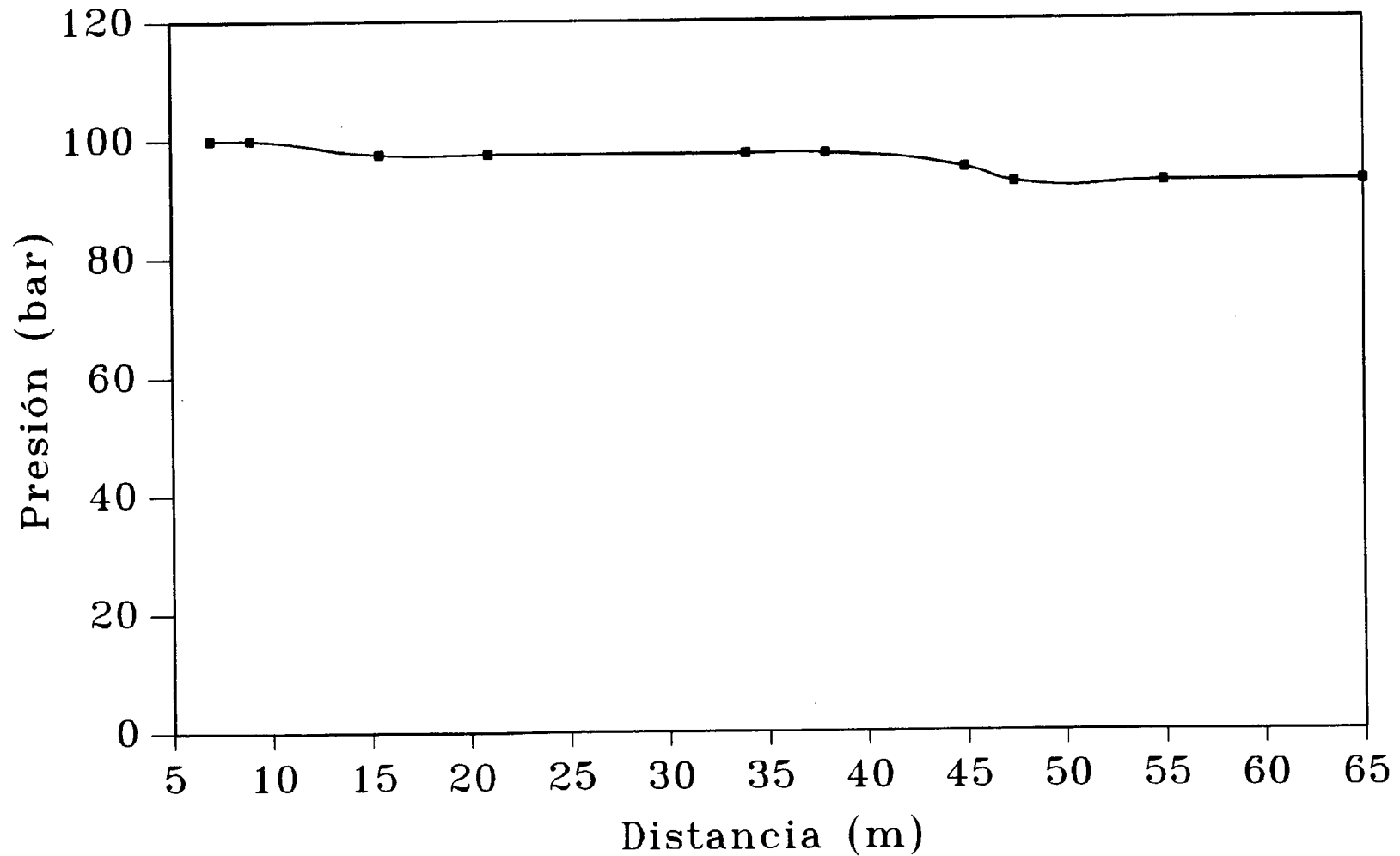
CELULA SITUADA A 8 m. Influencia del 5º Subnivel



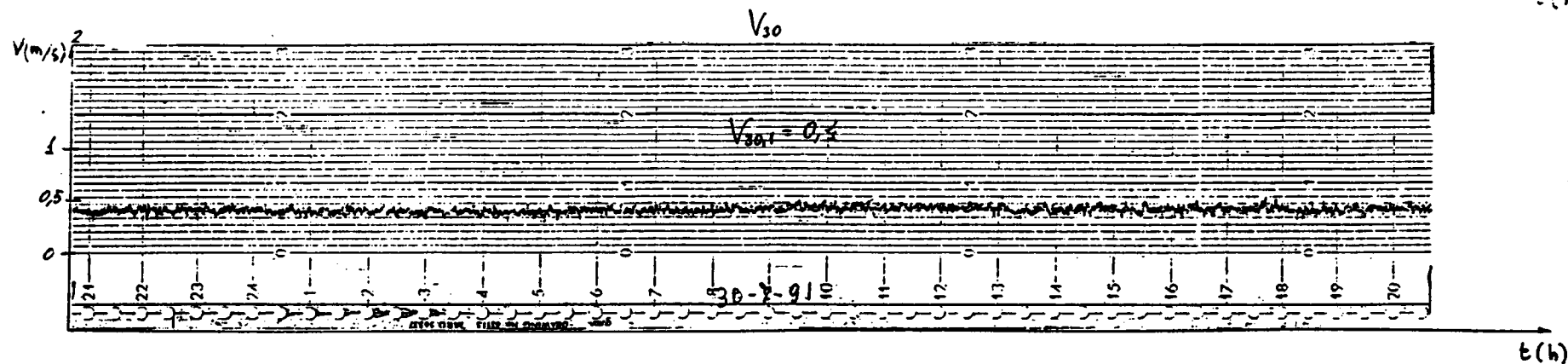
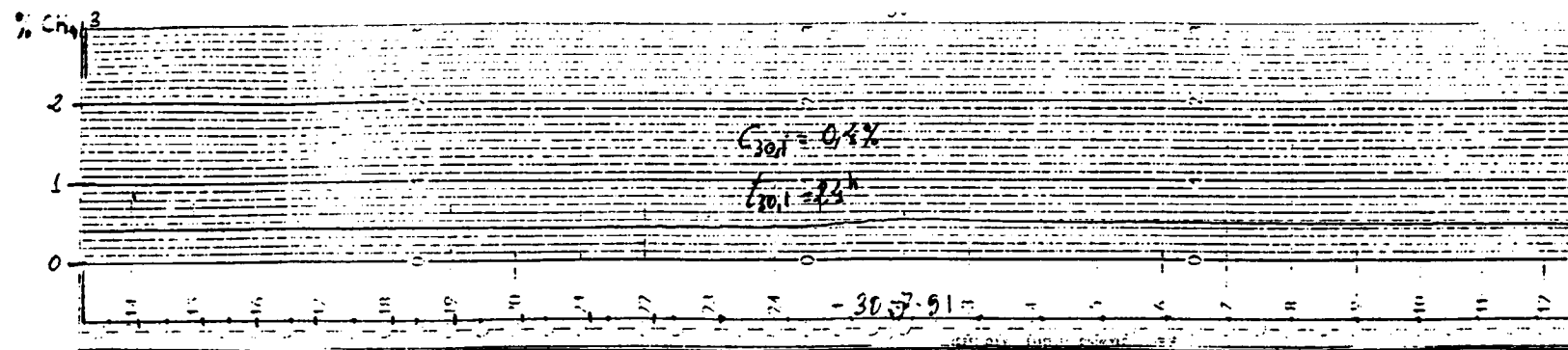
ANEXO 26

CURVAS DE LAS CAPSULAS PRESIOMETRICAS EN EL SUBNIVEL CERO

CELULA SITUADA A 7.5 m. Influencia del Subnivel Cero



ANEXO 27
REGISTROS DE CH₄ Y VELOCIDAD DEL AIRE AL INICIO DEL SUTIRAJE
DEL 5° SUBNIVEL



VENT.

