



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO DE INVESTIGACION DE DERRABES DE CARBON

ANEJO XII

**Breve informe sobre medidas de presión en niveladuras en talleres
de testers. Otras medidas de interés**

Ingenieros de Minas Consultores, S.A.- Proyecto de derrabes de carbón

0 1915



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

*PROYECTO DE INVESTIGACION DE
DERRABES DE CARBON*

*BREVE INFORME SOBRE MEDICIONES
DE PRESION REALIZADAS EN -
NIVELADURAS DE TALLERES EN -
TESTEROS.*

DICIEMBRE 1.990



INGENIEROS DE MINAS CONSULTORES, S. A.

BREVE INFORME SOBRE MEDICIONES REALIZADAS DE PRESION EN NIVELADURAS DE TALLERES EN TESTEROS.

INTRODUCCION

Las medidas de parámetros geomecánicos en talleres de testers en España no han sido abundantes, en lo que se refiere a determinaciones en las niveladuras y frente de carbón.

En este sentido el proyecto más serio fue abordado por HUNOSA en 1.983, por un valor global previsto, en PTA de aquel año, de 11.288.550.

Se acompaña como anexo el informe realizado por la entonces Dirección de Desarrollo Industrial, para conseguir la preceptiva autorización para la realización del gasto.

Así mismo se acompañan las hojas manuscritas con la descripción de la realización de los ensayos en mina.

En ambos casos se ha preferido conservar los originales de ambos documentos, para no restar ningún

valor a los mismos, pudiendo así ser interpretados partiendo de su real contenido.

Parece posible concluir, de la documentación señalada, diversos aspectos que conviene resaltar:

- La inversión necesaria para cualquier campaña de medida que se decida abordar es elevada.
- Los resultados conseguidos, evidentemente escasos, hace pensar que, cualquier proyecto que se aborde de repetición o ampliación de los ensayos, haya que estudiarlo con el debido rigor.
- Las dificultades prácticas de realización en mina son importantes y hay que contar con la total colaboración, no solo de los mandos correspondientes, sino también del personal obrero cuyo puesto de trabajo pudiese quedar afectado por las medidas a efectuar.
- En la inversión anteriormente señalada no están incluidos los costos del personal obrero correspondiente, de ahí que, en el supuesto de repetir ensayos, debería ser un tema a tener en cuenta.
- Nada se puede concluir como interpretación de los datos recogidos.

- Puede decirse, en cualquier caso, que el proyecto reseñado se debe interpretar como fallido.

OVIEDO - DICIEMBRE - 1.990

DIRECCION DE DESARROLLO INDUSTRIAL

SERVICIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

INFORME SOBRE EL PROYECTO
CAMPAÑA DE COMPORTAMIENTO DEL FRENTE
DEL TALLER Y DEL RELLENO

1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente proyecto comprende el estudio de una serie de parámetros geomecánicos y de explotación de importancia fundamental para desarrollar el conocimiento en estos campos y cuyos resultados tendrán una aplicación práctica directa en nuestras explotaciones.

Por un lado, el incremento de la profundidad de las minas conduce a encontrar mayores presiones en los terrenos con el consiguiente aumento de las dificultades de explotación. Para vencerlas, es preciso desarrollar un mejor conocimiento práctico de la mecánica de rocas que permita prever el comportamiento de los terrenos en las nuevas condiciones y adaptar a ellas los métodos de explotación.

En los estudios que se llevan a cabo en este campo hay que distinguir dos fases:

- Realización de medidas en la mina para la obtención de valores de los parámetros en estudio y estudiar su evolución.

- Análisis e interpretación de los valores medidos.

Para la primera fase, o fase de medidas en mina, es necesario poner a punto técnicas que, mediante el uso de la instrumentación y materiales adecuados, permitan medir los parámetros de interés.

Posteriormente, los valores obtenidos deberán analizarse y ser correlacionados teniendo en cuenta los factores exteriores a ellos que puedan tener influencia, para llegar a una correcta interpretación y a las conclusiones que permitan su aplicación práctica.

El objeto de este proyecto no se limita al estudio de unos parámetros en los campos que seguidamente se describen, sino que su realización ha de permitir la puesta a punto de unas técnicas de medida e interpretación de datos junto con la formación de un equipo especializado.

Las técnicas desarrolladas así como las que lo sean posteriormente por el equipo que se forme en el presente estudio tendrán aplicación a la adopción de los métodos de explotación más adecuados a las características de los terrenos según los parámetros medidos, así como al aumento de seguridad en los tajos por un mejor conocimiento de su mecánica de comportamiento.

El objeto inmediato del estudio que se propone se centrará en tres campos cuyo interés particular ha sido transmitido por responsables de las explotaciones de la Empresa al Servicio de Investigación y Desarrollo. Estos campos son:

- Mecánica de comportamiento del frente en talleres de testers e influencia de la inyección.

- Evolución de las presiones y movimientos de los terrenos tras el paso del taller hasta su estabilización.

- Mecánica de comportamiento del relleno y en especial del relleno colgado.

2. DESARROLLO DEL ESTUDIO

El estudio se desarrollará en dos fases en cada uno de los campos citados:

- una fase de medida para la obtención de datos.

- una fase de análisis e interpretación de los mismos.

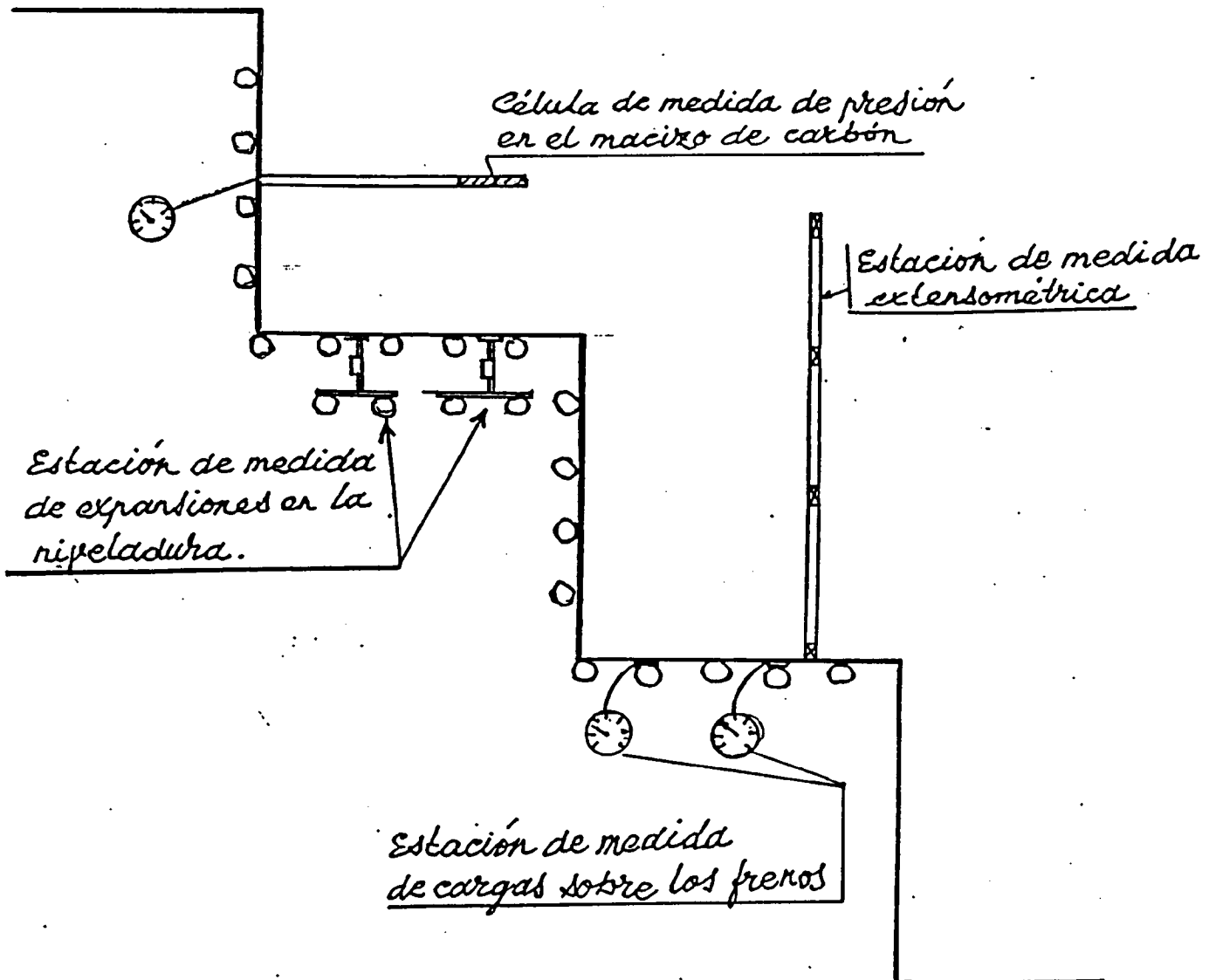
A su vez, la fase de medida constará de una primera etapa de definición y ensayo de la técnica de medida y el material a emplear y de otra de realización de las medidas propiamente dichas para la obtención de datos.

Las técnicas a emplear están en principio planteadas habiéndose incluso experimentado alguna de ellas satisfactoriamente en trabajos realizados con anterioridad por el Servicio de Investigación y Desarrollo.

Las campañas de medida se desarrollarán mediante la instalación de estaciones según los esquemas que se representan a continuación para cada uno de los campos de estudios respectivos.

Las medidas en mina se realizarán en los pozos de HUNOSA que previamente serán seleccionados.

