



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

## PROYECTO DE INVESTIGACION DE DERRABES DE CARBON

### ANEJO X

**Estudio de la influencia de la grisuosidad de la capa de carbón en los derrabes. Medidas "in situ". Conocimientos en Francia en relación a los fenómenos dinámicos**

*AITEMIN- Proyecto de derrabes de carbón*



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

001115

**AITEMIN**

**ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS**

**ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA  
DE LA GRISUOSIDAD DE LA CAPA  
DE CARBON EN LOS DERRABES**

## INDICE

- 1 ANTECEDENTES
- 2 INTRODUCCION
  - 2.1 Los fenómenos dinámicos
  - 2.2 El grisú en el carbón
  - 2.3 Clasificación de los fenómenos dinámicos
- 3 CONCLUSIONES
  - 3.1 Metodología de trabajo frente a los f.d.
  - 3.2 Conclusiones obtenidas de los casos reales analizados
  - 3.3 Líneas de investigación futuras
4. TRABAJOS REALIZADOS
  - 4.1 Estado de los conocimientos sobre derrabes en Francia
  - 4.2 Casos Estudiados in situ en España
  - 4.3 Descripción de los trabajos realizados
- 5 DESCRIPCION DE LOS PARAMETROS MEDIDOS
  - 5.1 Retención del metano en el carbón
  - 5.2 Concentración de metano en capa
  - 5.3 Medida de  $Q_1$
  - 5.4 Medida de  $Q_2$
  - 5.5 Medida de  $Q_3$
  - 5.6 Presentación de los resultados
  - 5.7 Velocidad de desorción
  - 5.8 Índice  $k_t$
  - 5.9 Índice Delta Iodo
  - 5.10 Composición de los gases

**6 METODOS DE MEDICION**

6.1 Método para la medición de la concentración de gas en capa

6.2 Método para medición de la velocidad de desorción

6.3 Método para la medición del índice  $k_t$

6.4 Método para la determinación del índice Delta Iodo

**7 POZO HERRERA N° 2 (HULLERAS DE SABERO Y ANEXAS, S.A)**

7.1 Descripción de las labores en las que se han realizado las mediciones

7.1.1 Método de explotación de la mina de Hulleras de Sabero

7.1.2 Características de los carbones

7.2 Sondeos realizados

7.2.1 Capa 15 Oeste

7.2.2 Capa 14 Oeste

7.3 Sondeos para desgasificación en capa 3-W

7.4 Sondeos para inyección de agua en la entrada a la capa 4ª

7.5 Resultados obtenidos

7.5.1 Capa 15 Oeste

7.5.2 Capa 14 Oeste

7.5.3 Capa 3-W Subnivel 2º recorte 7W-6S

7.5.4 Capa 4ª Recorte 7W-2S

7.6 Análisis de los resultados

7.6.1 Capa 15 W y 14 W. 1º Subnivel

7.6.2 Capa 3ª W Subnivel 2º, recorte 7W-6S

7.6.3 Capa 4ª Recorte 7W-2S1

**8 POZO SANTA BARBARA (HUNOSA)**

8.1 Descripción de las labores en las que se han realizado  
las mediciones

8.1.1 Características de la capa C 6' 0

8.1.2 Características de los carbones

8.1.3 Estado de las explotaciones

8.2 Sondeos realizados

8.3 Resultados obtenidos

9 BIBLIOGRAFIA

10 ANEXOS

**1 ANTECEDENTES**

El presente informe se encuadra dentro de la primera fase del "Proyecto de investigación de derrabes de carbón"

La ejecución del estudio relativo a la influencia del grisú en el fenómeno de los derrabes fue encomendada a AITEMIN

En este informe se recogen los estudios realizados por los técnicos de AITEMIN en diversas capas de carbón del Pozo Herrera nº 2 de la Empresa Hulleras de Sabero y Anexas, S.A durante los meses de Julio y Noviembre de 1990 y Febrero de 1991 y, en el Pozo Santa Bárbara de la Empresa Nacional de Hulleras del Norte, S.A en Septiembre de 1990.

También se incluye un resumen de la información relativa a los derrabes recogida en las explotaciones mineras y centros de investigación franceses, así como las conclusiones de AITEMIN sobre los fenómenos dinámicos en general y los derrabes en particular.

## 2 INTRODUCCION

### 2.1 Los fenómenos dinámicos

Se entiende por fenómeno dinámico en una capa de carbón la liberación brusca de energía acumulada, con proyección de carbón en cantidad significativa, pudiendo estar acompañada esta proyección por una emisión de gas de cuantía variable.

Los factores energéticos que pueden contribuir al desencadenamiento de un fenómeno dinámico son: la presión del grisú contenido en la capa, el estado tensional del macizo y el efecto de la gravedad (Ver Figura 1).

Con respecto a la contribución del gas presente en el macizo en la aparición de los fenómenos dinámicos (Desprendimientos Instantáneos, Estallidos de Cápa, Derrabes Gaseados y Derrabes), se puede decir que, en principio, va a ser tanto mayor cuanto mayores sean a su vez los valores de los parámetros característicos de grisuosidad de la capa: Concentración desorbible de grisú en capa, velocidad de desorción, presión del gas, gradiente de concentración, microfisuración, etc. La medición directa de la presión del grisú en el macizo es generalmente difícil de realizar en la práctica en la mayoría de los casos, siendo necesario obtenerla de forma indirecta a través de otros parámetros como:

- Concentración desorbible de gas en capa

- Gradiente de concentración
- Isotherma de adsorción ( $C_{1BAR}$ )

En una primera aproximación, la medición de los parámetros "Concentración desorbible de gas en capa" y "Velocidad de desorción" puede suministrar una información cualitativa acerca de la susceptibilidad de las capas a los fenómenos dinámicos con la presión del gas como factor energético significativo (D.I., derrabes gaseados).

## 2.2 El grisú en el carbón

El carbón en estado virgen contiene en su estructura el grisú, en forma adsorbida o libre ocupando los espacios intersticiales. La cantidad adsorbida depende de factores tales como la presión, temperatura, composición del gas, microfisuración, capacidad de adsorción, porosidad, etc.

Al explotar una capa de carbón, el grisú se desprende hacia la zona minada a través de la red de fisuras que se forma en el macizo influenciado debido a la variación del estado tensional que se produce a consecuencia de la apertura del hueco. En algunas zonas de la capa, sin embargo, la acumulación de tensiones puede impedir su desgasificación. La presión del gas confinado y su velocidad de desorción pueden ser el factor dominante en llevar al macizo y, en algún caso, a las rocas de los hastiales, al punto de rotura, provocándose una expulsión violenta de carbón pulverizado y del gas que se denomina Desprendimiento Instantáneo.

2.3 Clasificación de los fenómenos dinámicos (f.d.)

Se puede realizar una clasificación de los f.d. según la contribución relativa de los distintos factores energéticos que los provocan.

En la figura 1 podemos ver un diagrama ternario con la contribución relativa aproximada de los distintos factores energéticos en los fenómenos dinámicos.

En este diagrama se puede comprobar que, según sea la contribución relativa de cada uno de los factores al aporte energético total, tenemos fenómenos completamente distintos en sus causas, estudio y prevención, aunque en la realidad minera todos ellos tienden a dar efectos similares en ciertos casos y por tanto puede llegar a ser difícil su diagnóstico y clasificación correctos.

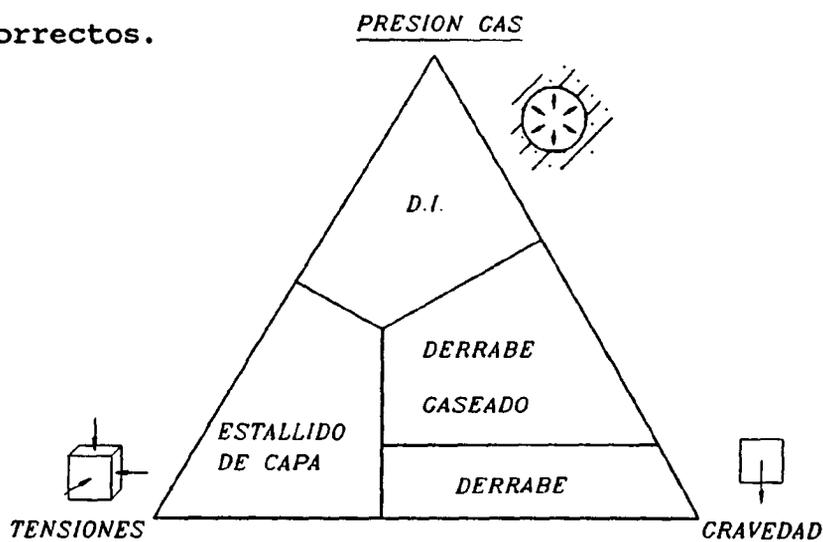


Figura 1: Contribución relativa aproximada de los distintos factores energéticos en los fenómenos dinámicos de las capas de carbón

Cuando el factor energético principal (que aporta la mayor parte de la energía puesta en juego) es la presión del gas, el f.d. es un Desprendimiento Instantáneo (D.I.), cuando el factor energético principal son las tensiones y el carbón tiene una resistencia media-alta, estamos ante un estallido de capa ("Rockburst" de capa), mientras que cuando el factor principal es la gravedad tenemos un derrabe de carbón.

En la zonas intermedias con predominio de la gravedad y la presión de gas tenemos los derrabes gaseados.

En el punto de conclusiones se expondrá la importancia de un correcto diagnóstico y clasificación de los fenómenos dinámicos para definir las técnicas específicas de detección del riesgo y las de prevención y lucha contra su aparición.

### 3 CONCLUSIONES

De los trabajos realizados dentro del presente proyecto, (incluyendo las visitas a las instalaciones de explotación e investigación francesas) y de la experiencia previa de AITEMIN en fenómenos dinámicos se deducen las siguientes conclusiones:

#### 3.1 Metodología de trabajo frente a los f.d.

Ante la aparición de fenómenos dinámicos en una capa de carbón debe seguirse siempre la siguiente metodología de trabajo:

##### A.- Caracterización o diagnóstico del fenómeno dinámico

Consiste en la obtención de la contribución relativa de los factores energéticos en la aparición del fenómeno dinámico estudiado. Una vez establecidas las contribuciones relativas y definida la situación aproximada del fenómeno en el gráfico ternario de la figura 1, estamos ya en condiciones de saber cuál es el tipo de fenómeno dinámico ante el cual nos encontramos: D.I, derrabe o estallido de capa.

Para realizar esta caracterización con una buena fiabilidad es necesario que un centro de investigación especializado analice en detalle las circunstancias del fenómeno y mida distintos parámetros que permitan cuantificar el peso relativo de los factores:

- Para establecer la influencia de la presión del gas:
  - . Concentración desorbible de gas en capa
  - . Gradiente de la concentración de gas
  - . Presión del gas (cuando es posible)
  - . Caudal del gas en barreno
  - . Velocidad de desorción:  $V_1$ ,  $k_t$  (Aptimetria)
  - . Microfisuración:  $\Delta P$ ,  $\Delta Y_{odo}$
  - . Capacidad de adsorción (Isoterma de adsorción,  $C_{1BAR}$ ).
  
- Para establecer la influencia de las tensiones y de la gravedad:
  - . Tensiones naturales:  $\sigma_v$ ,  $\sigma_h$  (en zona no influenciada)
  - . Estudios de tensiones-desplazamientos en la proximidad de los frentes:
    - Cápsulas presiométricas
    - Presiometría (Módulos de elasticidad)
    - Expansión del macizo
    - Convergencias
  - . Dureza del carbón y resistencia a la compresión.

Una vez medidos algunos o todos los parámetros referidos, se podrá ya establecer, con buena fiabilidad, el diagnóstico del fenómeno dinámico situando el punto representativo en el diagrama ternario de la figura 1.

**B.- Evaluación continua del riesgo**

El paso siguiente es definir un sistema rápido, sencillo y utilizable por el personal no especializado del explotador minero, que permita clasificar las zonas de la mina en susceptibles (o zonas con riesgo) y no susceptibles (o zonas seguras).

Este método deberá aplicarse de forma sistemática a medida que progresan las explotaciones y la respuesta "riesgo-no riesgo" deberá poderse obtener de forma inmediata por el personal que realiza las mediciones, con el fin de adoptar enseguida las medidas de prevención y lucha oportunas.

Como parámetros de evaluación del riesgo existente, aplicables con las condiciones expuestas, se pueden enumerar los siguientes:

- Cuando el factor predominante es la presión de gas:
  - . Velocidad de desorción ( $V_1$ ). Cuando el gas predominante es el  $CH_4$ .
  - . Aptimetría (A). Cuando el gas predominante es el  $CO_2$ .
  - . Índices Delta P y Delta Yodo.
  - . Índice  $k_t$
  - .  $C_{1BAR}$ .
  
- Cuando el factor predominante son las tensiones:
  - . Volumen de finos de perforación de barrenos
  - . Sismoacústica

- . Microsísmica
  - . Rotura en discos de los testigos de roca.
- Cuando el factor predominante es la gravedad:
- . Control sistemático del sostenimiento. Efectividad y roturas.
  - . Control de la expansión de la corona (en algún caso).
  - . Control de la convergencia.

Para cada yacimiento y situación particular deberán definirse los parámetros más significativos a controlar, las metodologías y frecuencias de medición y los valores límite que definen las zonas de riesgo.

#### C.- Prevención de los fenómenos dinámicos

Del estudio del fenómeno dinámico realizado por el organismo de investigación especializado debe concluirse también la metodología a aplicar, en las zonas que se clasifiquen como susceptibles, para reducir y eliminar el riesgo de fenómeno dinámico.

Los métodos de prevención a emplear dependen esencialmente del tipo de fenómeno ante el cual nos encontramos, y pueden llegar a ser completamente opuestos, por lo que se comprueba la extraordinaria importancia que tiene el diagnóstico correcto del fenómeno dinámico.

En efecto, en los fenómenos de tipo D.I y estallido de capa las técnicas de prevención consisten en la distensión del macizo, mientras que en los fenómenos de tipo derrabe (gaseado o no), la prevención se orienta al refuerzo y consolidación del macizo de carbón (Ver figura 2).

Las técnicas más usuales de distensión del macizo son:

- Selección de una geometría de las explotaciones adecuada que evite la concentración de tensiones.
- Explotación de una capa de defensa (o égida) en condiciones determinadas y controladas.
- Realización de sondeos de distensión y desgasificación (sondeos de diámetro a fijar en cada caso particular pero siempre superior a 80-90 mm).
- Tiros de conmoción.
- Inyección de agua a alta presión (> 100 bar).

Las técnicas más usuales de refuerzo del macizo de carbón derrabable son:

- Sostenimiento y frenado correcto de las coronas.
- Consolidación, mediante bulones, resinas, etc.
- Inyección de agua a baja presión (en algunos casos particulares y siempre que no haya inclusiones arcillosas).

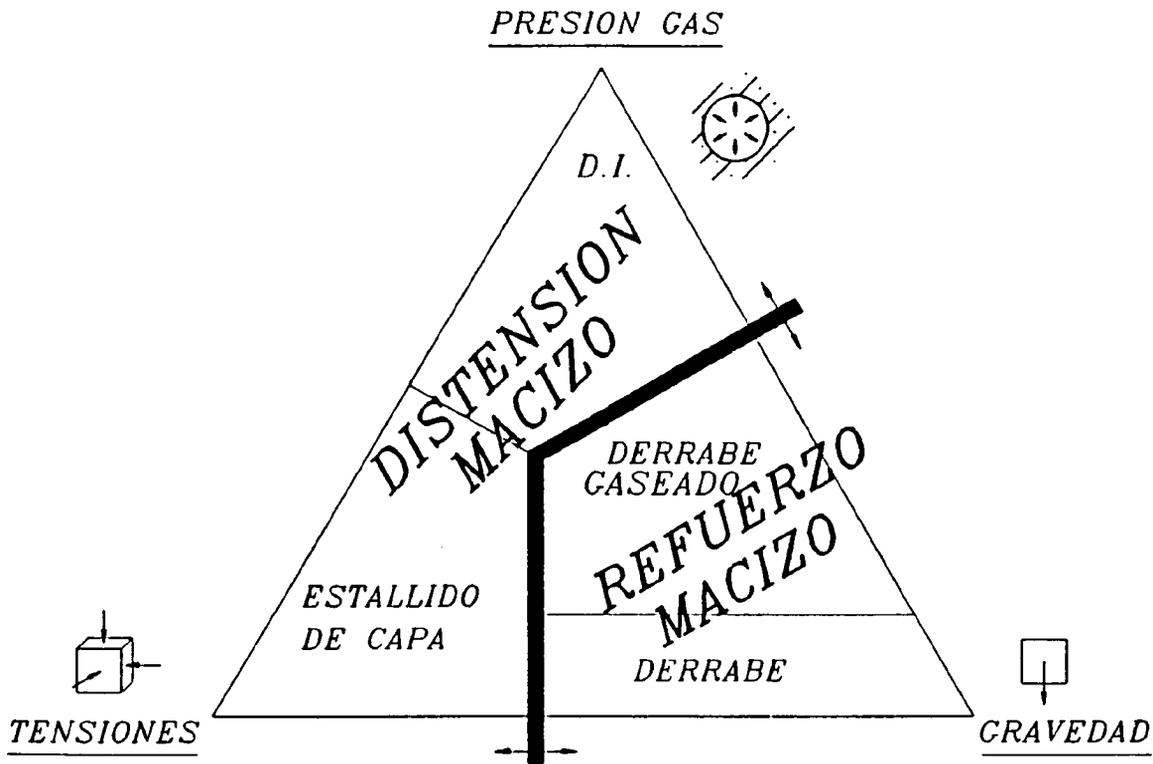


Figura 2: Prevención de los fenómenos dinámicos

En cada caso particular debe definirse mediante el estudio correspondiente las medidas de prevención a emplear que deben estar perfectamente adaptadas y particularizadas.

En el Anexo 6 figuran los cuadros resumen de los puntos A, B, C.

### 3.2 Conclusiones obtenidas de los casos reales analizados

En los puntos 7 y 8 del presente informe se describen en detalle los casos concretos que fueron estudiados en el pozo Herrera nº 2 de Hulleras de Sabero y en el pozo Sta. Bárbara de HUNOSA.

De estos análisis se desprenden las siguientes conclusiones:

- Ha sido posible detectar y evaluar el riesgo de derrabe gaseado mediante la medición de la velocidad de desorción. En efecto, en una zona clasificada como susceptible se produjo realmente un derrabe gaseado.
- Se ha podido detectar y evaluar la efectividad de algunas medidas de prevención y lucha contra el riesgo de fenómeno dinámico (Inyección de agua a alta presión), mediante mediciones de concentración de gas y velocidad de desorción.

### 3.3 Líneas de investigación futuras

Deben realizarse estudios detallados de comprobación de la viabilidad, efectividad en cada caso particular de las explotaciones españolas de:

- Los parámetros de caracterización de los f.d.:
  - . concentración desorbible
  - . gradiente concentración
  - . presión del gas
  - . caudal de gas en barreno
  - . velocidad de desorción
  - . índices de microfisuración (delta P, delta I)
  - . tensiones naturales
  - . cápsulas presiométricas
  - . presiometría

- . expansión del macizo
- . convergencia
- . dureza de carbón
- . resistencia a compresión del carbón
- . isoterma de adsorción,  $C_{1BAR}$ .

- Parámetros de control rutinario del riesgo de f.d.

- .  $V_1$
- .  $k_t$
- . Aptimetría
- . Delta P, Delto Yodo
- . Volumen de finos de perforación (Test de Janas)
- . Sismoacústica y microsísmica
- . Medidas de expansión y de convergencia

- Medidas de prevención de los f.d.

- . Sondeos de distensión y desgasificación
- . Capa de defensa
- . Tiro de conmoción
- . Inyección de agua a alta presión
- . Consolidación de los macizos
- . Inyección de agua a baja presión.

Debe hacerse el comentario de que es absolutamente imprescindible aumentar el número de casos reales a estudiar para conseguir que los resultados obtenidos en los distintos estudios sean mínimamente representativos.

#### 4 TRABAJOS REALIZADOS

##### 4.1 Estado de los conocimientos sobre derrabes en Francia

Dentro de la realización del presente proyecto se visitaron explotaciones mineras y centros de investigación franceses (INERIS, Verneuil-en-Halatte), con el fin de recabar de los especialistas franceses tanto su experiencia en explotaciones con derrabes como las distintas técnicas empleadas en su estudio y prevención. Se describirá a continuación de forma resumida las distintas explotaciones francesas con yacimientos inclinados en las que ha habido fenómenos dinámicos. Posteriormente, se describen las técnicas usuales en Francia para la caracterización, prevención y evaluación del riesgo.

##### 4.1.1 Explotaciones francesas en capas inclinadas

El número de explotaciones de carbón francesas de interior se ha visto drásticamente reducido en los últimos años. Esta reducción ha afectado a todos los tipos de explotaciones y es probable que continúe en el futuro próximo.

En la actualidad (Marzo 1991) se mantienen activas las siguientes explotaciones en capas inclinadas:

- Dauphiné: El yacimiento del Dauphiné tiene capas muy inclinadas y potentes de carbón con grandes cantidades de CO<sub>2</sub> que han originado fenómenos dinámicos tipo D.I. y derrabe gaseado.

Los métodos de explotación empleados son los subniveles con sutiraje (similar al método Sabero o Montsacro de España) y las cámaras almacén en las zonas con muy alto riesgo de fenómeno dinámico.

Como método de evaluación del riesgo se emplea la aptimetría, similar a la velocidad de desorción.

Esta explotación será cerrada próximamente.

- Lorena (H.B.L). En la cuenca de Lorena se explotan dos yacimientos inclinados con capas de potencia intermedia en Merlebach (70° de buzamiento) y Forbach (45° de buzamiento).

El método de explotación es en ambas zonas por franjas horizontales ascendentes con relleno hidráulico.

En estas zonas la grisuosidad del yacimiento es baja a media y han tenido lugar fenómenos dinámicos que se han clasificado como derrabes y estallidos de capa debidos a las tensiones.

Como medida de control del riesgo de fenómenos dinámicos se emplea la tasa de expansión de la capa a diferentes profundidades en la corona.

Otras explotaciones en capas inclinadas que estuvieron en actividad recientemente pero que están cerradas en la actualidad son:

- Messeix: Explotación minera de capas potentes e inclinadas beneficiadas por el método de subniveles horizontales con sutiraje. En esta mina se producían derrabes gaseados con CO<sub>2</sub>. La aparición de fenómenos ya próximos o dentro del campo de los D.I. ocasionó la detención de la explotación y su cierre.

En lo que se refiere a capas horizontales potentes explotadas mediante tajo largo con sutiraje o tajo largo con pasadas sucesivas existen las siguientes explotaciones en las que han aparecido diversos fenómenos dinámicos:

- Blanzay: Explora su yacimiento mediante el método de tajo largo con sutiraje. El yacimiento tiene poco gas y han aparecido esporádicamente fenómenos dinámicos del tipo derrabe.
- Carmaux: Se explotaban las capas mediante tajo largo con sutiraje. También tenía muy poco grisú. La explotación está parada desde hace algunos años.

- Cevennes: Yacimiento con grandes cantidades de grisú ( $\text{CH}_4$  o mezclas  $\text{CH}_4\text{-CO}_2$ ). Se explotaba mediante tajos largos con su- tiraje encontrándose inactivo en la actualidad.

#### 4.1.2 Técnicas de caracterización de los fenómenos dinámicos

Las técnicas que se emplean en Francia en la actualidad para la caracterización de los fenómenos dinámicos en los que in- terviene significativamente la presión del gas como factor energético son las siguientes:

- Concentración desorbible de gas en capa.

Esta concentración se puede derivar de la medida usualmente empleada en España mediante la medición del  $C_{1\text{BAR}}$ , o bien, se puede obtener directamente mediante molienda en atmósfera de  $\text{CH}_4$  puro durante la obtención del  $Q_3$ .

- Gradiente de la concentración de gas desorbible con la pro- fundidad. Se obtiene de las curvas "concentración de grisú- profundidad en el sondeo", comprobándose el incremento más o menos brusco de la concentración de gas con la profundidad hasta 3,5, 4 m.

- Presión del gas: Se mide solamente en algunos casos en los que es posible cerrar perfectamente el sondeo con el fin de que el gas alcance su presión de equilibrio. Esta situación sólo se da en sondeos de gran longitud a través de estéril a cortar una capa o bien en el frente de transversales que se acercan a una capa y que están todavía a una cierta distancia de ella. No se puede medir casi nunca desde los frentes de carbón.
  
- Caudal de gas en barreno: Se mide como alternativa a la presión de gas con la cual está relacionado. El dispositivo empleado es un anemómetro continuo con registro adaptado a la geometría del barreno.
  
- Velocidad de desorción: Se emplea el índice  $V_1$  totalmente similar al empleado en España.
  
- Microfisuración: Se evalúa mediante el índice  $P$  de Ettinger modificado ( $\Delta P$  0-60).

Las técnicas de caracterización que se emplean para analizar la influencia de los factores tensiones y gravedad son las siguientes:

- Medición de tensiones naturales,  $T_v$ ,  $T_h$ . Se realiza en zonas no influenciadas, cuando es posible, con el fin de obtener estos parámetros, fundamentales como datos de partida para el modelo de cálculo por elementos finitos.

Se pueden detectar anomalías en las tensiones horizontales o verticales, tensiones tectónicas, etc.

Es un método caro, lento y complicado que se puede utilizar sólo ocasionalmente.

- Estudios de tensión-desplazamiento de los macizos de carbón próximos a los frentes. Estos estudios permiten saber si el factor predominante en el fenómeno dinámico son las tensiones o la gravedad. Pueden realizarse todas las mediciones simultáneamente o sólo algunas de ellas. Los métodos más empleados son:

- . Cápsulas presiométricas.
- . Presiometría: Obtención de los módulos de elasticidad de la roca en diferentes puntos a lo largo de un sondeo.
- . Expansión del macizo: mediciones de expansión a diferentes profundidades en un sondeo con relación al fondo del barrenado. La comparación se realiza con cintas metálicas. Este parámetro se usa sobre todo para evaluar el riesgo de derrabes ya que permite detectar el límite de la zona "relajada" o "expansionada" y se puede por tanto calcular el peso de carbón que gravita sobre el sostenimiento o que podría llegar a gravitar totalmente.
- . Convergencias: se realizan mediciones de convergencia convencionales en una dirección o en varias.

- . Dureza-resistencia del carbón, se evalúa subjetivamente y también se puede determinar en algunos casos la resistencia a compresión de probetas.

#### 4.1.3 Técnicas de control rutinario del riesgo de fenómenos dinámicos

Las técnicas que se emplean en las minas francesas para la medición rutinaria del riesgo de fenómenos dinámicos son las siguientes:

- Desorbometría: Controla las fluctuaciones del factor energético "presión del gas". Los parámetros medidos son la velocidad de desorción  $V_1$ , si el grisú se compone fundamentalmente de  $CH_4$ , o la aptimetría,  $A$ , si el grisú se compone fundamentalmente de  $CO_2$ .

Los dos parámetros se miden directamente en los frentes por el personal minero y la respuesta riesgo-no riesgo se obtiene de forma inmediata.

- Mediciones de adsorción: Se emplea fundamentalmente el índice  $\Delta P$  0-60. Es más lento y complicado que el  $V_1$ , por lo que su uso está menos extendido.

- Volumen de finos de perforación en sondeos en carbón. (Test de Janas). Se emplea para evaluar el grado de "reacción" o "actividad dinámica" de los sondeos. Está directamente ligado con la presión de gas pero sobre todo con las tensiones existentes en el macizo. Su uso está muy extendido por su sencillez e inmediatez de resultados pero presenta problemas en algunas cuencas en las que no detecta las situaciones de riesgo. Es por ello imprescindible hacer un estudio previo a su implantación que confirme su utilidad y defina el diámetro del barreno, la profundidad, etc.
  