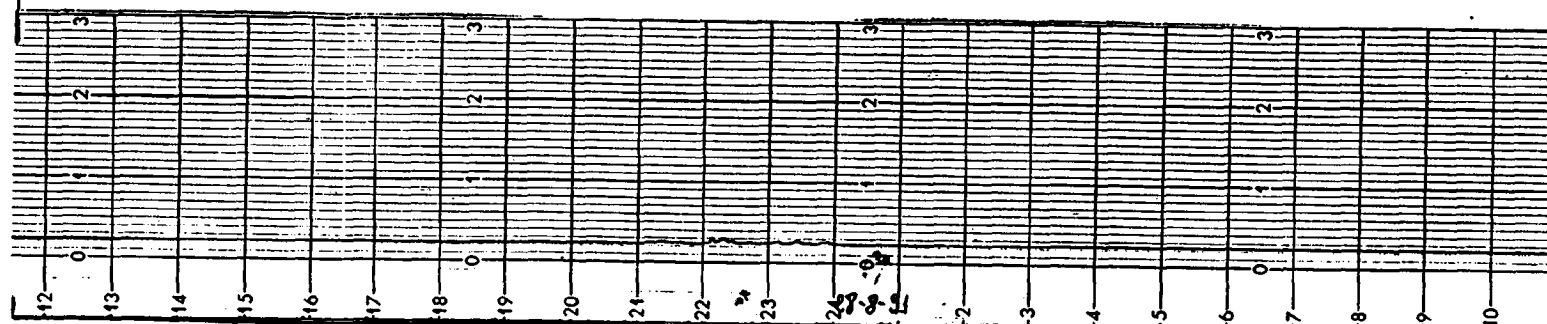
ARR.

OTROS

MINA : Montsacro
LABOR : C/8. Subn. 5

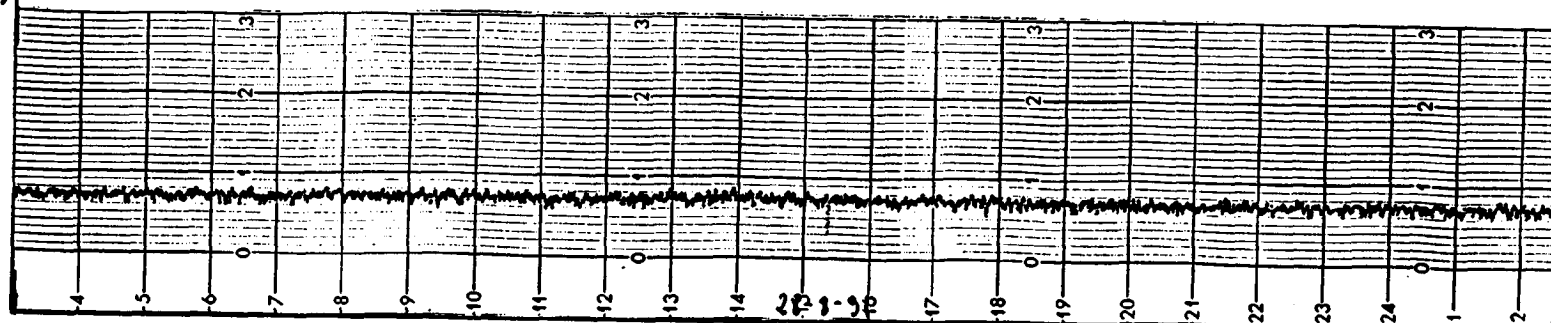
FECHA : 30-7-91
Martes

% CH₄



t(h)

V(m/s)



t(h)

VENT.

ARR.

OTROS

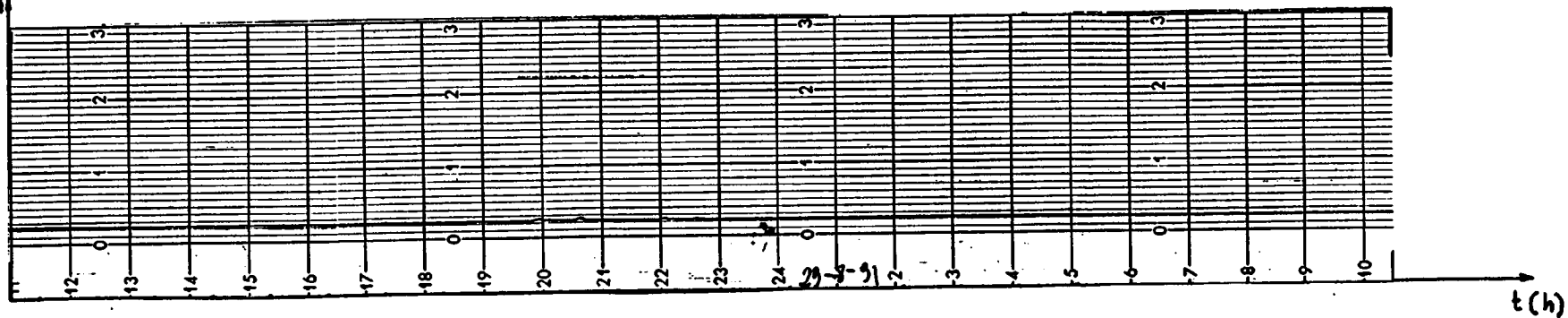
MINA : MONTSA CRO

FECHA : 28 - 8 - 91

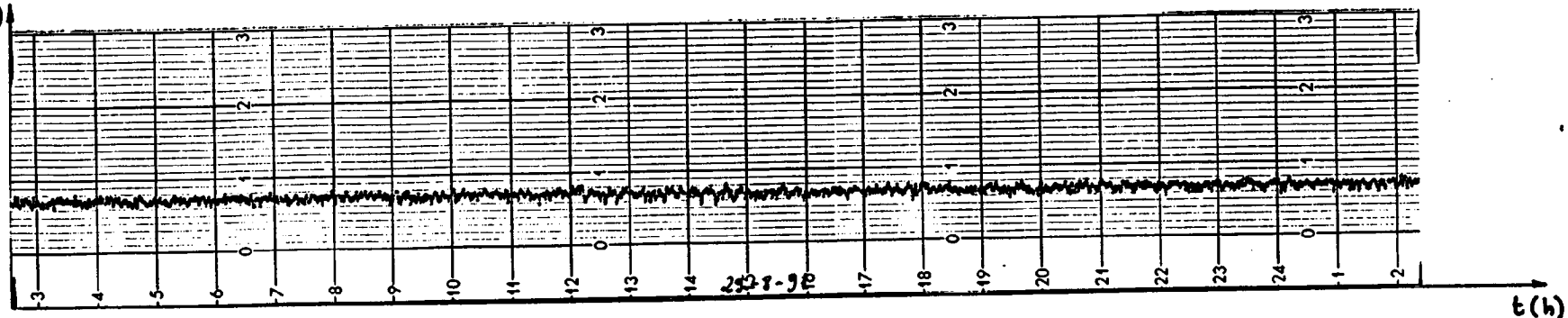
LABOR : C / 8 SUBN. 5

JUEVES

% CH₄



V(m/s)



VENT.

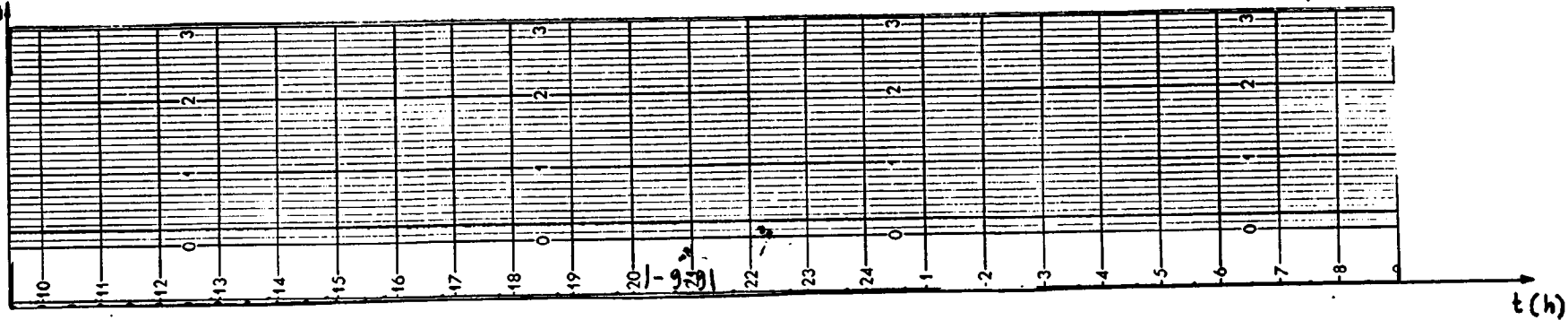
ARR.