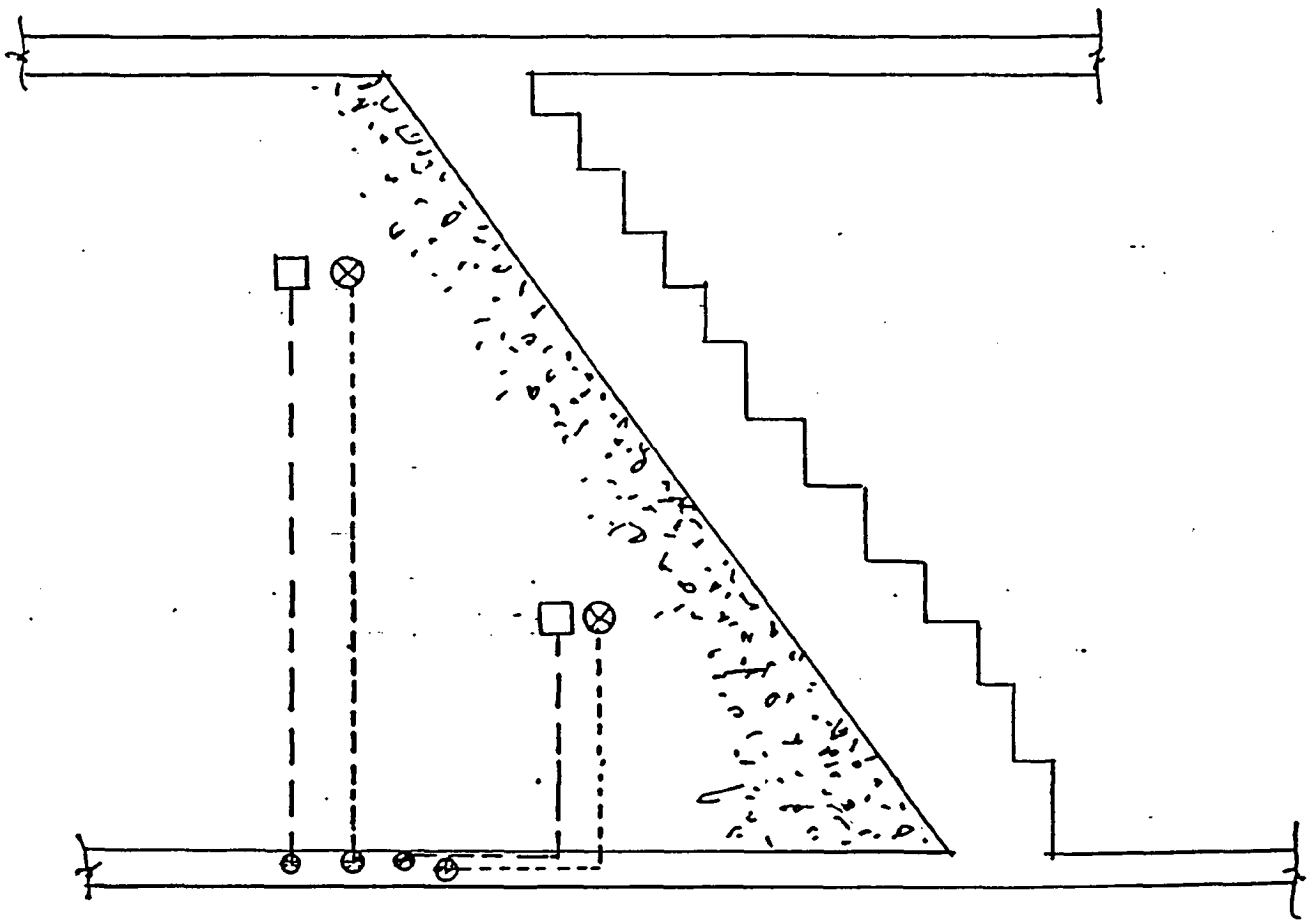
TALLERES DE TESTEROS



MECANICA DE COMPORTAMIENTO DEL TERRENO

POR DETRAS DEL TALLER

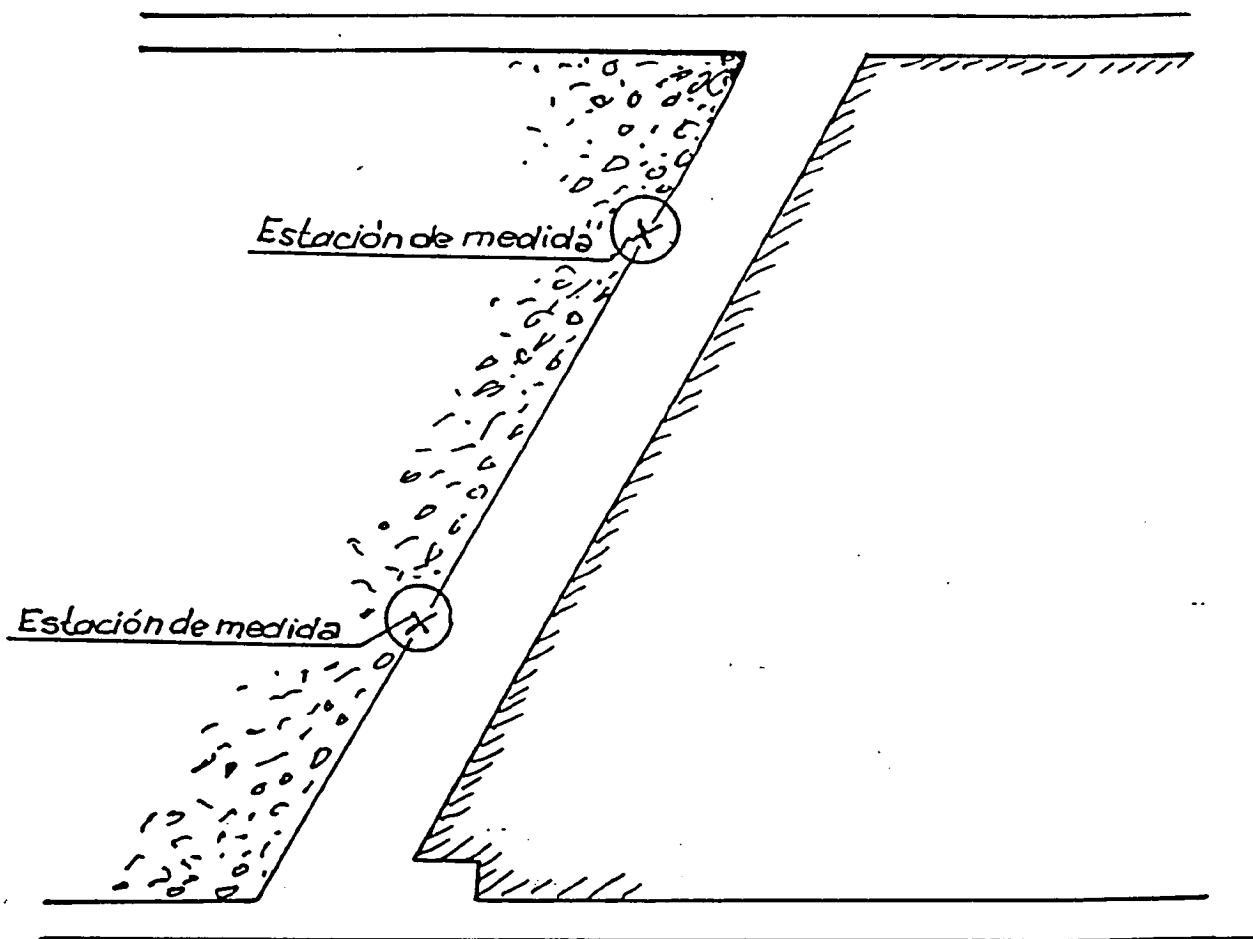
(Talleres de frente normal e invertido)



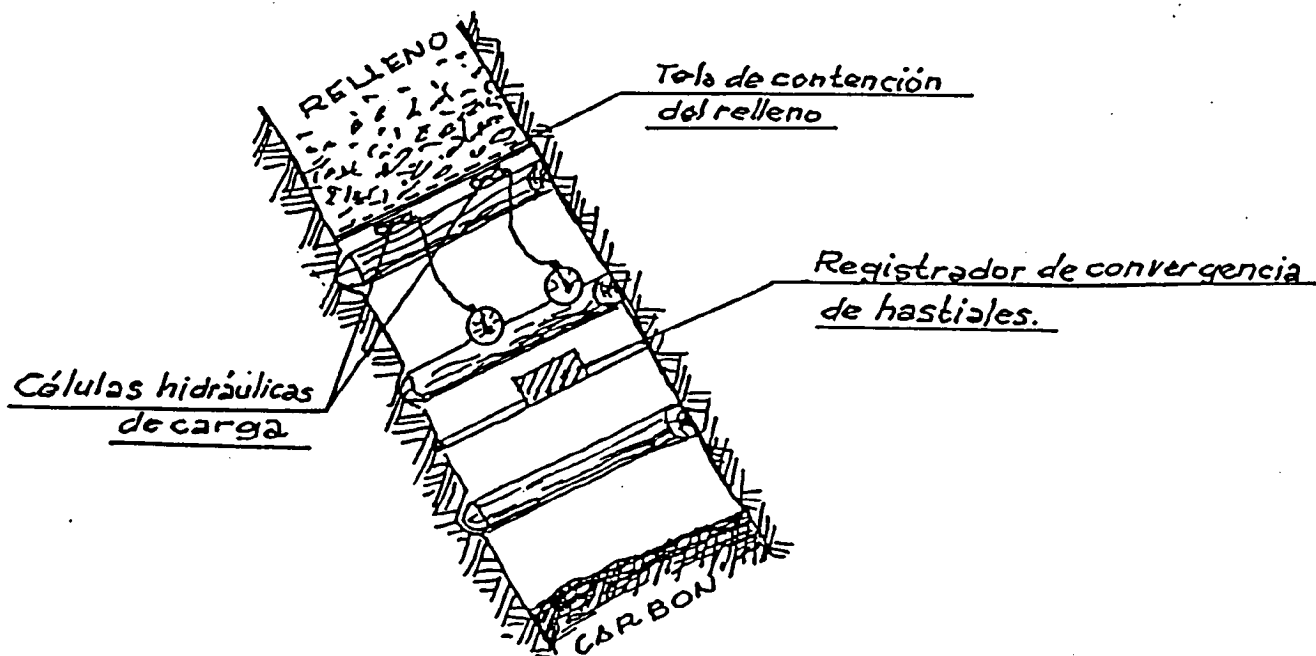
□ Estación de medida de presión

⊗ Estación de medida de convergencia

MECANICA DEL COMPORTAMIENTO DEL RELLENO



DETALLE



4. PERSONAL NECESARIO

La Dirección de los trabajos estará a cargo del Ingeniero del Servicio de Investigación y Desarrollo D. Juan Antonio Alonso Comerma con el que colaborarán un Facultativo y un Agregado Técnico del mismo servicio.

Se requerirá igualmente la colaboración del personal técnico y obrero de los Pozos donde se acuerde la realización de las medidas.

El Instituto Nacional de Silicosis ha ofrecido así mismo su colaboración gratuita, habiendo manifestado su interés por los estudios previstos.

5. OBJETIVOS PERSEGUIDOS

Los objetivos que se persiguen con este estudio son por un lado aportar información para su aplicación inmediata a la resolución de problemas que se han planteado en las explotaciones de HUNOSA, y por otro lado, el desarrollo de técnicas de medida y formación de un equipo que permitan estudiar los factores geomecánicos y de explotación cuyo conocimiento sea necesario para la introducción de nuevos métodos y para la resolución de problemas técnicos y de seguridad que se plantean en las explotaciones.

Dentro del primer tipo de objetivos se persigue la resolución de los problemas que se presentan en relación con la estabilidad de los frentes de testers y en particular la influencia sobre la misma de la inyección. Esta cuestión por otro lado, ha sido planteada por el Instituto Nacional de Silicosis y por los Sindicatos. También se ha transmitido al Servicio de I+D por parte de responsables de las explotaciones el interés por realizar los estudios propuestos en cuanto al comportamiento del relleno y de los terrenos por detrás del taller. En relación con este último aspecto se realizó recientemente un primer estudio en el pozo el Entrego en colaboración con la Dirección del mismo cuyos resultados fueron de gran utilidad para la introducción de un sistema de explotación que permitió resolver el problema particular planteado. Este estudio permitió además probar satisfactoriamente una técnica de medidas y aportar experiencia para su perfeccionamiento.

Se persigue asimismo el aumento de los niveles de seguridad por el mejor conocimiento del comportamiento del relleno colgado, estabilidad de los tableros de contención del carbón, y otros aspectos que se planteen.

Es de destacar que un aspecto fundamental de este estudio es la puesta a punto de técnicas de medida por lo cual constituye una primera parte cuyas posibilidades se prevé se vayan extendiendo al avanzar el mismo. Por ello se considera su posible aplicación en función de las futuras necesidades que se planteen.

6. PRESUPUESTO

Para el desarrollo del proyecto aquí propuesto se ha estimado su coste total de ONCE MILLONES DOSCIENTAS OCHENTA Y OCHO MIL QUINIENAS CINCUENTA PTAS (11.288.550,- Ptas) que se desglosa por conceptos a continuación, distinguiendo en el material empleado aquél que es recuperable para su posterior utilización y aquél que no lo es.

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTE PTAS.</u>
Material recuperable	2.145.000,-
Material no recuperable	3.045.000,-
Personal de la D.D.I.	6.098.500,-
T O T A L	11.288.550,-
=====	=====

El personal auxiliar que pudiera requerirse de la plantilla de los Pozos no se ha incluido en el presupuesto por considerarse sus costes deberán ser absorbidos por los propios Pozos.

Debe indicarse que el material recuperable podrá ser utilizado para los distintos estudios que posteriormente surjan, puesto que su aplicación es posible en muy diversos campos de trabajo dentro del área de la mecánica de terrenos, sostenimiento, etc.

En cuanto al material no recuperable, una vez experimentado y puesta a punto la técnica de medida se considera la posibilidad de pasar a fabricarse por la propia HUNOSA o por talleres contratados para reducir los costes en futuras aplicaciones evitándose la importación en su caso.

POZO MARIA LUISA

Taller: C^o AGAPITA Atrás OESTE - 5^o

Fecha: 12-04-83

Se escoge como lugar de perforación el "rajado" del taller que está aproximadamente a 7 mts. de la serie

de capa C^o Agapita tiene una potencia de 1,60 mts. de la que se 70 cms. son de carbón duro y el resto (al menos) es de carbón con intercalaciones de tierra.

Se inyecta diariamente y se dispone de la mezcladura para facilitar la labor del picado

- Se perfora un taladro vertical por la vena de carbón de 6 mts. de longitud, el diámetro de la boca de perforación es de 34 mm. y se utiliza varillaje liso, para eliminar en lo posible peso, (pues el taladro se perfora a mano) y se agranda en exceso el diámetro del taladro.

Se equipa este taladro con cintas de expansión a una distancia de la boca de 6 mts. 4,5 - 3 y 1/2 mts, colocando como andaje terminal una cinta unida a un tubo de 60 cms. de longitud esta cinta de andaje se fija al carbón con un cemento rápido. (Figura 1)

Como es típico, estas cintas se introducen en el taladro por medio de un varillaje empalmable y de cada una de ellas se engancha un cable de cuerda de piano de 1/4". para poder efectuar las medidas (Figura 2)