- Sismoacústica: Se ha empleado en Provenza, para realizar la vigilancia de las zonas de riesgo en combinación con la realización de tiros de distensión de gran diámetro. Se ha conseguido definir criterios de evaluación del riesgo teniendo en cuenta el número e intensidad de los microsismos, evaluados de forma automática mediante microordenador.
  
- Rotura en discos de testigos: Se emplea para evaluar la susceptibilidad de los terrenos estériles a fenómenos dinámicos. Se realiza una perforación con recuperación de testigo y se observa si se produce la rotura en discos característicos.

#### 4.1.4 Prevención de los fenómenos dinámicos

Una vez realizado el diagnóstico de los f.d. y, establecida una metodología de evaluación de las zonas susceptibles, se deben emplear técnicas de prevención y reducción del riesgo en las zonas clasificadas como susceptibles.

Las técnicas de este tipo empleadas con mayor frecuencia en Francia consisten en la distensión del macizo de carbón si los f.d. se han clasificado como D.I. o estallidos de capa, o bien en el refuerzo del macizo, si se han clasificado como derrabes. Las técnicas de distensión empleadas más frecuentemente son:

- Sondeos de distensión y/o desgasificación: Su diámetro y longitud mínimos para ser eficaces debe determinarse en cada caso, así como el número a realizar y su disposición. Su diámetro mínimo suele ser del orden de los 70-90 mm.
- Tiro de conmoción: La profundidad, carga y distribución debe ser establecida también en cada caso particular.
- Inyección de agua a alta presión (más de 100 bar).

Se intentan evitar también en estos casos las geometrías de explotación que originen acumulación de tensiones, las influencias recíprocas de explotaciones, etc.

La explotación de una capa de defensa se utiliza en algunos casos para la distensión de ciertas zonas de otras capas.

Para el refuerzo de los macizos en situaciones de riesgo de derrabe se emplean en Francia métodos de consolidación (bulones, resinas, etc) y, en algunos casos, inyección de agua a baja presión (si no hay arcillas). También se refuerza el sostenimiento para la sujeción del macizo derrabable y se procura emplear un sostenimiento adecuado al esfuerzo a soportar.

#### 4.2 Casos estudiados in situ en España

Para el estudio del papel que juega el grisú en el fenómeno de los derrabes, se han realizado diversos trabajos en dos minas españolas, algunas de cuyas capas de carbón son derrabables y moderadamente grisuosas.

Las capas estudiadas y la situación de las zonas de sondeo son las siguientes:

##### Pozo Herrera n.º 2 (Hulleras de Sabero)

Capa 4W	subnivel 1º	recorte 7SE
Capa 5W	subnivel 1º	recorte 7SE
Capa 3W	subnivel 2º	recorte 7W-6S
Capa 4		recorte 7W-S

Pozo Santa Bárbara (Hunosa)

Capa Carbonero 6ª Oeste

**3.3 Descripción de los trabajos realizados**

**a) Comparación de los parámetros de grisuosidad de las Capas 4W y 5W del Pozo Herrera nº 2 (Hulleras de Sabero)**

En Junio de 1990, en el recorte 7SE se encontraban en explotación las capas 4W y 5W, estando el primer subnivel de ambas en avance (reconocimiento aproximado 452 m). En el punto 6.1 de este estudio se expone una descripción del método de explotación de estas capas.

La longitud de los subniveles era la misma y las características geométricas y geológicas de ambas capas eran similares en esa zona. Por otra parte, se dio la circunstancia de que en el avance del subnivel de la capa 5W se habían producido derrabes (a 44 m del recorte de entrada) y en la capa 4W no se habían presentado problemas.

Se decidió realizar mediciones de las concentraciones de gas en capa y de la velocidad de desorción en sondeos de 12 m, dados en el corte de los subniveles para poder comparar los valores en una y otra capa. Además se midieron los índices  $k_1$  y la velocidad de desorción ( $V_1$ ) en varios sondeos de 2,5 a 3 m en carbón, y se determinó el índice Delta Iodo en laboratorio con muestras de carbón del corte de los subniveles.

Después de haber dado el primer sondeo de 12 m en la capa 5W, al haber avanzado el corte unos 2,5 m se produjo un derrabe en el corte que arrastró la puerta de protección que se había instalado. Por tanto, fue posible la medición de los parámetros arriba señalados, en la zona del derrabe, antes de que este se produjese.

En la capa 5W se realizaron 9 sondeos en los que se tomaron 52 muestras para medición de los parámetros. En la capa 4W se realizaron 11 sondeos en los que se tomaron 37 muestras.

**b) Valoración de Efecto Drenaje en la Capa 3W del Pozo Herrera nº 2 (Hulleras de Sabero)**

En esta capa se intentó valorar el Efecto Drenaje de barrenos de  $\phi$  42 mm perforados en el corte del subnivel 2 del recorte 7W-6S (Noviembre 1990).

El drenaje del gas produce una reducción de la presión de gas en el carbón, una contracción del macizo de carbón y un incremento en la dureza de la capa. La contracción no homogénea del carbón ensancha las fisuras existentes y crea otras nuevas, aumentando la permeabilidad del carbón y acelerando su desgasificación.

Cuando todos los parámetros han cambiado hasta un cierto grado en un área dada, los cambios inducidos mediante el drenaje de gas se conocen como "Efecto Drenaje".

Se dieron en el corte del subnivel dos barrenos de  $\phi$  42 mm de 12 metros y otros 2 de 6 m, uno de ellos de  $\phi$  75 mm y el otro de  $\phi$  42 mm, como barrenos de desgasificación según el esquema que figura en el Anexo 3 (1, A, B1 y B2). Durante la ejecución de dichos barrenos se realizaron medidas de la concentración de gas en capa, velocidad de desorción e índices  $k_t$  y Delta Iodo. Tres días después se dieron dos sondeos de 12 m (C y D) para comparar los parámetros medidos con los de los sondeos de desgasificación.

En total se realizaron 5 sondeos en los que se tomaron 49 muestras para medición de parámetros.

c) Valoración del efecto de la inyección de agua a presión en la entrada a la Capa 4 del Pozo Herrera n° 2 (Hulleras de Sabero)

El día 4 de Febrero de 1991 el frente del recorte 7W-2S se encontraba a techo de la capa 4 y próximo a éste. Se aprovechó esta situación para comprobar los efectos de la inyección de agua a alta presión en el carbón, antes de realizar la entrada en la capa.

La roca que constituye el techo de la capa es pizarra.

En primer lugar se realizó un sondeo para determinar el espesor del escudo de roca (2,1 m) y la potencia de la capa (3,5 m). Seguidamente se hizo otro sondeo para medición de la concentración de gas en capa y velocidad de desorción y dos sondeos para la inyección de agua a alta presión (Anexo 4). Se inyectaron 5010 litros de agua a una presión de 160 kg/cm<sup>2</sup>. Por último se realizaron otros dos sondeos para medición de concentración de gas en capa y velocidad de desorción y, comparar los valores obtenidos con los medidos antes de la inyección. Los trabajos se realizaron entre los días 4 y 8 de Febrero de 1991.

**d) Capa Carbonero 6ª Oeste. Pozo Santa Bárbara (Hunosa)**

La capa Carbonero 6ª O del Pozo Santa Bárbara se había explotado sin problemas en el pasado entre las plantas 6ª y 7ª posteriormente a la explotación de las capas 7ª y 8ª que se encuentran en su techo.

Entre las plantas 7ª y 8ª las capas 7ª y 8ª no habían sido explotadas. Al montar el taller de la capa Carbonero 6ª entre estas dos plantas se produjeron derrabes que obligaron a su paralización.



## 5 DESCRIPCION DE LOS PARAMETROS MEDIDOS

### 5.1 Retención del metano en el carbón

Estrictamente hablando la mezcla inflamable de gases que se desprende de forma natural en las explotaciones de carbón se denomina grisú. Sin embargo, debido a que en todas las cuencas carboníferas españolas el metano es el principal componente del grisú, a lo largo de este informe se identificarán ambas denominaciones, empleándose indistintamente cualquiera de las dos.

El grisú está constituido en la mayoría de los casos fundamentalmente por gas metano ( $\text{CH}_4$ ) pudiendo llevar también dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), hidrocarburos superiores (etano, propano, butano, etc) y diversos gases (Ar, He,  $\text{H}_2$ ).

Antes de ser afectado por los trabajos mineros, el metano está contenido en el carbón en forma de solución sólida intersticial de dos componentes, con 15-20% en volumen del metano en forma de gas libre contenido en el interior de los poros y demás cavidades que existen en el carbón, y el metano restante ocupando los espacios vacíos en la estructura molecular e intermolecular del carbón, en las siguiente formas:

- adsorbido, sobre las superficies libres internas del carbón
- absorbido, dentro de la estructura molecular del carbón
- enlazado químicamente al carbón.

El gas que se desprende en las labores mineras procede casi exclusivamente de las fracciones libre y adsorbida, siendo ésta última la más abundante ya que la superficie libre interna del carbón es muy grande.

Bajo las tensiones existentes en el macizo de carbón, el sistema metano-carbón se encuentra en un estado de equilibrio metaestable. La apertura de las labores mineras, al variar el estado tensional, estimula el paso del metano a la fase gaseosa.

La forma en que el gas se desorbe del carbón del macizo se puede determinar mediante la interpretación de ciertos parámetros. En la ejecución del presente trabajo se han realizado mediciones de la concentración de gas en capa y de los índices  $V_1$  (Velocidad de desorción),  $k_1$  y  $I$  (delta Iodo). Los dos primeros índices nos dan una idea de la cinética de desorción del gas contenido en el carbón y el tercero de la capacidad de adsorción y microfisuración del carbón.

## 5.2 Concentración de metano en capa

La concentración de grisú total en capa,  $C$ , es la cantidad de grisú que tiene un carbón por tonelada libre de cenizas, y representa la máxima cantidad de grisú que puede desorberse de una muestra de carbón hacia la atmósfera de la mina.

Las unidades empleadas para expresar la concentración de grisú en capa son los  $m^3$  de grisú por tonelada libre de cenizas (tonelada pura =  $t_p$ ).

La concentración de grisú en capa se determina a partir de las muestras de carbón (10 gr aproximadamente), que se obtiene mediante sondeos de interior o directamente de los frentes de las labores mineras (10-12 m), procediéndose después a medir el grisú desprendido de ellas en tres fases:

### 1ª Fase:

Se estima mediante una ley aproximada el gas desprendido en el tiempo transcurrido desde la obtención de la muestra hasta que la muestra se introduce en un frasco hermético de volumen conocido:  $Q_1$ .

### 2ª Fase:

Se mide el gas desprendido en el interior del frasco hermético durante el transporte de la muestra desde el punto de muestreo hasta el laboratorio:  $Q_2$ .

### 3ª Fase:

Se mide el gas desorbido de la muestra al ser molido en un molino estanco:  $Q_3$ .

La concentración de gas en capa de la muestra "C" es la suma de  $Q_1+Q_2+Q_3$ , corrigiéndose el valor obtenido por el peso de la muestra, el porcentaje de cenizas (para obtener la concentración en puro) y la presión y la temperatura ambientes, en la mina y el laboratorio.

### 5.3 Medida de $Q_1$

$Q_1$  es el gas desprendido en el tiempo transcurrido desde la obtención de la muestra hasta que esta se introduce en un frasco hermético, la cual se estima mediante una ley aproximada.

Se ha demostrado que al principio de la desorción, el porcentaje de gas desorbido crece proporcionalmente a la raíz cuadrada del tiempo, es decir,

$$Q = k \cdot \sqrt{t}$$

sea  $t$ , el tiempo transcurrido desde que la muestra es arrancada del macizo hasta que se introduce en el desorbómetro, en nuestro caso 35 sg. Por tanto, durante ese tiempo, la muestra ha perdido una cantidad de gas  $k \cdot \sqrt{35}$ .

Se deja la muestra en el desorbómetro durante un tiempo que, por convenio es igual a  $t_1$  y se mide el volumen de gas,  $q$ , desorbido durante este tiempo, por medio del aumento de presión a volumen constante en el desorbómetro.

Sea  $V$  el volumen, constante, del desorbómetro,  $P$  el aumento de presión y  $P_f$  la presión en la labor. Por tanto, se cumplirá:

$$P \cdot V = P' \cdot V' \longrightarrow P_f (V + q) = (P_f + P) \longrightarrow$$

$$\longrightarrow P_f q = P \cdot V \longrightarrow q = P/P_f \cdot V$$

La cantidad de gas,  $q$ , desprendida en el desorbómetro es:

$$q = k \sqrt{2} t_1 - k \sqrt{t_1}$$

La cantidad  $Q_1$ , gas desprendido desde el momento del arranque del macizo hasta su introducción en el recipiente de transporte es  $k \sqrt{2} t_1$ .

Por tanto, se tiene que:

$$\frac{Q_1}{q} = \frac{k \sqrt{2} t_1}{k \sqrt{2} t_1 - k \sqrt{t_1}} \longrightarrow$$

$$Q_1 = q (2 + \sqrt{2}) \longrightarrow Q_1 = q \cdot 3,4$$

5.4 Medida de Q<sub>2</sub>

Q<sub>2</sub> es el gas desprendido en el interior del frasco hermético durante el transporte de la muestra desde el punto de muestreo hasta el laboratorio.

La muestra es transportada en un frasco de volumen V, herméticamente cerrado. Sea x<sub>0</sub> el tanto por uno de grisú que hay inicialmente en el frasco, que corresponde con el contenido de la atmósfera de la mina. En las condiciones de presión y temperatura del interior, el volumen de grisú contenido en el frasco es V. x<sub>0</sub>, el volumen desorbido que se quiere medir Q<sub>2</sub> y el volumen del frasco, V. El contenido de grisú en el laboratorio será:

$$x = \frac{Vx_0 + Q_2}{V + Q_2} \longrightarrow Q_2 = V \frac{x - x_0}{1 - x}$$

En nuestro caso, el volumen del recipiente hermético es 1000 cm<sup>3</sup>.

5.5 Medida de Q<sub>3</sub>

Q<sub>3</sub> es el gas desorbido de la muestra al ser molida en un molino estanco.

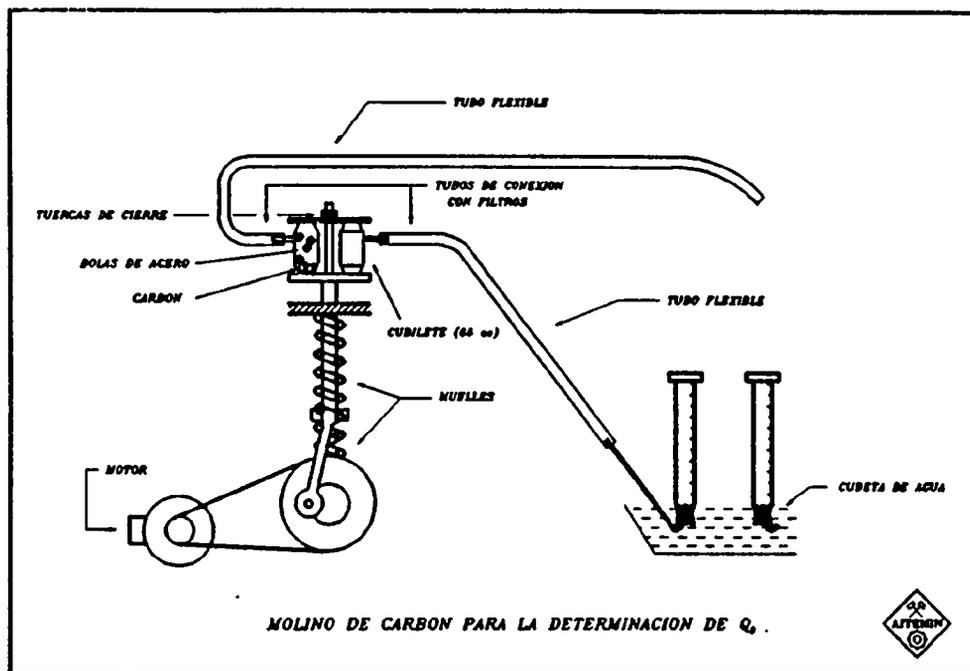


Figura 3. Molino estanco para la determinación del Q<sub>3</sub>.

Si se trata de una muestra muy grisúosa, que desprende 50 cm<sup>3</sup> o más en la molienda se puede admitir que la presión parcial que reinará en la cámara después de la molienda no será inferior a 1 bar. Estas condiciones corresponden a las utilizadas para definir la concentración de gas desorbible (diferencia entre las concentraciones de gas en virgen y la concentración residual una vez que se alcanza la presión de 1 bar).

Por el contrario, si la muestra libera poco grisú en la molienda, la presión parcial del mismo al final de la molienda será inferior a 1 bar. En este caso, se habrá extraído del carbón más grisú del que era necesario para respetar las condiciones de la definición de la concentración de gas en capa. Si se quiere evitar este inconveniente, es necesario antes de la molienda, reemplazar el aire de la cámara de molienda por metano casi puro.

El  $Q_3$  se obtiene en las condiciones de presión y temperatura del exterior.

### 5.6 Presentación de los resultados

Las cantidades  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$  se deben expresar en las mismas condiciones de presión y temperatura. Se ha elegido el referirlas a las condiciones de interior, por lo que habrá que corregir  $Q_3$ , de la forma siguiente:

$$Q_3 = Q_3 \frac{P_{lab}}{P_{mina}} \cdot \frac{273 + T_{mina}}{273 + T_{lab}}$$

La concentración desorbible bruta se calcula por unidad de masa, es decir:

$$C_B = \frac{Q_1 + Q_2}{m} + \frac{Q_3}{m'}$$

siendo  $m$  la masa de la muestra analizada y  $m' \approx 10$  gr.

En realidad, la concentración desorbible se refiere al carbón bruto, por lo que habrá que efectuar una corrección por cenizas.

El análisis de cenizas de la muestra se hace generalmente por calcinación, con lo que algunas materias minerales, como los carbonados, que se descomponen y volatilizan. Por lo tanto, la masa de cenizas se subestima y conviene afectarla de un factor de corrección que se ha estimado en 1,1. Entonces, la masa de carbón puro de una muestra  $m$  y de contenido en cenizas  $c$  (tanto por 1) será:

$$m (1 - 1,1 c)$$

La concentración de grisú desorbible del carbón puro será:

$$C = \frac{C_B}{1 - 1,1 c}$$

Los valores de concentración de grisú en capa tanto en bruto como libre de cenizas, y los de la velocidad de desorción  $V_{1p}$  se representan mediante curvas en función de la profundidad del sondeo, tal y como aparecen en el apartado "Resultados Obtenidos" de este estudio.

### 5.7 Velocidad de desorción

La velocidad de desorción del metano contenido en un carbón, se valora mediante el índice  $V_1$ , el cual expresa la cantidad de grisú en  $\text{cm}^3$  que se desprende en una muestra de carbón de 10 gr, con una granulometría entre 0,5 y 0,8 mm, entre el segundo 35 y 70 después de haber sido arrancada del macizo de carbón.

El índice  $V_1$  da una idea de la cinética de desorción del gas contenido en el carbón. Asimismo, es un parámetro más para cuantificar la grisuosidad de una capa de carbón.

### 5.8 Índice $k_t$

El índice  $K_t$  se basa en la medición de la pendiente de la curva de desorción del grisú del carbón.  $k_t$  es una medida de la variación de la velocidad inicial de desorción con el tiempo. Indica por tanto cual es el grado de microfisuración del carbón. Al tomar muestras en un sondeo en capa, cuanta más tendencia tenga el carbón a que en él se produzcan fenómenos gaseodinámicos, más rápido se liberará el grisú después de haberse arrancado la muestra en el sondeo y, por tanto, mayor deberá ser su índice  $k_t$ .

Janas y Winter de la República Federal de Alemania proponen que si el valor de  $k_t$  es superior a 0,75, el carbón será tendente a los fenómenos gaseodinámicos.

### 5.9 Indice Delta Iodo

Con el método del Delta Iodo se pretende poner de manifiesto la relación existente entre la estructura física del carbón y su grisuosidad. El método se basa en que la capacidad del carbón de adsorber metano es directamente proporcional a su capacidad de absorción de iodo.

Si la absorción de iodo es superior a 3,5 mg/g, el carbón puede proceder de una zona que haya sufrido trastorno geológicos, siendo el carbón tendente a producir fenómenos gaseodinámicos. Hay que señalar que el carbón de una capa puede tener un índice Delta Iodo elevado y, sin embargo, no contener prácticamente grisú.

Con las muestras de carbón recogidas en las minas de Hulleras de Sabero y en el pozo Santa Bárbara se han utilizado técnicas de laboratorio, a diferencia del método desarrollado por Noack y Janas en Alemania Federal (1981), con el cual las muestras se analizan directamente en el interior de la mina.

### 5.10 Composición de los gases

En el análisis de los fenómenos dinámicos que pueden tener lugar en macizos de carbón, desde el punto de vista de la incidencia del grisú, es importante determinar la composición de los gases desprendidos. En efecto, la existencia de ciertos gases en el grisú, puede llevar al carbón a un comportamiento distinto que si se tratase de un grisú compuesto únicamente por metano. El dióxido de carbono, por ejemplo, tiene tendencia a desorberse del carbón de forma más rápida que el metano. Esto implica que los gradientes de presión son mayores cuando el dióxido de carbono está presente y por tanto, los fenómenos gaseodinámicos en los que el grisú contiene  $\text{CO}_2$  son más violentos.

## 6 MÉTODOS DE MEDICIÓN

### 6.1 Método para la medición de la concentración de gas en capa

#### a) El equipo de mina necesario se compone de los siguientes elementos:

- 1 TERMOMETRO
- 1 CRONOMETRO
- 1 BAROMETRO
- 1 DESORBOMETRO
- 10 FRASCOS PARA MUESTRAS  
DE 1000 c.c
- 1 TAMIZ 0,8 m/m
- 1 TAMIZ 2 m/m
- 12 BARRENAS HELICOIDALES HUECAS DE 1 m
- 1 INYECTOR DE AIRE EN BARRENAS
- 1 PERFORADOR TURMAG ZL II CON EMPUJADOR
- 1 GRISUOMETRO
- 1 RECIPIENTE CALIBRADO PARA 10 g DE CARBON

#### b) El equipo de laboratorio se compone de los siguientes elementos:

- 1 BALANZA DE PRECISION
- 2 BURETAS CON SOPORTE
- 1 CUBETA
- 1 MOLINO DE BOLAS ESTANCO
- 1 PERA ENTRADA-SALIDA
- BOLSAS PARA MUESTRAS

c) Operaciones a realizar en mina:

- Medir el % de grisú en el ambiente del lugar donde se realizará la toma de muestras y anotarlo.
- Picar levemente en el corte recogiendo la muestra sobre los tamices. De la fracción comprendida entre 0,8 y 2 mm, se toman 10 gr con el recipiente calibrado para esta cantidad.
- Introducir los 10 gr recogidos en un frasco de plástico de 1000 cm<sup>3</sup> debidamente numerado.
- En una libreta se anotará el n° del bote correspondiente a la muestra del corte.
- A partir de este momento, se comienza a perforar y sacar muestras de distintas profundidades.
- Cuando se han introducido las barrenas 1.3 m. se interrumpe la operación de perforar y se limpia bien el sondeo con la inyección de aire a la vez que se mueven las barrenas.
- Una vez limpio el sondeo, se continúa la perforación con la inyección de aire, a la vez que junto a la boca se colocan los tamices para recoger la muestra (que viene de 1,5 m. de profundidad aproximadamente) y se comienza a cronometrar.
- Cuando se observe que se ha recogido muestra superior a 10 gr, se retiran los tamices, se agitan y, con el recipiente tarado, se recogen 10 gr de la fracción 0,8-2 mm que se introducen en el desorbómetro.

- Una vez puesto el tapón en el desorbómetro se mira el cronómetro y, transcurridos 35 s, se cierra el orificio del desorbómetro, manteniendo la situación durante otros 35 s.
- Transcurrido el tiempo señalado se vuelca el contenido del desorbómetro en un bote de muestras de 1000 cm<sup>3</sup>. numerado y se cierra herméticamente.
- Se anota en la libreta el número del bote, la profundidad a la que se ha tomado la muestra y el valor que marcó el desorbómetro.
- Si el tiempo de duración de la recogida e introducción de la muestra es superior a 35 segundos, se aplicará una corrección según el siguiente cuadro, que indica el tiempo de permanencia de la muestra en el desorbómetro.

TIEMPO DE RECOGIDA DE LA MUESTRA (s)	TIEMPO DE LA MUESTRA EN EL DESORBOMETRO (s)
35	35
40	37
45	39
50	41
55	43
60	44

Es conveniente que la toma de muestra se procure realizar en los 35 segundos mencionados y no conviene que exceda de 55 segundos.

**AITEMIN**

- Las mismas operaciones se realizarán a los 3, 4'5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 m. de profundidad del sondeo.
- Por último se toma nota de la temperatura y presión en el lugar de la toma.
- Es conveniente que los recipientes en donde se van a transportar las muestras, estén previamente abiertos, para que se llenen de la atmósfera ambiental de la mina, comprimiéndolos y descomprimiéndolos con antelación a la introducción de la muestra.

**d) Operaciones a realizar en el laboratorio:**

- Una vez realizadas las tomas de muestras, se llevan al laboratorio donde se analizarán. No deben transcurrir más de 5 ó 6 horas desde la toma.
- Se mide la presión y temperatura en el laboratorio.
- En el laboratorio se toma la muestra del corte en primer lugar, se acopla el bote a un grisúmetro y se aspira con la pera el aire del bote, anotando el contenido de metano medido (x).
- Se abre el bote, se saca la muestra y se pesa; la cantidad pesada debe estar próxima a los 10 gr. Si difiere en mucho de esta cantidad, se toman 10 gr y se introducen en el recipiente del molino.
- Previamente se habrá preparado el recipiente estanco con sus filtros, para evitar que el polvo producido se introduzca en los conductos. El sistema de buretas estará acoplado al molino para recoger el gas desprendido.

- Las buretas estarán debidamente enrasadas para conocer el gas que se desprende.
- A continuación, se cierran los recipientes estancos observándose que el cierre es hermético y no hay fugas en ningún conducto.
- Se pone en marcha el molino y se tiene así hasta que no se desprenda ninguna burbuja en las buretas; esto tiene lugar a los 20-30 minutos.
- Parado el molino, se anotan los  $\text{cm}^3$  de gas desprendidos durante la molienda. ( $Q'_3$ ).
- Se extrae la muestra del recipiente estanco y se introduce en una bolsa de plástico que esté previamente marcada con la indicación de la muestra.
- Se manda analizar el contenido en cenizas de la muestra.
- El mismo proceso se realiza con las otras muestras, aunque el molino permite analizar dos muestras simultáneamente.

El valor de la concentración total del gas en la capa se obtiene de la gráfica concentración total-profundidad del sondeo, en la zona horizontal de la curva (zona no influenciada por el laboreo).

## 6.2 Método para medición de la velocidad de desorción

### a) Material necesario:

1 TAMIZ 0.8 mm

1 TAMIZ 0.5 mm

1 DESORBOMETRO

1 RECIPIENTE TARADO PARA 10 gr DE CARBON

1 PERFORADOR

### b) Metodología:

Con una perforadora rotativa y barrenas de longitud superior a 3 m, se realiza un sondeo, preferiblemente con una cierta inclinación hacia arriba, para favorecer la salida de los detritus.

Una vez alcanzada la longitud a la que se desea realizar la medición, normalmente 2.5 m, se limpia bien el sondeo y se continúa la perforación, a la vez que se pone en marcha un cronómetro y se sitúan dos tamices de 0,8 y 0.5 mm en la boca del sondeo para recoger los detritus que salgan. Cuando se observe que se han recogido suficientes detritus, se retiran los tamices y se agitan para tener un buen cribado.

Con un recipiente aforado, se recogen 10 gr de carbón de la fracción -0,8 +0,5 mm y se introducen en el desorbómetro.

Una vez introducido, se coloca el tapón y se mira el cronómetro; si ha llegado a los 35 s o los ha superado, se tapa con el dedo el orificio libre que tiene el desorbómetro.