OTROS

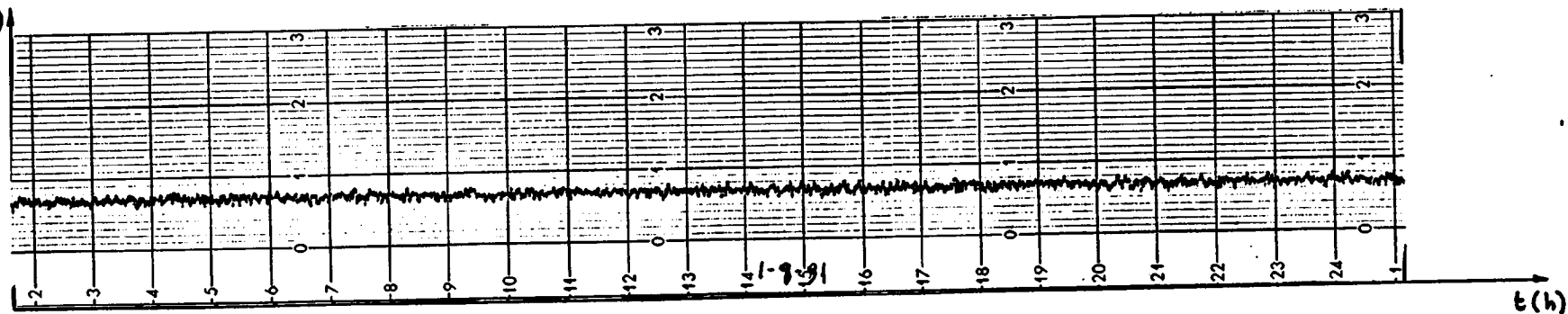
MINA : MONT SACRO
LABOR : C/8 SUBN. 5

FECHA : 29-8-91
VIERNES

% CH₄



V(m/s)



VENT.

ARR.

OTROS

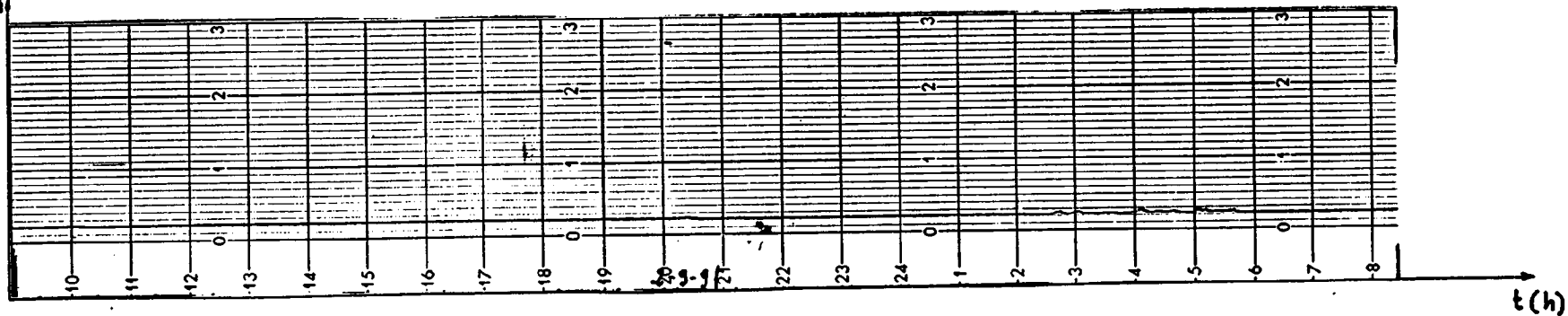
MINA : MONTSACRO

FECHA : 1-9-91

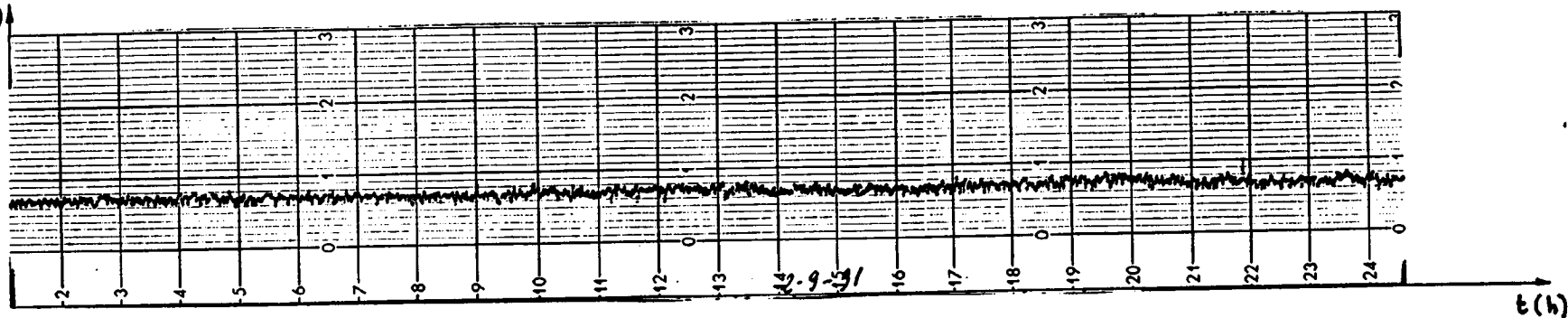
LABOR : C/8 SUBN.5

LUNES

% CH₄



V(m/s)



VENT.

ARR.

OTROS

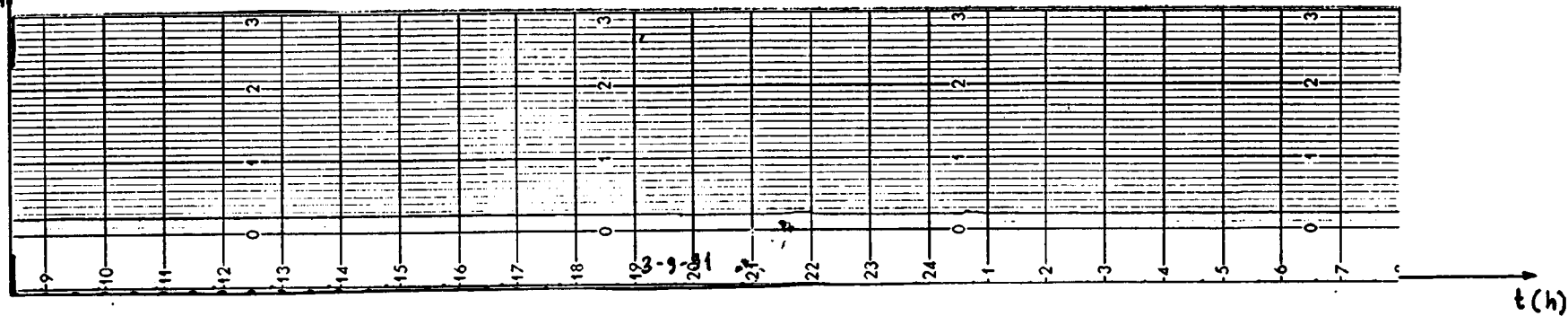
MINA : MONT SACRO

FECHA : 2-9-91

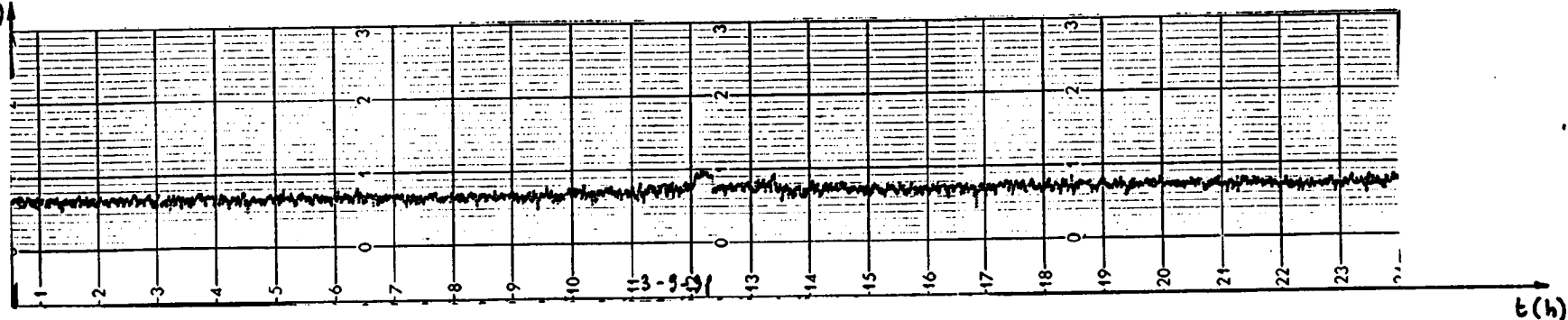
LABOR : C/8 SUBN. 5

MARTES

% CH₄



V(m/s)



VENT.

AAR.