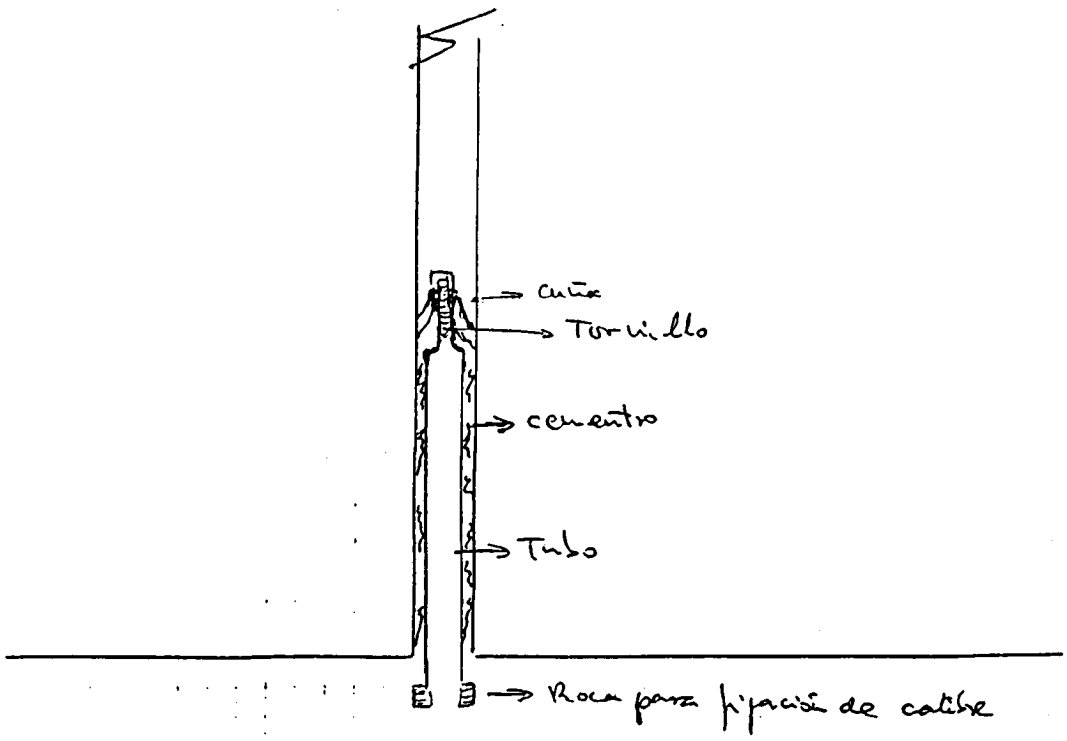


Fig. 1
Anclaje Terminal

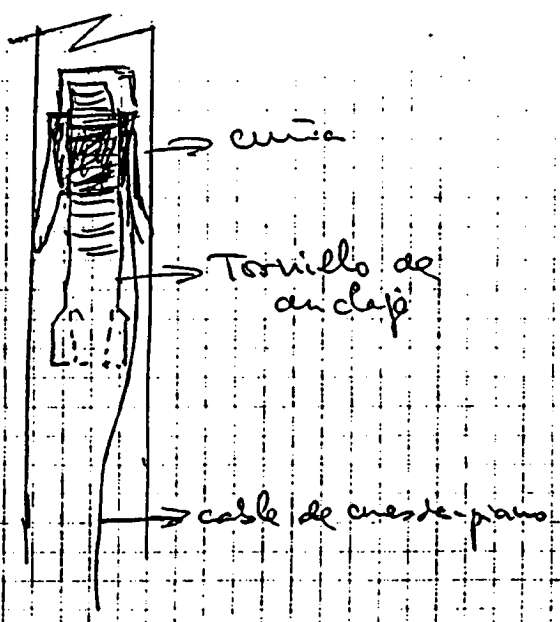
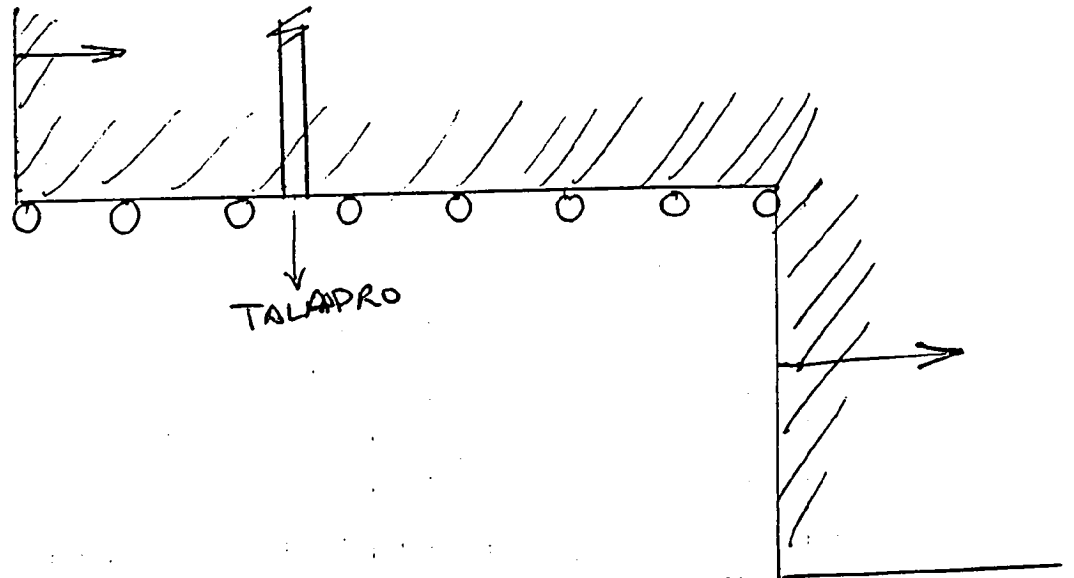


Fig. 2

El taladro se perforó a $a = 3$ mts del frente y a $a = 4$ mts. de la sene primera: Fig. 3



GUIA de BASE

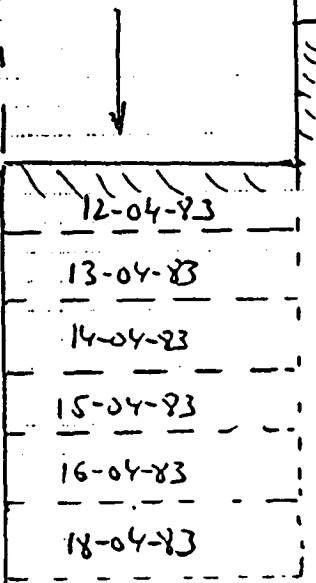
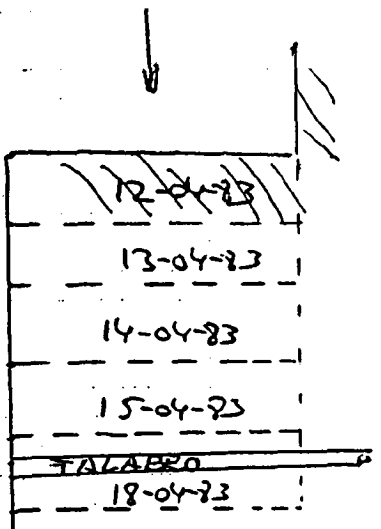
Fig. 3

Una vez introducidos los cables se procedió a la puesta a cero de la estación de medida, para ello se utilizó el calibre de medida y se fijaron sobre los cables, a una distancia determinada de la boca, unos pínos que se son los se usan de servillo de referencia para lecturas en días sucesivos.

Se colocó también una manopla de cobre, $\alpha = 25^\circ$, en sentido vertical para ver un posible desplazamiento en este sentido de la cubeladura. ~~En~~
En cada sesion de medidas indicamos los resultados obtenidos.

El día 13-04-83 se procede a ubicar ~~transmisores~~ una
avanzada de convergencia ~~(50%)~~ todos a un metro por un
y ~~transmisores~~ se produce esta en las horizontales y poder
así mismo (en horizontales con su primera parte)

El avance del taller en total su longitud es de
0,75 mts/día; en la figura. Y, se presentamos al
avance correspondiente a la serie 1ª y al igual
durante los días que ~~estuvieron~~ colocada la ~~avanzada~~
de medida



El día 16-04-83 no se trabajó en la serie 1ª
con el fin de observar el comportamiento durante
un periodo de tiempo más largo y la posible incidencia
en las medidas efectuadas

La estación se retiró el día 18-04-83 por ⁽⁵⁾
completo, recuperándose los cueros y el término
de andaje y pudiendo observar su situación del
del taladro; la cinta superior no se pudo recuperar
ese mismo día por estar ya en zona de la
serie 2^a, se espera poder recuperarla cuando
esa serie llegue a ella.

Las medidas indicadas en el cuadro de la
pagina siguiente se refieren a cueros con
numeración del 1 al 4 y de ~~5~~ a arriba
hacia abajo según indica su profundidad.

La estación se colocó a 43 mts del pozo
de 31-07-79.

MEDIDAS OBTENIDAS

CUÑA	FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		TOTAL
Nº	12-04-83		13-04-83		14-04-83		15-04-83		16-04-83		4/2
1	186,60	194,96	194,18	169,25	188,53	188,60	188,50	172,09	171,55		25,25
2	197,42	195,67	195,73	190,11	190,98	190,76	191,42	177,00	176,55		20,87
3*	195,66	197,83	197,20	192,26	192,16	192,58	192,93	—	—		2,73
4	197,42	197,12	196,65	192,41	192,16	191,88	191,72	191,40	191,14		6,28
HORA de lectura	12,30	14, (1)	11	13,30 (1)	10	12,30	10,15	19,15	10,05		

NO INYECCION
la serie 12

(1) lecturas efectuadas a continuación de la "inyección".

* Se perdió la estación (la cuña se a flojeó)

EXTENSIONES. MEDIDAS.

~~MEDIDAS OBTENIDAS~~

CUÑA N°	PROFUNDIDAD MTS.	FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		TOTAL M/L.
		12-04-83		13-04-83		14-04-83		15-04-83		16-04-83		
1	6	0	1,84	0,78	4,93	0,72	-0,07	0,10	16,41	0,54	25,25	
2	4,5	0	1,75	-0,06	4,92	-0,17	0,22	-0,66	14,42	0,45	20,87	
3 *	3	0	-2,17	0,63	4,94	-0,20	-0,12	-0,35	—	—	2,73	
4	1,5	0	0,30	0,47	4,24	0,25	0,28	0,16	0,32	0,26	6,28	
HORA de LECTURA →		12,30	14 (1)	11	13,30 (1)	10	12,30	10,15	10,15	10,15		

(1) Estas medidas fueron realizadas al terminar de inyectar

* Esta cuña no quedó bien anclada y a partir del 16-04-83 se perdió su lectura

El día 14-04-83 no se inyectó en la serie primera.

(2) Los valores de las extensiones reflejados en el cuadro son diferencias entre lecturas consecutivas.

**PROYECTO DE INVESTIGACION DE
DERRABES DE CARBON**

MEDIDAS DE PRESION EN LOS FRENTES DE CARBON

DICIEMBRE 1.990



INGENIEROS DE MINAS CONSULTORES S.A.

PROYECTO DE INVESTIGACION
DE DERRABES DE CARBON

MEDIDAS DE PRESION EN LOS FRENTE DE CARBON

1 - MEDICIONES EN INTERIOR.

Podemos distinguir dos zonas de interior no solo por su forma si no por su implicación dentro de la producción diaria :

1 - Talleres

2 - Galerías

1.1 MEDICIONES EN TALLERES

En los talleres se realizan cuatro tipos diferentes de mediciones:

- 1) Convergencias
- 2) Presión de sostenimiento
- 3) Presión del y en el relleno
- 4) Presión en capa.

Cada medida se complementa con las demás y entre todas se conoce el comportamiento de la explotación y los parámetros que la pueden modificar.

Antes de continuar, vamos a citar dos principios básicos:

- La excavación de un hueco en un macizo rocoso virgen provoca la redistribución de las tensiones originales según un esquema semejante al de la Figura 1, (caso de una galería circular) creándose una zona de influencia dentro del macizo, en la frontera con el hueco cuyo radio depende fundamentalmente de la tensión original y de las propiedades mecánicas de las rocas.

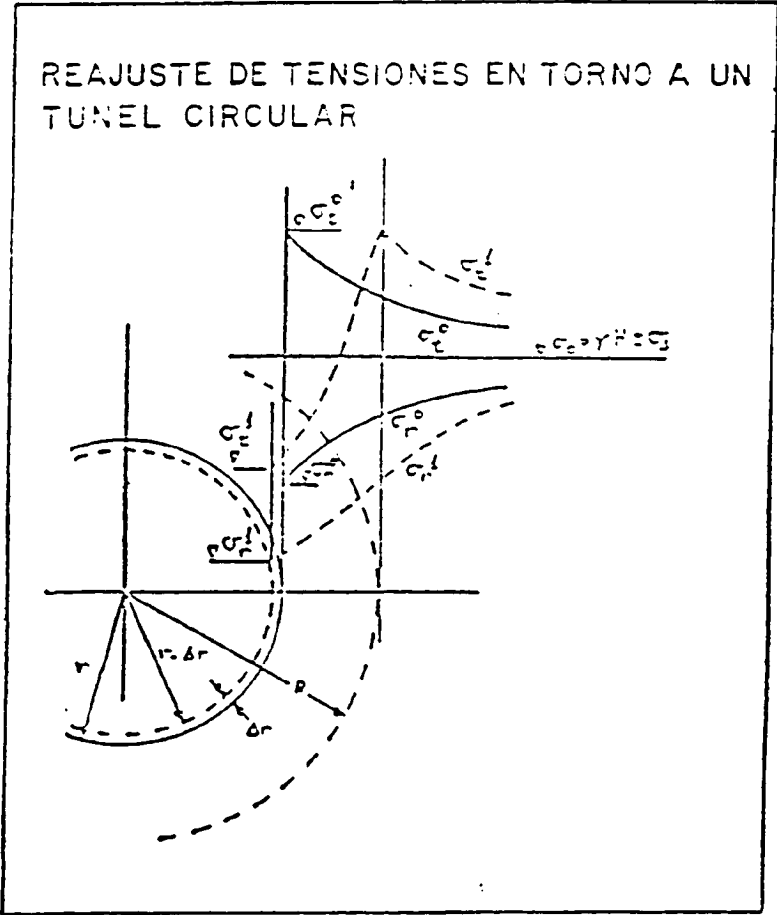


FIGURA 1

- El macizo rocoso excavado debe soportarse a si mismo en la mayor medida posible, debiendo el sostenimiento aportar únicamente (Figura 2) la presión necesaria para conseguir dicho autosoporte.