El tiempo de permanencia del carbón en el desorbómetro es de 35 s, siempre y cuando el tiempo desde la toma de la muestra y su introducción en el desorbómetro sea de 35 s. Si este tiempo fuese superior el tiempo de permanencia en el desorbómetro se verá corregido según la Tabla I.

Una vez que la muestra ha permanecido en el desorbómetro el tiempo indicado, se lee el valor de  $V_1$ .

El valor de  $V_1$  se suele representar en un gráfico en el que en ordenadas aparecen los valores de  $V_1$  y en abscisas aparece la distancia a un punto de referencia desde donde se han comenzado a tomar muestras; es decir, diariamente, en un avance se tomará una muestra a 2.5 m observándose en el diagrama la evolución del índice  $V_1$  conforme se avanza en un macizo.

# AITEMIN

## 6.3 Método para la medición de $k_t$

Para determinar este índice se utiliza una muestra de carbón de 5 gr de la fracción  $-0,63 +0,4$  mm. Esta muestra se coge normalmente del detritus que sale del sondeo, a una profundidad de 2,5 m, aproximadamente, o bien en puntos a lo largo del sondeo de 12 para la medición de la concentración de gas en capa.

Estos índices se determinan con el desorbómetro de barrera EL-KD-02. Este desorbómetro fue desarrollado por el WBK alemán y consta del desorbómetro, propiamente dicho, y de un ordenador de campo que es donde se almacenan los datos procedentes del desorbómetro y donde se obtienen los valores de este índice.

## 6.4 Método para la determinación del Delta Iodo

a) Equipos y material necesarios:

- 1 AGITADOR
- 1 TAMIZ 0,25 mm
- 1 TAMIZ 0.32 mm
- 1 MOLINILLO
- 1 ESTUFA CALEFACTORA
- 1 MATRAZ ERLLENMEYER DE 250 cm<sup>3</sup>
- 4 MATRACES ERLLENMEYER DE 100 cm<sup>3</sup>
- 2 MATRACES AFORADOS DE 1000 cm<sup>3</sup>
- 1 MATRAZ AFORADO DE 250 cm<sup>3</sup>

1 VASO DE PRECIPITADOS DE 100 cm<sup>3</sup>  
1 VASO DE PRECIPITADOS DE 250 cm<sup>3</sup>  
1 EMBUDO DE 7 cm  
1 PIPETA DE 10 cm<sup>3</sup>  
1 PIPETA DE 20 cm<sup>3</sup>  
1 SOPORTE DE BURETAS  
2 BURETAS DE 50 cm<sup>3</sup>  
1 CUENTAGOTAS  
2 PESASUSTANCIAS  
PAPEL DE FILTRO PLEGADO  
2 BOTELLAS COLOR TOPACIO DE 1000 cm<sup>3</sup>  
1 BOTELLA COLOR TOPACIO DE 200 cm<sup>3</sup>  
AMPOLLAS DE TIOSULFATO SODICO Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.1N  
CARBONATO DE SODIO Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
IODO CRISTALINO I  
IODURO POTASICO KI  
ALMIDON SOLUBLE  
AGUA DESTILADA

b) Preparación de las disoluciones

Disolución de tiosulfato 0.001N

En un matraz aforado de 1000 cm<sup>3</sup> y con la ayuda de un embudo, se vacía una ampolla de tiosulfato 0.1N, añadiendo agua destilada hasta la marca. Para conseguir que la disolución sea estable, se añaden 0,2 gr de carbonato de sodio. De esta disolución, se toman 10 cm<sup>3</sup> medidos con una pipeta,

que se trasladan a un matraz de 1000 cm<sup>3</sup>, agregando de nuevo agua destilada hasta la marca. La disolución obtenida se guarda en la oscuridad, a temperatura ambiente, no más de 10-15 días.

#### Disolución de almidón

En una pequeña cantidad de agua, se disuelven 0,5 gr de almidón, que se añaden a 100 cm<sup>3</sup> de agua hirviendo. Después de hervir durante 5 minutos, se deja decantar la disolución durante 3-4 horas. Para el trabajo se utiliza la capa superior transparente. La disolución obtenida se guarda no más de 7 días.

#### Disolución valorado de Iodo

En un matraz Erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup> de capacidad que contiene unos 100 cm<sup>3</sup> de agua destilada, se añaden 0,8 gr de ioduro potásico y 0.08 gr de iodo cristalino. A continuación, el matraz se coloca en el agitador durante 2 horas, aproximadamente. Después, se añade agua destilada hasta completar 1000 cm<sup>3</sup>. La disolución obtenida se guarda en un recipiente oscuro, a temperatura ambiente, no más de 5-10 días.

### Determinación del índice Delta Iodo

La muestra de carbón que se va a analizar, que ha de ser de unos 200 gr de masa e interesa que esté lo menos fragmentada posible, con el fin de que la superficie expuesta a la oxidación sea la menor posible, se lleva al laboratorio antes de 3 días desde el momento de ser tomada en el frente de trabajo. Esa muestra se muele, cogiéndose la fracción comprendida  $-0,32 +0,25$  mm.

Es aconsejable que el tiempo transcurrido entre la operación anterior y el análisis, sea el menor posible y nunca superior a 24 horas.

### Análisis cualitativo

En un vaso de laboratorio de  $100 \text{ cm}^3$  de capacidad, se coloca 1 gr de carbón de la fracción escogida y se añaden  $10 \text{ cm}^3$  de la disolución de iodo. Se agita durante 5 minutos, al cabo de los cuales se filtra. Al filtrado se añaden 3-4 gotas de disolución de almidón. Al cabo de 5 minutos, puede ocurrir una de las siguientes cosas:

- Si es una estructura trastornada, todo el iodo de la disolución se ha absorbido y la disolución queda transparente.

- Si la estructura es poco trastornada, el iodo ha sido parcialmente absorbido y la disolución queda con un color azul.

#### Análisis cuantitativo

Antes de realizar el análisis, conviene controlar el título de la disolución de iodo, es decir, determinar la cantidad de disolución de tiosulfato que se consume en valorar 20 cm<sup>3</sup> de dicha disolución. Si se ha añadido el volumen exacto de agua destilada, el valor debería ser de 12.6 cm<sup>3</sup>.

Para determinar el índice cuantitativo, se coloca 1 gr de carbón de la fracción escogida en un vaso de precipitados de 250 cm<sup>3</sup> de capacidad, donde previamente se han vertido 100 cm<sup>3</sup> de la disolución de iodo. Se agita durante 5 minutos, al cabo de los cuales, se filtra. Del filtrado, se coge una fracción de 20 cm<sup>3</sup>, medida con una pipeta, que se traslada a un matraz Erlenmeyer de 100 cm<sup>3</sup> de capacidad. Después se añaden 3-4 gotas de disolución de almidón. A continuación, se valora con tiosulfato hasta que desaparezca el color azul del indicador. Se anota el volumen de tiosulfato consumido ( $b_1$ ). Se coge la otra fracción de 20 cm<sup>3</sup> y se valora, obteniéndose otro volumen de tiosulfato consumido ( $b_2$ ). El valor que se utiliza para la determinación del índice cuantitativo es la media aritmética ( $b$ ) de ambos valores.

El cálculo del índice cuantitativo se realiza según la fórmula:

$$\text{Delta Iodo} = (a - b) \frac{N \cdot P}{1/5 m}$$

a: Volumen de tiosulfato necesario para valorar 20 cm<sup>3</sup> de disolución de iodo.

b: Media aritmética de los volúmenes de tiosulfato necesarios para valorar el iodo no adsorbido por el carbón.

N: Normalidad de la disolución de tiosulfato, en este caso, 0.001 N.

P: Peso molecular del iodo, igual a 127 gr/mol

m: Masa de la muestra pesada de carbón utilizada para realizar el análisis cuantitativo.

## 7. POZO HERRARA N° 2 DE HULLERAS DE SABERO Y ANEXAS, S.A

### 7.1 Descripción de las labores en las que se han realizado las mediciones

#### 7.1.1 Método de explotación de la mina de Hulleras de Sabero

El yacimiento hullero de Sabero se caracteriza por su enorme irregularidad, no sólo en cuanto a la dirección de las capas (son infrecuentes alineaciones rectas de más de 50 m) sino también en la potencia de las mismas, que localmente sobrepasan los 10 m de potencia. La inclinación de las capas es de 65° con buzamiento sur, aunque también esta cifra hay que tomarla como una indicación de la tendencia del yacimiento, ya que, igualmente, este parámetro está sujeto a grandes variaciones.

Es evidente que la geometría del yacimiento condiciona, entre otros factores, el método de explotación a emplear. En este caso, además, las características geomecánicas del carbón y de los hastiales hacen a las capas muy aptas para el laboreo mediante sutiraje pues se necesita que la consistencia mecánica del carbón sea débil (aunque esto acarrea problemas de derrabes) y que los hastiales sean también poco consistentes al objeto de rellenar posteriormente el hueco que queda y eliminar el riesgo de golpes de techo, fenómeno que hay que tener siempre muy presente en el laboreo por sutiraje.

La producción obtenida en explotaciones por sutiraje representa el 85% del total, correspondiendo el 15% restante a explotaciones por frentes largos, en uno de los paquetes, que presenta características diferentes.

Hace 30 años se implantó en Sabero el sistema de explotación por rampones. Este sistema de rampones se adapta muy bien a la irregularidad de las capas de Sabero y tiene una evacuación fácil y barata del carbón a lo largo de la explotación. Sin embargo, presenta una serie de inconvenientes que han llevado primeramente a restringir el uso del sistema y finalmente a suprimirlo. Los podemos resumir en los siguientes:

- a) Imposibilidad de mecanización de los avances.
- b) Imposibilidad de recuperar la entibación.
- c) Elevado riesgo de derrabes en los avances de las labores, de difícil contención al ser éstas ascendentes.
- d) Trazados complicados y costosos (tramos, terciarios, etc.) cuando las capas tienen más de 4 m. de potencia.
- e) Difícil control de las puertas de sutiraje, con el inconveniente de pérdidas de carbón por arrastre de puertas, aunque el hundimiento se haya ejecutado correctamente.
- f) Necesidad de una plantilla de picadores altamente cualificados.

### Explotación por plantas horizontales

Todas las razones citadas han inducido a modificar la disposición de las cámaras de sutiraje inclinadas (secundarios), pasando a hacerlas horizontales (niveles), lo que, además, permitió aumentar la altura de macizos entre 7,5 y 9 m, como consecuencia de un mejor control de hundimiento. En definitiva, se diseñó un nuevo sistema de explotación llamado de Plantas Horizontales, que entró en operación en 1975 apoyándose en la experiencia que en ese tipo de laboreo tenía la Hullera Vasco Leonesa. Dicho sistema se puede dividir en dos grandes fases o bloques de operaciones.

- a) **Fase de preparación del cuartel:** El esqueleto del cuartel está constituido por un recorte de base que atraviesa todo el Paquete Central. Desde éste, al muro y techo del Paquete, se suben dos pozos en roca con una inclinación de  $34^\circ$  y una sección mínima de  $7 \text{ m}^2$ . El pozo del muro se lleva a calar al recorte de cabeza para, entre otras cosas, establecer una ventilación primaria, y desde él se avanzan dos transversales de planta, paralelos al recorte de base, que enlazan con el pozo del techo después de atravesar todo el Paquete productivo. Estos transversales de planta dividen el cuartel en tres franjas superpuestas de 20 m de altura cada una. A continuación, cada una de estas franjas se subdivide en otras dos de 10 m de altura que se numeran en orden descendente. El acceso a las franjas impares se hace mediante pozos en roca practicados desde el transversal de planta inmediatamente inferior.

b) **Fases de explotación:** La explotación de las capas se hace en franjas horizontales descendentes. En todas las capas, en cada franja o planta horizontal se avanzan dos guías de 60 m, una hacia el Este y otra hacia el Oeste, llegando a alcanzar las guías de una de las alas, los minados del anterior cuartel. Finalizado el avance de las guías se procede a la recuperación del macizo de carbón que queda por encima de ellas, procediendo en retirada de forma parecida a como se hace en el sistema de Rampones. El arrastre de carbón se efectúa mediante transportadores blindados dentro de las guías, los cuales entregan el carbón a una cinta transportadora -bien directamente, bien a través de los pocillos de acceso a plantas impares- que descarga el producto en el pozo del muro, y de éste a vagones en el recorte de base.

La ventilación de las guías es en fondo de saco mediante ventiladores soplantes instalados en el transversal de la planta. La ventilación principal entra por el recorte de base, sube por el pozo de techo, barre los recortes de planta y retorna al piso superior por el pozo del muro. Para que la ventilación haga todo este recorrido hay que instalar unas puertas de ventilación en la parte inferior del pozo del muro.

La introducción de materiales se hace mediante dos monocarri-les. Uno de ellos desciende desde el recorte de cabeza por el pozo del muro y corre a lo largo del transversal de planta superior, el otro sube por el pozo del techo hasta el recorte de planta inferior.

El método de Plantas Horizontales presenta frente al de Rampones las siguientes ventajas:

- a) Posibilidad de mecanización de los avances, aunque en Hulleras de Sabero y Anexas no se ha llevado a la práctica, si bien se han realizado diversos ensayos, sin resultados positivos.
- b) Mejor control del hundimiento del macizo y por tanto mayor recuperación de carbón.
- c) Posibilidad de explorar simultáneamente varias capas, aunque estén próximas.
- d) Mejor aprovechamiento de capas potentes (> 450 m) por la posibilidad de montar talleres, bien equipados con mampos-tas de fricción, bien con bastidores deslizando hidráulicos.
- e) Recuperación de la entibación en las fases de sutiraje.
- f) Mejor reconocimiento de las reservas, sobre todo en yacimientos tipo Sabero.
- g) Considerable disminución de los derrabes y menor importancia de éstos, lo que se ha traducido en una mejora muy notable de la seguridad.

h) Menores riesgos en el caso de afluencias de agua a los frentes, al trabajar en horizontal.

Frente a estas ventajas presenta el inconveniente de que se ha complicado enormemente el transporte de carbón dentro de la explotación, con una intrincada red de pánceres (en algunos niveles hay que colocar tres, y hasta cuatro pánceres), pese a que desde 1983 se ha desarrollado y generalizado el uso de un modelo de doble cadena central.

Para la instalación, traslados y mantenimiento de toda estas dotaciones de pánceres y cintas transportadoras, se requiere disponer de un nutrido equipo de electromecánicos. En efecto, es muy alta la frecuencia de montajes, desmontajes y traslados, y además las condiciones de trabajo son en muchos casos difíciles, tanto por los cambios de dirección y potencia, como por las fuertes convergencias que se sufren en todas esas labores.

#### **Explotación con hidrotransporte**

Un nuevo método de explotación (Hidrotransporte y Hidromina) está operando satisfactoriamente en Sabero, desde enero de 1988, en el que se conjugan las ventajas de las Plantas Horizontales con la ventaja de los Rampones de transportar el carbón por gravedad, mediante el concurso de agua, que hace las veces de vehículo. Esto nos obligó a establecer un nuevo dise-

ño del cuartel de explotación ya que al tener que llevar los niveles y los recortes de planta con una inclinación de 6° la altura de los macizos entre niveles resultaba distinta para ambas alas, cosa que no es deseable, pues repercute en la productividad de la explotación.

### 7.1.2 Características de los carbones

Las características de los carbones de las capas 4 Oeste y 5 Oeste de la mina de Hulleras de Sabero se han obtenido a partir de todas las muestras de carbón de los sondeos en capa efectuados para la medición de la concentración de grisú.

#### a) Capa 4 Oeste primer subnivel

Cenizas	22,5 %
Volátiles	15,6 %
Densidad	1,30 gr/cm <sup>3</sup>

#### b) Capa 5 Oeste primer subnivel

Cenizas	22,5 %
Volátiles	15,5 %
Densidad	1,25 gr/cm <sup>3</sup>

c) Capa 3 Oeste, segundo subnivel

cenizas	26,4 %
volátiles	15,8 %

d) Capa 4 recorte 7W-S

cenizas	35,3 %
volátiles	15,35%

7.2 Sondeos realizados

En los anexos 1 y 2 figuran los esquemas con la distribución de los sondeos realizados en las capas 15-Oeste y 14-Oeste respectivamente; dado que las zonas en explotación de las dos capas son el primer subnivel, algunas veces se las denomina capa 5-Oeste y 4-Oeste.

En el anexo 3 están representados los sondeos de medición y los de desgasificación que se realizaron en la capa 3 Oeste.

En el Anexo 4 figura el esquema de situación de la capa 4ª respecto al frente del recorte 7W-S y los sondeos de medición y de inyección de agua a alta presión.

## AITEMIN

### 7.2.1 Capa 15 Oeste

En esta capa se dieron 9 sondeos en total con la siguiente distribución:

- a) El primer sondeo (A) se realizó cuando el corte del subnivel se encontraba a 48,5 m del recorte de entrada. Tuvo una longitud de 12 m. tomándose 10 muestras para la determinación de la concentración de gas en capa y de  $V_{1p}$ , 1 muestra para el análisis de los gases desprendidos del carbón y 1 muestra para la obtención del índice Delta Iodo.

El corte presentaba 4 sondeos de desgasificación (1, 2, 3 y 4) de 1,5 a 2 m. de profundidad.

- b) Cuando el corte del subnivel se encontraba a 52 m. del recorte de entrada (un metro por detrás del punto en el que se produjo el derrabe en el frente del subnivel) se dieron 5 sondeos (a, b, c, d, y e) de 2,5 m cada uno, tomándose 5 muestras para la medición de la velocidad de desorción  $V_1$ .

- c) El segundo sondeo (C) para la determinación de la concentración de gas en capa se realizó cuando el corte del subnivel se encontraba a 60 m. del recorte de entrada. En el corte se habían realizado dos sondeos de desgasificación de 4,5 m (6 y 7), dos sondeos de 6 m para la localización de hastiales (8 y 9) y un sondeo de 1 m para inyección de agua. Se eligió este punto para sondear, por coincidir con

el último punto de muestreo del primer sondeo descrito en el apartado a) y de esta forma poder analizar la evolución de los parámetros medidos a lo largo del avance del subnivel. Este sondeo tuvo una longitud de 10,5 m y se tomaron 9 muestras para la medición de la concentración de gas en capa y  $V_{1p}$ , 3 muestras para la obtención de los valores de  $k_t$  y 3 muestras para la obtención de los valores de la velocidad de desorción  $V_1$ , en puntos situados a 2'5, 5 y 8'5 m de profundidad del sondeo (l, m y n).

- d) A la misma distancia del sondeo anterior se dio un sondeo de 4 m, tomándose dos muestras para obtener los valores de  $k_t$  y  $V_1$  respectivamente.
- e) El tercer sondeo (D) para medición de concentración de gas en capa se realizó sobre el corte del subnivel cuando éste se encontraba a 62 m. del recorte de entrada. Su longitud fue de 12 m tomándose 10 muestras para la obtención de la concentración de gas y  $V_{1p}$ , 4 muestras para la obtención de los valores de  $k_t$  y 4 muestras para el valor de la velocidad de desorción  $V_1$ , a profundidades de 2'5, 5, 8'5 y 11'5 m (g, h, j y k).

Las muestras para la obtención del índice Delta Iodo se recogieron en el corte de los sondeos A y C.

**AITEMIN****7.2.2 Capa 14 Oeste**

En esta capa se dieron 11 sondeos en total con la siguiente distribución:

- a) El primer sondeo para la medición de la concentración de gas (A) se realizó cuando el corte del subnivel se encontraba a 48,5 m del recorte de entrada. Tuvo una longitud de 10,5 m y se tomaron 9 muestras para la medición de los valores de la concentración de gas y de  $V_{1p}$ , una muestra para el análisis de gases y una muestra para la obtención del valor del Delta Iodo.
  
- b) A 51 m del recorte de entrada se dieron 6 sondeos de 2,5 m tomándose igual número de muestras para la obtención del valor de la velocidad de desorción  $V_1$  (a, b, c, d, e, y f). Estos sondeos se realizaron con diferentes direcciones y en puntos distintos de la sección del subnivel. Algunos de estos sondeos se vieron influenciados por los tres intentos fallidos (1, 2 y 3) del sondeo A y por el propio sondeo.
  
- c) El segundo sondeo (C) para la determinación de la concentración de gas se realizó sobre el corte del subnivel, estando éste situado a 62 m del recorte de la entrada. Tuvo una longitud de 12 m y en él se tomaron 10 muestras para la obtención de la concentración de gas en capa y de  $V_{1p}$ , 5 muestras para la medición de la velocidad de desorción  $V_1$  y una para la determinación del Delta Iodo.

- d) A 64 m del recorte de entrada se realizaron 3 sondeos de 2,7 m (g, h y j), tomándose 3 muestras para la obtención de las  $V_1$  y 3 muestras para  $k_t$ .

### 7.3 Sondeos para desgasificación en capa 3-W

En esta capa, entre los días 26 y 29 de Noviembre de 1990 se realizaron cinco sondeos distribuidos de la forma siguiente (ver Anexo 4):

- a) El primer sondeo para la medición de la concentración de grisú en capa (A) se realizó a la altura de la estación topográfica E-17 a 72 m de la entrada del subnivel. Tuvo una longitud de 12 m y se tomaron 10 muestras para la obtención de los valores de concentración grisú,  $V_{1p}$  y  $V_1$ , otras 3 muestras para la obtención de los valores del  $k_t$  y una muestra para la obtención del Delta Iodo. Hay que considerar que el frente estaba sometido a inyección de agua a baja presión a 1 m de profundidad.
- b) El segundo sondeo se realizó a la misma altura que el primer sondeo A (no se avanzó) el frente. Este sondeo se realizó de dos intentos, el primero ( $B_1$ ) se dirigió hacia el muro de la capa y tuvo una longitud de 6 m. estrellándose a esta profundidad con el muro; se tomaron 5 muestras para la obtención de los valores de concentración de grisú,  $V_{1p}$  y  $V_1$ , así como 2 muestras para la obtención de los valo-

## AITEMIN

res de  $k_t$ .

El segundo intento ( $B_2$ ) se emboquilló medio metro más hacia el techo de la capa que el primero ( $B_1$ ) llegando a una profundidad de 12 m y tomándose 5 muestras, a partir de los 6 m, para la medición de los valores de la concentración de grisú,  $V_{1p}$  y  $V_1$  así como 2 muestras para la medición de los valores de  $k_t$ .

- c) El tercer sondeo (C) se realizó después de avanzar el sub-nivel 1,5 m respecto a los anteriores sondeos y después de haberse realizado un sondeo (1) de mayor diámetro de 6 m de longitud, este sondeo se dio prácticamente en el centro de la sección y tuvo una longitud de 12 m, se tomaron 10 muestras para la obtención de los valores de concentración de grisú,  $V_{1p}$  y  $V_1$  así como 3 muestras para la obtención de los valores del  $k_t$ .
- d) El cuarto sondeo (D) se realizó, orientado hacia el muro de la capa, el mismo día que el tercer sondeo (C), y tuvo una longitud de 9,5 m tomándose 6 muestras para la obtención de los valores de  $V_1$  y  $V_{1p}$ , y dos muestras para la obtención de los valores de concentración de grisú.

#### 7.4 Sondeos para inyección de agua en la entrada a la capa 4\*

Se sondeó la capa de techo a muro, dejando un escudo de protección de pizarra de 2,1 m. entre el frente del recorte y la capa. El objetivo de las mediciones realizadas es el de observar la influencia de la inyección de agua a alta presión sobre la concentración de grisú en la capa y sobre la velocidad de desorción del carbón.

Los sondeos realizados (Ver Anexo 4) fueron los siguientes:

Sondeo P. Realizado para conocer la potencia de la capa (aproximadamente 3,5 m en este punto), y para medición de  $V_1$ .

Sondeo 1. Este sondeo se dio a 0,3 m del anterior midiéndose los valores de la concentración de grisú en capa y la velocidad de desorción.

Sondeos Iny-1 e Iny-2. Estos sondeos se dieron para inyectar agua a alta presión. El primero de ellos, Iny-1, no fue efectivo ya que estaba a muy poca distancia de los sondeos 1 y P, y el agua fluía por estos dos sondeos.

El sondeo Iny-2 se realizó a 2,1 m de los sondeos anteriores, consiguiéndose inyectar 5010 litros de agua a una presión de  $160 \text{ kg/cm}^3$ , de los cuales muy pocos permanecieron en el carbón ya que el agua comenzó a salir de forma continua por las fisuras de la pizarra que formaba el escudo.

Sondeo 2. Este sondeo se realizó a unos 0,3 m del sondeo Iny-2, se recogieron 5 muestras para el cálculo de los valores de concentración de grisú en capa y 2 muestras para la medición del  $V_1$ .

Sondeo 3. Realizado a la izquierda del sondeo 2, a una distancia aproximada de 1 m. Se tomaron 5 muestras para la obtención de los valores de concentración de grisú y 4 muestras para la medición de la velocidad de desorción  $V_1$ .

## 7.5 Resultados obtenidos

### 7.5.1 Capa 15 Oeste

#### a) Sondeo A

En el gráfico 1 pueden observarse las curvas de concentración de gas en capa y  $V_{1p}$  correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo A (sondeo 1) de 12 m (Tabla 1). Esta curva presenta un valor máximo de  $V_{1p}$  a una profundidad de 3 m ( $3,7 \text{ cm}^3/10 \text{ gr}$ ) que se mantiene hasta los 4,50 m, profundidad a partir de la cual empieza a disminuir hasta alcanzar un valor aproximado de  $1,6 \text{ cm}^3/10 \text{ gr}$  que tiende a mantenerse.

La concentración de gas en capa, se mantiene baja ( $2,5-3,5 \text{ m}^3/t_p$ ) entre el corte del subnivel y los 1,50 m de profundidad (al igual que los valores de la velocidad de desorción), para aumentar bruscamente hasta valores entre 10 y  $11 \text{ m}^3/t_p$ , que se mantienen con la profundidad.

Cuando el avance del subnivel llegó al punto situado a unos 2,5 m de profundidad del sondeo se produjo un derrabe en el frente.

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 1

FECHA : 19-07-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA =	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	732.70 m.m. Hg	PRESION :	687.50 m.m. Hg
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	19.00 C (Tm)	TEMPERATURA :	25.50 C (Tl)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	9:45	HORA COMIENZO ANALISIS :	11:30
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION :	10:25	HORA FIN ANALISIS :	13:50
CAPA =	15-OESTE	% GRISU EN MINA :	0.80 (X0)	VOLATILES (X) :	15.00
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 452.00					

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vlp	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	RCENIZAS	c
1	0.00	0.20	0.68	0.20	1.15	3.54	20.00	18.36	10.10	10.10	2.24	4.88	2.36
2	1.50	0.80	2.72	0.70	1.90	11.21	20.20	18.54	11.46	11.46	2.83	15.10	3.40
3	3.00	3.90	13.26	3.73	4.40	37.66	35.70	32.77	10.45	10.45	8.01	17.32	9.89
4	4.50	4.50	15.30	3.68	5.00	44.21	42.30	38.83	12.22	12.22	8.05	23.20	10.80
5	6.00	2.70	9.18	2.30	5.10	45.31	37.60	34.51	11.75	11.75	7.57	24.28	10.34
6	7.00	2.50	8.50	2.03	4.90	43.11	45.30	41.58	12.30	12.30	7.58	24.36	10.35
7	8.00	2.10	7.14	1.81	4.80	42.02	44.70	41.03	11.58	11.58	7.79	25.28	10.79
8	9.00	2.30	7.82	1.84	5.20	46.41	48.50	44.52	12.50	12.50	7.90	26.66	11.18
9	10.00	1.70	5.78	1.50	4.30	36.57	39.50	36.26	11.31	11.31	6.95	28.22	10.08
10	11.50	1.80	6.12	1.61	4.30	36.57	44.20	40.57	11.16	11.16	7.46	24.22	10.17

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en la capa 15-Oeste en sexta planta.  
La longitud del sondeo fué de 12 m.