OTROS

MINA : MONTSACRO

LABOR : C/8 SUBN. 5

FECHA : 3-9-91

MIÉRCOLES

ANEXO 28
CALCULO DE LA CONSTANTE K PARA EL MODELO DE
DESPRENDIMIENTO

1.- Valores estadísticos de la muestra

El cálculo de valores estadísticos suele ser el primer paso en el estudio de una muestra, e incluye una serie de valores que permiten vislumbrar la tendencia general de los datos (Hoja 1). En ella vemos que:

- Los datos están bastante centrados sobre la media al ser muy próximos los valores de la mediana (1,24), media geométrica (1,21) y aritmética (1,25), si bien la moda (valor más frecuente) se desplaza ligeramente a la derecha (1,24).
- Los valores estándar de derivación sobre lo normal (Skewness y Kurtosis) no superan el valor máximo de ± 2 unidades que indican un alejamiento excesivo sobre la normal. El valor del coeficiente Skewness ($-7,4 \cdot 10^{-3}$) indica que la distribución es ligeramente asimétrica con colas inferiores más largas que las superiores. El coeficiente de Kurtosis (-0,47) indica que la curva es un poco más plana (menos acampanada) y con mejores colas que la normal.

Análisis estadístico de los valores de K mediante STATGRAF

2.- Levantamiento en papel probabilístico normal

El levantamiento de los datos a estudiar en un papel probabilístico normal permite confirmar si la muestra proviene de una distribución normal. El gráfico está escalado de forma que la función de distribución normal acumulada es una línea recta y los valores de campo son ajustados mediante una regresión de mínimos cuadrados.

El levantamiento realizado indica, en general, una marcada tendencia a la normalidad de los datos, si bien la utilización de valores medios en el cálculo de los valores de K puede haber producido una repetición de valores iguales que alejan al modelo de la distribución teórica. Asimismo, el tamaño de la muestra (solo 43 valores) no

permite garantizar un tamaño de muestra suficiente.

3.- Histograma de frecuencias

El histograma de frecuencias para 13 grupos de valores entre el valor máximo (1,95) y mínimo (0,53) revela la presencia de clases vacías, así como excesos y defectos de frecuencias relativas esperadas según el modelo normal.

4.- Ajuste sobre distribución normal

El mejor ajuste sobre distribución normal se obtiene sobre los parámetros

$$\mu = 1,25$$

$$\theta = 0,3$$

obteniéndose que el intervalo del 95% es $[1,25 \pm 0,51]$, lo que quiere decir que la probabilidad de que el valor de K se encuentre entre los valores 0,74 y 1,76 es del 95%.

Los test utilizados para evaluar la bondad del ajuste son:

- **Test de la X^2 :** Proporciona un nivel de ajuste sobre la muestra de 0,19 (el nivel mínimo de significancia se admite en 0,05), si bien se comprueba en la hoja de resultados que la mayor fuente de error es un defecto de datos en el entorno (1,27 y 1,41) donde la frecuencia medida es la mitad de la esperada por el modelo y así como un exceso de datos en el entorno (1'41, 1'55), contribuyendo ambos en un 94% sobre el valor de la X^2 .
- **Test de Kolmogorov-Smirnov:** A diferencia del anterior proporciona un nivel de ajuste sobre la función de distribución acumulada mejorando, en este caso, la bondad del ajuste (0,44).

Chisquare Test

	Lower Limit	Upper Limit	Observed Frequency	Expected Frequency	Chisquare
at or below		.9882	9	8.4	.0428
	.9882	1.1294	7	6.5	.0397
	1.1294	1.2706	7	7.8	.0765
	1.2706	1.4118	4	7.5	1.6581
	1.4118	1.5529	10	5.9	2.8161
above	1.5529		6	6.9	.1135

Chisquare = 4.74665 with 3 d.f. Sig. level = 0.191317

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0855223
Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.132531
Estimated overall statistic DN = 0.132531
Approximate significance level = 0.436825

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

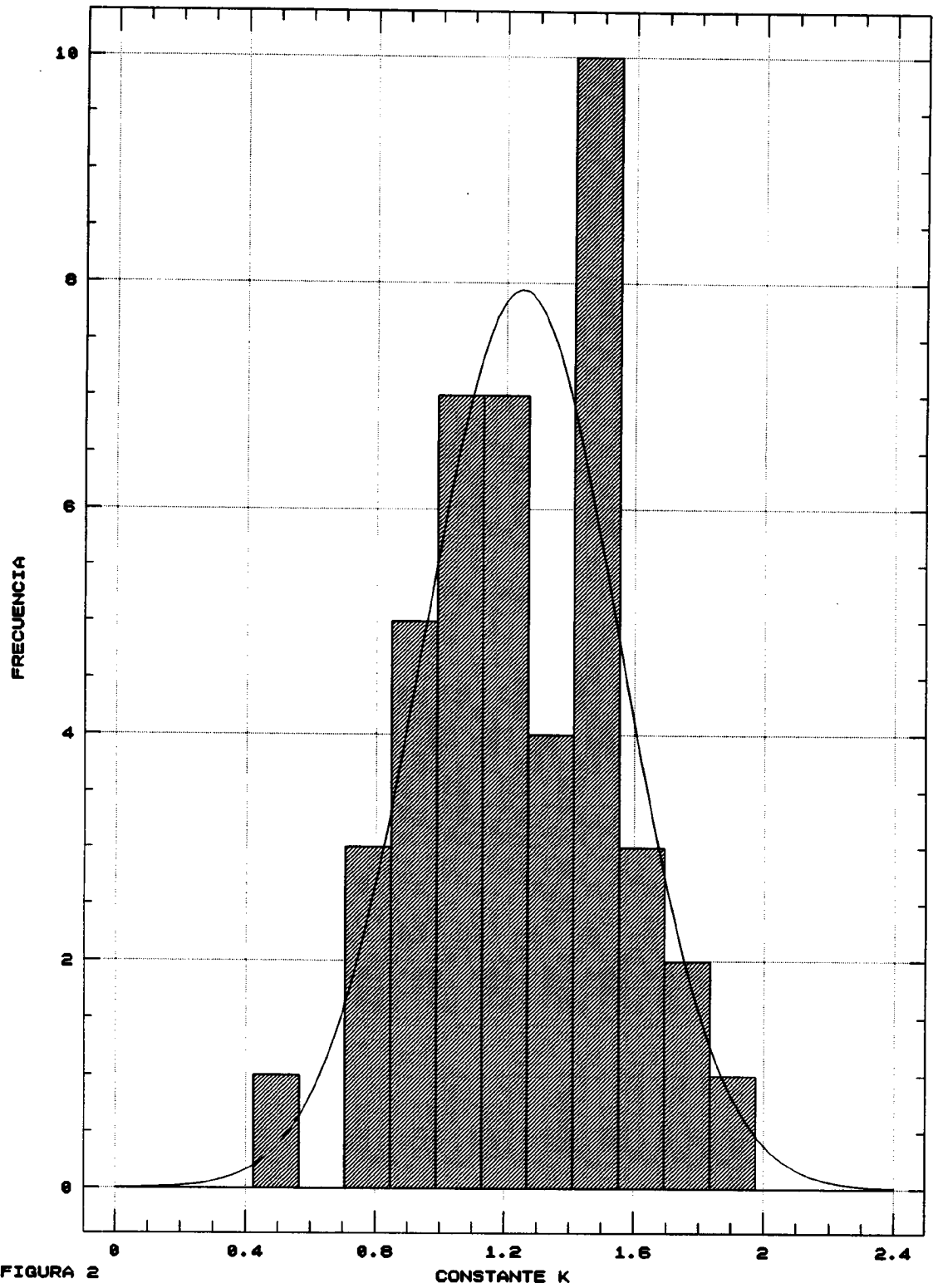


FIGURA 2

Variable:	CONST.K
Sample size	43
Average	1.24989
Median	1.24453
Mode	1.46564
Geometric mean	1.21101
Variance	0.0929349
Standard deviation	0.304852
Standard error	0.0464895
Minimum	0.532239
Maximum	1.93234
Range	1.4001
Lower quartile	0.998938
Upper quartile	1.46564
Interquartile range	0.466699
Skewness	-7.44074E-3
Standardized skewness	-0.0199193
Kurtosis	-0.473802
Standardized kurtosis	-0.634198