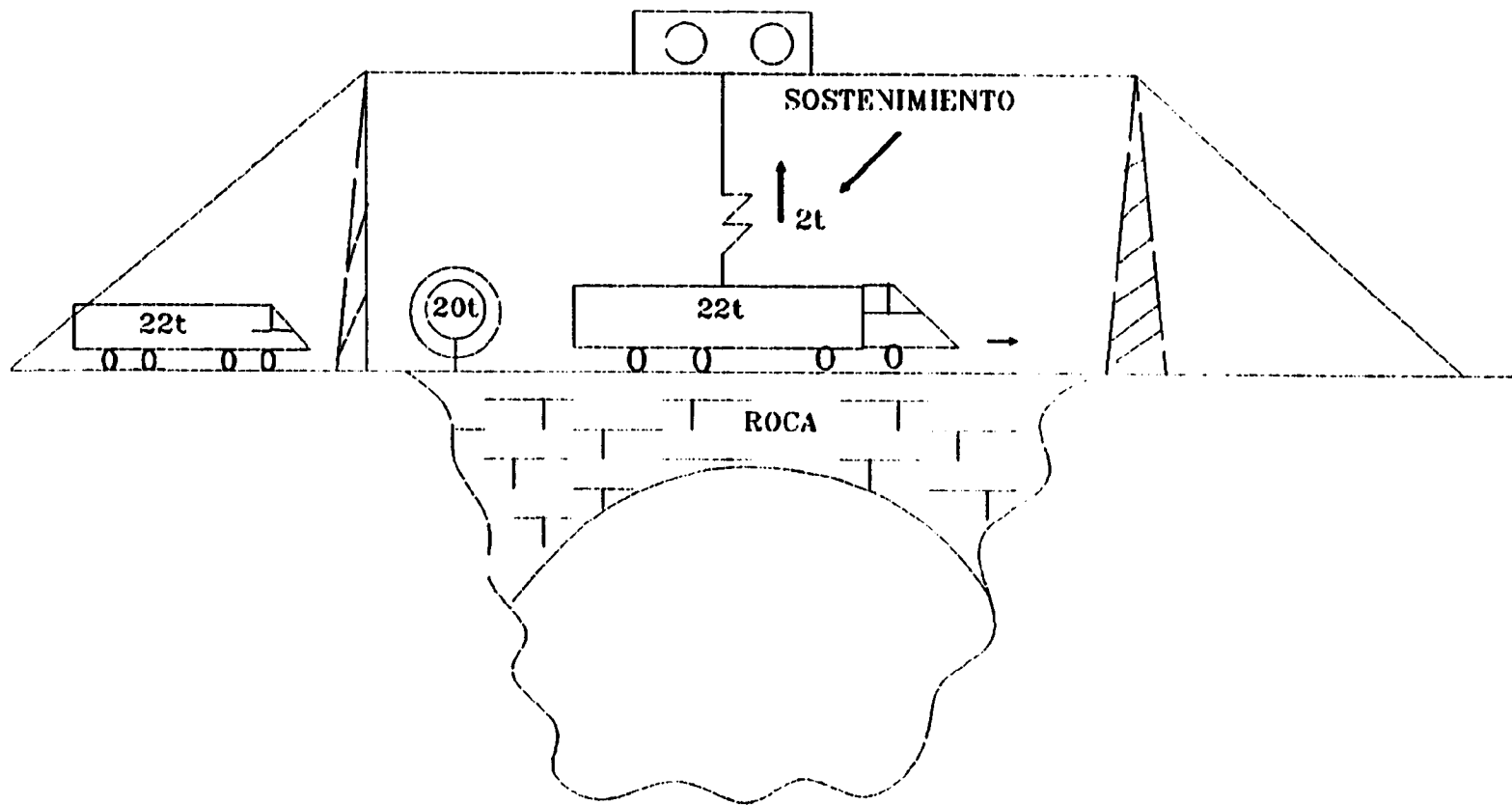


FIGURA 2

Lo anterior viene a justificar de un modo simple las conclusiones que pueden obtenerse a partir de un análisis de medidas de convergencia y presión de sostenimiento en un taller.

Cuanto más convergencia tengamos en una excavación mayor será la desagregación del terreno que la circunda y por tanto mayor el radio de influencia, aumentando el peso del terreno a soportar y por ende la presión del sostenimiento a emplear.

Estos dos parámetros son inseparables y una mejora en la convergencia de un taller trae un descenso de la cantidad y volumen de los costeros producidos, consiguiéndose dicha mejora la mayor parte de las veces no con un aumento de la densidad si no de la velocidad de posteo.

La frase el sostenimiento al corte explica la experiencia minera y si este sostenimiento es además activo, es decir aporta desde el primer momento presión contra la convergencia, los resultados son a veces espectaculares.

La justificación se puede ver en la Figura 3 donde se representa la curva que relaciona al esfuerzo tangencial necesario para hacer deslizar un estrato sobre una junta de rugosidad JRC según actúe una fuerza normal S_0 , S_1 o S_2 que puede asimilarse a la presión de sostenimiento.

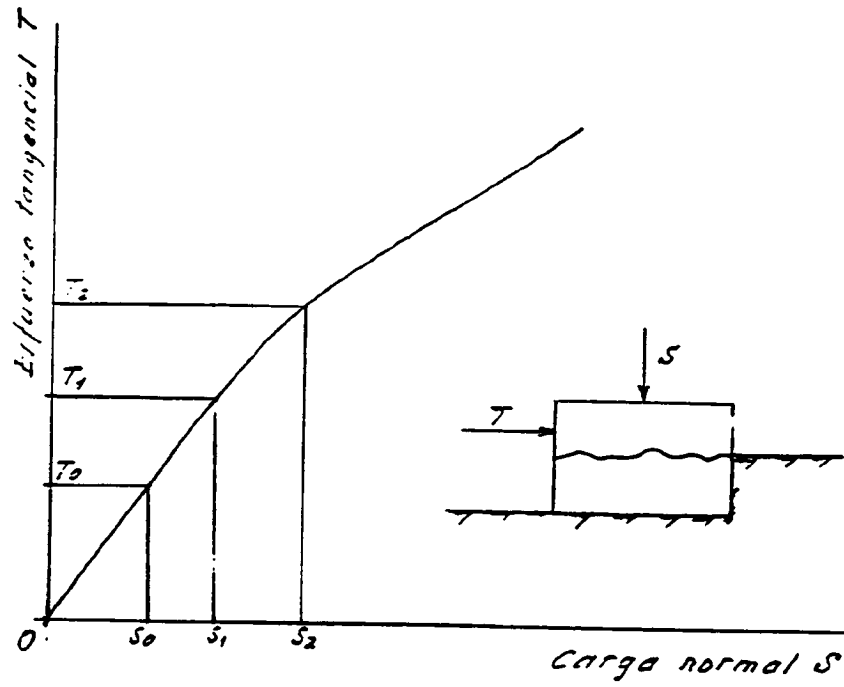


FIGURA 3

La rugosidad JRC es función evidente de, entre otros parámetros, la desagregación o lo que es lo mismo, la convergencia, ya que si una junta tiene en estado virgen 1 mm de separación y la dejamos abrirse hasta los 2 o 3 mm, es claro que necesitaremos luego mayor presión de sostenimiento para obtener los mismos resultados.

Como en el trabajo diario la presión de sostenimiento es siempre semejante, esto implica que habremos perdido cohesión del terreno y por tanto el comportamiento del mismo será peor.

En los talleres esto se refleja en cortes cerca del frente y caída de bloques sobre la zona de trabajo, exceso de madera en el techo, etc.

Las medidas de convergencias a las que siempre que se puede se añaden las de presión de sostenimiento, nos informan según lo expuesto de la correcta o incorrecta marcha del taller, que luego podremos corregir en el grado que la operación diaria nos permita.

Este tipo de medidas son imprescindibles en los proyectos de talleres con sostenimiento automarchante, ya que las características portantes de los estemples, la superficie de apoyo del bastidor de techo, la forma de las zapatas y otras características básicas, se diseñan especí-

ficamente para cada taller. Sería, por así decirlo, como en una zapatería donde al cliente se le acopla no el modelo si no el número del zapato.

En los ejemplos que luego se verán, aparecen las relaciones entre la convergencia y la presión de sostenimiento encontradas en unas capas determinadas, que si bien se parecen, no son exactamente iguales.

En Francia y Alemania se han encontrado relaciones de este tipo mas parecidas, pudiendo generalizarse. La diferencia estriba en que la población estudiada en su caso es exclusivamente la de talleres íntegramente mecanizados, donde hay una constante de tratamiento del techo y de marcha que no existe en nuestros talleres posteados con madera.

Para terminar con la convergencia aclararemos que las relaciones estadísticas obtenidas no implican que una mayor presión de sostenimiento disminuya la convergencia. Lo que nos dicen es que por debajo de una determinada presión, la convergencia es mayor de la que debiera ser y por ello se van a producir roturas mayores de las debidas.

Tiene que quedar claro que por encima de una presión determinada lo que se consigue es precisamente el efecto opuesto, romper nosotros el techo o el muro por trabajar por encima de la resistencia específica de la roca.

El cálculo de la presión de sostenimiento también nos es útil cuando se trata de diseñar llaves de madera. Es conocida la Figura 4 que relaciona estos dos parámetros, aplastamiento (convergencia) con carga por punto de cruzamiento para tipos de madera o de realización de la llave.

CURVAS DE APLASTAMIENTO DE DIFERENTES TIPOS DE
LLAVES CONSTRUIDAS CON MADERAS DE DIFERENTES
TIPOS SEGUN H. VAN DERSE.

CARGA POR PUNTO DE
APLASTAMIENTO (t)

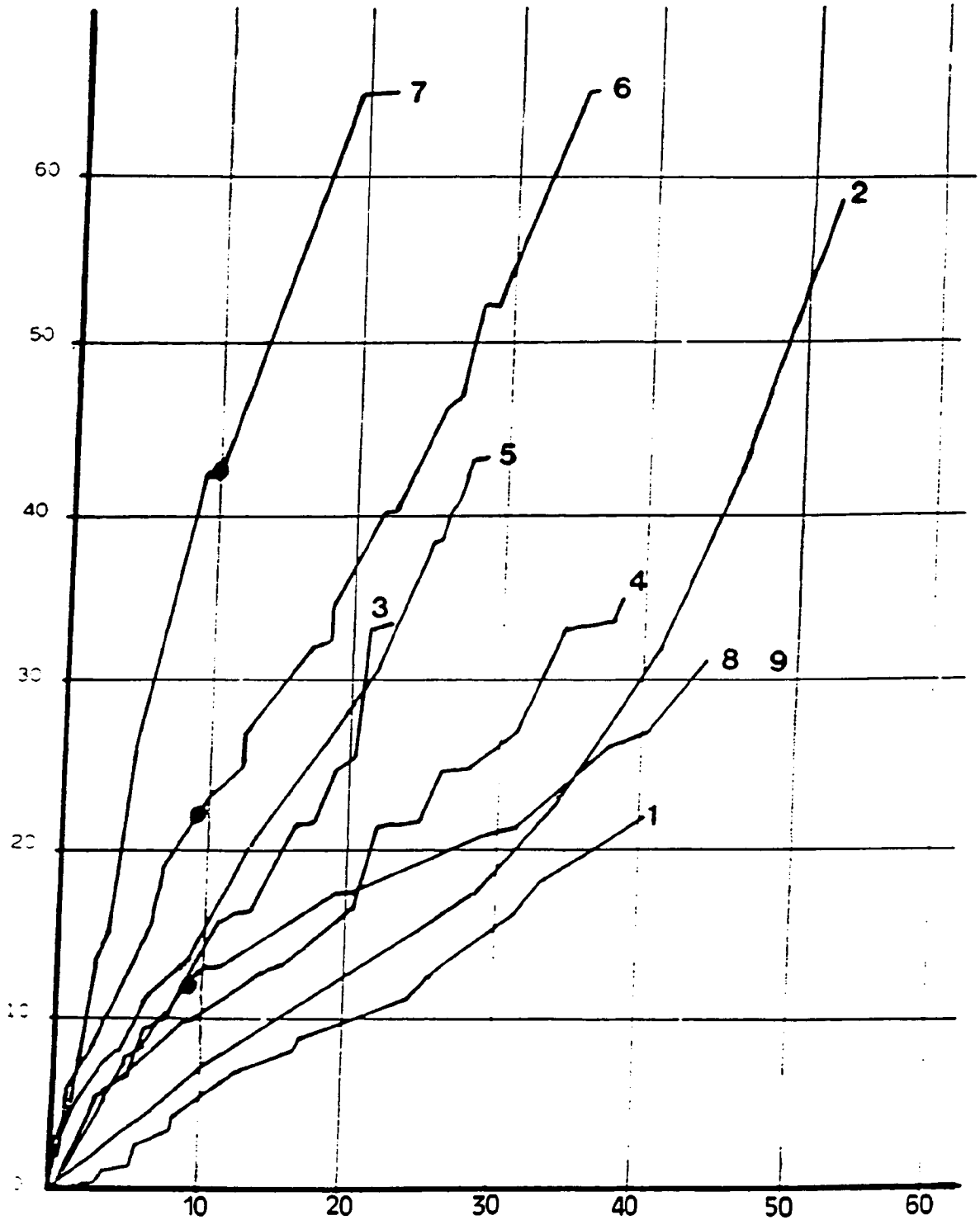
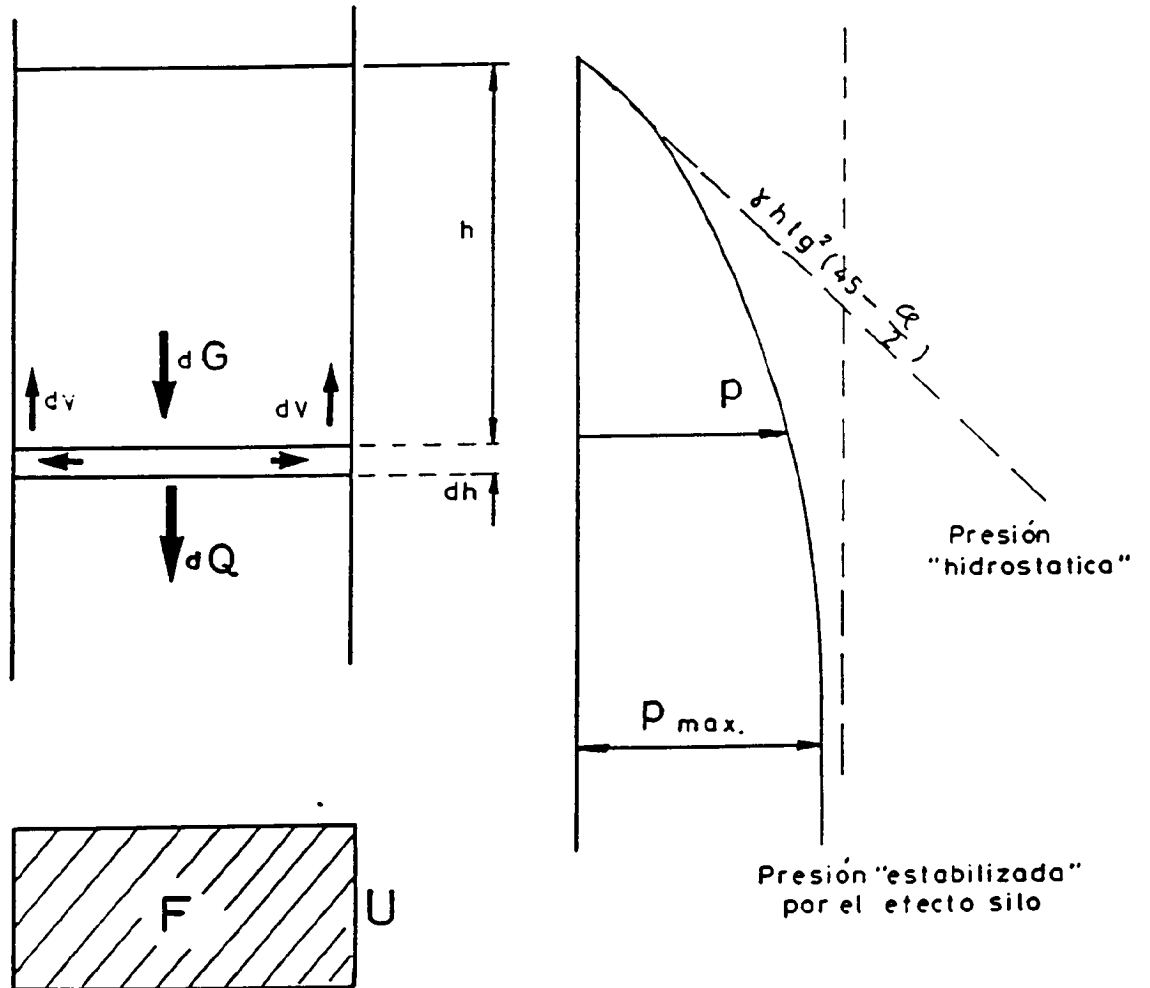


FIGURA 4

Otro de los elementos con los que nos toca pelear es con el relleno. Sobre este tema se han realizado muchas medidas en varios pozos. Unas encaminadas a estimar coeficientes de seguridad de las telas, otras a conocer el empuje sobre las mampostas y otras a calcular las distancias de compactación en el postaller.