CROQUIS:

TABLA N. 1

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SABERO. SONDEO 1 (Capa 15-W)

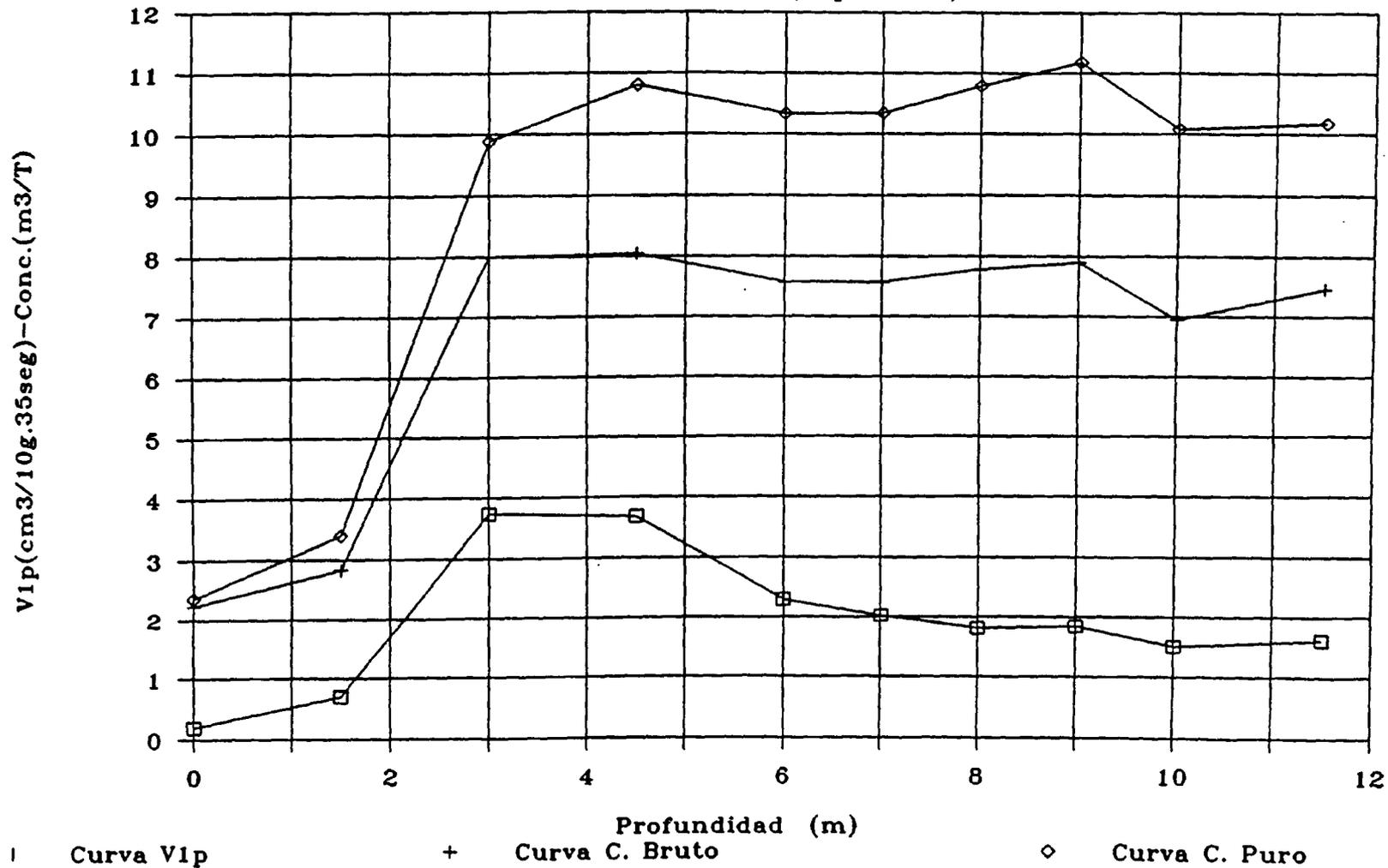


FIGURA N. 1

El resultado del análisis de los gases de la muestra de carbón tomada en este sondeo, a una profundidad de 7 m es el siguiente:

Metano	67,4 %
Nitrógeno	30,5 %
CO <sub>2</sub>	0,06 %
Oxígeno	1,00 %

El índice Delta Iodo para el carbón de la capa 5 Oeste, determinado sobre una muestra tomada en el corte del subnivel donde se efectuó el sondeo A es:

$$I = 6,25 \text{ mg/gr}$$

b) Sondeos a, b, c, d y e

En estos sondeos dados en distintos puntos del corte del subnivel y con diferentes direcciones se midió la velocidad de desorción  $V_1$ , obteniéndose valores comprendidos entre 0,5 y 0,9 cm<sup>3</sup>/10 gr. Estos valores son considerablemente más bajos que los obtenidos para  $V_{1p}$  en el sondeo A, probablemente debido a la desgasificación producida en el macizo de carbón por el derrabe.

## c) Sondeo (C)

En el gráfico 2 pueden observarse las curvas de concentración de gas en capa y  $V_{1p}$  correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo C de 10,5 m (Tabla 2). Esta curva presenta un valor máximo de  $V_{1p}$  a unos 7 m de profundidad (1,9 cm<sup>3</sup>/10 gr), estando todos los valores de  $V_{1p}$  comprendidos entre 1 y 2 cm<sup>3</sup>/10 gr.

El valor de la concentración de gas en capa varía alrededor de los 9 m<sup>3</sup>/tp, presentando valores algo menores en los últimos puntos del sondeo.

El índice Delta Iodo determinado sobre una muestra tomada en el corte del subnivel donde se efectuó el sondeo C es,

$$I = 7,1 \text{ mg/gr}$$

En las muestras tomadas a profundidades de 2,5 m (l), 5 m (m) y 8,5 m (n) los valores medidos de velocidad de desorción y  $k_t$  son los siguientes:

<u>l</u>	<u>m</u>	<u>n</u>
$k_t = 0,72$	$k_t = 0,58$	$k_t = 0,51$
$V_1 = 0,5 \text{ cm}^3/10\text{gr}$	$V_1 = 1,3 \text{ cm}^3/10\text{gr}$	$V_1 = 1,4 \text{ cm}^3/10\text{gr}$

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 4

FECHA : 01-08-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA=	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	940,00 mbar.	PRESION :	893,00 mbar.
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	22,00 C (Tm)	TEMPERATURA :	24,00 C (Tl)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	10:00	HORA COMIENZO ANALISIS :	13:45
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION :	11:30	HORA FIN ANALISIS :	16:00
CAPA =	15-W	% GRISU EN MINA :	0.30 (X0)	VOLATILES (%):	16.20
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 452,00					

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vlp	GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	SCENIZAS	c
1	0.00	0.20	0.68	0.18	1.20	9.11	22.00	20.76	10.96	10.96	2.79	16.40	3.40
2	1.50	0.50	1.70	0.41	1.75	14.76	27.30	25.76	12.20	12.20	3.46	30.24	5.19
3	3.00	1.60	5.44	1.20	4.50	43.98	46.40	43.78	13.35	13.35	6.98	17.26	8.62
4	4.50	1.30	4.42	1.01	3.50	33.16	47.00	44.35	12.91	12.91	6.35	26.94	9.02
5	6.00	2.20	7.48	1.93	5.00	49.47	37.90	35.76	11.38	11.38	8.15	17.80	10.13
6	7.00	2.40	8.16	1.96	5.10	50.58	31.10	29.35	12.27	12.27	7.18	17.48	8.89
7	8.00	2.10	7.14	1.91	5.00	49.47	30.80	29.06	10.97	10.97	7.81	16.20	9.50
8	9.00	1.40	4.76	1.17	4.80	47.27	24.00	22.65	11.98	11.98	6.23	19.44	7.93
9	10.00	1.80	6.12	1.38	5.10	50.58	24.00	22.65	13.04	13.04	6.08	20.86	7.90

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en la capa 15-Oeste en sexta planta.  
A los 10,5 m. se dió con uno de los hastiales.

CROQUIS:

TABLA N. 2

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SABERO.SONDEO 4 (CAPA 15-W)

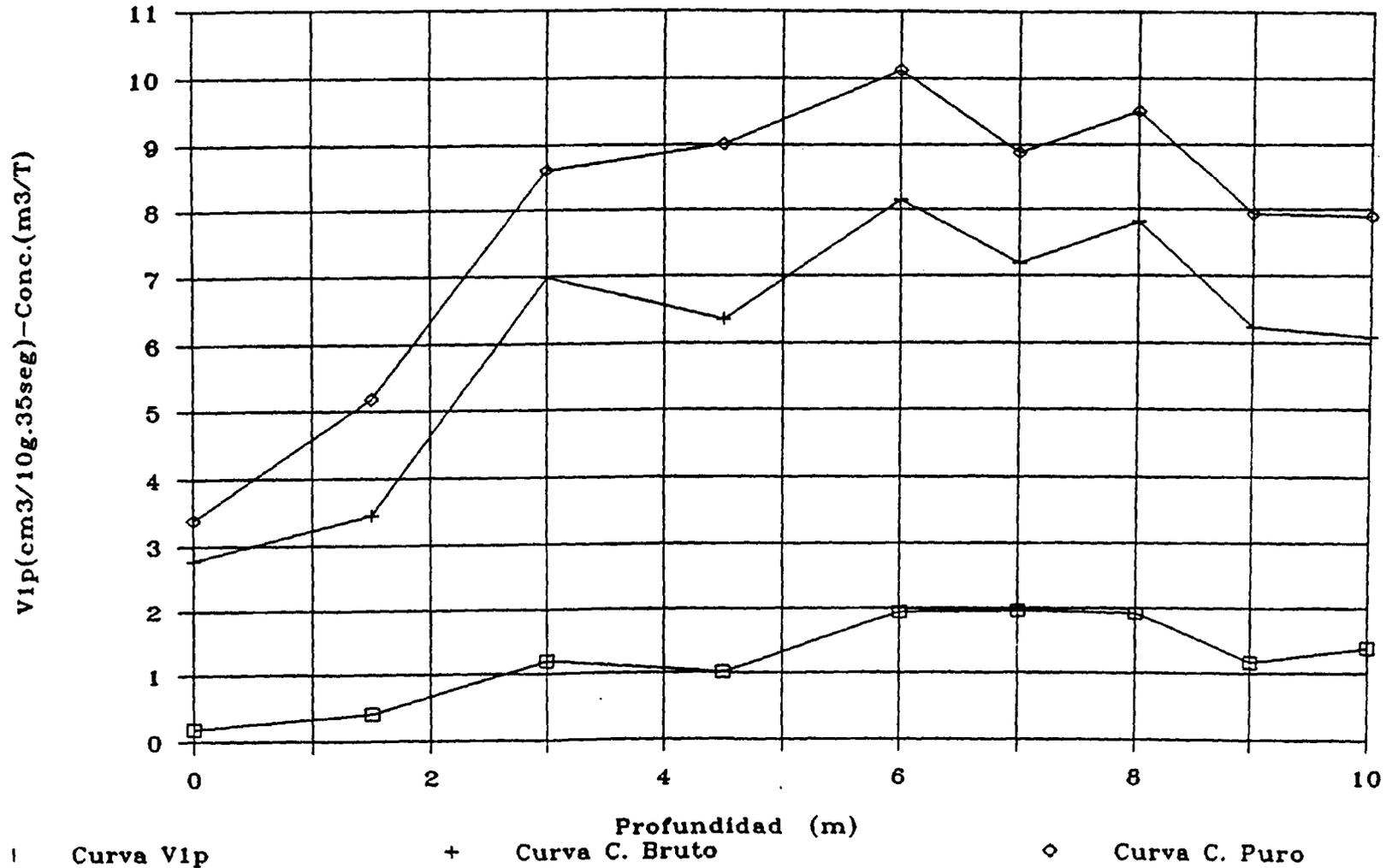


FIGURA N. 2

## AITEMIN

## d) Sondeo F

Sobre el mismo frente que el sondeo C, se realizó otro sondeo F de 4 m para la medición de  $V_1$  y  $k_t$ , obteniéndose los siguientes resultados:

$$k_t = 0,72$$

$$V_1 = 2 \text{ cm}^3/10\text{gr}$$

## e) Sondeo D

En el gráfico 3 pueden observarse las curvas de concentración de gas en capa y  $V_{1p}$  correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo D de 12 m (Tabla 3).

En este caso, al igual que en el sondeo C, los valores de  $V_{1p}$  no sobrepasan los  $2 \text{ cm}^3/10\text{gr}$ , estando comprendidos entre 1 y  $2 \text{ cm}^3/10\text{gr}$ .

El valor de la concentración de gas en capa varia alrededor de los  $9 \text{ m}^3/t_p$ .

En las muestras tomadas a profundidades 2,5 m (g), 5 m (h), 8,5 m (j) y 11,5 m (k) los valores medidos de velocidad de desorción  $V_1$  y  $k_t$  son los siguientes:

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 5

FECHA : 03-08-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA			DATOS DE LABORATORIO		
EMPRESA =	MULLERAS DE SABERO	PRESION : 938.00 mbar.			PRESION : 893.00 mbar.		
GRUPO =	---	TEMPERATURA : 21.00 C (Tm)			TEMPERATURA : 24.00 C (Tl)		
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION : 10:45			HORA COMIENZO ANALISIS : 13:15		
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION : 12:00			HORA FIN ANALISIS : 15:00		
CAPA =	15-OESTE	% GRISU EN MINA : 0.60 (XO)			VOLATILES (%) : 15.20		
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 452.00							

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	C
1	0.00	0.20	0.68	0.21	1.00	4.04	22.50	21.20	9.65	9.65	2.69	19.76	3.43
2	1.50	1.30	4.42	1.10	3.00	24.74	27.00	25.45	11.79	11.79	4.63	5.40	4.92
3	3.00	2.10	7.14	1.69	3.65	31.66	35.50	33.46	12.41	12.41	5.82	27.28	8.32
4	4.50	2.60	8.84	2.00	4.75	43.57	41.60	39.20	12.97	12.97	7.06	25.60	9.83
5	6.00	2.10	7.14	1.75	4.80	44.12	34.20	32.23	11.97	11.97	6.97	23.32	9.38
6	7.00	1.30	4.42	1.03	4.25	38.12	36.70	34.59	12.60	12.60	6.12	27.40	8.76
7	8.00	2.00	6.80	1.64	4.90	45.22	30.50	28.74	12.23	12.23	6.60	24.82	9.08
8	9.00	1.50	5.10	1.28	4.05	35.96	32.50	30.63	11.72	11.72	6.12	24.00	8.31
9	10.00	1.40	4.76	1.25	4.50	40.84	31.50	29.69	11.16	11.16	6.75	23.14	9.05
10	11.50	1.50	5.10	1.18	4.80	44.12	30.00	28.27	12.72	12.72	6.09	23.58	8.23
TESTIGO	11.70	1.00	3.40	0.81	3.00	24.74	24.50	23.09	12.40	12.40	4.13	34.02	6.60

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en la capa 15-W en sexta planta.  
Sin tener influencias de inyección de agua.

CROQUIS:

TABLA N. 3

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SABERO.SONDEO 5 (CAPA 15-W)

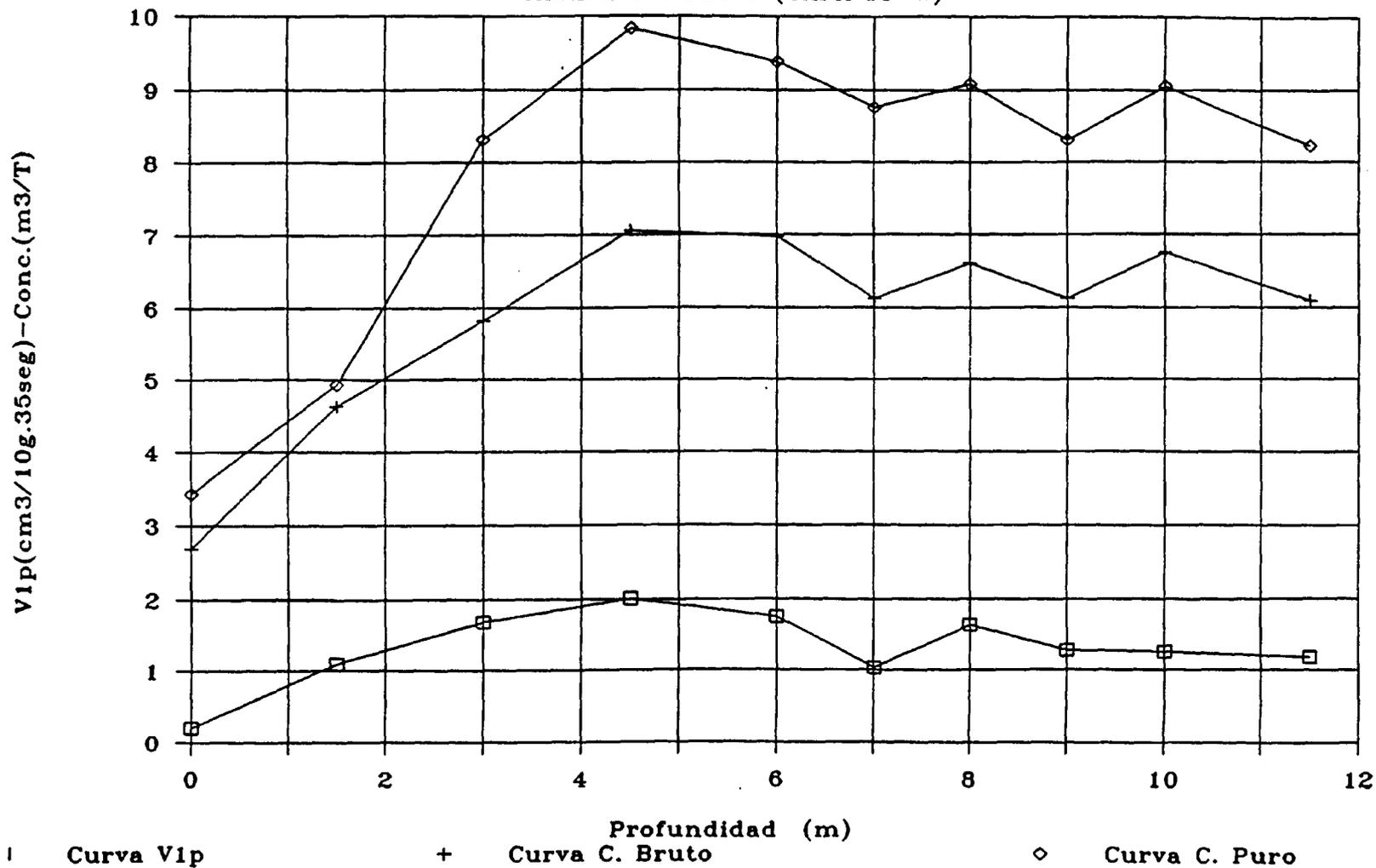


FIGURA N. 3

g

h

$$k_t = 0,76$$

$$k_t = 0,51$$

$$V_1 = 2 \text{ cm}^3/10\text{gr}$$

$$V_1 = 2,4 \text{ cm}^3/10\text{gr}$$

i

k

$$k_t = 0,45$$

$$k_t = 0,54$$

$$V_1 = 1,5 \text{ cm}^3/10\text{gr}$$

$$V_1 = 2 \text{ cm}^3/10\text{gr}$$

Los resultados globales obtenidos para la capa 15 Oeste de Hulleras de Sabero quedan resumidos en los siguientes cuadros:

Capa 15 Oeste

Resultados de concentración de grisú en capa y  $V_{1p}$   
( $V_{1p}$  corresponde al valor máximo obtenido en el sondeo).

SONDEO	$V_{1p}$ máximo (cc/10gr.35seg)	Concentración (m3/Tp)
Sondeo A	3,7	10,5
Sondeo C	1,2	9
Sondeo D	2	9

Capa 15 Oeste

Resultados de  $V_1$  y  $k_t$

Sondeo	Profundidad (m)	$V_1$ (cc/10gr.35seg)	$k_t$
a	2,5	0,8	--
b	2,5	0,9	--
c	2,5	0,7	--
d	2,5	0,6	--
e	2,5	0,5	--
f	4	2	0,72
g	2,5	2	0,76
h	5	2,4	0,51
j	8	1,5	0,45
k	11,5	2	0,54
l	2,5	0,5	0,72
m	5	1,3	0,58
n	8	1,4	0,51

Resultados de los análisis de gases y de la medición del Delta Iodo en la capa 15-Oeste.

Capa 15 Oeste

Análisis de gases

Capa	Profundidad del sondeo (m)	Peso muestra (gr)	Metano (%) (%)	Nitrógeno (%) (%)	CO2 (%) (%)	Oxígeno (%) (%)
5-Oeste	7	244,38	67,4	30,5	0,06	1,00

Capa 15 Oeste  
Delta Iodo

Sondeo	Delta Iodo (mg/gr)
A	6,25
B	7,9

### 7.5.2 Capa 14 Oeste

#### a) Sondeo A

En la figura 4 pueden observarse las curvas de concentración de gas en capa y  $V_{1p}$  correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo A de 10,5 m (Tabla 4). La curva  $V_{1p}$  presenta un máximo de 2,1  $\text{cm}^3/10\text{gr}$  a una profundidad de 3 m. A mayores profundidades el valor de  $V_{1p}$  disminuye por debajo de 1  $\text{cm}^3/10\text{gr}$ .

El valor de la concentración de grisú en capa se mantiene entre 8 y 9  $\text{m}^3/t_p$ , con un valor medio de 8,7  $\text{m}^3/t_p$ .

El índice Delta Iodo para el carbón de la capa 14 Oeste, determinado sobre una muestra tomada en el corte del subnivel donde se efectuó el sondeo A es

$$I = 6,73 \text{ mg/gr}$$

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA  
 .....

SONDEO : 2

FECHA : 20-07-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA=	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	735.20 m.m. Hg	PRESION :	690.00 m.m. Hg
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	20.00 C (Tm)	TEMPERATURA :	25.00 C (Tl)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	9:30	HORA COMIENZO ANALISIS :	13:00
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION :	11:45	HORA FIN ANALISIS :	15:50
CAPA =	14-OESTE	% GRISU EN MINA :	0.60 (X0)	VOLATILES (%):	15.60
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 452.00					

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vlp	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	C
1	0.00	0.20	0.68	0.19	1.00	4.04	23.20	21.41	10.61	10.61	2.46	20.30	3.17
2	1.50	0.90	3.06	0.86	2.70	21.58	38.30	35.34	10.43	10.43	5.75	9.30	6.41
3	3.00	2.40	8.16	2.15	5.00	46.32	27.00	24.91	11.18	11.18	7.10	17.50	8.79
4	4.50	1.40	4.76	1.16	4.00	35.42	55.30	51.03	12.10	12.10	7.54	20.82	9.78
5	6.00	1.20	4.08	1.04	3.50	30.05	51.60	47.62	11.50	11.50	7.11	17.12	8.76
6	7.00	0.80	2.72	0.70	3.30	27.92	50.70	46.78	11.44	11.44	6.77	20.60	8.75
7	8.00	0.75	2.55	0.64	3.45	29.52	43.20	39.86	11.77	11.77	6.11	27.98	8.83
8	9.00	0.70	2.38	0.59	3.70	32.19	41.70	38.48	11.91	11.91	6.13	23.52	8.27
9	10.00	0.70	2.38	0.57	3.45	29.52	44.80	41.34	12.24	12.24	5.98	24.52	8.19

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en la capa 14-Oeste en sexta planta  
 Se realizaron 4 intentos logrando un sondeo de 11 m.

CROQUIS:

TABLA N. 4

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SABERO. SONDEO 2 (Capa 14-W)

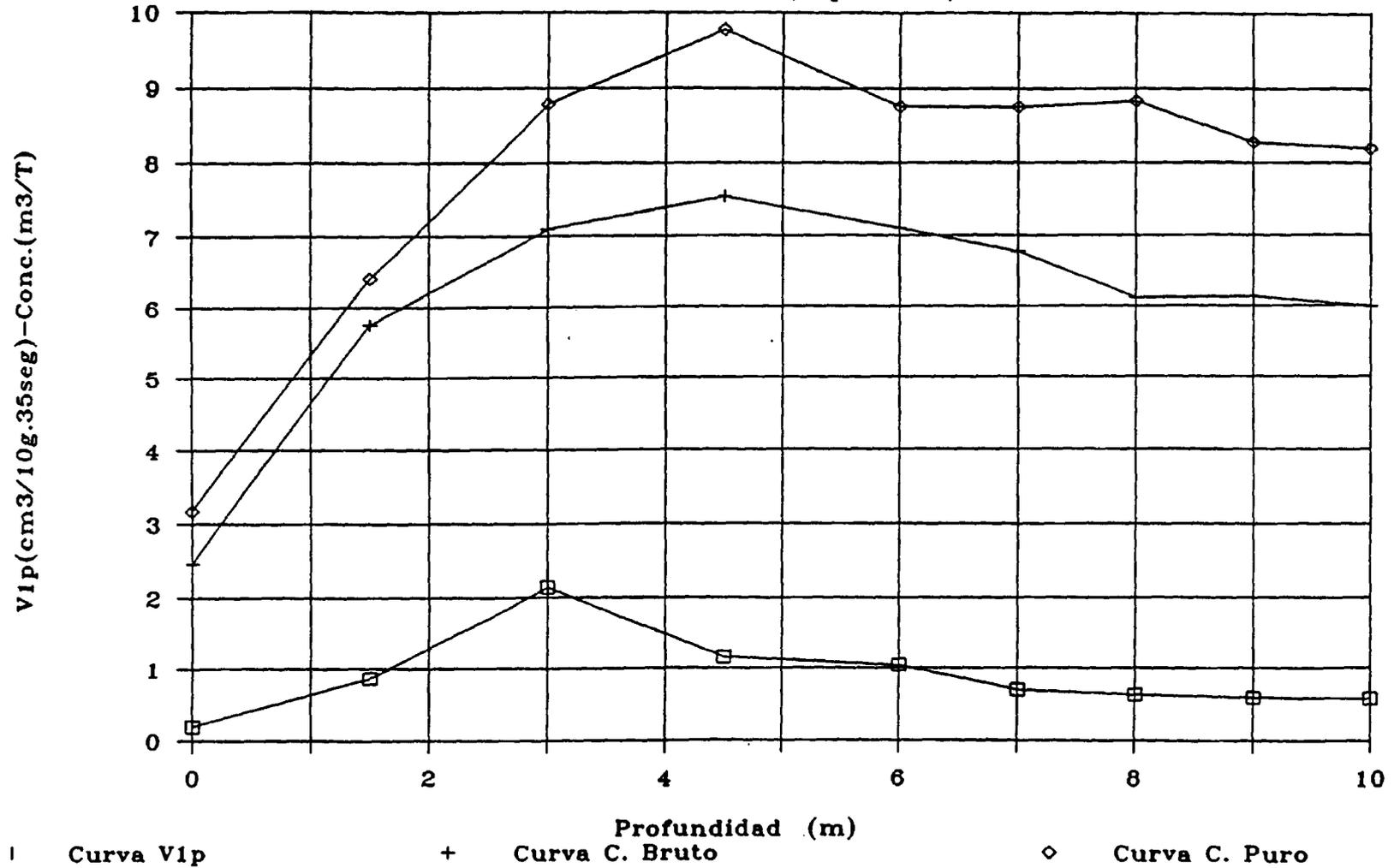


FIGURA N. 4

## b) Sondeos a, b, c, d, e y f

En estos sondeos de 2,5 m de profundidad dados en distintos puntos del corte del subnivel, y con diferentes direcciones se midió la velocidad de desorción  $V_1$ , obteniéndose valores comprendidos entre 0,2 y 1,7  $\text{cm}^3/10\text{gr}$ . Hay que tener en cuenta que algunos de estos sondeos estaban muy próximos a los tres intentos fallidos del sondeo A y el propio sondeo A y por tanto influenciados por la desgasificación por ellos producida.