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

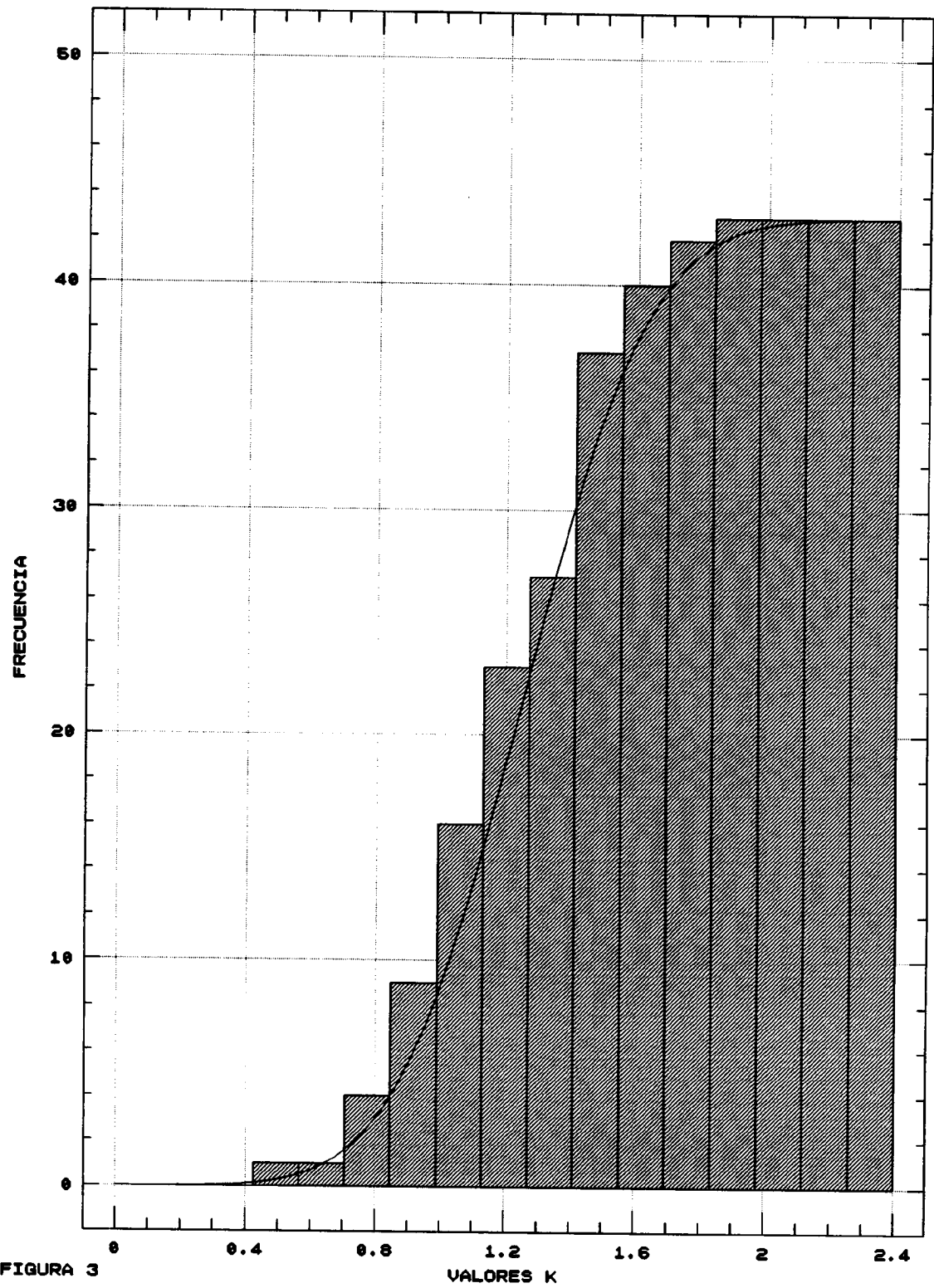


FIGURA 3

Distribution Fitting

Data vector: CONST.K

Distributions available:

(1) Bernoulli	(7) Beta	(13) Lognormal
(2) Binomial	(8) Chi-square	(14) Normal
(3) Discrete uniform	(9) Erlang	(15) Student's t
(4) Geometric	(10) Exponential	(16) Triangular
(5) Negative binomial	(11) F	(17) Uniform
(6) Poisson	(12) Gamma	(18) Weibull

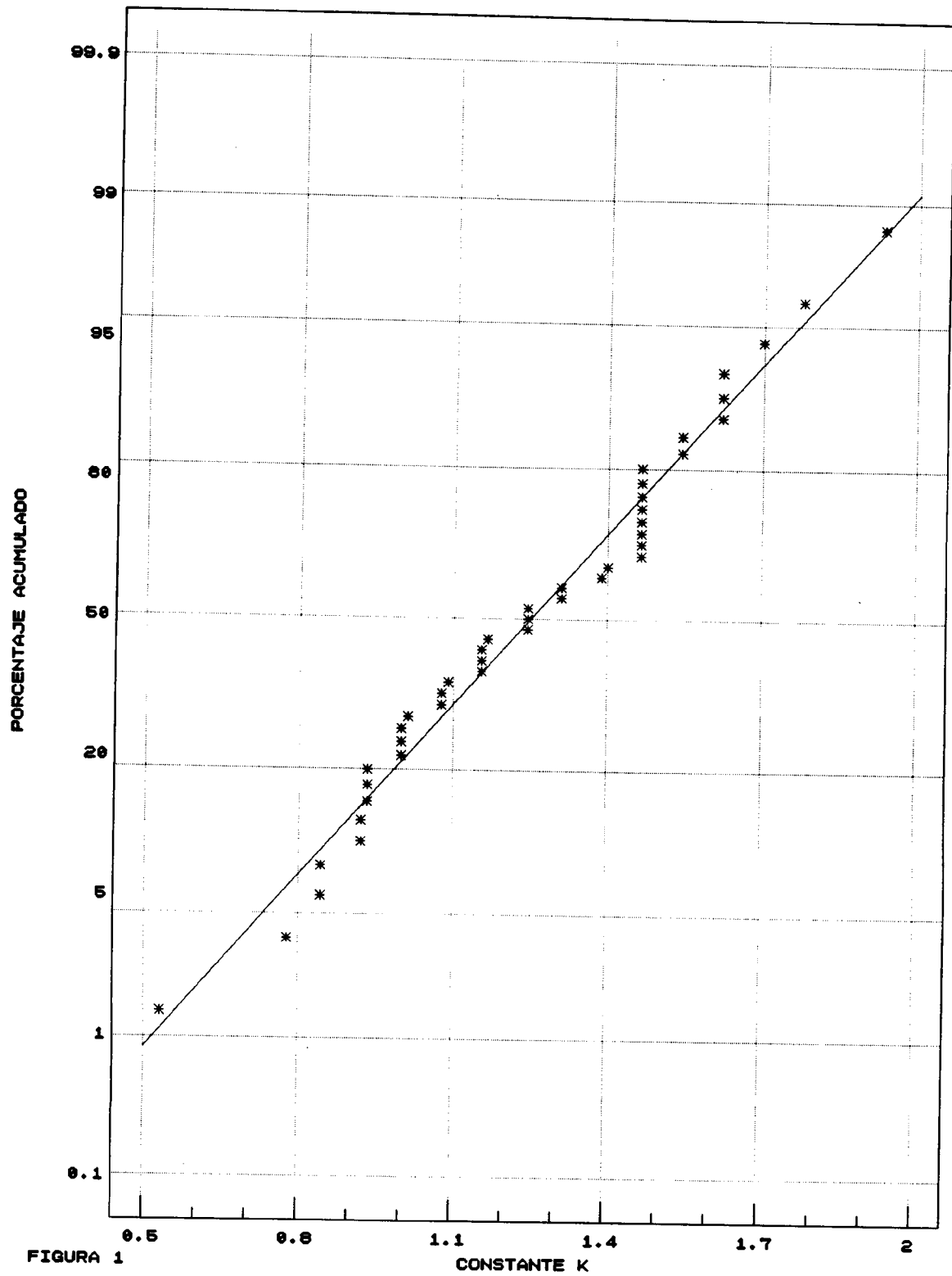
Distribution number: 14

Mean: 1.24989

Standard deviation: 0.304852

Area at or below	1.75133	=	0.95
Area at or below	0.748452	=	0.05
Area at or below	1.24989	=	0.5
Area at or below	1.24989	=	0.5