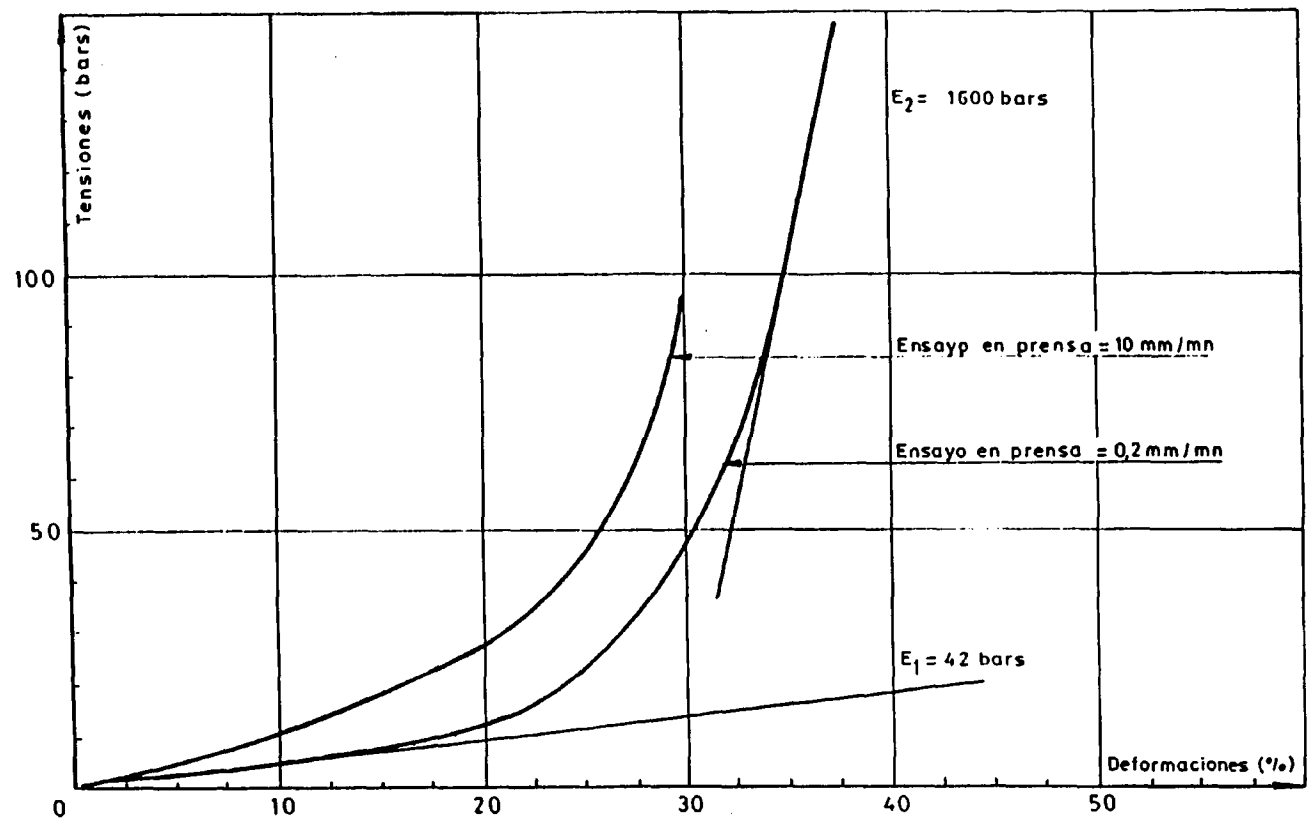
El comportamiento del relleno es de sobra conocido y lo que se trataba era de cuantificar magnitudes para diseñar con racionalidad. Se han comprobado y cuantificado los dos parámetros de comportamiento mas importantes:

- a) profundidad de empuje constante sobre las telas, estimada antes a partir del efecto silo, Figura 5.
- b) distancia de compactación a la que el relleno es portante, Figura 6.



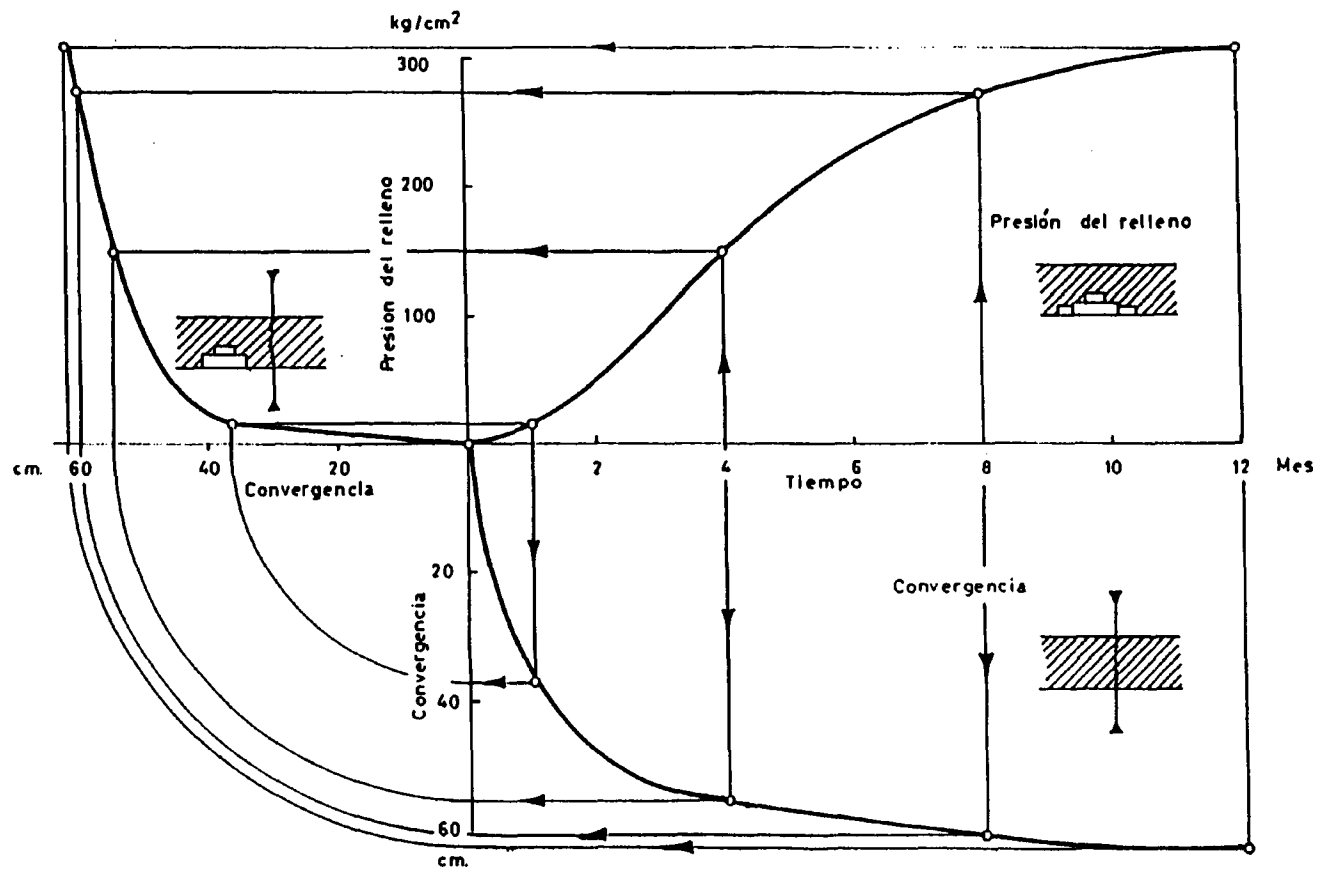
Efecto silo

FIGURA 5



CARACTERISTICA TENSION / DEFORMACION DE UN RELLENO

FIGURA 6a



Construcción de la línea característica del relleno en función de la presión del relleno y de la convergencia.

FIGURA 6b

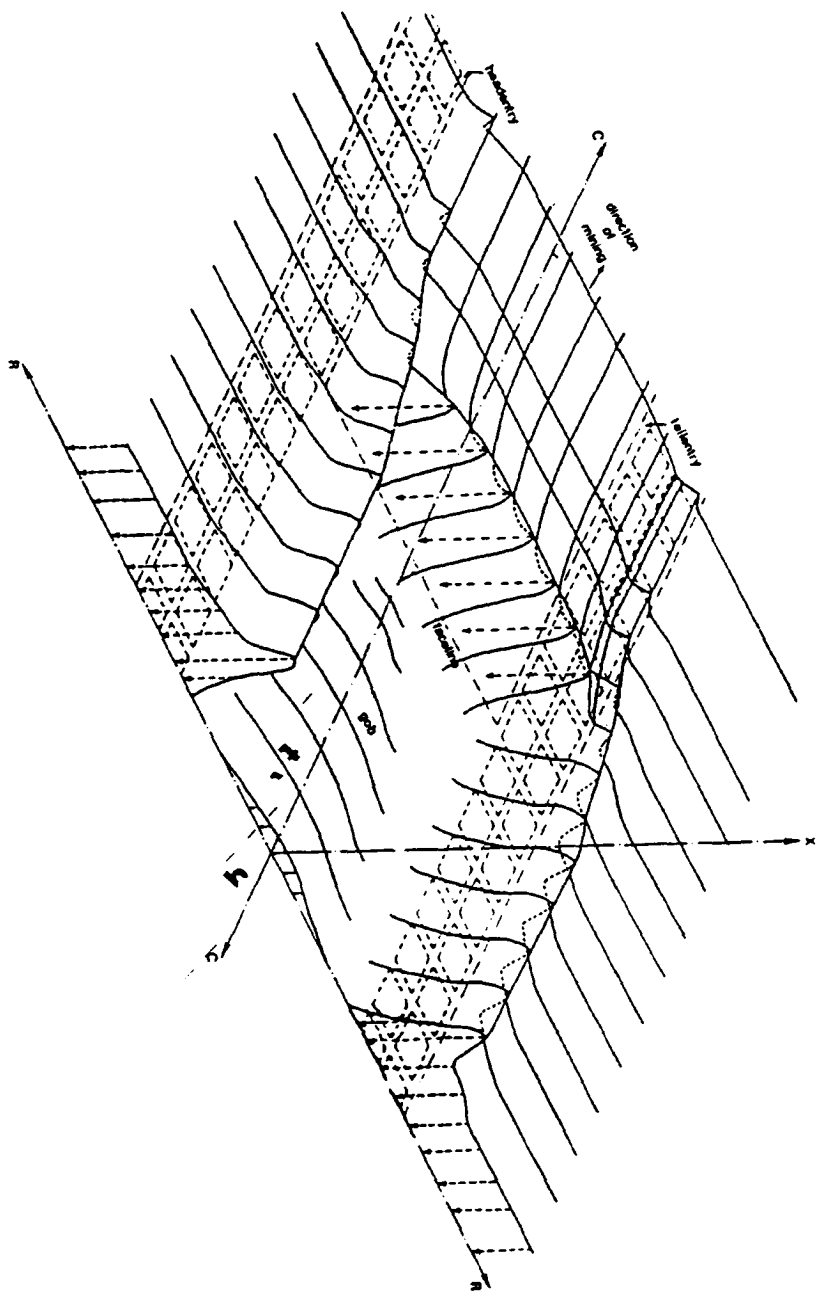


FIGURA 7



En talleres sobre capas con tendencia al derrabe, fenómenos gaseodinámicos, golpes de techo, el conocimiento de la posición de este máximo facilita el diseño de la explotación.

Una de las formas de localizarlo es el Test de Jans, que de forma simplificada puede asemejarse a un sondeo de inyección en capa en el que se tenga la precaución de medir el volumen de carbón extraído por metro de profundidad.

Si además se desea medir su valor, se hace necesaria la utilización de células especiales que veremos en las aplicaciones.

1.2 - APLICACIONES CONCRETAS

Pasaremos revista a un resumen de aplicaciones, que con base en las mediciones de interior, se han desarrollado en los últimos 5 años, para dar una idea del para que de todas ellas.