## c) Sondeo C

En la figura 5 figuran las curvas de concentración de gas en capa y  $V_{1p}$  correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo C de 12 m (Tabla 5). Puede observarse los menores valores de concentración de gas, debido probablemente a la desgasificación producida por la explotación de la misma capa 14 Oeste en un nivel situado a 16 m por encima del subnivel en el que se realizó el sondeo. Los valores de  $V_{1p}$  no superaron los 1,4  $\text{cm}^3/10\text{gr}$ .

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 3

FECHA : 31-07-90

DATOS GENERALES				DATOS DE MINA				DATOS DE LABORATORIO					
EMPRESA =	MULLERAS DE SABERO			PRESION :	940.00 mbar.			PRESION :	894.50 mbar.				
GRUPO =	---			TEMPERATURA :	22.00 C (Tm)			TEMPERATURA :	23.00 C (Tl)				
POZO =	HERRERA 2			HORA COMIENZO PERFORACION :	10:25			HORA COMIENZO ANALISIS :	13:45				
PLANTA =	6			HORA FIN PERFORACION :	11:05			HORA FIN ANALISIS :	15:45				
CAPA =	14-W			% GRISU EN MINA :	0.30 (X0)			VOLATILES (x) :	15.60				
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 452.00													
MUESTRA	PROPUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	c
1	0.00	0.20	0.68	0.24	0.75	4.53	24.10	22.86	8.42	8.42	3.33	7.00	3.61
2	1.50	1.50	5.10	1.32	3.20	29.96	26.00	24.66	11.37	11.37	5.25	39.92	9.36
3	3.00	1.80	6.12	1.45	3.00	27.84	7.30	6.92	12.39	3.22	4.89	10.76	5.55
4	4.50	0.90	3.06	0.81	3.00	27.84	20.80	19.73	11.14	11.14	4.54	28.94	6.67
5	6.00	1.10	3.74	0.91	2.70	24.67	20.10	19.06	12.05	12.05	3.94	35.84	6.50
6	7.00	1.10	3.74	0.84	3.20	29.96	23.20	22.00	13.09	13.09	4.26	27.90	6.14
7	8.00	0.90	3.06	0.71	3.00	27.84	22.80	21.62	12.63	12.63	4.16	29.92	6.20
8	9.00	1.00	3.40	0.89	3.00	27.84	22.70	21.53	11.27	11.27	4.68	15.56	5.65
9	10.00	1.00	3.40	0.87	3.20	29.96	23.80	22.57	11.43	11.43	4.89	22.04	6.46
10	11.50	0.70	2.38	0.83	2.35	20.99	17.50	16.60	8.40	8.40	4.76	29.82	7.08

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en la capa 14-Oeste en sexta planta.

CROQUIS:

TABLA N. 5

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SABERO.SONDEO 3 (CAPA 14-W)

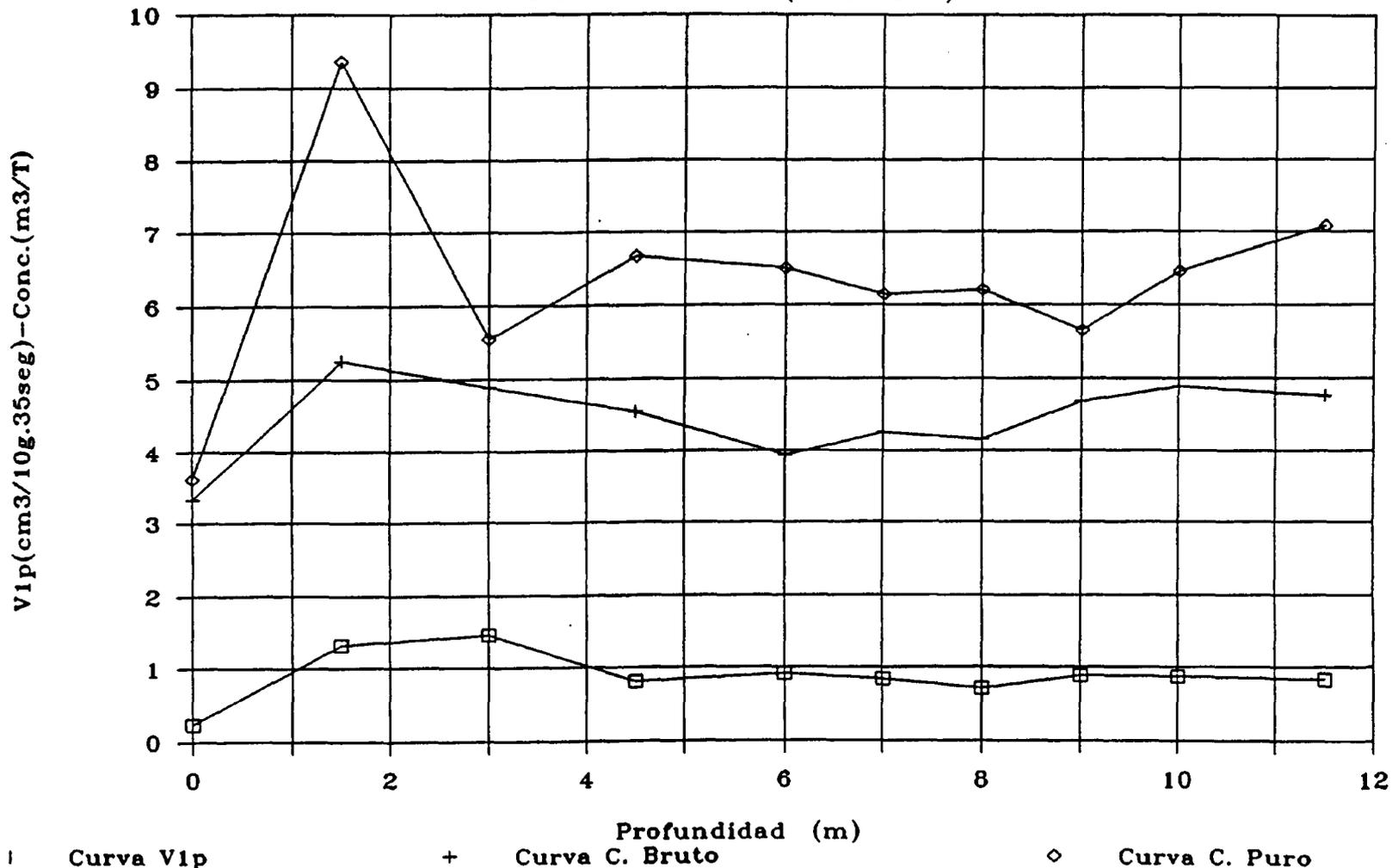


FIGURA N. 5

A lo largo de este sondeo se recogieron muestras a las profundidades 2,5 m (k), 5 m (l), 8 m (m), 11,5 m (n) y 11,7 m (p) para la medición de la velocidad de desorción  $V_1$ , cuyos valores oscilan entre 0,9 y 1,4  $\text{cm}^3/10\text{gr}$ .

El índice Delta Iodo determinado sobre una muestra tomada en el corte del subnivel donde se efectuó el sondeo C es:

$$I = 6,06 \text{ mg/gr}$$

d) Sondeos g, h y j

En estos sondeos de 2,7 m dados en distintos puntos del corte del subnivel se tomaron muestras para la medición de la velocidad de desorción y el índice  $k_t$ , obteniéndose los siguientes resultados:

<u>g</u>	<u>h</u>	<u>j</u>
$k_t = 0,53$	$k_t = 0,61$	$k_t = 0,75$
$V_1 = 0,9 \text{ cm}^3/10\text{gr}$	$V_1 = 1,4 \text{ cm}^3/10\text{gr}$	$V_1 = 0,5 \text{ cm}^3/10\text{gr}$

Los resultados globales obtenidos para la capa 14 Oeste de Hulleras de Sabero quedan resumidos en los siguientes cuadros:

## Capa 14-Oeste

Resultados de concentración de grisú en Capa y  $V_{1p}$ .

SONDEO	$V_1$ máximo (cc/10gr.35seg)	Concentración (m <sup>3</sup> /Tp)
Sondeo A	2,1	8,7
Sondeo C	1,4	6,6

Resultados de  $V_1$  y  $k_t$  obtenidos en la Capa 14-Oeste

Sondeo	Profundidad (m)	$V_1$ (cc/10gr.35seg)	$k_t$
a	2,5	1,2	--
b	2,5	0,2	--
c	2,5	0,6	--
d	2,5	0,3	--
e	2,5	1,7	--
f	2,5	0,6	--
g	2,7	0,9	0,53
h	2,7	1,4	0,61
j	2,7	0,5	0,75
k	2,5	1,4	--
l	5	1,0	--
m	8	0,9	--
n	11,5	1,4	--
p	11,7	1,0	--

Resultados de los análisis de gases y de la medición del Delta Iodo en la capa 14-Oeste.

- Análisis de gases

Capa	Profundidad (m)	Peso (gr)	Metano (%)	Nitrógeno (%)	CO2 (%)	Oxígeno (%)
4-Oeste	9	109,5	38,1	55,18	0,13	6,05

- Delta Iodo

Sondeo	Delta Iodo (mg/gr)
A	6,73
B	6,06

## 7.5.3 Capa 3-W Subnivel 2° recorte 7W-6S

## a) Sondeo A

Los valores obtenidos en este sondeo nos muestran una concentración de grisú baja hasta los 3 m. de profundidad, donde alcanza un valor de  $7,5 \text{ m}^3/t_p$ , oscilando entre 6 y  $7,7 \text{ m}^3/t_p$  para el resto de las muestras tomadas en este sondeo. La curva de  $V_{1p}$  presenta un máximo a 3 m de profundidad de  $3,4 \text{ cm}^3/10\text{gr.}35\text{seg}$  para volver a bajar a los 4,5 m a un valor de 0,7 y mantenerse prácticamente en ese valor a lo largo de todo el sondeo. (Tabla 6 y Fig. 6).

En las muestras tomadas a profundidades de 5, 7,5 y 10,5 m los valores de  $k_t$  son los siguientes:

<u>Profundidad (m)</u>	<u><math>k_t</math></u>
5	0,62
7,5	0,65
10,5	0,89

Los valores de  $V_1$  a lo largo del sondeo son:

Profundidad (m)	V <sub>1</sub> (cm <sup>3</sup> /10gr.35seg)
1,5	1
3	3,2
4,5	1,2
6	0,8
7	0,8
8	1,0
9	1,1
10	1,0
11,5	1,0

El valor de V<sub>1</sub> para la profundidad de 3 m es 3,2 cm<sup>3</sup>/10gr y coincide con el máximo de los valores de V<sub>1p</sub> medido para la misma muestra a 3 m.

El valor del Índice Delta Iodo para una muestra recogida en el corte es el siguiente:

$$I = 5,2 \text{ mg/g}$$

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 1

FECHA : 26-11-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA =	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	928,00 mbar.	PRESION :	870,00 mbar.
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	20,00 C (Tm)	TEMPERATURA :	18,00 C (Tl)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	13:00	HORA COMIENZO ANALISIS :	15:00
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION :	14:30	HORA FIN ANALISIS :	17:45
CAPA =	3	% GRISU EN MINA :	0,50 (X0)	VOLATILES (%):	16,50
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 460,00					

MUESTRA	PROPUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	c
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	2,01	16,00	15,10	8,92	8,92	1,92	21,28	2,51
2	1,50	0,70	2,38	0,67	1,40	9,13	17,00	16,05	10,42	10,42	2,64	11,74	3,04
3	3,00	3,40	11,56	3,38	3,20	27,89	24,00	22,65	10,07	10,07	6,17	15,82	7,47
4	4,50	1,10	3,74	0,70	2,90	24,72	49,50	46,73	15,74	15,74	4,78	17,66	5,93
5	6,00	0,70	2,38	0,63	2,45	19,99	49,70	46,91	11,18	11,18	6,20	15,36	7,46
6	7,00	0,70	2,38	0,68	2,40	19,47	45,50	42,95	10,29	10,29	6,30	16,62	7,71
7	8,00	0,80	2,72	0,62	2,60	21,56	41,20	38,89	12,87	12,87	4,91	19,40	6,24
8	9,00	0,90	3,06	0,85	2,35	18,95	41,00	38,70	10,58	10,58	5,74	18,26	7,18
9	10,00	0,85	2,89	0,76	2,55	21,04	38,50	36,34	11,19	11,19	5,39	17,20	6,64
10	11,50	0,90	3,06	0,84	2,70	22,61	37,60	35,49	10,66	10,66	5,74	19,52	7,31

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en el segundo nivel de la capa 3.

CROQUIS:

TABLA N. 6

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

HULLERAS DE SABERO. SONDEO 1 (Capa 3).

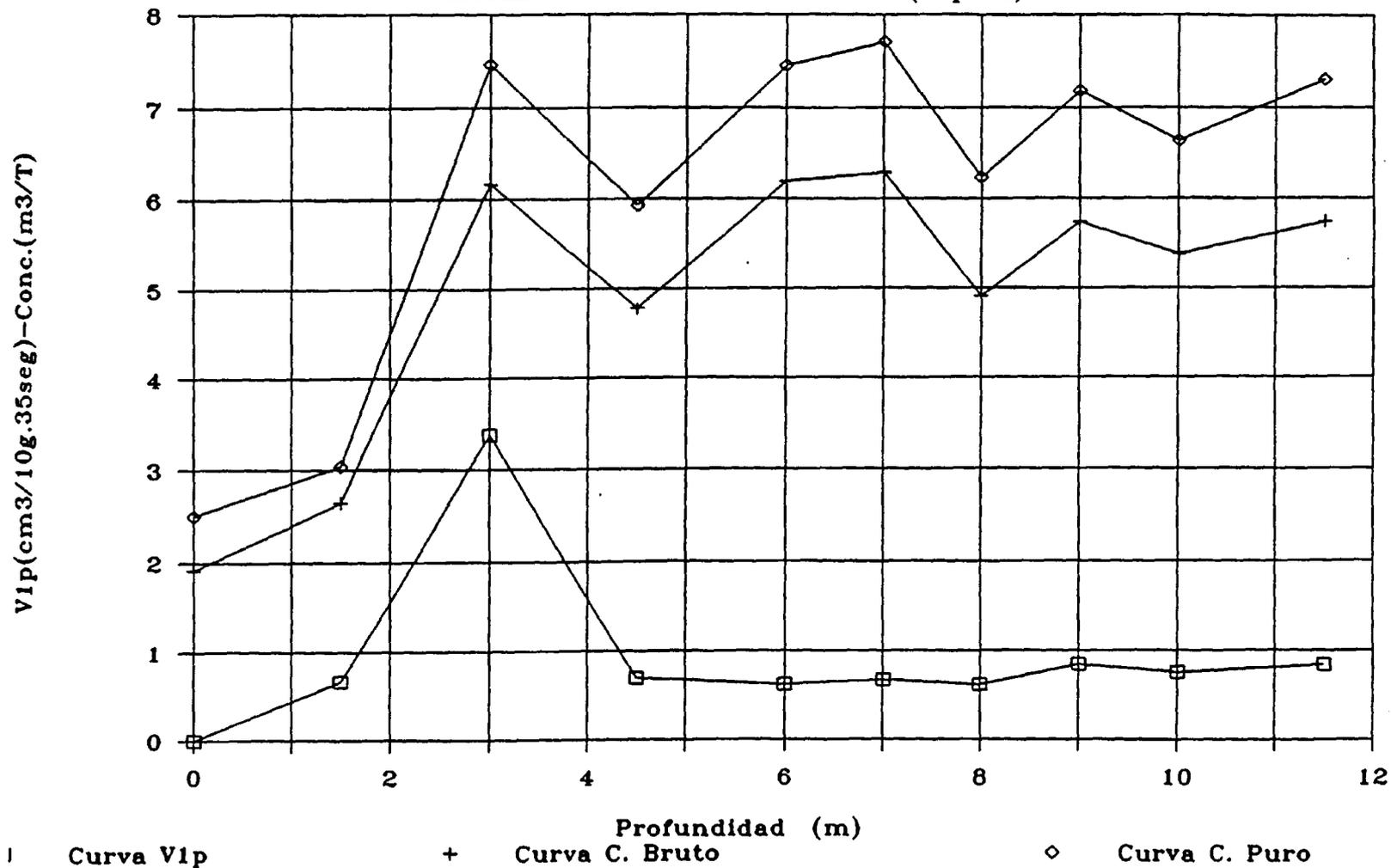


FIGURA N. 6

b) Sondeos B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>

El sondeo B<sub>1</sub> se estrelló contra el muro de la capa a los 6 m de profundidad. El sondeo B<sub>2</sub> se emboquilló a cincuenta centímetros del anterior y tuvo una profundidad de 12 m. Los valores de la curva de la figura 7 corresponden los primeros 6 m al sondeo B<sub>1</sub> y entre 6 y 12 m al B<sub>2</sub>.

Al igual que en el sondeo (A) la concentración de grisú aumenta sensiblemente al llegar los 3 m de profundidad, para oscilar en el resto del sondeo entre  $7 \text{ m}^3/\text{t}_p$  y  $9,7 \text{ m}^3/\text{t}_p$ . (Tabla 7 y Fig. 7)

La curva de  $V_{1p}$  muestra un máximo, a 4,5 m de profundidad, de  $4,1 \text{ cm}^3/10\text{gr. seg}$  para después bajar a los 6 m, a un valor de 1,7 y continuar bajando hasta el valor de 0,6 a los 11,5 m de profundidad. Los valores obtenidos del  $k_t$  son los siguientes:

<u>Sondeo B<sub>1</sub></u>		<u>Sondeo B<sub>2</sub></u>	
Profundidad (m)	$K_t$	Profundidad (m)	$k_t$
2,5	1,05	8	1,03
5	0,80	10	0,55

Los valores medidos de  $V_1$  son:

<u>Sondeo B<sub>1</sub></u>		<u>Sondeo B<sub>2</sub></u>	
Profundidad (m) del sondeo	$V_1$ (cm <sup>3</sup> /10g)	Profundidad (m)	$V_1$ (cm <sup>3</sup> /10gr)
1,5	0,8	8	1,4
3	3,7	9	1,4
4,5	3,0	10	1,0
6	2,0	11,5	0,9

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA  
 .....

SONDEO : 2

FECHA : 27-11-90

DATOS GENERALES

DATOS DE MINA

DATOS DE LABORATORIO

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA =	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	928.00 mbar.	PRESION :	871.00 mbar.
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	19.00 C (Tm)	TEMPERATURA :	18.00 C (Tl)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	10:15	HORA COMIENZO ANALISIS :	13:30
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION :	13:00	HORA FIN ANALISIS :	15:30
CAPA =	3	% GRISU EN MINA :	0.60 (XO)	VOLATILES (%):	16.60
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 460.00					

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	C
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	5.56	24.40	22.98	9.34	9.34	3.06	13.14	3.57
2	1.50	0.80	2.72	0.73	1.65	10.68	20.30	19.12	10.98	10.98	2.96	16.70	3.63
3	3.00	3.10	10.54	2.89	3.50	30.05	24.00	22.60	10.73	10.73	5.89	20.28	7.58
4	4.50	4.50	15.30	4.16	5.00	46.32	25.00	23.55	10.81	10.81	7.88	16.46	9.62
5	6.00	1.90	6.46	1.67	4.50	40.84	33.40	31.46	11.36	11.36	6.93	20.62	8.97
6	7.00	1.90	6.46	1.79	5.10	47.42	32.10	30.23	10.62	10.62	7.92	16.80	9.72
7	8.00	1.30	4.42	1.13	3.00	24.74	31.10	29.29	11.53	11.53	5.07	25.66	7.06
8	9.00	1.10	3.74	0.97	2.80	22.63	37.40	35.22	11.38	11.38	5.41	23.50	7.30
9	10.00	1.00	3.40	0.77	2.50	19.49	25.00	23.55	13.00	13.00	3.57	49.68	7.88
10	11.50	0.90	3.06	0.64	2.30	17.40	28.70	27.03	13.98	13.98	3.40	54.48	8.48

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en el segundo nivel sobre la capa 3.

CROQUIS:

TABLA N. 7

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

HULLERAS DE SABERO. SONDEO 2 (Capa 3).

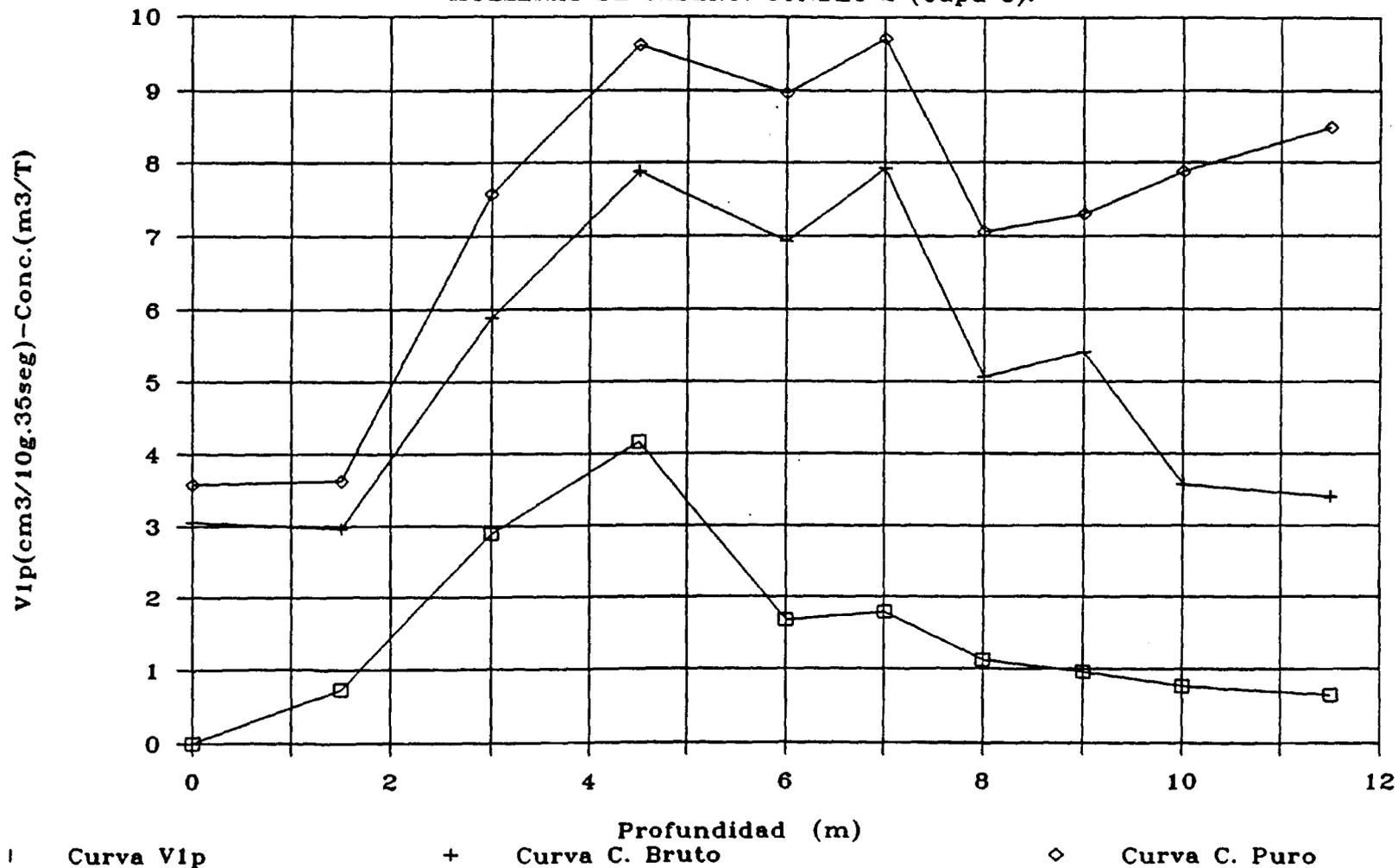


FIGURA N. 7

## c) Sondeo C

La curva de concentración de grisú en este sondeo es mucho más irregular que las de los anteriores sondeos (1 y 3) variando, la concentración de  $4,1 \text{ m}^3/\text{t}_p$  a 7 m de profundidad hasta los  $7,6 \text{ m}^3/\text{t}_p$  a una profundidad de 4,5 m.

El valor máximo de la curva  $V_{1p}$  corresponde a una profundidad de 4,5 m y es de  $3,45 \text{ cm}^3/10 \text{ gr.35seg}$ , esta curva es irregular ya que presenta otro valor elevado, a los 8 m, de  $2,8 \text{ cm}^3/10 \text{ gr.35seg}$  acercándose los demás puntos a un valor de  $1 \text{ cm}^3/10\text{gr.35seg}$ . (Tabla 8 y Fig. 8).

Los valores del índice  $k_t$  medidos son:

<u>Profundidad (m)</u> <u>del sondeo</u>	<u><math>k_t</math></u>
2,7	0,85
5,0	0,74
8,5	0,86

Los valores medidos de  $V_1$  son:

Profundidad (m)	$V_1$
1,5	1,1
3	0,8
4,5	3,7
6	1,5
7	1,7
8	2,8
9	0,7
10	1,1
11,5	1,0

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA  
 .....

SONDEO : 3

FECHA : 29-11-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA-	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	935.00 mbar.	PRESION :	886.00 mbar.
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	19.50 C (Tm)	TEMPERATURA :	20.00 C (T1)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	10:00	HORA COMIENZO ANALISIS :	12:40
PLANTA =	6	HORA FIN PERFORACION :	12:10	HORA FIN ANALISIS :	15:15
CAPA =	3	% GRISU EN MINA :	1.10 (XO)	VOLATILES (%):	14.40

PROFUNDIDAD LABOR (m) = 460.00

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	C
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	0.51	24.40	23.08	10.40	10.40	2.27	17.60	2.81
2	1.50	1.10	3.74	0.98	1.65	7.64	28.50	26.96	11.21	11.21	3.42	20.68	4.43
3	3.00	0.80	2.72	0.52	1.65	5.59	17.50	16.55	15.26	15.26	1.63	65.74	5.89
4	4.50	3.70	12.58	3.45	4.35	33.98	24.80	23.46	10.72	10.72	6.53	13.06	7.63
5	6.00	1.50	5.10	1.15	3.20	21.69	15.90	15.04	13.10	13.10	3.19	46.40	6.52
6	7.00	1.70	5.78	1.19	2.65	15.92	15.10	14.28	14.24	14.24	2.53	35.18	4.12
7	8.00	2.80	9.52	2.83	2.50	14.36	19.70	18.64	9.91	9.91	4.29	35.28	7.01
8	9.00	0.70	2.38	0.46	2.50	14.36	17.00	16.08	15.31	15.31	2.14	56.00	5.58
9	10.00	1.10	3.74	0.70	2.10	10.21	19.70	18.64	15.71	15.71	2.07	65.68	7.48
10	11.50	1.00	3.40	0.67	3.70	27.00	30.70	29.04	14.86	14.86	4.00	57.60	10.92

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en el segundo nivel de la capa 3  
 despues de realizados 2 sondeos de 12 m. y 2 de 6 m.  
 Se desestima el último valor por su alto contenido en cenizas.

CROQUIS:

TABLA N. 8



## d) Sondeo D

Este sondeo se realizó en el corte del subnivel orientado hacia el muro, el mismo día que el sondeo C, ya que se habían observado unos valores más elevados de  $V_1$  en esa zona de la capa.

Valores de velocidad de desorción ( $V_1$ )

Profundidad (m)	$V_1$ (cm <sup>3</sup> /10g)
3	1,4
4,5	5,5
5	5,3
6,5	4
8,5	3,9
9,5	1,4

De estas muestras se analizaron las recogidas a 4,5 m y a 8,5 m para el cálculo de la concentración de grisú en capa, siendo los valores obtenidos de 10,1 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> y 7,8 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> respectivamente. (Tabla 9 y fig. 9).

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA  
.....