LEVANTAMIENTO EN PAPEL PROBABILISTICO

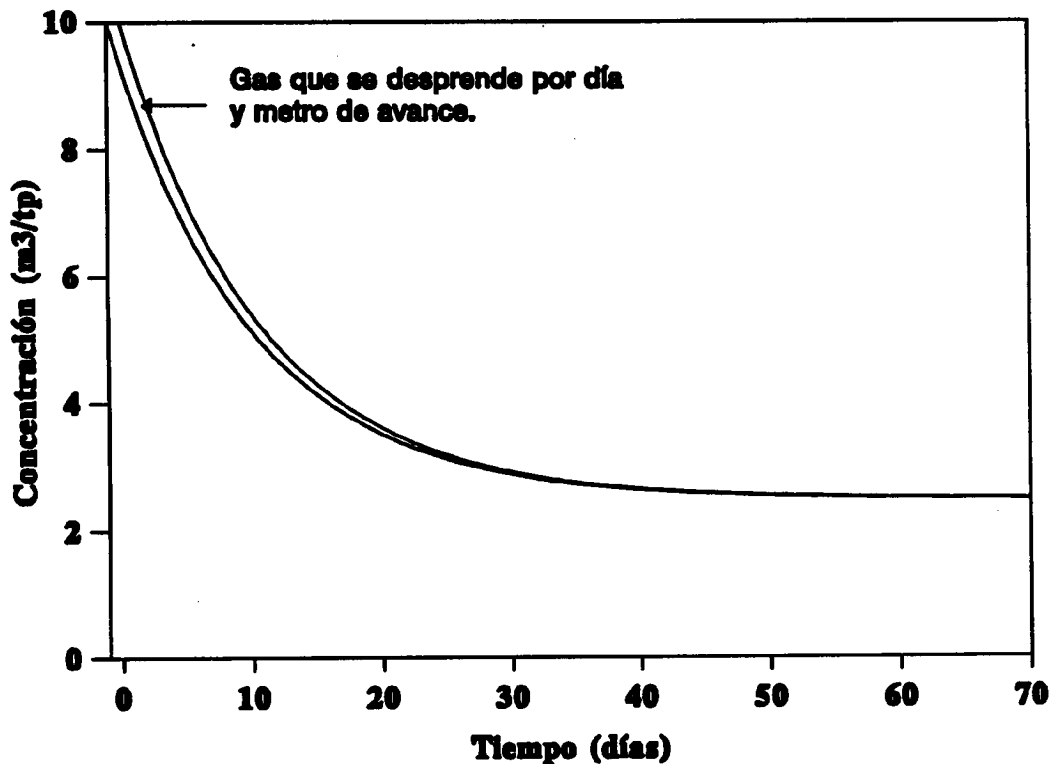


ANEXO 29

CALCULOS PARA LA OBTENCION DEL MODELO DE DESPRENDIMIENTO EN LA APERTURA DEL SUBNIVEL

Y como curva de desgasificación de la llave de carbón la siguiente:

$$C_g = 2,5 + 7,5 e^{-0.095t} \quad (\text{En función del tiempo})$$



El valor del área es: 7,5

$C_d = 7,5$ que es la diferencia entre la concentración inicial y la residual de la capa.

La curva de desgasificación de los hastiales nos da el grado de desgasificación de los carboneros y capas adyacentes incluidas en la zona de influencia. Esta curva, en función de la distancia al subnivel, es de la forma:

$$C_{gt}(d) = e^{-0,5d}$$

Teniendo en cuenta las posibles irregularidades de la capa de carbón y carboneros en cuanto a potencia, cenizas, densidad y longitud de la zona de influencia (de 9 a 11 m), suponemos una constante K que incluya estas irregularidades.

El desprendimiento de grisú de la zona influenciada vendrá dada por una fórmula como la siguiente:

$$G_s = K (C_d * M_c + \sum_{i=1}^n * g_i * C_{di} * m_{ci})$$

Siendo:

M_c : Masa de carbón influenciada por la apertura del subnivel en la llave y en la solera (tp).

$$M_c = P * l * \rho \left(1 - \frac{C_e}{100}\right)$$

Donde:

P : Potencia de la capa (m).

ρ : Densidad de la capa (tp/m³).

C_e : Cenizas de la capa (%).

l : Longitud influenciada de la capa (m).

C_d : Diferencia entre las concentraciones inicial y residual de la capa (m³/tp).

g_i : Grado de desgasificación de las capas y carbonero adyacentes viene determinado por la curva $e^{-0.5d}$.

C_{di} : Concentración inicial de grisú de las capas o carboneros incluidos en la zona de influencia (m³/tp).

m_{ci} : Masa de carbón influenciada, perteneciente a los carboneros y capas adyacentes (tp).

$$m_{ci} = l_i * P_i * \rho_i \left(1 - \frac{C_{ei}}{100}\right)$$

Donde:

P_i : Potencia (m).

ρ_i : Densidad (tp/m³).

C_{ei} : Cenizas (%).

l_i : Longitud influenciada (m).

En el caso estudiado, tenemos la capa en explotación y dos carboneros, siendo:

$$P = 3,3 \text{ m}$$

$$\rho = 1,7 \text{ t/m}^3$$

$$l = 20 \text{ m (10 m de la llave y 10 m de la solera)}$$

$$C_e = 40\%$$

$$M_e = 3,3 \times 20 \times 1,7 \times 0,6 \approx 67 \text{ (tp)}$$

$$C_d = 7,5 \text{ m}^3/\text{tp}$$

$$P_1 = 0,2 \text{ m}$$

$$P_2 = 0,3 \text{ m}$$

$$l_1 = 18,5 \text{ m}$$

$$l_2 = 15 \text{ m}$$

$$P_1, P_2 = 2 \text{ m}$$

$$C_{e1}, C_{e2} = 65\%$$

$$m_{e1} = 0,2 \times 18,5 \times 2 \times 0,35 \approx 2,6 \text{ tp}$$

$$m_{e2} = 0,3 \times 15 \times 2 \times 0,35 \approx 3,2 \text{ tp}$$

$$C_{d1} = 4,5 \text{ m}^3/\text{tp}$$

$$C_{d2} = 4,5 \text{ m}^3/\text{tp}$$

$$g_1 = e^{-0,5 (2,5)} \approx 0,29$$

$$g_2 = e^{-0,5 (6)} \approx 0,05$$

$$G_z = K ((7,5 \times 67) + 4,2)$$

$$G_z = K (507)$$

Para hallar K tomamos los valores que se han medido todos los días de trabajo durante el período de estudio del desprendimiento. Variando K entre los valores 1 y 2.

En nuestro caso, para el valor medio por metro de avance de G_z entre 600 y 630 m^3 el valor de la R es $\approx 1,2$ ó $1,25$. Tomando 1,2 tenemos:

$$G_z = 1,2 * 507 = 608 \text{ m}^3$$

Una vez hallado el valor de grisú proveniente de la zona influenciada por metro de

avance y conociendo el grisú procedente del carbón arrancado por metro de avance

$$G_z - G_i = 45 \text{ m}^3$$

El grisú total desprendido es: $G_t = 653 \text{ m}^3$ por metro de avance con lo que el desprendimiento específico es:

$$S = \frac{G_t}{T} f$$

Donde:

f : Es un coeficiente que hay que aplicar para tener en cuenta el grisú desprendido en los períodos no productivos y que equivale a 7/5 ya que son siete días evaluados y cinco trabajados esto a 2 relevos; a un relevo este coeficiente es 7/3 siete días evaluados y tres trabajados (como dos relevos).

T : Toneladas arrancadas por metro de avance.

$T = 7,2$ toneladas puras por metro de avance en el 5º subnivel.

$$S = \frac{653}{7,2} f = 127 \text{ m}_3/\text{tp}$$

El desprendimiento medido para el mes de junio es: 121 m³/tp

Si se trabaja a un relevo tenemos:

$$S = \frac{653}{7,2} * \frac{7}{3} = 212 \text{ m}^3/\text{tp}$$

el desprendimiento medido para un solo relevo en el mes de julio es: 210 m³/tp

Estos valores son función de K o de irregularidad de la capa. Estando K entre los valores 1 y 2 dependiendo de las irregularidades de la capa en estudio.

ANEXO 30

**CALCULOS PARA LA OBTENCION DEL MODELO DE DESPRENDIMIENTO
EN EL SUTIRAJE DEL SUBNIVEL**

CALCULOS EN SUTIRAJE

Los resultados que se han obtenido en los balances de grisú efectuados durante el sutiraje del 5° subnivel y del subnivel cero, han sido los siguientes:

5° Subnivel

$$G_r = 363 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$G_{ca} = 218 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$G_i = 93 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$G_z = 238 \text{ m}^3/\text{día}$$

El 27,8% del carbón arr.

El 52,2% de la zona infl.

$$S = 6,8 \text{ m}^3/t_p$$

$$i = 2,3$$

Arranque a dos relevos

Subnivel cero

$$G_v = 293 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$G_{ca} = 235 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$G_i = 141 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$G_z = 200 \text{ m}^3/\text{día}$$

El 54,2% del carbón arran.