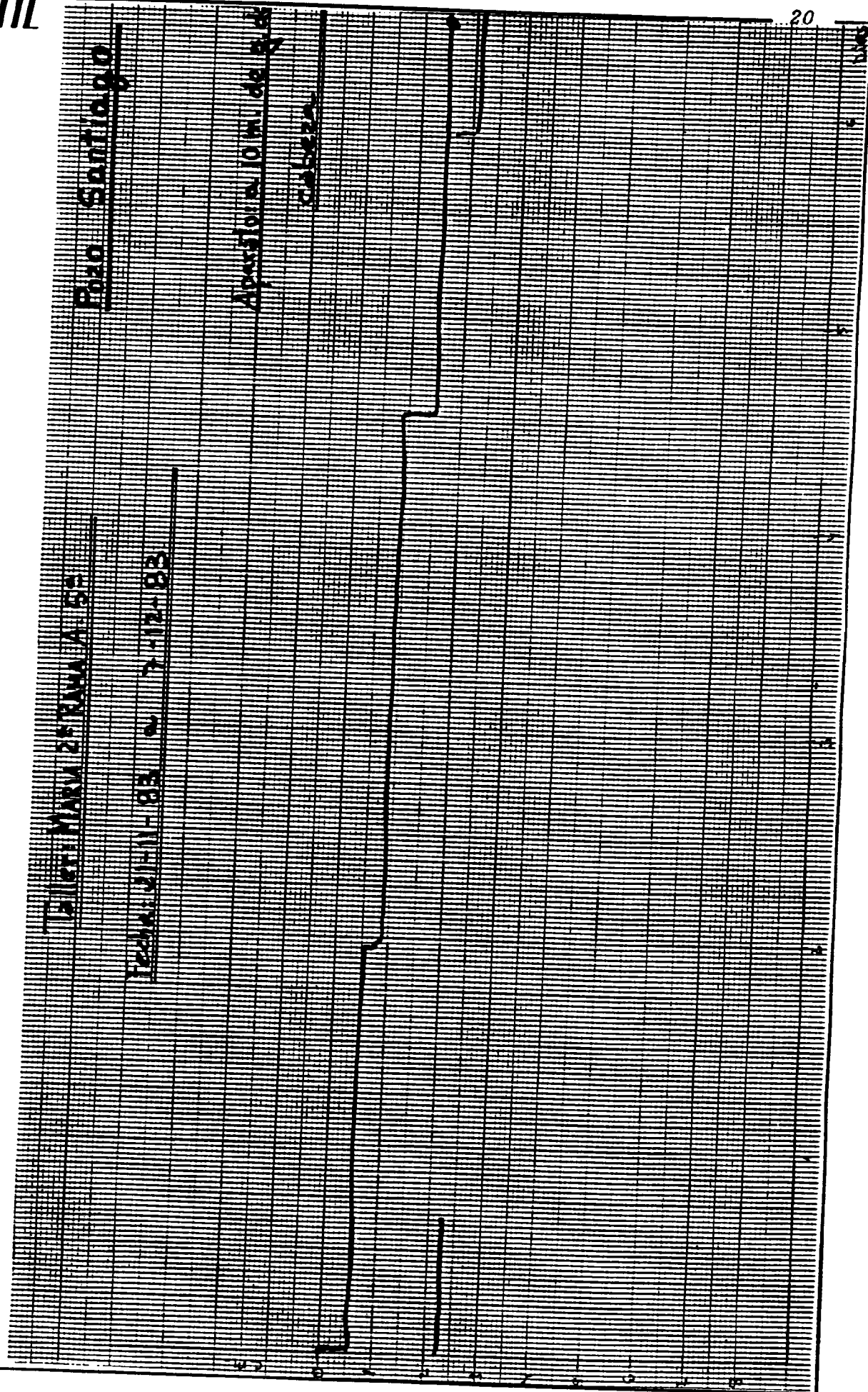
1.2.1 - Convergencias en taller sobre capa María. Pozo Santiago

La realización de estas medidas se hizo con los registradores mecánicos Davis of Derbi de que disponemos.

Se trata de un reloj de 1 semana de duración que arrastra un tambor con un papel calcador, sobre el que esta apoyado un punzón solidario con el vástago del registrador que va de techo a muro de la capa. Un registro tipo se ve en la Figura 8, en el que el papel se ha dejado durante 2 semanas para facilitar la labor semanal de mantenimiento del registrador.



FIGURA 8



Otra labor, la de avance y cambio consiste en trasladar de nuevo al frente el registrador que se ha quedado atrasado junto a la tela de relleno (en este caso), quitándole la hoja, anotando distancia al frente y al relleno y substituyéndola por otra nueva, en la que se anota distancia al frente, al relleno y potencia inicial de la nueva posición de registro.

Actualmente disponemos de registradores electrónicos que permiten, además de la conexión a un ordenador o una estación de control, (Pozo San José, Capa María) el ser abandonados en el postaller, con la consiguiente ventaja de toma de datos, antes imposible. La campaña de medidas duró casi un año, a lo largo del cual se efectuó el seguimiento de dos talleres, empleando 6 registradores.

Normalmente sería suficiente con 3 meses y aquí se extendió todo ese tiempo al contar con la ayuda directa del Pozo que nos facilitó un operario para atender los registradores.

El objetivo era, como siempre, tratar de relacionar la convergencia con los parámetros de marcha del taller. En particular se quería conocer la respuesta del posteo a un alejamiento del relleno.

Como es sabido, el relleno no es portante hasta una distancia que luego veremos también se ha medido.

El taller tenía un buzamiento de unos 40-45 grados y se explotaba con rozadora. La potencia, muy irregular oscilaba entre 0.8 y 2.5 m. Frecuentemente se observaba que las mampostas, de madera, no estaban apretadas, es decir, el taller no convergía lo suficiente. En efecto, el techo, formado por un banco de arenisca de unos 8 a 10 m presentaba golpes de carga periódicos que se producían en la zona rellena, no afectando al taller quedando este siempre en zona elástica, donde la deformación del techo era muy pequeña.

Podemos ver en la Figura 8 un registro de los muchos obtenidos en dicho taller, con el salto acostumbrado al paso de la rozadora, momento en el que se producía casi el 80% del total de la convergencia final hasta la llegada del relleno.

El Pozo planteo la posibilidad de retrasar el relleno sin producir problemas en el techo pero forzando la convergencia lo suficiente para que las mampostas quedaran mejor cuñadas.

$$\text{CONV} = -4.3014 + 0.019.\text{DIAS} + 4.595.\text{DFREN} + 0.071 \text{ DRELL}$$

con los estadísticos siguientes:

- coeficiente de regresión 0.9020 (R)
- % de correlación 0.8153 (R²)
- F de Fischer de la ecuación de
regresión 458.978 (F RATIO)
- Probabilidad de regresión casual ... menor que 0.000001
F (TAIL)

para la ecuación.

- para DGACAB entre 0-35 m:

$$\text{CONV} = -1.1 + 0.001.\text{DIAS} + 4.6.\text{DFREN} - 0.18.\text{DRELL}$$

probabilidades
de casualidad: (0.5) (0.000) (0.3)

regresión: R = 0.94 con F = 415

- para DGACAB entre 35 y 65 m:

$$\text{CONV} = 3.2 + 0.029.\text{DIAS} + 3.8.\text{DFREN} - 0.002.\text{DRELL}$$

probabilidades
de casualidad: (0.007) (0.000) (0.9)

regresión: R = 0.94 con F = 354

- para DGACAB entre 65 y galería de pie:

$$\text{CONV} = -1.38 + 0.16.\text{DIAS} + 4.6.\text{DFREN} - 1.33.\text{DRELL}$$

probabilidades
de casualidad: (0.5) (0.000) (0.16)

regresión: R = 0.87 con F = 34

CUADRO 1

El ajuste estadístico que se realizó y que puede verse en el Cuadro 1 mostraba que tal cosa era posible puesto que la función ajustada en este caso arrojaba una convergencia previsible para relleno a 10 m solamente 10 mm superior a la de relleno a 7 m.

1.2.2 - Presión del sostenimiento en taller sobre capa Cbro. María Luisa. Pozo Soton.

En el año 83 se instaló el prototipo de la entibación HUNOSA para capas verticales en esta capa del Pozo Soton. Previamente se habían realizado una serie de campañas de medida para conocer la presión del relleno sobre las telas, que serviría para dimensionar el escudo en el caso estático. También se calculó la resistencia específica de los hastiales.

Todo ello estaba encaminado al dimensionado de las partes del sostenimiento automar-chante. En particular el escudo y los estemples. Durante la marcha de este primer taller, se controlaron dos parámetros relacionados con estas dos partes:

- 1) Presión del cilindro de apoyo del patín
- 2) Presión de los estemples

El seguimiento de estas dos variables se hizo mediante captadores de presión adecuados y una línea de registro en seguridad intrínseca que permite, con la ayuda de un microordenador (Figura 10), efectuar de forma casi continua (cada 2 segundos si se desea) lecturas de valores de hasta 16 canales.

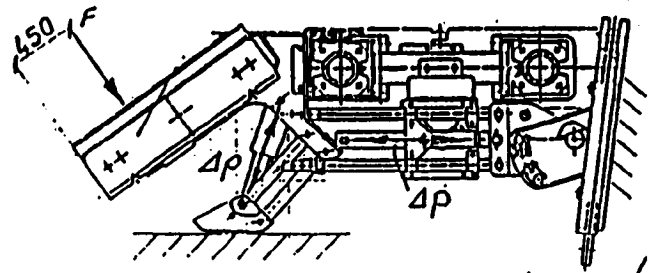
De las medidas de presión del cilindro del patín, cuyas curvas tienen el aspecto de la Figura 11, se extrajeron importantes conclusiones que de una parte venían a validar los cálculos teórico-prácticos que se habían realizado.

Tal como muestra la Figura 9, hay una relación directa entre la presión en dicho cilindro y la fuerza del relleno sobre el escudo. Pudo medirse dicha fuerza en períodos de reposo y en movimiento, comprobándose que si bien la primera era casi idéntica a las medidas de las telas, la segunda era superior a la calculada que se estimaba en el doble. En base a estos resultados, se ha rediseñado la pila para soportar fuerzas entre 8 y 10 t sobre dicho escudo, cambiándose también la disposición del patín y su apoyo.

FIGURA 9

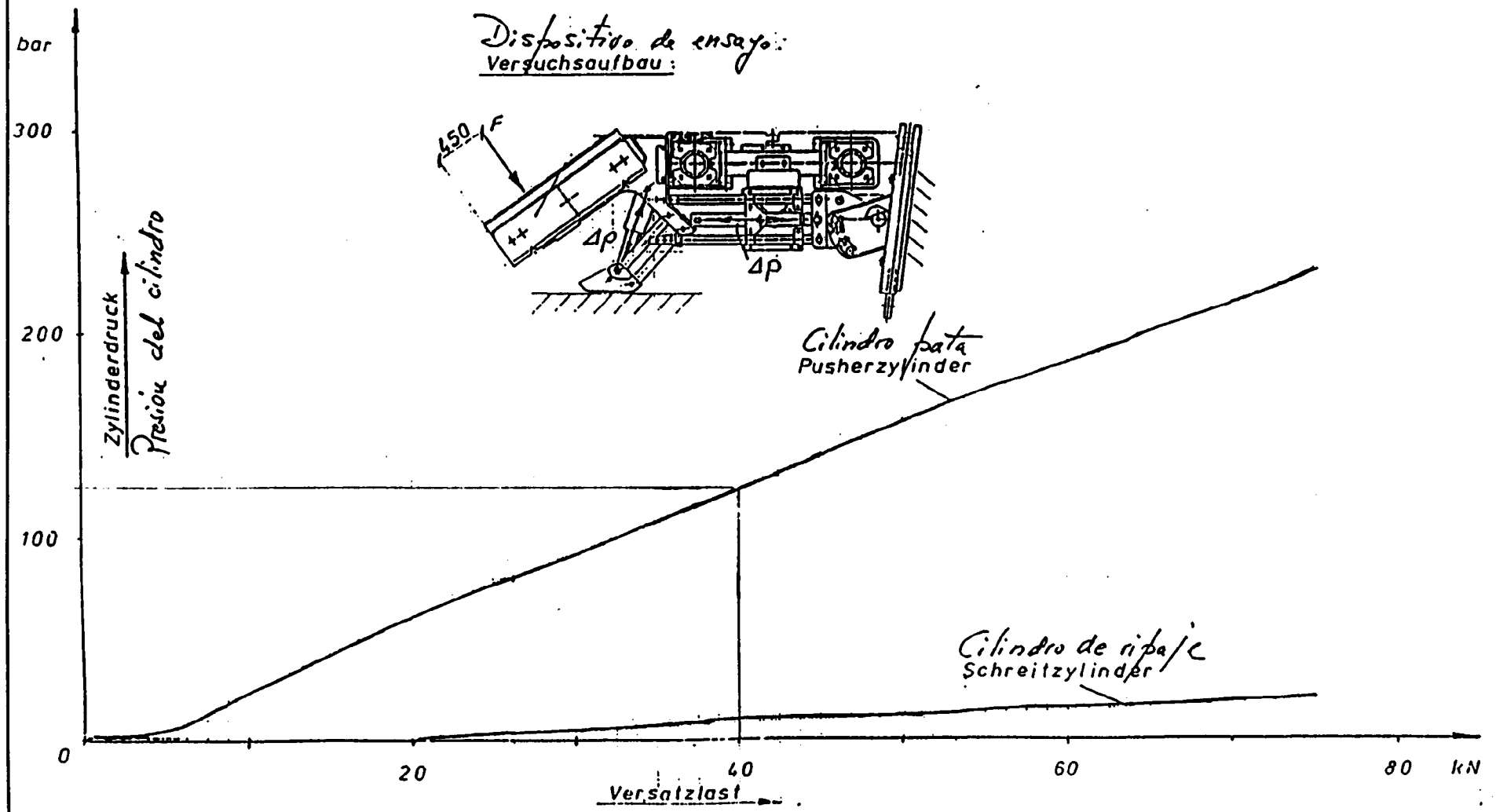
Entibación de bastidres articulados "HUNOSA"
Gliederrahmenausbau. "HUNOSA"