SONDEO : 3-BIS

FECHA : 29-11-90

DATOS GENERALES				DATOS DE MINA				DATOS DE LABORATORIO					
EMPRESA=	HULLERAS DE SABERO			PRESION : 935.00 mbar.				PRESION : 886.00 mbar.					
GRUPO =	---			TEMPERATURA : 19.50 C (Tm)				TEMPERATURA : 20.00 C (Tl)					
POZO =	HERRERA 2			HORA COMIENZO PERFORACION : 11:45				HORA COMIENZO ANALISIS : 14:50					
PLANTA =	6			HORA FIN PERFORACION : 12:05				HORA FIN ANALISIS : 15:05					
CAPA =	3			% GRISU EN MINA : 1.10 (X0)				VOLATILES (%): 16.78					
PROFUNDIDAD LABOR (m) = 460.00													
MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vlp	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	c
1	4.50	4.50	15.30	4.75	5.30	44.35	24.50	23.18	9.47	9.47	8.75	12.18	10.10
2	8.50	3.80	12.92	4.27	4.10	31.28	16.20	15.32	8.90	8.90	6.69	12.78	7.78

.....  
OBSERVACIONES: Sondeo realizado hacia la izquierda en el subnivel 2

CROQUIS:

TABLA N. 9

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

HULLERAS DE SABERO. SONDEO 3BIS (Capa 3).

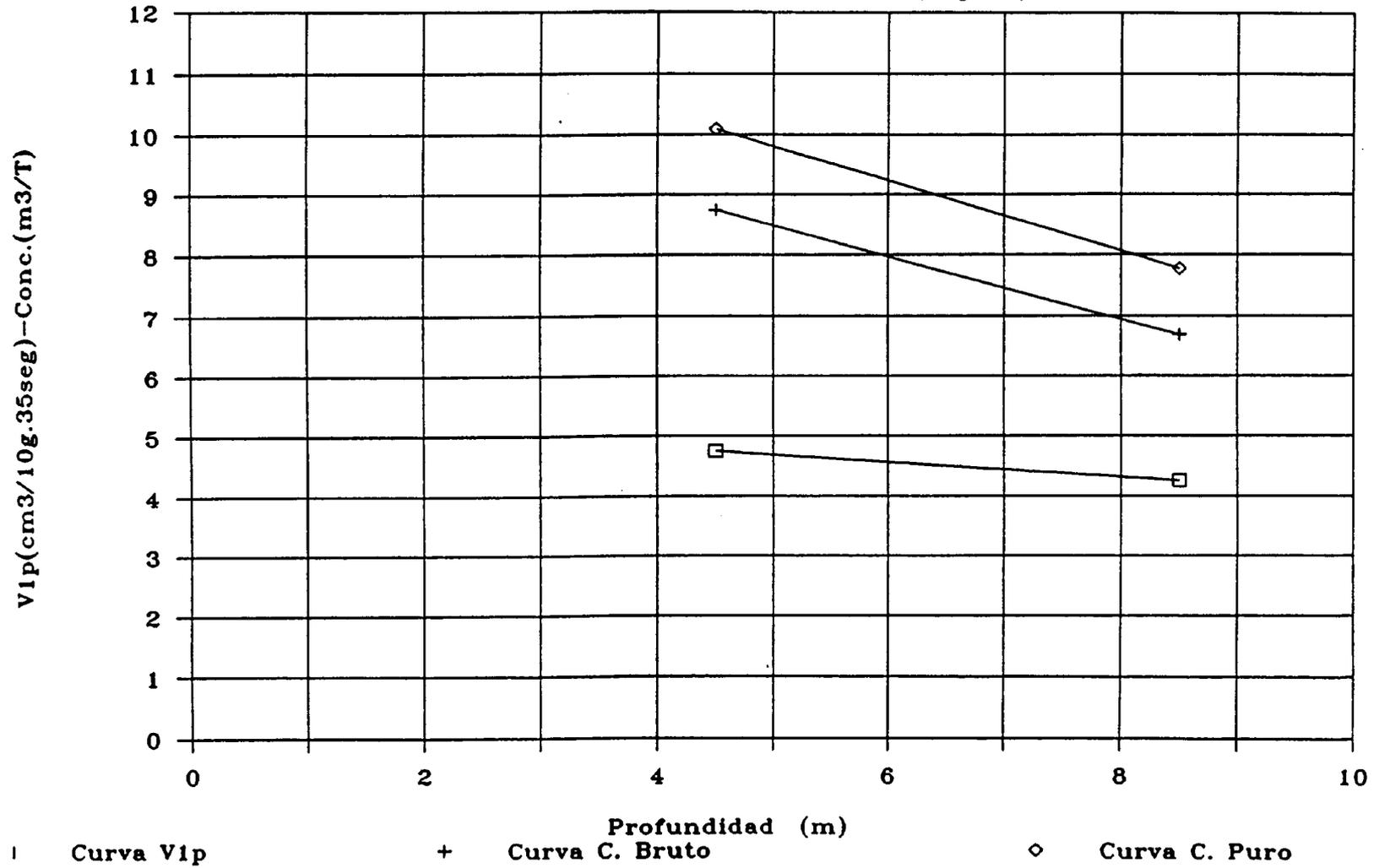


FIGURA N. 9

**7.5.4 Capa 4ª Recorte 7W-2S**

Sondeo P. Realizado para medir el espesor del escudo de roca y la potencia de la capa, previamente a la inyección de agua; se tomaron tres muestras para la medición del  $V_1$ , dando los siguientes resultados.

$V_1$ (cm <sup>3</sup> /10gr)	Profundidad (m)
1,0	0,5
1,5	1,5
1,0	2,5

**Sondeo 1.** Se realizó antes de la inyección de agua, obteniéndose un resultado para la concentración comprendido entre los valores de 5,9 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> a techo y 9,4 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> a muro de la capa. (El valor obtenido a 2 m de 9,98 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> no se considera fiable por su alto contenido en cenizas). El  $V_{1p}$  se encuentra a su vez en un valor en torno a 0,9 cm<sup>3</sup>/10gr.35seg. (Tabla 10 y Fig. 10).

**Sondeo 2.** Se efectuó después de haber inyectado agua a alta presión y muy cercano (0,3 m) al sondeo de inyección, obteniéndose unos valores de concentración bajos en el primer metro, que en sondeo 1 de 3,3 y 4,6 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> a 0,5 m y 1,0 m respectivamente para situarse en los 9 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub> a 2 m.

La  $V_{1p}$  es igualmente más baja en los dos primeros metros, siendo el valor máximo en estos dos metros 0,56  $\text{cm}^3/10\text{gr.35seg}$ , para subir a un valor de 1,07  $\text{cm}^3/10\text{gr.35seg}$  a 3,2 m de profundidad. (Tabla 11 y Fig. 11).

Los valores de  $V_1$  medidos fueron:

$V_1$ ( $\text{cm}^3/10\text{gr}$ )	Profundidad (m)
1,5	2,5
1,3	3,5

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 1

FECHA : 5-2-91

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA-	HULLERAS DE SABERO	PRESION :	945,00 mbar.	PRESION :	890,00 mbar.
GRUPO =	---	TEMPERATURA :	16,50 C (Tm)	TEMPERATURA :	16,00 C (Tl)
POZO =	HERRERA 2	HORA COMIENZO PERFORACION :	10:30	HORA COMIENZO ANALISIS :	12:45
PLANTA =	7	HORA FIN PERFORACION :	11:00	HORA FIN ANALISIS :	14:00
CAPA =	4	% GRISU EN MINA :	0,00 (XO)	VOLATILES (%):	14,93
PROFUNDIDAD LABOR (m) =	---				

MUESTRA	PROPUN	q	Q1	Vlp	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	c
1	0.50	1.00	3.40	0.90	1.30	13.17	16.00	15.09	11.16	11.16	2.84	47.24	5.91
2	1.00	0.80	2.72	0.90	1.25	12.66	33.00	31.13	8.90	8.90	5.23	20.08	6.71
3	1.50	0.90	3.06	1.29	1.25	12.66	36.00	33.96	6.96	6.96	7.14	18.78	9.00
4	2.00	0.80	2.72	0.48	1.10	11.12	27.00	25.47	16.57	16.57	2.37	69.30	9.98
5	2.50	1.30	4.42	0.91	1.80	18.33	49.00	46.23	14.26	14.26	4.84	43.48	9.27
6	3.00	0.80	2.72	0.63	1.30	13.17	64.00	60.38	12.73	12.73	5.99	33.20	9.44

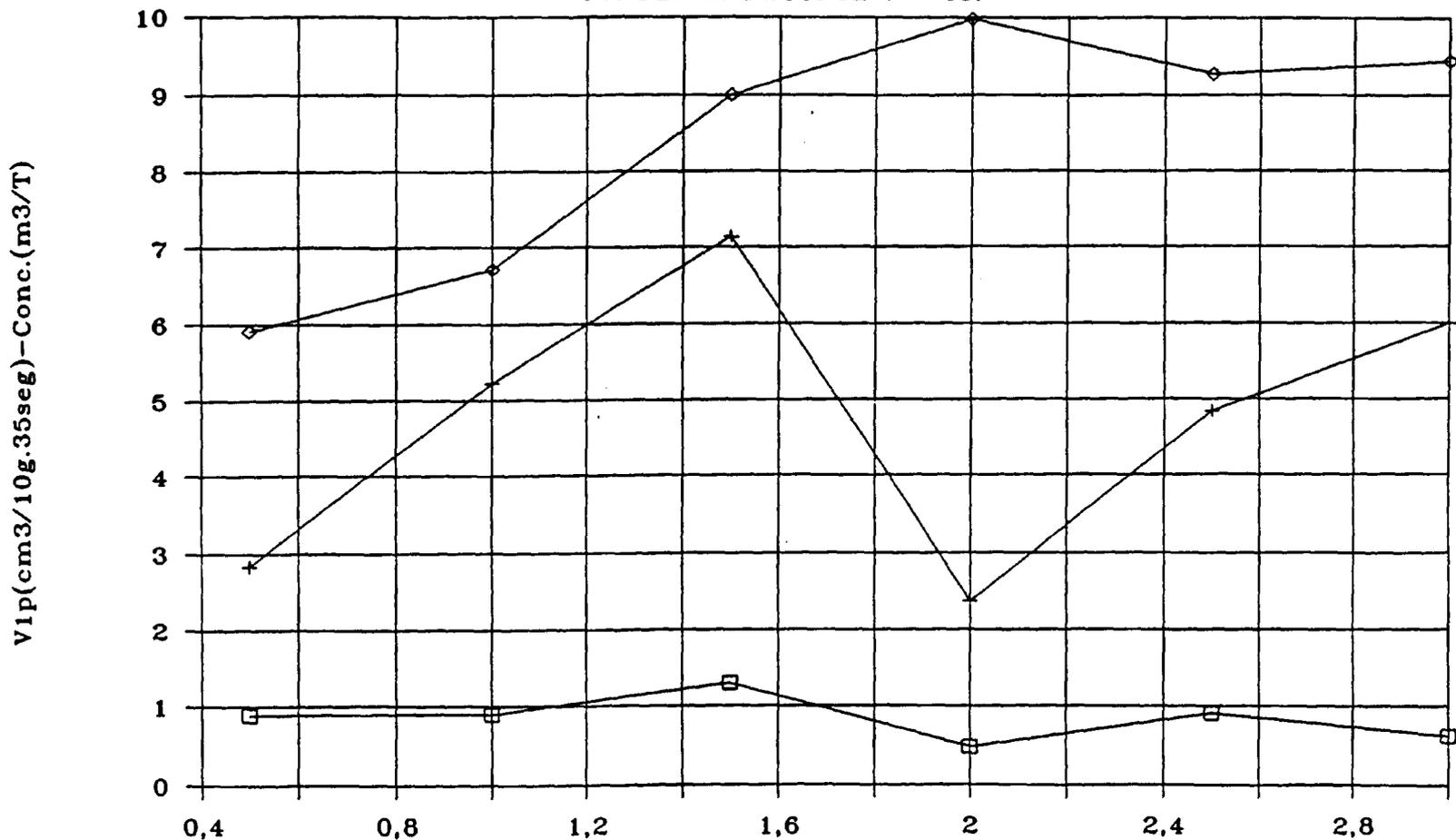
OBSERVACIONES: Sondeo realizado en el recorte 7W-2S, se dió a cortar la capa dejando un escudo de 2.1 m. de pizarra. La capa se cortó de techo a muro.

CROQUIS:

TABLA N. 10

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO 1. RECORTE 7W-2S.



□ Curva Vlp

+ Curva C. Bruto

◇ Curva C. Puro

FIGURA N. 10

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 2

FECHA : 8-2-91

DATOS GENERALES				DATOS DE MINA				DATOS DE LABORATORIO					
EMPRESA-	MULLERAS DE SABERO			PRESION : 934,00 mbar.				PRESION : 880,00 mbar.					
GRUPO =	----			TEMPERATURA : 16,00 C (Tm)				TEMPERATURA : 18,00 C (Tl)					
POZO =	HERRERA 2			HORA COMIENZO PERFORACION : 10:00				HORA COMIENZO ANALISIS : 11:45					
PLANTA =	7			HORA FIN PERFORACION : 10:20				HORA FIN ANALISIS : 13:35					
CAPA =	4			% GRISU EN MINA : 0,10 (X0)				VOLATILES (%) : 14,78					
PROFUNDIDAD LABOR (m) = ---													
MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vlp	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	SCENIZAS	c
1	0.50	0.50	1.70	0.48	1.00	9.09	18.00	16.84	10.50	10.50	2.63	17.94	3.28
2	1.00	0.30	1.02	0.23	0.70	6.04	23.00	21.52	13.10	13.10	2.18	48.38	4.66
3	1.50	0.50	1.70	0.35	0.95	8.58	45.60	42.67	14.35	14.35	3.69	44.24	7.19
4	2.00	0.70	2.38	0.56	1.60	15.24	57.20	53.52	12.42	12.42	5.73	32.96	8.99
5	3.20	1.30	4.42	1.07	1.90	18.35	38.40	35.93	12.20	12.20	4.81	35.98	7.96

TABLA N. 11

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en 7 planta en el recorte 7M-25 después de realizar la inyección de agua.

CROQUIS:

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO 2. RECORTE 7W-2S.

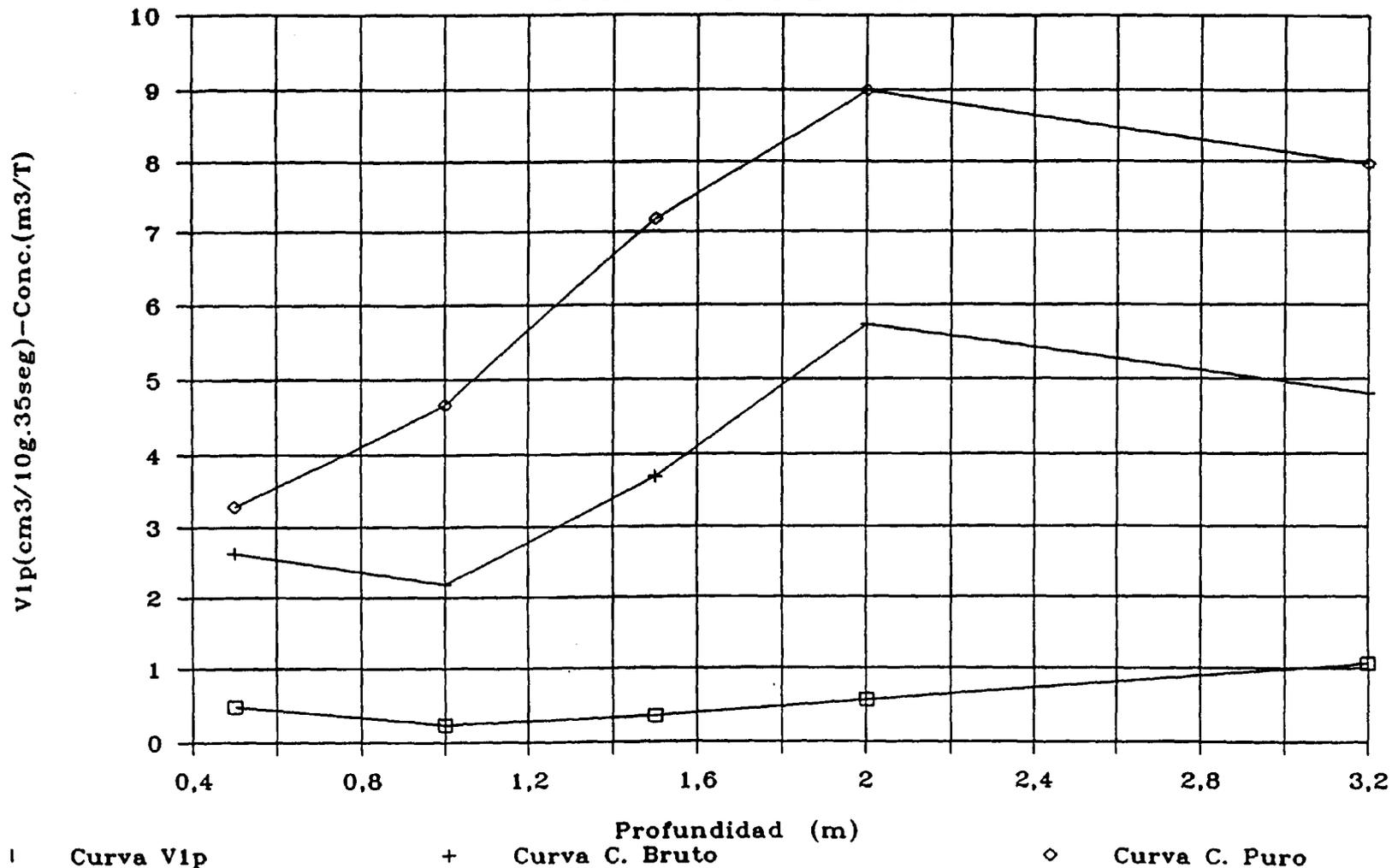


FIGURA N. 11

**Sondeo 3.** Sondeo realizado después de efectuarse la inyección de agua, a una distancia de 1 m del sondeo de inyección (más alejado que el sondeo 2).

Los valores obtenidos de la concentración de grisú oscilan entre  $6,1 \text{ m}^3/t_p$  a techo de la capa y  $11,5 \text{ m}^3/t_p$  al muro de la misma.

Los valores de  $V_{1p}$  oscilan entre  $0,3 \text{ m}^3/10\text{gr}.35\text{seg}$  a 0,5 m y  $2,2 \text{ cm}^3/10\text{g}.35\text{seg}$  a 3 m.

Estos valores pueden observarse en la Tabla 12 y Fig. 12.

Los valores de  $V_1$  medidos a distintas profundidades fueron:

$V_1$ (cm <sup>3</sup> /10gr)	Profundidad (m)
1,7	0,5
1,7	2,0
1,8	2,5
2,0	3,5

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 3

FECHA : 8-2-91

DATOS GENERALES					DATOS DE MINA					DATOS DE LABORATORIO				
EMPRESA	MULLERAS DE SABERO				PRESION	934,00 mbar.				PRESION	880,00 mbar.			
GRUPO	----				TEMPERATURA	16,00 C (Tm)				TEMPERATURA	18,00 C (Tl)			
POZO	HERRERA 2				HORA COMIENZO PERFORACION	10:00				HORA COMIENZO ANALISIS	11:45			
PLANTA	7				HORA FIN PERFORACION	10:20				HORA FIN ANALISIS	13:35			
CAPA	4				% GRISU EN MINA	0.10 (X0)				VOLATILES (%)	17,40			
PROFUNDIDAD LABOR (m)	---													
MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vlp	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	C	
1	0.50	0.60	2.04	0.36	0.70	6.04	4.50	4.21	16.53	16.53	0.74	79.94	6.16	
2	1.20	2.40	8.16	2.07	2.40	23.57	25.00	23.39	11.58	11.58	4.76	27.70	6.85	
3	2.20	1.00	3.40	0.85	1.60	15.24	58.20	54.46	11.79	11.79	6.20	24.32	8.46	
4	3.00	2.10	7.14	2.19	2.55	25.14	69.00	64.56	9.59	9.59	10.10	11.52	11.56	
5	3.60	1.00	3.40	0.92	1.60	15.24	77.20	72.24	10.91	10.91	8.33	13.00	9.72	

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en 7 plantas en el recorte 7W-29 después de realizar la inyección de agua.  
Sondeo realizado a 1.5 m. del sondeo de inyección

CROQUIS:

TABLA N. 12

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO 3. RECORTE 7W-2S.

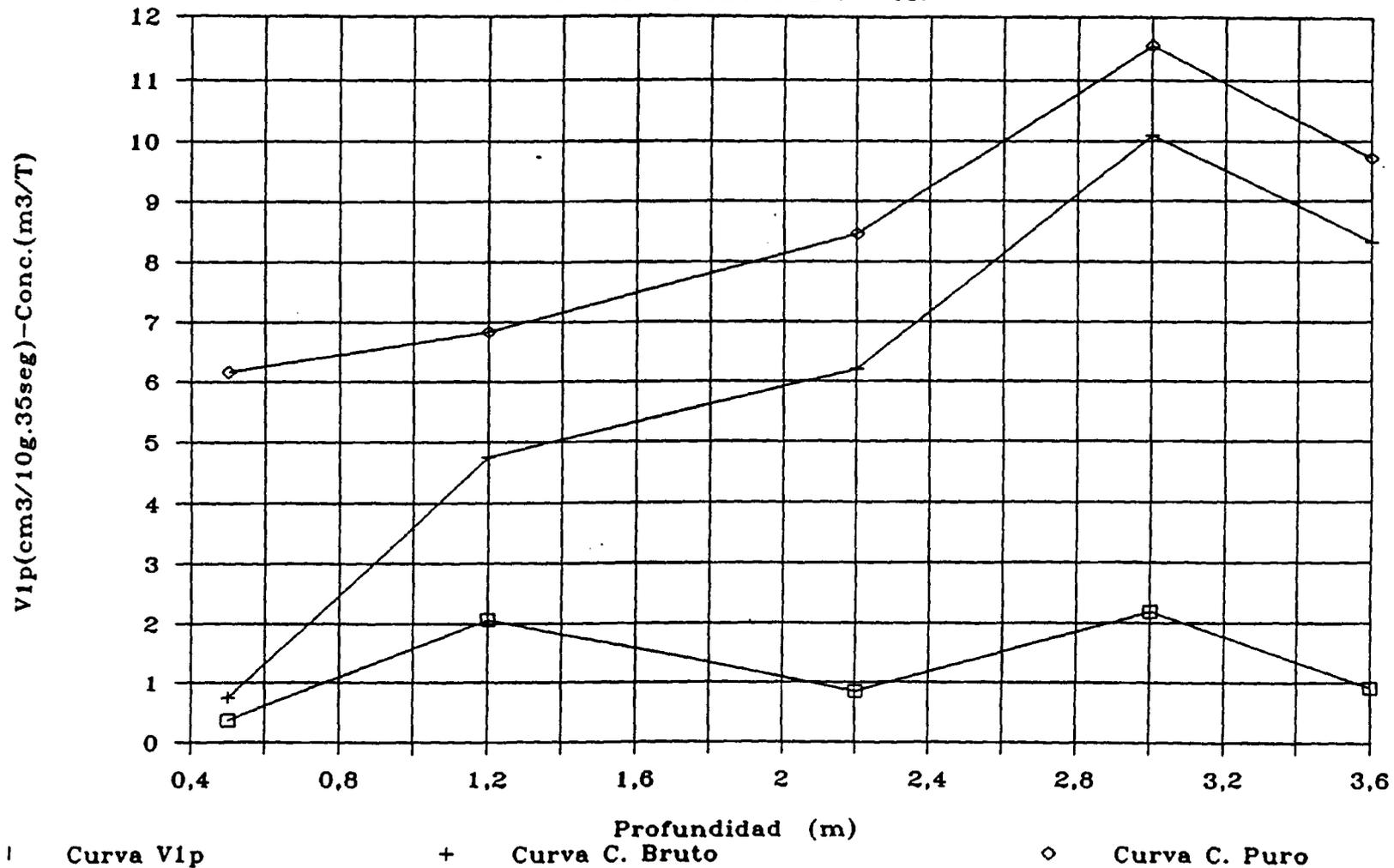


FIGURA N. 12

## 7.6 Análisis de los resultados

### 7.6.1 Capas 15 W y 14 W. 1<sup>er</sup> Subnivel

Las dos capas estudiadas en la mina de Hulleras de Sabero, la 15 Oeste y la 14 Oeste tienen características geométricas y de composición de carbón muy similares.

Por otra parte, el avance de las labores de explotación en el primer subnivel de ambas capas se realizaba de forma paralela durante el periodo en el que se realizan las mediciones, de forma que los sondeos se dieron en ambas capas en el corte de los subniveles a distancias desde el recorte de entrada parecidas.

En la capa 15 Oeste se había producido un derrabe con caída del frente del subnivel a unos 5 m por detrás del corte en el que se realizó el primer sondeo, y se produjo otro derrabe al llegar el frente a unos 2,5 m por delante de dicho punto.

Por el análisis de los gases desprendidos del carbón, cabe descartar la presencia de CO<sub>2</sub>, siendo el metano el componente básico del grisú en ambas capas. La presencia de Nitrógeno y Oxígeno en la composición del gas se debe a que el carbón desorbe el grisú en un bote de plástico hermético de 1 litro que contiene aire al introducir la muestra. El bajo contenido relativo de oxígeno es debido a la oxidación del carbón durante el periodo que éste permanece en el bote (5 a 7 días), de ahí

que la relación  $O_2/N_2$  del aire no se mantenga en la mezcla de gases analizada.

Los contenidos de gas en capa son, según los cinco sondeos largos realizados, del mismo orden en ambas capas, siendo la 15-Oeste ligeramente más grisuesa, al menos en el tramo correspondiente al primer sondeo ( $10,5 \text{ m}^3/t_p$ ). En los otros dos sondeos dados en esta capa, la concentración es del orden de los  $9 \text{ m}^3/t_p$ , valor muy próximo al obtenido para la capa 14 Oeste en su primer sondeo. El segundo sondeo realizado en la capa 14 Oeste da un valor de concentración de gas ( $6,6 \text{ m}^3/t_p$ ) muy inferior al del primer sondeo, debido posiblemente a la desgasificación producida en la capa por la explotación de un nivel superior.

Los valores de la velocidad de desorción, considerando en conjunto tanto  $V_{1p}$  como  $V_1$  son en general, en ambas capas, inferiores a  $2 \text{ cm}^3/10\text{gr}$ , excepto en los puntos de la capa 15 Oeste correspondientes al tramo del primer sondeo comprendido entre los 2 y 6 m de profundidad, donde se llegan a alcanzar valores ligeramente inferiores a los  $4 \text{ cm}^3/10\text{gr}$ . Fue en esta zona de valores más elevados de velocidad de desorción donde se produjo el derrabe antes indicado, al seguir avanzando el subnivel.

Los valores del índice Delta Iodo obtenidos están comprendidos entre los 6 y 7 mg/gr, con valores similares para ambas capas, que se pueden considerar elevados.

Los valores del índice  $k_t$  están en general, en ambas capas, por debajo del valor crítico de Noack (0,75).

Por tanto, ha sido posible medir los parámetros de grisuosidad en una zona de una capa de carbón (15 Oeste) en la que posteriormente se produjo un derrame gaseado. Dichos parámetros indican que el contenido de gas en capa era elevado ( $10 \text{ m}^3/t_p$ ) y la velocidad de desorción superior a la del resto de la capa (3,7 frente a  $2 \text{ cm}^3/10 \text{ gr}$ ).

#### 7.6.2 Efecto Drenaje. Capa 3<sup>W</sup> - Subnivel 2<sup>o</sup>

Al comparar los valores de los parámetros de grisuosidad medidos en los sondeos de desgasificación (A y B) con el sondeo realizado 3 días después (C) puede observarse lo siguiente:

- A lo largo del sondeo C, de comprobación del efecto drenaje, es muy regular, la concentración de gas probablemente debido a la desgasificación parcial producida en algún punto de la capa. Sin embargo, dicha desgasificación no es muy significativa dado que a lo largo del sondeo, existen puntos en los que la concentración es igual a la de los sondeos A y B.
- En las muestras tomadas en el sondeo C la velocidad de desorción medida fue del mismo orden de magnitud que en los sondeos previos. Se alcanzaron valores de hasta  $3,5 \text{ cm}^3/10 \text{ gr}$  iguales a los máximos de los sondeos A y B.