El 45,8% de la zona infl.

$$S = 2,5 \text{ m}^3/t_p$$

$$i = 3,7$$

Arranque a dos relevos

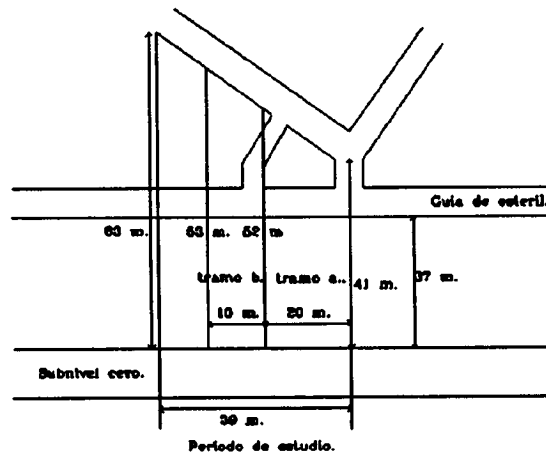
En estos dos casos, hay que diferenciar dos aspectos. El primero es que en el 5° subnivel la capa nueve no está explotada y en el subnivel cero está totalmente explotada. El segundo aspecto es el hecho de que la llave de carbón en el subnivel cero varía desde los 30 a los 100 m y en el 5° subnivel sólo es de 22 m y fija.

Teniendo esto en cuenta, y considerando que el sutiraje no es un avance fijo, se deben dividir los períodos estudiados en partes más o menos continuas en producción y avance.

La zona de influencia se va a delimitar teniendo en cuenta los dos aspectos anteriores, es decir, que en el subnivel cero, el gas de la zona influenciada procede únicamente de la capa explotada, mientras que en el 5° subnivel, procede, principalmente de las capas adyacentes y, en menor medida, de la solera del subnivel. La longitud influenciada en la solera del subnivel durante la fase del sutiraje es de unos 13 m, como se ha podido comprobar por la variación de la presión en la célula colocada a 11 m en la clave del 5° subnivel.

Subnivel cero

En el subnivel cero no influye ninguna capa de carbón adyacente, pero la llave de carbón varía entre 30 y 100 m. En el periodo de estudio la situación era la de la figura:



Dividiendo en dos tramos el periodo de estudio, tramo a y tramo b, se tiene:

Tramo a:

Del 7-11-91 al 18-11-91 con 20 m de avance 1770 tonenadas y 3170 m³ de grisú desprendidos.

Haciendo un balance en este tramo, se tiene:

$$G_{Ca} = 2 \times 1770 (0,7) = 2.478 \text{ m}^3$$

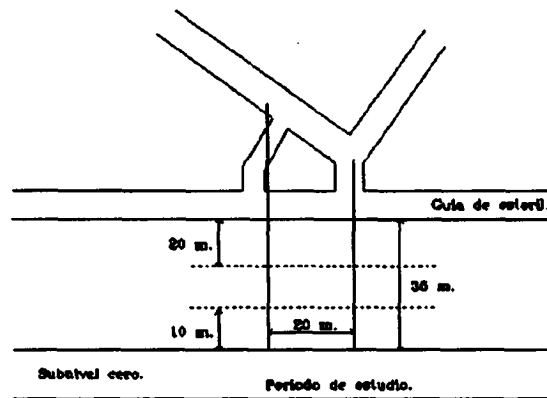
$$G_v = 3170 \text{ m}^3$$

$$G_t = 1,2 \times 1770 (0,7) = 1487 \text{ m}^3$$

$$G_z = 2178 \text{ m}^3$$

Estos valores son para 20 m de avance, para un metro de avance el G_z es de aproximadamente 110 m³.

La llave de carbón sutirada es la de la figura.



Teniendo en cuenta las zonas influenciadas por las explotaciones antiguas y la apertura del subnivel, queda una cuña sin afectar de 6 m.

Tramo b:

Del 18-11-91 al 27-11-91 con 10 m de avance 1290 toneladas arrancadas y 2624 m³ de grisú desprendido.

Si hace el balance de grisú para este tramo, se tiene:

$$G_{Ca} = 2 \times 1290 (0,7) = 1806 \text{ m}^3$$

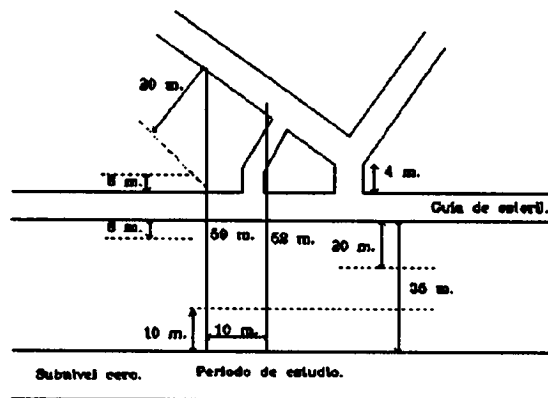
$$G_v = 2624 \text{ m}^3$$

$$G_t = 1,2 \times 1290 (0,7) = 1084 \text{ m}^3$$

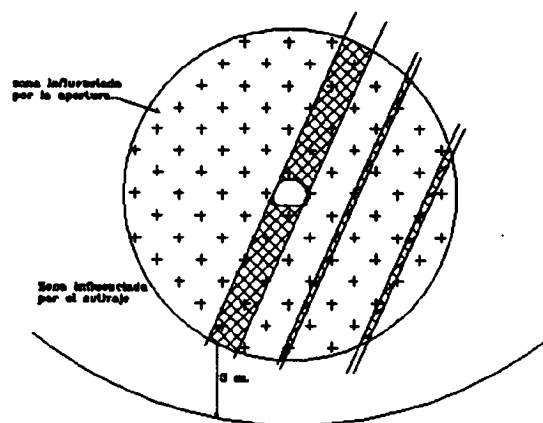
$$G_z = 1902 \text{ m}^3$$

Esto para 10 m de avance, para un metro de avance el grisú proveniente de la zona influenciada es de 190 m³.

Con una llave de carbón sutirada como la de la figura.



Teniendo en cuenta las influencias de las explotaciones antiguas y de la apertura del subnivel se puede asimilar la zona sin influenciar a una cuña de unos 12 m.



En el caso del subnivel cero, se observa que la capa 8ª tiene una concentración de grisú de $5,2 \text{ m}^3/t_p$ muy inferior a la concentración en el 5º subnivel, $10 \text{ m}^3/t_p$, debido a la desgasificación de la capa en esta zona por la explotación de la capa novena. Por esta razón, se considera que los carboneros se encuentran desgasificados por esta capa, partiendo de estas premisas y aplicando la misma fórmula para el cálculo del grisú procedente de la zona influenciada que en el avance, se tiene:

Tramo a:

Cuña de 6 m en la llave y 3 m en la solera:

$$G_z = k \left(M_c \cdot C_d + \sum_{i=1}^n m_{ci} \cdot g_i \cdot C_{di} \right)$$

$C_d = 3,7 \text{ m}^3/t_p$ (la concentración inicial es $5,2 \text{ m}^3/t_p$ y la residual $1,5 \text{ m}^3/t_p$)

$$M_c = (P \cdot \rho \cdot l \cdot (1 - C_e/100))$$

$$P = 3 \text{ m}$$

$$\rho = 1,5 \text{ t/m}^3$$

$$l = 9 \text{ m (6 m de llave y 3 m de la solera)}$$

$$C_e = 30\%$$

El sumatorio lo consideramos nulo por la total desgasificación de los carboneros debido a la explotación de la capa 9ª.

$$G_z = 1,2 ((3 \times 9 \times 0,7 \times 1,5) \cdot 3,7) = 126 \text{ m}^3$$

El grisú medido por metro de avance en este tramo es de 110 m^3 .

Tramo b:

$$C_d = 3,7 \text{ m}^3/t_p$$

$$M_c = P \cdot \rho \cdot l \cdot (1 - C_e/100)$$

$$P = 3 \text{ m}$$

$$\rho = 1,5 \text{ t/m}_3$$

$$C_e = 30\%$$

$$l = 15 \text{ m (12 m de la llave y 3 m de la solera)}$$

$$G_z = 1,2 (3 \times 15 \times 0,7 \times 1,5) \cdot 3,7 = 209 \text{ m}^3$$

El valor medido en este tramo es de 190 m³.

Las diferencias existentes son debidas, a considerar que la concentración de grisú es igual a la inicial 5,2 m³/s a partir de los 10 m, cuando en realidad se alcanza ese valor a unos 12 ó 13 m.