Dispositivo de ensayo:
Versuchsaufbau:



Cilindro pata
Pusherzylinder

Cilindro de ripaje
Schreitzylinder



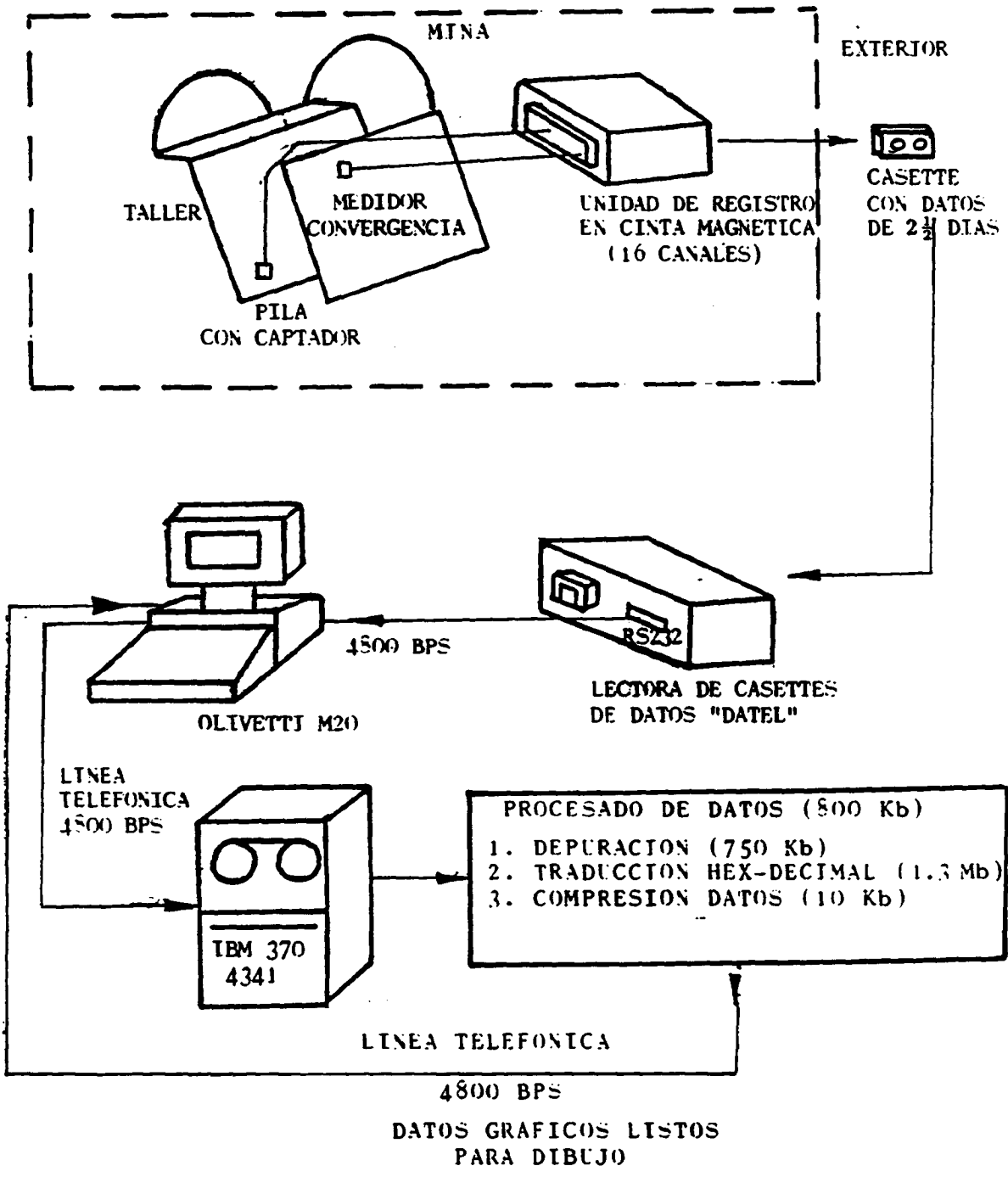
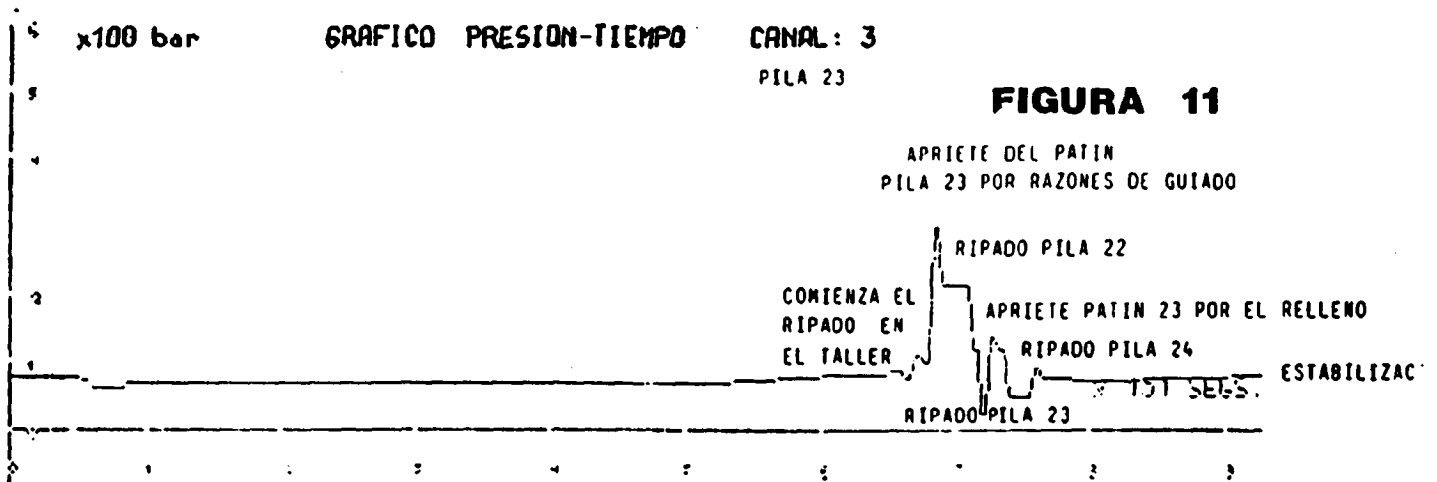
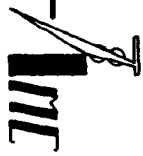
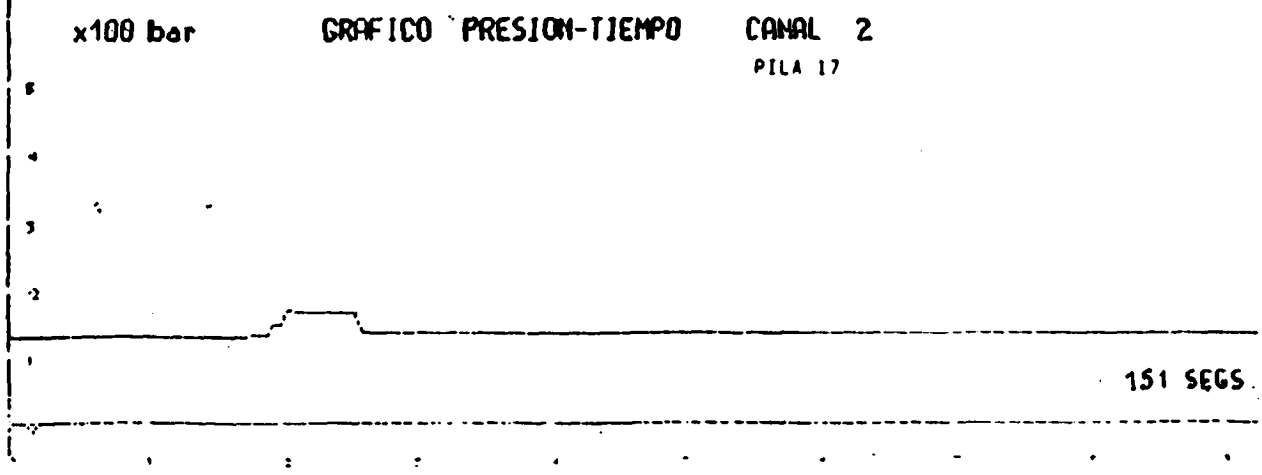


FIGURA 10

- Diagrama de flujo del proceso de datos de presión, convergencia, etc. del tajo de la entibación para capas verticales "HUNOSA".



QUE ARCHIVO GRAFICO DESEA VER?



1.2.3 - Presiones del relleno sobre las telas de la Capa Jacoba. Pozo Santiago.

La capa Jacoba del Pozo Santiago tiene una potencia media de 2 m con anchurones de hasta 3 m. La explotación, mediante rozadora en pendientes superiores a los 50 grados, implica el uso de relleno colgado. Las potencias y el posible engole del relleno por dificultades de descenso así como el agua necesaria para bajarlo, hacían imprescindible un conocimiento mas exacto de los esfuerzos sobre las telas y su posteo (ver Figura 12).

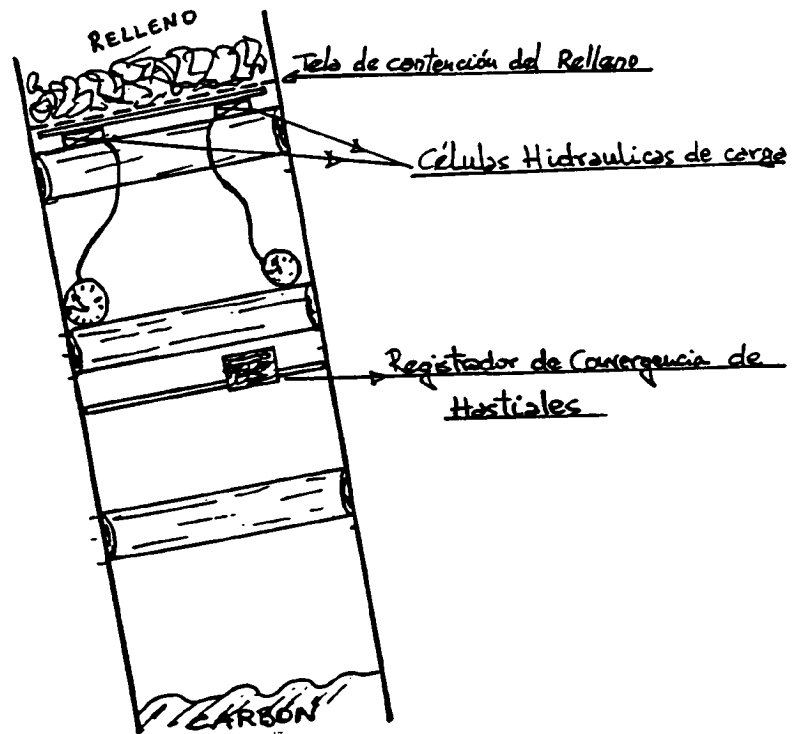


FIGURA 12

Se colocaron 3 y a veces 4 células Enerpac, que consisten en un gato hidráulico sellado con un manómetro, entre las mampostas de rasgado y las telas, mediante un artefacto que consistía en una plancha metálica con los asientos adecuados para los gatos. Se efectuaban lecturas y se anotaban en estadillos como el de la Figura 13. En ellos se ve además de la presión sobre las placas en t/m^2 , el relleno que se había basculado y los valores máximos alcanzados (los manómetros llevan aguja de máxima, permitiendo memorizar los picos producidos por el bascule u otro fenómeno).

Como puede verse, se midieron presiones de hasta $2.4 t/m^2$ en picos, lo cual coloca el posteo de las telas en un coeficiente de seguridad superior a 5 si dichas presiones se aplican en forma de carga dinámica.



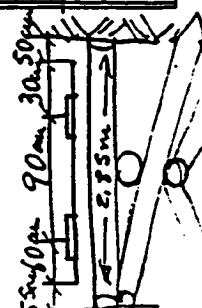
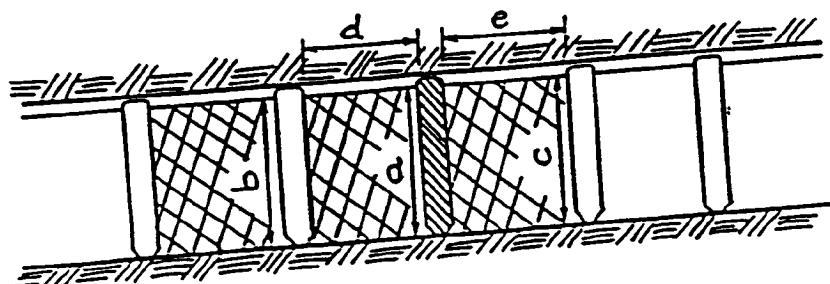
POZO : SANTIAGO

TALLER : 5° JACOBA (Ene 41)

CONDICIONES

ESTACION	En Metros (*)	FECHA	HORA	Vagones relleno acumula.	Estación Cubierta		Relleno Terminado		MEDIDAS (Kg)				
					SI	NO	SI	NO	INSTANTANEA (N)		MAXIMA (R)		
									TECHO	MURO	TECHO	MURO	
SUPERIOR (A)	A ₃	a=2,85	7-10-83	11h.	0		X	X	0	0	0	0	
			8-10-83	11h.	0		X	X	0	0	0	900	
		b=2,85	9-10-83	11h.	48		X	X	0	0	0	0	2
			11-10	11h.	123		X	X	0	200	1200	1500	4
		c=2,85	12-10	11h.	203		X	X	100	400	500	1700	6
			13-10	11h.	264		X	X	300	400	300	400	6
		d=0,75	14-10	11h.	264		X	X	400	400	1000	400	4
e=0,75	15-10	11h.	321		X	X	"	"	"	"	6		
MEDIA (M)	A ₃	a="	16-10	11h.	384		X	X	"	"	"	"	2
			17-10	11h.	426		X	X	550	400	1500	900	4
		b="	19-10	11h.	498		X	X	600	400	1500	400	6
			20-10	11h.	582		X	X	600	400	600	400	2
		c="	21-10	11h.	654	X		X	"	"	"	"	0
		d="	22-10	11h.	661	X		X	700	500	700	500	4
		e="	23-10	11h.	"	X		X	700	600	2100	2000	2
	25-10	11h.	"	X		X	"	600	1200	900	0		
INFERIOR (B)	A ₃	a="	26-10	11h.	"	X		X	"	"	"	"	2
			27-10	11h.	"	X		X	"	"	2400	1600	6
		b="											
		c="											
		d="											
e="													

(*)



1.2.4 - Presión en el relleno en la Capa S.Guillermo.
Pozo Entrego

Se trataba de explotar las dos venas que esta capa presenta en el P.Entrego. Tal como muestra la Figura 14, primero se iba por el techo y después por la del muro. Para facilitar y asegurar un buen posteo del taller que iba a ir por el muro, se preguntaba a que distancia se podía encontrar el relleno de la del techo lo suficientemente compactado para hacer un buen hastial cuando llegara el del muro.