- La grisuosidad de la capa aumenta hacia el muro, alcanzándose valores de la velocidad de desorción iguales a  $5,5 \text{ cm}^3/10 \text{ gr}$  en el sondeo D y concentración de grisú en capa superiores a las medidas en los demás sondeos en la capa.

Por tanto, el efecto de los barrenos de desgasificación sobre el contenido de grisú en capa y la velocidad de desorción no es evidente. Ello puede deberse a que el tiempo de desgasificación haya sido tan sólo de 3 días y al pequeño diámetro de los barrenos empleados.

#### 7.6.3. Inyección de agua a presión. Capa 4ª recorte 7W-2S

Analizando los resultados obtenidos puede observarse que se produce cierta desgasificación en el sondeo 2 posterior a la inyección de agua realizado a 30 cm del sondeo de inyección (INY2). Esta desgasificación es más apreciable en los 2 m en carbón iniciales del sondeo 2.

En el sondeo 3 posterior a la inyección de agua realizado a 1 m del sondeo de inyección (INY2) los valores medidos muestran que no ha habido desgasificación apreciable. Incluso, los valores medidos de concentración de grisú en el sondeo 3 son mayores que los medidos en el sondeo 1.

El escudo de pizarra a través del cual se realizó la inyección no soportó la presión del agua y ésta fluía hacia el hueco.

**AITEMIN**

Por tanto, se ha detectado una apreciable desgasificación en la capa por efecto de la inyección de agua, aunque de extensión limitada con radio de influencia inferior a 1 m.

Sondeo 1

Anterior a Inyección de agua

C	V <sub>1p</sub>	Profundidad
(m <sup>3</sup> /t <sub>p</sub> )	(cm <sup>3</sup> /10gr)	(m)
5,9	0,90	0,5
6,7	0,90	1
9,0	1,3	1,5
9,3	0,9	2,5
9,5	0,6	3

Sondeo 2Posterior a inyección de agua.  
A 30 cm del barreno de inyección.

C	V <sub>1p</sub>	Profundidad
(m <sup>3</sup> /t <sub>p</sub> )	(cm <sup>3</sup> /10gr)	(m)
3,28	0,5	0,5
4,66	0,2	1,0
7,19	0,4	1,5
8,99	0,6	2,0
7,96	1,1	3,2

Sondeo 3Posterior a inyección de agua.  
A 1 m del barreno de inyección.

C	V <sub>1p</sub>	Profundidad
(m <sup>3</sup> /t <sub>p</sub> )	(cm <sup>3</sup> /10gr)	(m)
6,2	0,4	0,50
6,9	2	1,20
8,5	0,8	2,20
11,5	2,2	3,00
9,7	0,9	3,60

## 8 POZO SANTA BARBARA (HUNOSA)

### 8.1 Características de las labores en las que se han realizado las mediciones

La capa Carbonero 6º 0 pertenece al paquete Mª Luisa, de la Cuenca Central asturiana. Dicha capa la explota Hunosa en el pozo Sta. Bárbara, entre las plantas 7ª y 8ª, en un panel de 450 m. de longitud y una potencia media de 1,60 m. Este panel está limitado por la falla del Repedroso, al Oeste, y por un taller hundido que está avanzado unos 70 m. desde el transversal de S. Pedro, al Este.

La capa se compone de cuatro venas; la de más a techo, de una potencia media de 0,40 m. es en la que se hicieron los sondeos; la vena contigua a ésta es una regadura de potencia media de 0,20 m. de carbón blando y amorfo. Las otras dos venas tiene una potencia de 0,5 m. cada una y están formadas por carbón intercalado con tierra.

Esta capa se había explotado entre 6ª y 7ª planta por el método de frente invertido, sin que hubiese dado ningún fenómeno gaseodinámico. En 1988 comenzaron a explotar entre 7ª y 8ª planta por el método de testers con niveladuras inclinadas hundiéndose el taller cuando había avanzado unos 70 m. hacia el Oeste.

Más tarde se intentó calar un pozo entre 7ª y 8ª planta no pudiéndose hacer debido a continuos derrabes.

Por todo esto, se desistió de explotar la citada capa en 1988.

En 1989 se volvió a intentar explotar la capa con personal muy cualificado, ventilación auxiliar con turbina de 300 y 500 mm., posteo de chulana con niveladura muy reforzada y entablado del frente al final de cada tarea. Así todo, hubo varios derrabes y por ello se procedió a inyectar agua en la capa.

Con estas medidas tomadas y un cambio de dirección de la labor se logró calar el pozo.

Los fenómenos gaseodinámicos sólo se produjeron en el tercio inferior del rampón.

Después de haber calado el rampón, se inició el montaje de los talleres, uno avanzado hacia el Este y el otro hacia el Oeste.

Se empezó avanzando la sobreguía hacia el Este así como las series del tercio inferior del rampón. Más tarde se hizo lo mismo en la parte Oeste con la diferencia que las series se hicieron a lo largo de todo el taller.

Por último se montaron las series que faltaban en la parte Este.

Se empezó a avanzar la sobreguía hasta 12 m., después se montó la primera serie; cuando se comenzaba a postear la niveladura de la sobreguía se produjo el derrabe de carbón de manera no violenta y con gran desprendimiento de grisú. El derrabe se produjo cuando la sobreguía tenía una longitud de 18 m.

### 8.1.3 Características de los carbones

Las muestras de carbón obtenidas en los sondeos realizados en la capa carbonero 6<sup>a</sup> O fueron analizadas, obteniéndose los siguientes valores medios.

Contenido en cenizas : 21%

Contenido en volátiles: 22%

Se analizaron, así mismo, los gases desprendidos del carbón en una botella de plástico durante una semana con los siguientes resultados:

Metano ..... 46,65%

Nitrógeno .... 40,62%

CO<sub>2</sub> ..... 0,17%

O<sub>2</sub> ..... 7,25%

#### 8.1.4 Estado de las explotaciones

La capa Carbonero 6° 0 se ha explotado entre 6ª y 7ª planta; por encima de 6ª planta se encuentra un macizo de protección.

Al explotar el Carbonero 6° 0 entre 6ª y 7ª plantas, ya estaban explotadas por delante las capas 7ª , que se encuentra a 50 m. del techo del Carbonero 6° 0, y 8ª que se encuentra 10 m. a techo de la 7ª. Entre 6ª y 7ª plantas el Carbonero 6° 0 no presentó ningún problema, en cambio entre 7ª y 8ª planta es donde sí se presentan problemas y no se han explotado aún las capas 7ª y 8ª.

Se detuvo la explotación de la capa Carbonero 6° 0 en el año 1988, hasta que se hubiesen explotado las capas 7ª y 8ª en 7ª y 8ª plantas.

En el mes de Julio de 1990 los talleres de las capas 7ª y 8ª estaban avanzando a una velocidad de 14 m/mes hacia el Oeste.

El taller de la capa 7ª se encontraba a 90 m. del taller del Carbonero 6° 0. El taller de la capa 8ª a 25 m.

El taller del Carbonero 6° 0 está a 270 m. del transversal de San Pedro en 8ª planta. En este taller se han dado pequeños avances en la zona superior y la zona inferior permanece parada. Se pretende dejar un frente único.

## 8.2 Sondeos realizados

Se realizaron cinco sondeos sobre la capa Carbonero 6° Oeste según la distribución del esquema del Anexo 6.

- a) El primer sondeo se realizó en la parte superior del taller, a unos 20 m. por debajo de la galería de cabeza situada en la planta séptima.
- b) El segundo sondeo se realizó en la sobreguía del taller, a unos 10 m. de la galería de base situada en la octava planta.

Aunque la capa tiene una potencia de 1,60 m., los sondeos se hicieron en la vena de carbón más a techo, que tenía una potencia de unos 30 cm. en la zona alta del taller y de 20 cm. en la sobreguía.

Ambos sondeos tuvieron una longitud de 12 m., tomándose en cada uno de ellos 10 muestras para la determinación de la concentración de gas en capa y de  $V_{1p}$ , 1 muestra para el análisis de los gases desprendidos del carbón, 4 muestras para la determinación de la velocidad de desorción  $V_1$ , 4 para el índice  $k_t$  y 1 para la obtención del índice Delta-Iodo.

- c) En los dos sondeos anteriores se habían medido los parámetros de concentración y desorción de grisú en zonas de la capa que claramente tenían que estar considerablemente desgasificados, puesto que el taller no había avanzado durante casi dos años.

Para comprobar cual había sido el grado de desgasificación de la capa se seleccionó un punto que estuviera en una zona cuyas condiciones fuesen lo mas parecidas a las del estado virgen del macizo.

Para ello se seleccionó un contraataque a la capa desde la galería en roca de 8ª planta, situado a unos 20 m del último contraataque de entrada a la capa por delante de la sobreguía. El frente del contraataque sondeado se encontraba a 1 m. de la capa.

Los sondeos se realizaron en este contraataque atravesando la capa hasta llegar al techo, las muestras se tomaron de la vena más a techo. Estos sondeos fueron de 1,60 m. en capa.

Se dieron tres sondeos debido a la dificultad de recoger más de 1 muestra de carbón en cada uno de ellos debido a la escasa potencia de la vena en cuestión. Entre los sondeos había una distancia de aproximadamente 0,5 m.

De los 3 sondeos se recogieron 3 muestras para la determinación de la concentración de gas en capa y de  $V_{1p}$ , y 2 muestras para el análisis de los gases desprendidos del carbón.

### 8.2.1 Resultados obtenidos

#### a) Sondeo 1 (Taller arriba)

En la figura 13 pueden observarse las curvas de concentración de gas en capa y  $V_{1p}$  correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo 1, realizado en la parte superior del taller (Tabla 13). Los valores de  $V_{1p}$  se mantienen estables e inferiores a  $1 \text{ cm}^3/10\text{g}$ .

La concentración de gas en capa aumenta desde el corte del taller ( $2,27 \text{ m}^3/t_p$ ), hasta estabilizarse en torno a los  $6 \text{ m}^3/t_p$  a partir de los 3 m. de profundidad y hasta el final del sondeo.

El índice delta Iodo para el carbón del Carbonero 6° Oeste, determinado sobre una muestra tomada en el sondeo es:

$$I = 5,1 \text{ mg/g}$$

En las muestras tomadas a profundidades de 2 m, 5 m, 7,5 m y 10,5 m. se han medido los siguientes valores de  $V_1$  y  $K_1$ .

Profundidad de sondeo (m)	V <sub>1</sub> (cm /10gr)	Kt
2	0,9	0,70
5	1,1	0,40
7,5	0,8	0,48
10,5	0,6	0,52

b) Sondeo 2 (Sobreguía)

En la figura 14 se pueden observar las curvas de concentración de gas en capa y de V<sub>1p</sub> correspondientes al cuadro de valores obtenidos en el sondeo 2 de 12 m., realizado en la sobreguía del Taller (Tabla 14).

Los valores de V<sub>1p</sub> análogamente al sondeo anterior, permanecen inferiores a 1 cm<sup>3</sup>/10g, excepto en un punto situado a 4,5 m del corte de la sobreguía, en el que se superan los 1,8 cm<sup>3</sup>/10g.

En los metros iniciales del sondeo, próximos al corte de la sobreguía, se aprecia una considerable desgasificación. La concentración aumenta progresivamente para estabilizarse alrededor de los 7,5 m<sup>3</sup>/t<sub>p</sub>.

En el cuadro siguiente figuran los valores de  $V_1$  y  $K_t$  a distintas profundidades del sondeo.

Profundidad de sondeo (m)	$V_1$ (cm /10gr)	$K_t$
2	0,4	0,72
5	1,3	0,55
8,5	0,8	0,61
10,5	0,6	0,68

c) Sondeos 3, 4 y 5 (contraataque)

Los resultados obtenidos en los sondeos realizados en el contraataque a la capa Carbonero 6<sup>a</sup> 0 son los siguientes:

Sondeo	$V_{1p}$ (cm /10gr)	C (cm /tp)
1	1,2	7
2	1,3	7,4
3	0,8	7,5

**AITEMIN**

Las muestras analizadas se tomaron de la vena de carbón a techo de la capa.

En las tablas 15, 16 y 17 figuran los datos de los sondeos referidos.

Como prueba se puede observar al comparar los resultados de estos sondeos con los obtenidos en el sondeo dado en la sobreguía, el contenido de concentración de gas en capa no varía apreciablemente.

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA =	HUNOSA	PRENSION :	1022,00 mbar.	PRENSION :	989,00 mbar.
GRUPO =	ALLEN-TURON	TEMPERATURA :	23,50 C (74)	TEMPERATURA :	24,00 C (75)
POZO =	STA. BARAJA	HORA COMIENZO PERFORACION :	10:45	HORA COMIENZO ANALISIS :	16:00
PLANTA =	TALLER 7-8 (ANRIBA)	HORA FIN PERFORACION :	12:00	HORA FIN ANALISIS :	19:00
CAPA =	6	% GRISU EN MINA :	0,40 (X0)	VOLATILES (g) :	23,14
PROFUNDIDAD LABON (m) =					

HUESTRA	PROFUN	q	q1	VIP	KONISU	Q2	Q3	m	m	CB	KCENTINAS	C	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	3,53	9,70	9,37	9,23	9,23	1,40	34,83	2,27
2	1,50	0,60	2,04	0,67	1,70	13,22	9,00	8,69	8,98	8,98	2,67	37,26	4,52
3	3,00	0,70	2,38	0,78	2,50	21,54	15,50	13,97	8,93	8,93	4,24	31,60	6,50
4	4,50	0,40	1,36	0,39	2,50	21,54	14,10	16,62	10,33	10,33	3,83	25,52	5,32
5	6,00	0,70	2,38	0,77	2,75	24,16	18,40	17,78	9,15	9,15	4,84	15,09	5,81
6	7,00	0,50	1,70	0,64	2,60	22,59	22,50	21,74	7,83	7,83	5,88	8,45	6,48
7	8,00	0,60	2,04	0,58	2,25	18,93	26,60	25,70	10,35	10,35	4,51	16,16	5,48
8	9,00	0,40	1,36	0,41	2,25	18,93	28,50	27,53	9,65	9,65	4,96	11,42	5,67
9	10,00	0,50	1,70	0,56	2,00	16,33	30,20	29,18	8,90	8,90	5,30	5,66	5,66
10	11,50	0,30	1,02	0,36	2,00	16,33	27,30	26,37	8,40	8,40	5,20	8,91	5,77

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en el taller de la capa 6 situado entre septima y octava planta, a 20 m de la planta septima.  
CROQUIS:

TABLA N. 13

# CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

HUNOSA. POZO STA. BARBARA (C/6 T.ARR.)

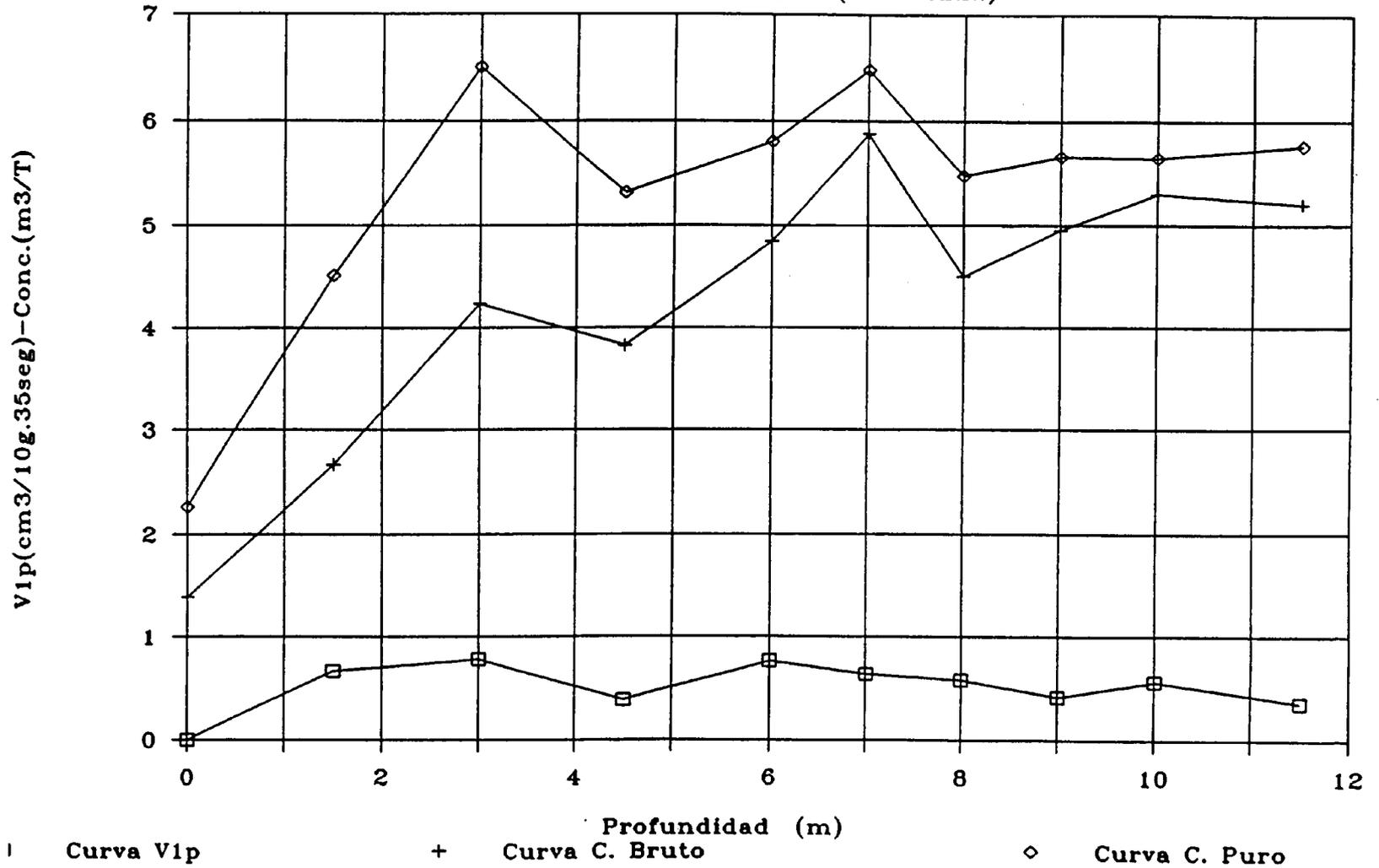


FIGURA N. 13

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 2

FECHA : 20-9-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA =	HUNOSA	PRESION :	1034,00 mbar.	PRESION :	994,00 mbar.
GRUPO =	ALLER-TURON	TEMPERATURA :	22,00 C (Tm)	TEMPERATURA :	25,00 C (Tl)
POZO =	STA. BARBARA	HORA COMIENZO PERFORACION :	10:30	HORA COMIENZO ANALISIS :	14:00
PLANTA =	TALLER 7- 8(ABAJO)	HORA FIN PERFORACION :	12:30	HORA FIN ANALISIS :	16:15
CAPA =	6	% GRISU EN MINA :	0,10 (X0)	VOLATILES (%):	

PROFUNDIDAD LABOR (m) =

MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	a	m'	CB	%CENIZAS	C
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	3.10	2.95	9.41	9.41	0.31	5.34	0.33
2	1.50	0.30	1.02	0.27	1.10	10.11	8.10	7.71	11.02	11.02	1.71	25.62	2.38
3	3.00	0.50	1.70	0.45	1.70	16.28	10.80	10.28	11.20	11.20	2.52	31.40	3.85
4	4.50	1.90	6.46	1.88	3.40	34.16	15.30	14.56	10.09	8.61	5.72	25.53	7.95
5	6.00	1.20	4.08	0.94	3.40	34.16	16.40	15.61	12.72	12.72	4.23	40.21	7.59
6	7.00	0.60	2.04	0.61	2.30	22.52	15.10	14.37	9.90	9.90	3.93	37.49	6.69
7	8.00	0.70	2.38	0.79	2.80	27.78	33.90	32.26	8.88	8.88	7.03	10.30	7.93
8	9.00	0.60	2.04	0.65	2.30	22.52	39.30	37.40	9.30	9.30	6.66	9.86	7.47
9	10.00	0.65	2.21	0.70	1.80	17.31	34.70	33.02	9.29	9.29	5.66	16.55	6.91
10	11.50	0.50	1.70	0.52	2.00	19.39	42.00	39.97	9.68	9.68	6.31	10.60	7.14

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en la sobreguia de la capa 6 en octava planta.

CROQUIS:

TABLA N. 14



A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 3-1

FECHA : 18-9-90

DATOS GENERALES					DATOS DE MINA					DATOS DE LABORATORIO				
EMPRESA =	HUNOSA				PRESION : 1035,00 mbar.					PRESION : 990,00 mbar.				
GRUPO =	ALLER-TURON				TEMPERATURA : 22.00 C (Tm)					TEMPERATURA : 23.00 C (T1)				
POZO =	STA. BARBARA				HORA COMIENZO PERFORACION : 10:00					HORA COMIENZO ANALISIS : 14:30				
PLANTA =	8 (CONTRATAQUE)				HORA FIN PERFORACION : 12:00					HORA FIN ANALISIS : 15:45				
CAPA =	6				% GRISU EN MINA : 0.10 (X0)					VOLATILES (%): 23.86				
PROFUNDIDAD LABOR (m) =														
MUESTRA	PROFUN	q	Q1	Vip	XGRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	c	
1	0.50	1.30	4.42	1.17	2.20	21.47	14.30	13.63	11.08	11.08	3.57	20.81	4.63	
2	1.60	1.40	4.76	1.26	2.60	25.67	34.40	32.79	11.15	11.15	5.67	17.93	7.06	

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en un contrataque a la capa 6 en la octava planta.

CROQUIS:

TABLA N. 15

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 3-2

FECHA : 18-9-90

DATOS GENERALES					DATOS DE MINA					DATOS DE LABORATORIO				
EMPRESA =	MUNOSA				PRESION : 1035,00 mbar.					PRESION : 990,00 mbar.				
GRUPO =	ALLER-TURON				TEMPERATURA : 22,00 C (Tm)					TEMPERATURA : 23,00 C (Tl)				
POZO =	STA. BARBARA				HORA COMIENZO PERFORACION : 10:00					HORA COMIENZO ANALISIS : 14:30				
PLANTA =	8 (CONTRATAQUE)				HORA FIN PERFORACION : 12:00					HORA FIN ANALISIS : 15:45				
CAPA =	6				% GRISU EN MINA : 0,10 (XO)					VOLATILES (%) : 24,23				
PROFUNDIDAD LABOR (m) =														
HUESTRAS	PROPUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	C	
1	0,40	0,40	1,36	0,43	0,90	8,07	7,00	6,67	9,21	9,21	1,75	23,90	2,37	
2	1,60	1,40	4,76	1,28	2,20	21,47	34,30	32,70	10,94	10,94	5,39	24,57	7,38	

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en un contrataque a la capa 6 en la octava planta.

CROQUIS:

TABLA N. 16

A I T E M I N

CONCENTRACION DE GRISU EN CAPA

SONDEO : 3-3

FECHA : 21-9-90

DATOS GENERALES		DATOS DE MINA		DATOS DE LABORATORIO	
EMPRESA-	MUNOSA	PRESION : 1034,00 mbar.		PRESION : 990,00 mbar.	
GRUPO =	ALLER-TURON	TEMPERATURA : 22,00 C (Tm)		TEMPERATURA : 23,00 C (Tl)	
POZO =	STA. BARBARA	HORA COMIENZO PERFORACION : 10:30		HORA COMIENZO ANALISIS : 13:30	
PLANTA =	8(CONTRATAQUE)	HORA FIN PERFORACION : 12:00		HORA FIN ANALISIS : 14:15	
CAPA =	6	% GRISU EN MINA : 0,10 (X0)		VOLATILES (%) : 23,47	
PROPUNDA LABOR (m) =					

MUESTRA	PROPUN	q	Q1	Vip	%GRISU	Q2	Q'3	Q3	m	m'	CB	%CENIZAS	c
1	1,00	1,40	4,76	1,38	1,75	16,79	13,10	12,50	10,14	10,14	3,36	22,86	4,49
2	1,50	0,70	2,38	0,79	1,30	12,16	47,50	45,33	8,83	8,83	6,78	8,42	7,47

OBSERVACIONES: Sondeo realizado en un recorte dado a la capa 6 en octava planta.

CROQUIS:

TABLA N. 17

### 8.3 Análisis de los resultados

Como ya se ha indicado en el apartado 3.2 de este informe, no se pudo realizar una segunda serie de mediciones en la capa Carbonero 6° 0 debido a la paralización del avance de los talleres en las capas 7° y 8° entre las plantas 7° y 8° del Pozo Santa Bárbara.

Por tanto, no es posible obtener conclusiones sobre el efecto que la explotación de dichas capas pudiese tener sobre los derrabes que se produjeron en Carbonero 6 0.

Sin embargo, del análisis de los resultados se pueden obtener algunas conclusiones previas:

- En el estado en el que se encontraba durante las mediciones, la capa Carbonero 6° 0 no tiene un contenido de gas en capa ni una velocidad de desorción suficientemente elevados como para provocar fenómenos gaseodinámicos. Los valores obtenidos del índice  $K_t$  así lo demuestran, puesto que en todos los casos son inferiores a 0,75.

El valor del índice Delta Iodo medido es elevado (5,1 mg/g), lo cual indica que la capacidad del carbón para adsorber metano es alta, aunque su contenido no lo sea.

Por tanto, el gas contenido en el carbón ha podido facilitar que se produjesen derrabes en la capa, pero no es probable que haya sido su origen, que será de otra naturaleza (derrabe gaseado).

- La galería de cabeza del taller es la reconquista de la galería de base del taller que hubo entre las plantas 6ª y 7ª. Por tanto, en la parte superior del taller la capa ha tenido un largo periodo para desgasificarse. Sin embargo, los valores de concentración de gas en capa medidos en la parte superior del taller son ligeramente inferiores a los obtenidos desde la sobreguía y el contraataque desde la galería en estéril de 8ª planta. Además los valores de velocidad de desorción medidos son en general bajos en todos los puntos.

Por tanto, podemos concluir que la capa Carbonero 6ª O desgasifica mal en el estado en el que se se encuentra actualmente y que el avance de los frentes en las capas 7ª y 8ª es previsible que tenga poca influencia en su desgasificación.

## 9 BIBLIOGRAFIA

- 1) CAMINO LLERANDI, Manuel y BRIME LACA, Eduardo.  
Aplicación del sutiraje a las capas irregulares del yacimiento de Sabero.  
Jornadas de información minera sobre explotaciones por sutiraje.  
Instituto Tecnológico Geominero de España (1988).
- 2) CURL, S.J.  
Methane prediction in coal mines.  
Informe ICTIS/TR04, IEA Coal Research, Londres (1978).
- 3) JACKSON, Lindsey J.  
Outburst in coal mines.  
Informe ICTIS/TR35, IEA Coal Research, Londres (1984).
- 4) SILVA CASTAÑO, Francisco.  
Investigación de un modelo de previsión del desprendimiento de grisú en explotaciones de carbón con sutiraje.  
Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid (1990).
- 5) STASSEN, J.J.  
Le grisou et les moyens de la combattre.  
Universidad de Lieja (1985).

- 6) RAMIREZ OYANGUREN, P. et al.  
Análisis estadístico de las causas de los derrabes en las explotaciones de las capas de carbón de la cuenca central asturiana.  
Instituto Geológico y Minero de España (1987).
  
- 7) JOSIEN, J.P. y LUNEAU, C.  
Les dégagements de gaz et charbon en France. Evolution des phénomènes et des méthodes de traitement.  
Congreso sobre Prevención de Desprendimiento Instantáneos.  
Ostrava (1989).
  