Para el cálculo del desprendimiento, se supone una cuña constante de 10 m con lo que el grisú procedente de la zona influenciada, teniendo en cuenta los valores siguientes, será:

$$C_d = 3,7 \text{ m}^3/t_p$$

$$P = 3 \text{ m}$$

$$\rho = 1,5 \text{ t/m}^3$$

$$C_e = 30\%$$

$$l = 13 \text{ m (10 m de la llave y 3 m de la solera)}$$

$$G_z = 1,2 (3,7 (3 \times 1,5 \times 13 \times 0,7)) = 182 \text{ m}^3$$

Para la llave supuesta, se tiene una producción por metro de avance de 126 toneladas puras.

$$G_T = G_z + G_c$$

$$G_c = G_{Ca} - G_t = 252 - 151 = 101 \text{ m}^3$$

$$G_T = 182 + 101 = 283 \text{ m}^3$$

El desprendimiento es $S = 283/126 \cdot f = 3,1 \text{ m}^3/t_p$, mientras que el medido es 2,3 m³/tp.

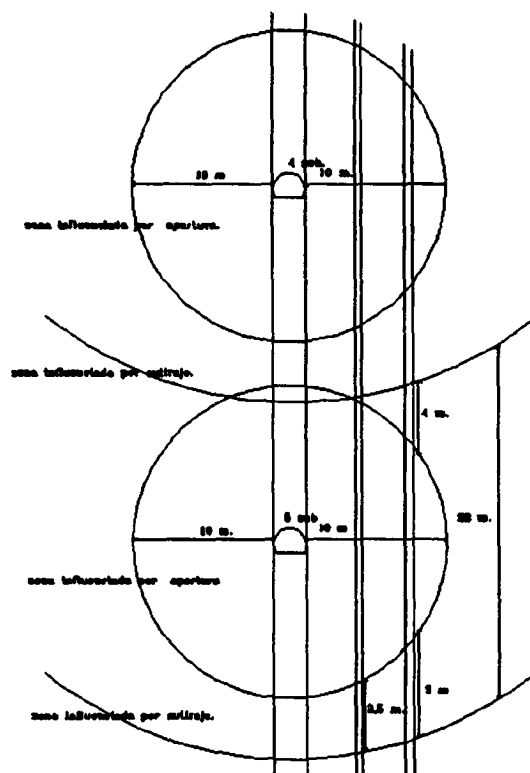
La diferencia es debida a la dificultad de determinar exactamente la masa de carbón desgasificada por las explotaciones antiguas que hemos supuesto hasta los 20 m de las explotaciones.

En el subnivel cero, el coeficiente de irregularidad es muy elevado, lo que significa que hay acumulaciones de grisú. Esto es debido a la variación de las dimensiones de la llave de

carbón, que al ser disparada y caer gran cantidad de masa de carbón provoca esas acumulaciones de grisú esporádicamente.

5º Subnivel

En el 5º subnivel tenemos la disposición de la figura.



Con esta estructura, se tiene que lo único que nos procede de la capa es lo correspondiente a los 3 m que desgasifica la solera. Este valor es:

$$p = 3,3 \text{ m}$$

$$\rho = 1,7 \text{ t/m}^3$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$C_e = 40\%$$

$$C_{di} = 7,5$$

$$G_{z_1} = 1,2 ((3,3 \times 1,7 \times 3 \times 0,6) 7,5) = 91 \text{ m}^3$$

El grisú desprendido procedente de la zona influenciada por metro de avance lo calculamos dividiendo el periodo de tiempo estudiado en dos tramos:

Tramo a:

Del 19-9-91 al 2-10-91 con 15 m de avance, 2670 toneladas y 3942 m³ de grisú desprendido.

$$G_{Ca} = 2,8 \times 2670 (0,26) = 1944 \text{ m}^3$$

$$G_v = 3942 \text{ m}^3$$

$$G_t = 1,2 \times 2670 (0,26) = 833 \text{ m}^3$$

$$G_z = 2831 \text{ m}^3$$

Estos valores son para 15 m de avance por lo que, para 1 m de avance, es de 188 m³.

Tramo b:

Del 8-10-91 al 15-10-91 con 10 m de avance, 2122 toneladas y 3692 m³ de grisú desprendido.

$$G_{Ca} = 2,8 \times 2122 (0,26) = 1545 \text{ m}^3$$

$$G_v = 3692 \text{ m}^3$$

$$G_t = 1,2 \times 2122 (0,26) = 662 \text{ m}^3$$

$$G_z = 2809 \text{ m}^3$$

Valores para 10 m de avance, para 1m de avance es de unos 281 m³.

Descontando el grisú desprendido durante el fin de semana, el gas desprendido es de unos 190 m³.

Por lo tanto, se puede considerar que la cantidad de grisú procedente de la zona influenciada es de 190 m^3 por metro de avance.

Como de la propia capa provienen unos 91 m^3 de grisú, el resto hasta los 190 m^3 deben venir de carboneros y capas adyacentes, con lo que unos 100 m^3 provienen de los dos carboneros y la capa 9ª y observando que en el subnivel cero la capa 9ª ha desgasificado en un 40% la capa 8ª situada a 20 m., se obtiene la curva de desgasificación de los hastiales en el sutiraje. La curva obtenida es la siguiente:

$$C_{g(d_i)} = e^{-0,05 d_i}$$

Siendo: $C'_{g(d_i)}$: grado de desgasificación a una distancia d_i
 d_i : distancias a las que se encuentran del subnivel las capas y carboneros adyacentes

De esta forma se tiene que el grisú que proviene de los carboneros es:

. Carbonero 1

$$P = 0,2 \text{ m}$$

$$l = 3,5 \text{ m}$$

$$\rho = 2 \text{ t/m}^3$$

$$C_e = 65 \%$$

$$C_{d1} = 4,5 \text{ m}^3/t_p$$

$$g_1 = e^{-0,05(2,5)} = 0,88$$

$$m_{c1} = 0,49 t_p$$

. Carbonero 2

$$P = 0,3 \text{ m}$$

$$l = 9 \text{ m (ver figura)}$$

$$\rho = 2 \text{ t/m}^3$$

$$C_e = 65 \%$$

$$C_{d2} = 4,5 \text{ m}^3/t_p$$

$$g_2 = e^{-0,05(6)} = 0,74$$

$$m_{c2} = 1,9 t_p$$

$$GZ_{carb} = \sum_{i=1}^2 C d_i \cdot g_i \cdot m c_i = 10 \text{ m}^3$$

El grisú que proviene de la capa 9ª es el siguiente:

$$P = 3 \text{ m}$$

$$\rho = 1,5 \text{ t/m}^3$$

$$l_i = 22 \text{ m (ver figura)}$$

$$C_e = 30\% \text{ (ver anexo 26)}$$

$$C_d = 4 \text{ m}^3/t_p \text{ (ver anexo 26)}$$

$$g_i = e^{-0.05 (28)} = 0,25$$

$$m_{ci} = 69,3$$

$$G_{Zc/q} = K \cdot C_{di} \cdot g_i \cdot m_{ci} = 1,2 \cdot 4 \cdot 0,25 \cdot 69,3 = 83 \text{ m}^3$$

Por tanto, el grisú procedente de la zona influenciada es:

$$G_z = K(M_c \cdot C_d + \sum_{i=1}^n m_{ci} \cdot g_i \cdot C_{di})$$

$$G_z = 184 \text{ m}^3$$

Las longitudes influenciadas, tanto en los carboneros como en la capa 9, que se han considerado en el cálculo, son las que no han sido influenciadas ni por la explotación de subniveles superiores ni por el avance del subnivel que se está sutirando.

Por metro de avance se producen, en los tramos estudiados, una media de 50 toneladas puras. El grisú que proviene del carbón arrancado en un metro de avance es:

$$G_c = G_{Ca} - G_t = 140 - 60 = 80 \text{ m}^3$$

El grisú total desprendido es: $G_T = G_z + G_c = 264 \text{ m}^3$ por metro de avance

La producción pura arrancada por metro de avance es 50 tp, por lo que el desprendimiento específico por tonelada pura es:

$$S = 264/50 f = 7,4 \text{ m}^3/\text{tp}$$

siendo f a dos relevos igual a $7/5$. Este factor se justifica teniendo en cuenta el gas desprendido durante toda la semana, incluido el fin de semana. En este caso, por metro de avance, $G_z = 280 \text{ m}^3$ y $G_{Ca} = 80 \text{ m}^3$. Por tanto, como la producción pura es 50 tp, el desprendimiento específico es:

$$S = \frac{360}{50} = 7,2 \text{ m}^3/\text{tp}$$

Valor muy próximo al calculado suponiendo f igual $7/5$.

El desprendimiento específico medido es: $6,8 \text{ m}^3/\text{tp}$