5° PLANTA

ESCALAS

HORIZONTAL 1 : 200

VERTICAL 1 : 800



CAPA
S. GUILLERMO

FIGURA 14

CELULA Nº 2

CELULA Nº 1

CELULA Nº 0

60°

52°

60°

7° PLANTA

DOS VENAS

VENA MURO

VENA TECHO

Tal como muestra la Figura 14, se colocaron tres células Glotzl a diferentes profundidades en el interior del relleno, en concreto sobre una balsa plana hecha en el muro en la que se recibían los captadores con un mortero bajo en cemento. Se hizo un seguimiento intensivo de los registros de presión tal como muestra la Figura 15, en la que puede observarse la semejanza con la Figura 6.

De esta Figura 15 puede concluirse inmediatamente que a una distancia superior a 17 metros, el relleno esta totalmente compactado y con darle un margen prudencial de seguridad, constituirá un buen hastial, convenientemente entablado.

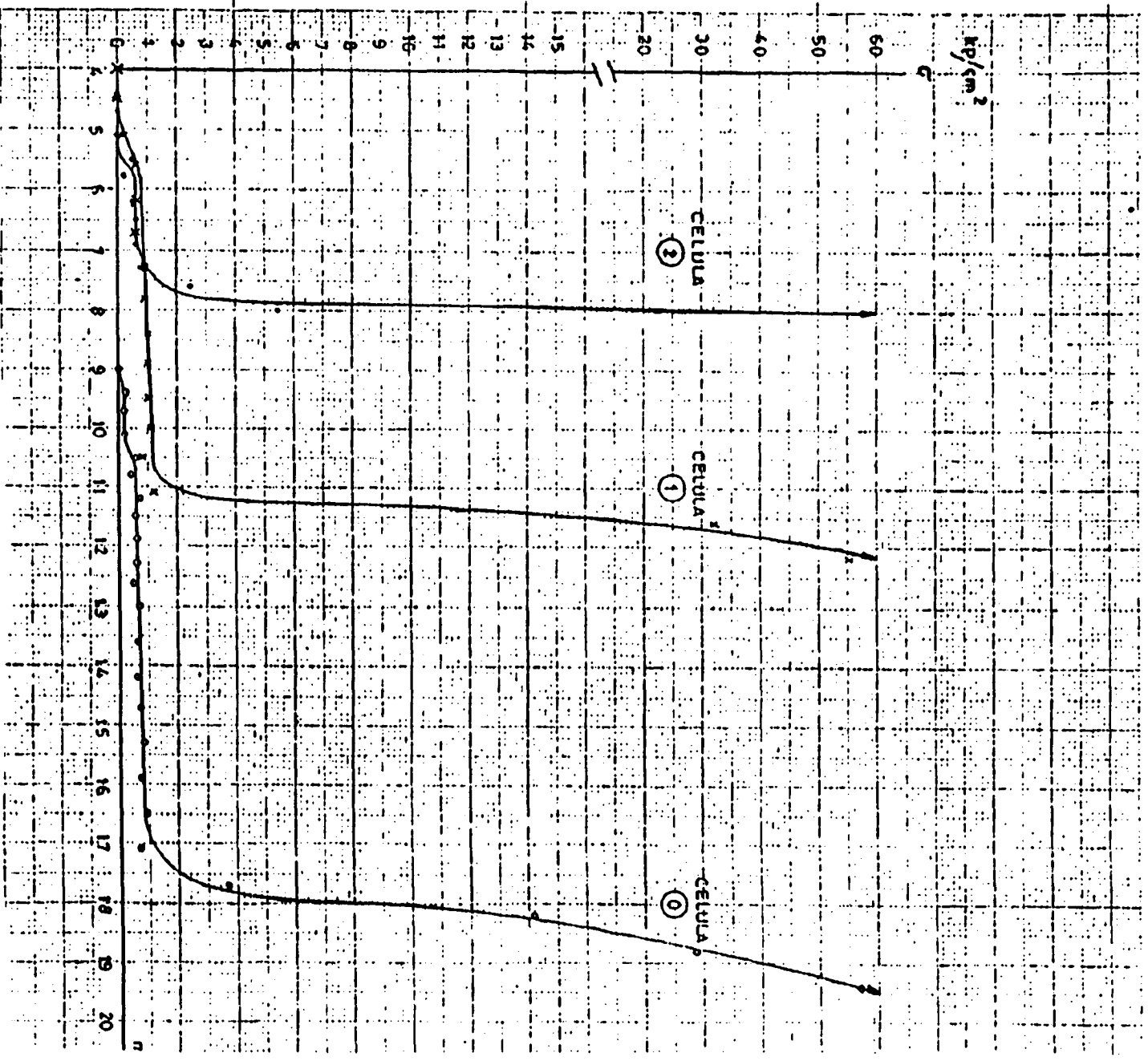


FIGURA 15

Se separaron los talleres unos 60 m y la explotación se efectuó totalmente sin ningún contra-tiempo.

1.2.5 - Presión en capa Fontina. Pozo S. Antonio

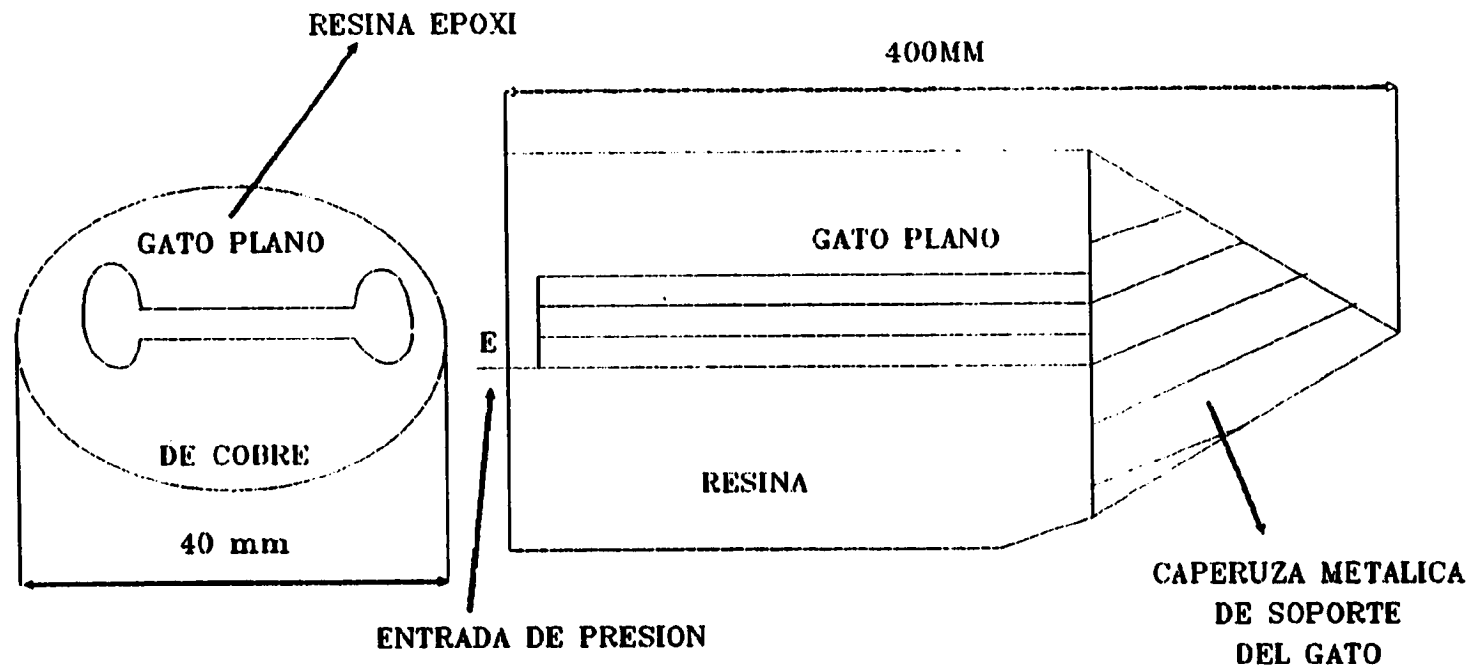
La capa Valdeposadas, situada a unos 6 m al techo de la Fontina, se explota en la zona sur del Pozo S. Antonio mediante galería y contraataques desde esta última.

Las galerías de dicha capa Fontina se ven afectadas muy rápidamente por una deformación anormal de sus cuadros, de 29 kg/m a menos de 1 m de distancia.

Se supuso la existencia de un campo de presiones anormalmente alto en la zona, debido posiblemente a la relativa proximidad de la Falla de Mogote, ya que parece ser esta la causa también de la concentración de FGD's en esta zona (de 4ª categoría).

Se colocaron sendas cápsulas B.O.M. o también llamadas R (Figura 16) en las posiciones de la Figura 17. Sus registros, realizados mediante lecturas puntales nos informaron, particularmen-

te en la zona Este, de la anomalía mencionada en las proximidades de la galería, ya que se midieron en situación de estabilidad 120 kg/cm^2 , cuando a la profundidad de esa galería no se podían asignar mas de $300 \text{ m} \times 2,5 \text{ t/m}^3 = 70 \text{ kg/cm}^2$.

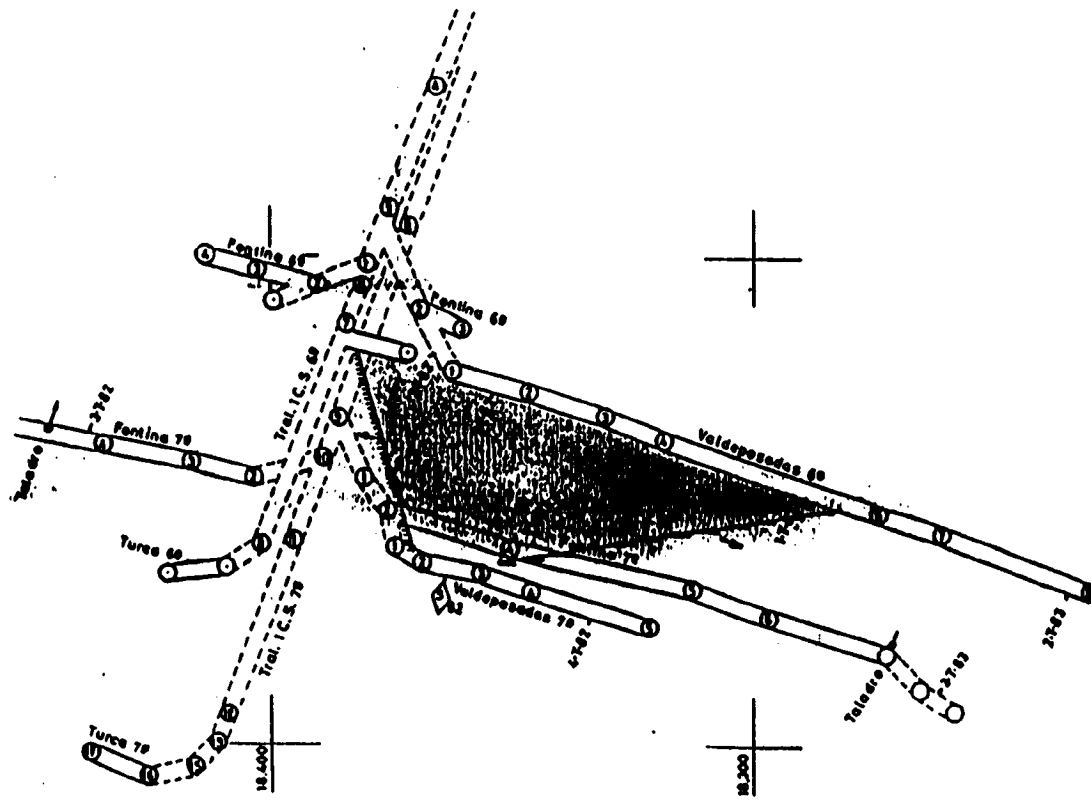


ESQUEMA DE CELULA R(B.O.M.)

FIGURA 16

IME

FIGURA 17



A esta anomalía venía a añadirse el efecto borde de pilar que las antiguas explotaciones de Turca en plantas superiores (Figura 18) hacen sobre la galería de Fontina. La desviación de esta galería, que al fin de cuentas operaba como estéril de acompañamiento, no suponía una gran dificultad por lo que se optó por colocarla hacia el interior del macizo, donde el gradiente de presión era menor. Se posteó con cuadro de 21 kg/m a 0,8 m y el comportamiento mejoró notablemente.

FIGURA 18