- 8) Comunicación Interna CERCHAR.  
Etude des deformations des voies de desserte (on niveaux) des tailles en couches épaissés et pentées. Houillene de la Loire (1987).
  
- 9) JOSIEN, J.P. y REVALOR, R.  
L' experience de mines de charbon francaises en matiere de lutte contre les phenomenes dynamiques.  
Congreso Seguridad Minera. Washington (1989).
  
- 10) JOSIEN, J.P. y REVALOR, R.  
Maîtrise des phénomènes dynamiques aux charbonnages de France. Recent Developpements. CERCHAR (1986).

- 11) POIROT, R.  
Measurements of stresses and deformation in a mine-fill.  
4<sup>a</sup> Conferencia sobre Mecánica de suelos. Budapest (1971).
  
- 12) POIROT, R y NOIREL, J.F.  
Méthodes d'exploitation et remblai hydraulique.  
Industrie Minerale-Les techniques (1981).
  
- 13) DEJEAN, J.P. y ENCHAYAN, B.  
Volume d'influence d'une exploitation en gisement penté.  
Industrie Minerale, Mine (1979).
  
- 14) FIGUET, J.P.  
La mecanique des terrains dans les couches puissantes des  
charbonnages.  
CERCHAR, Publications Techniques N° 2. Nancy (1976).
  
- 15) ARCAMONE, J y TRITSCH, J.J.  
The CERCHAR method of pressiometric testing.  
Mining Science and Technology.  
Elsevier Science Publisher. Amsterdam (1986)
  
- 16) ARCAMONE, J. POIROT, R. SCHWARTZMANN, R.  
Utilisation de la pressiometrie dans les etudes minières.  
SYMPOSIUM INTERNATIONAL IN SITU TESTING. PARIS (1983).

## 17) REVALOR, R.

Prevision et maitrise des phénomènes de rupture brutale des fronts de charbon en gisements pentés.  
Convention CECA 7220 AC/316. Julio 1987.

## 18) LEONTIDIS, M.

Tenue des terrains houillers dans les exploitations par tailles montantes en semi-dressants.  
Tesis doctoral. Universidad de Nancy. (1973).

## 19) BEROFF, P.

La pression de gaz dans le massif et les dégagements instantanés.  
Houilleres du Bassin du Dauphiné. (1964).

## 20) JOSIEN, J.P, PIGUET, J.P, REVALOR, R.

Apports de la mécanique des roches a la maitrese des phénomènes dynamiques.  
6° Congreso de Mecánica de Rocas.  
A.A. BALKEMA. Rotterdam (1987).

## 21) ENCHAYAN, B.

Le volume d'influence des exploitations en dressants.  
Tesis doctoral. Instituto Politécnico de Lorena (1977).

22) BERLIN, J.

Mesures de prévention des dégagements instantanés de méthane et de charbon ou de roches.

Comisión de las Comunidades Europeas.

Doc. No. 8093/81F. Luxemburgo (1981).

# **AITEMIN**

**ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS**

## **A N E X O 1**

**Esquema de los sondeos realizados  
en la capa 5 Oeste  
(Hulleras de Sabero)**



**AIEMIN**

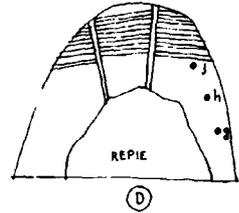
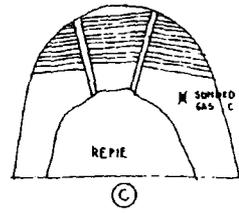
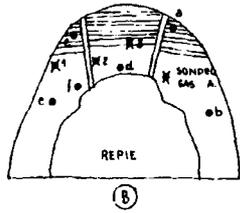
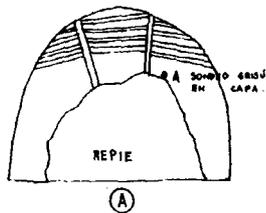
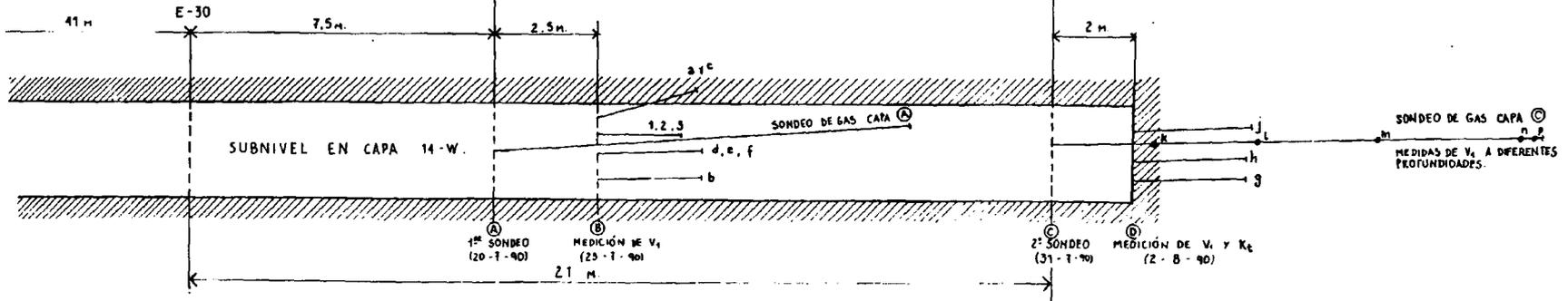
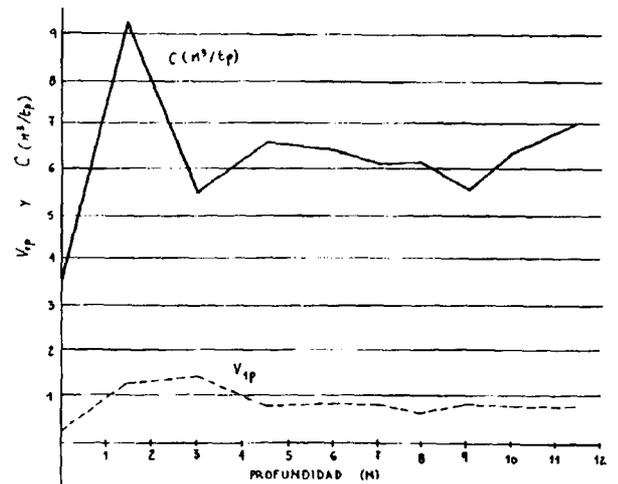
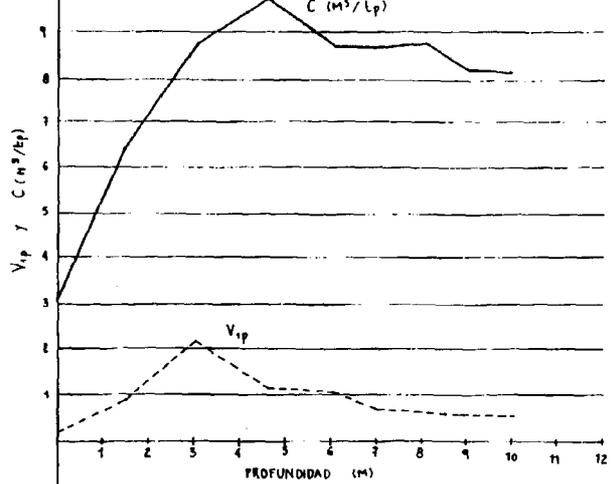
**ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS**

**A N E X O . 2**

**Esquema de los sondeos realizados  
en la capa 4 Oeste  
(Hulleras de Sabero)**

CRUCIOS DE LOS SONDEOS  
 REALIZADOS PARA LA OBTENCIÓN  
 DE LA CONCENTRACIÓN DE GRISÚ  
 EN CAPA, EN LA CAPA 14 - W

Escala 1 : 100



1,2,3: INTENTOS DE SONDEO DE GAS EN CAPA  
 a,b,c,d,e,f: MEDICIONES DE  $V_1$

k,l,m,n,p: MEDICIONES DE  $V_1$  A LO LARGO DEL SONDEO

g,h,j: MEDICIONES DE  $V_1$  Y  $K_2$  A UNA PROFUNDIDAD DE 2.5 Y 2.7 M. RESPECTIVAMENTE.

**AITEMIN**

**ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS**

**A N E X O 3**

**Esquema de los sondeos realizados  
en la capa 3ª W  
(Hulleras de Sabero)**

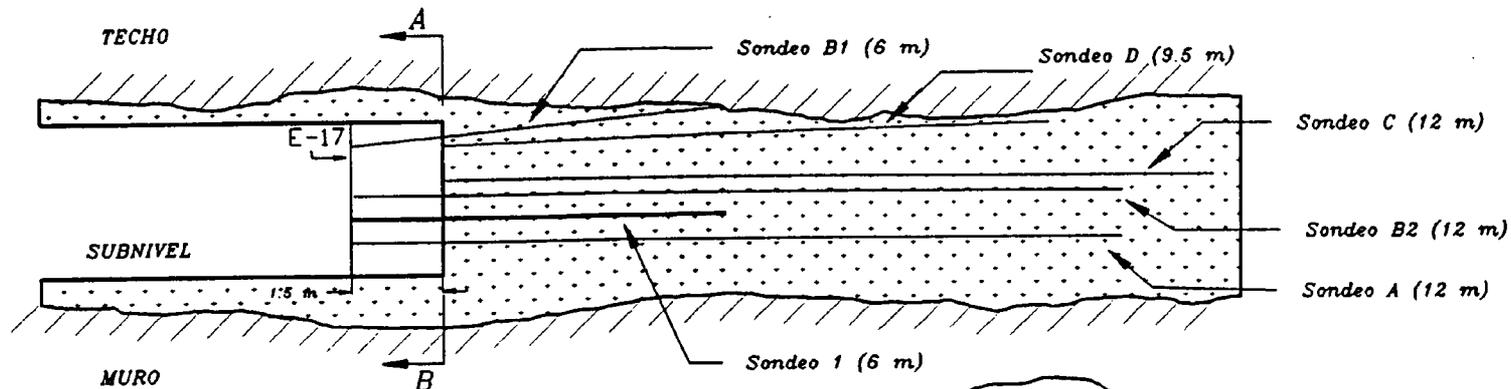
SITUACION PUNTOS DE SONDEO

HULLERAS DE SABERO

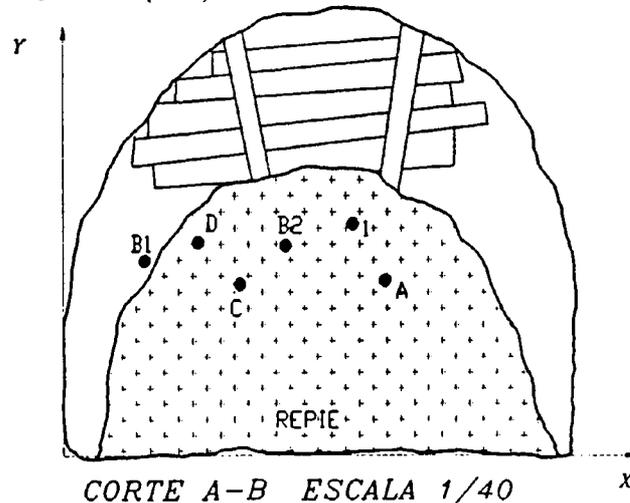
FECHA: 30-11-90

CAPA 3W SUBNIVEL 2

ESCALA: 1/130



SONDEO	X (m)	Y (m)
B1	0.5	1.20
D	0.8	1.25
C	1.1	1
B2	1.3	1.25
1	1.7	1.4
A	1.9	1



# **AIEMIN**

**ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS**

## **A N E X O    4**

**Esquema de los sondeos realizados  
en la capa 4ª W recorte 7W-2S  
(Hulleras de Sabero)**

SITUACION DE LOS PUNTOS DE  
 INYECCION Y DE SONDEO

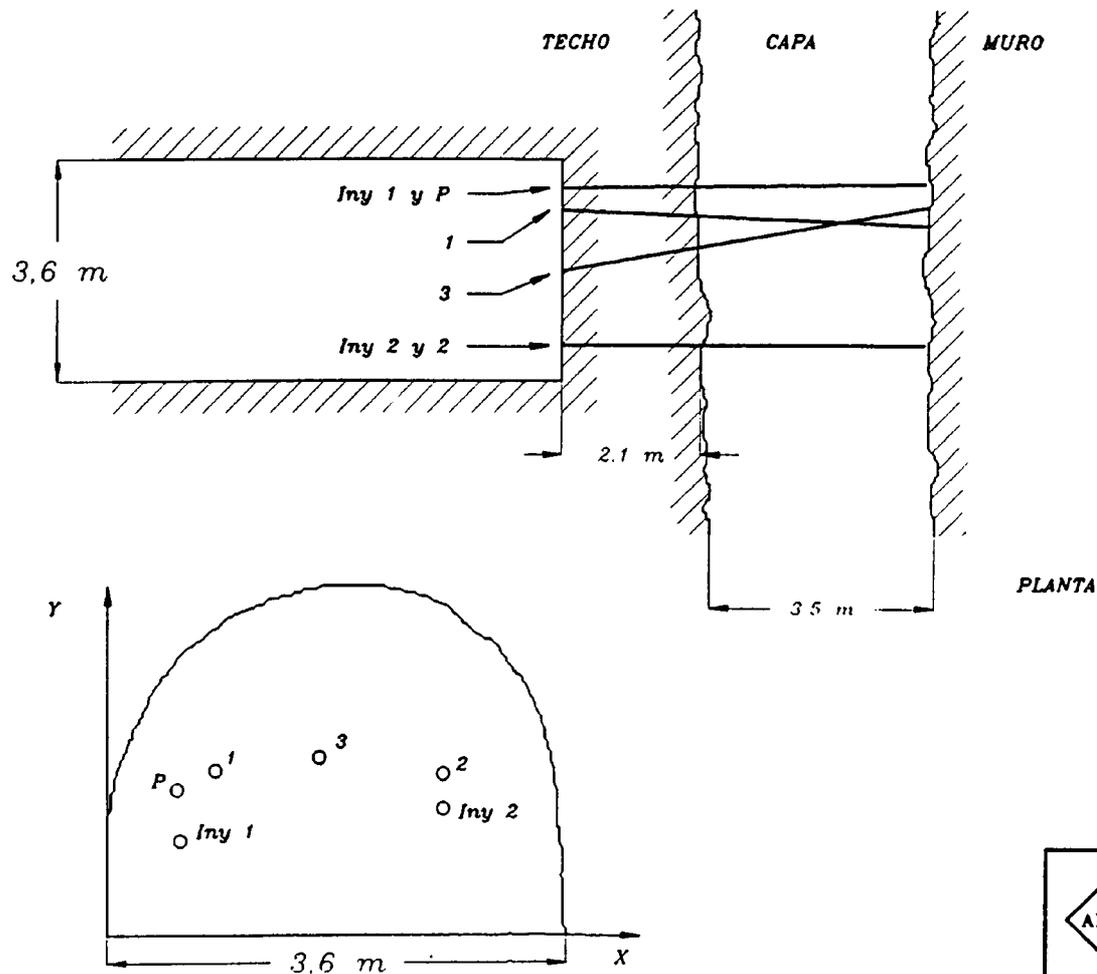
HULLERAS DE SABERO

CAPA: 4 RECORTE: 7W-S

FECHA:

FEBRERO 91

SITUACION		
SONDEO	X (m)	Y (m)
P	0.50	1.35
INY-1	0.50	0.90
1	0.80	1.45
3	1.80	1.55
2	2.90	1.45
INY-2	2.90	1.15



# **AITEMIN**

**ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS**

## **A N E X O    5**

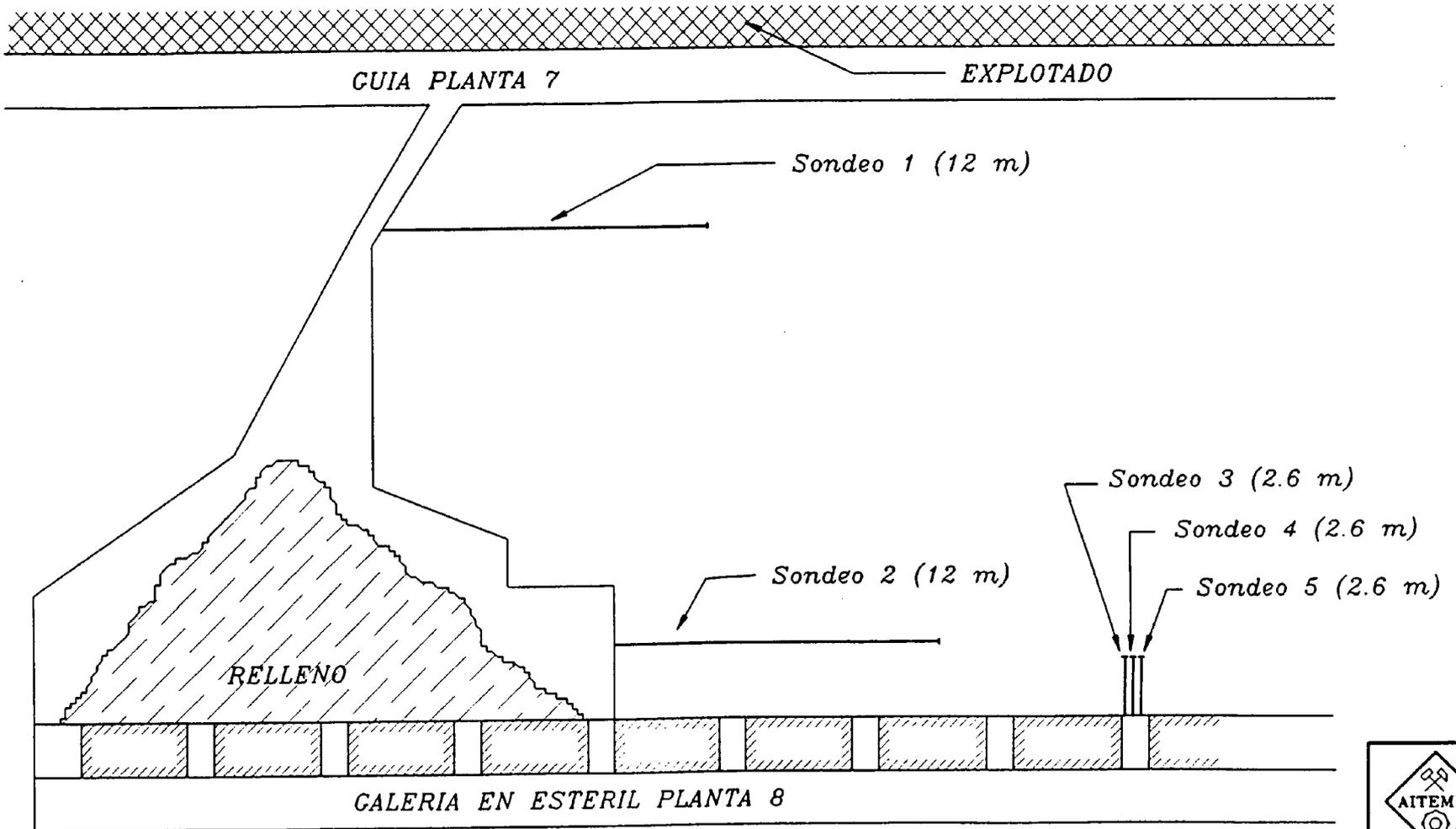
**Esquema de los sondeos realizados  
en la capa Carbonero 6 Oeste**

# SITUACION PUNTOS SONDEO

POZO: SANTA BARBARA

FECHA: SEPTIEMBRE 90

CAPA: CARBONERO 6 OESTE



# AITEMIN

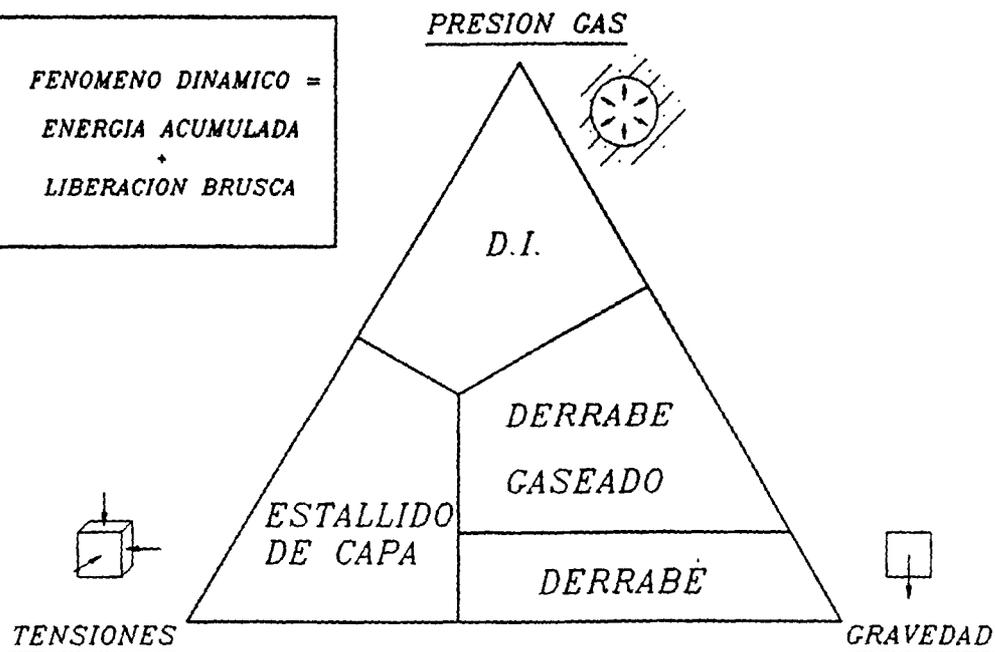
ASOCIACION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA  
DE  
EQUIPOS MINEROS

A N E X O    6

CONTRIBUCION RELATIVA APROXIMADA DE LOS DISTINTOS FACTORES  
ENERGETICOS EN LOS FENOMENOS DINAMICOS DE LAS CAPAS DE CARBON



FENOMENO DINAMICO =  
ENERGIA ACUMULADA  
+  
LIBERACION BRUSCA



# METODOLOGIA DE TRABAJO ANTE LA APARICION DE FENOMENOS DINAMICOS



## 1- CARACTERIZAR EL FENOMENO (DIAGNOSTICARLO)

- DEFINIR LOS FACTORES ENERGETICOS QUE INTERVIENEN Y (EN LO POSIBLE),SU INFLUENCIA RELATIVA.
- DEFINIR SU SITUACION EN EL GRAFICO TERNARIO.  
(SABER SI ES D.I.,DERRABE O ESTALLIDO)

## 2- ESTABLECER UNA METODOLOGIA DE EVALUACION CONTINUA DEL RIESGO

- SENCILLA,APLICABLE POR EL EXPLOTADOR.
- CAPAZ DE DEFINIR ZONAS SEGURAS Y ZONAS SUSCEPTIBLES.
- DE RESPUESTA INMEDIATA (RIESGO-NO RIESGO)

## 3- PREVENCION DEL RIESGO

- DISTENSION-DESGASIFICACION→ D.I. Y ESTALLIDOS
- REFUERZO DEL MACIZO→ DERRABES

# PREVENCIÓN DE LOS FENÓMENOS DINÁMICOS

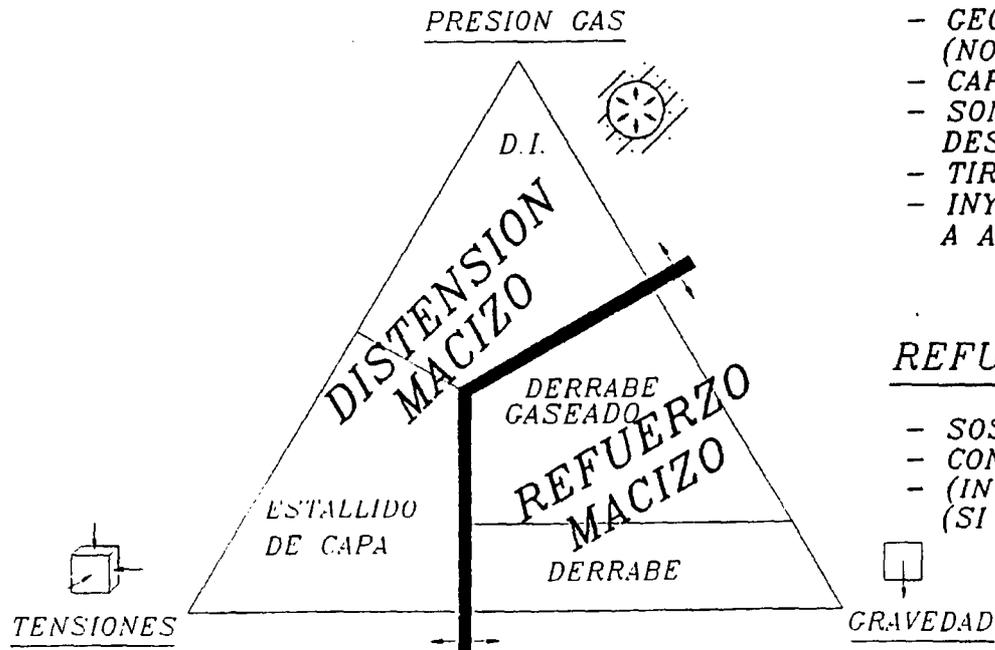


## DISTENSION MACIZO

- GEOMETRÍA EXPLOTACIÓN (NO CONCENTRACIÓN DE TENSIONES)
- CAPA DEFENSA
- SONDEOS DE DISTENSION Y DEGASIFICACIÓN
- TIRO DE CONMOCIÓN
- INYECCIÓN DE AGUA A ALTA PRESIÓN (>100 BAR)

## REFUERZO MACIZO

- SOSTENIMIENTO CORONAS (FRENADO)
- CONSOLIDACIÓN (BULONES, RESINAS, ETC)
- (INYECCIÓN DE AGUA A BAJA PRESIÓN (SI NO HAY ARCILLAS))





# CONTROL RUTINARIO DEL RIESGO DE FENOMENOS DINAMICOS (1)

## PRESION GAS

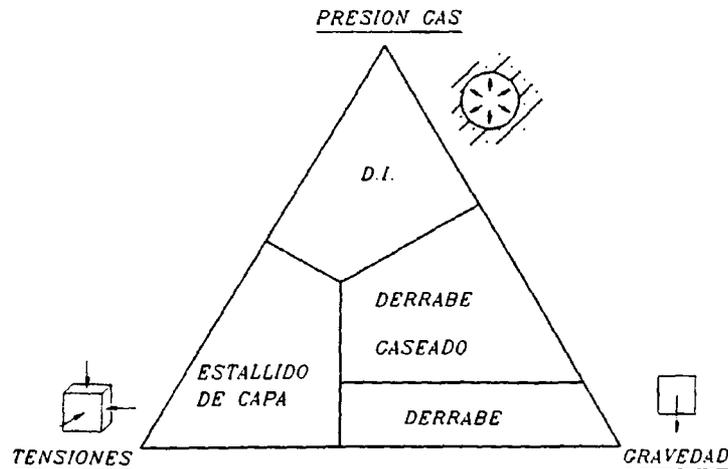
- V1 (APTOMETRIA)
- $\Delta P, \Delta I$
- $Kt$
- C1BAR

## TENSIONES

- VOLUMEN DE FINOS DE PERFORACION DE BARRENOS (EN CARBON)
- SISMOACUSTICA Y MICROSISMICA
- ROTURA EN DISCOS DE TESTIGOS (EN ROCA)

## GRAVEDAD

- CONTROL DEL SOSTENIMIENTO (EFECTIVIDAD, ROTURAS, ETC...)
- CONTROL DE LA EXPANSION
- CONTROL DE LA CONVERGENCIA



(1) A REALIZAR SISTEMATICAMENTE POR EL EXPLOTADOR DE LA MINA

# CARACTERIZACION DE LOS FENOMENOS DINAMICOS



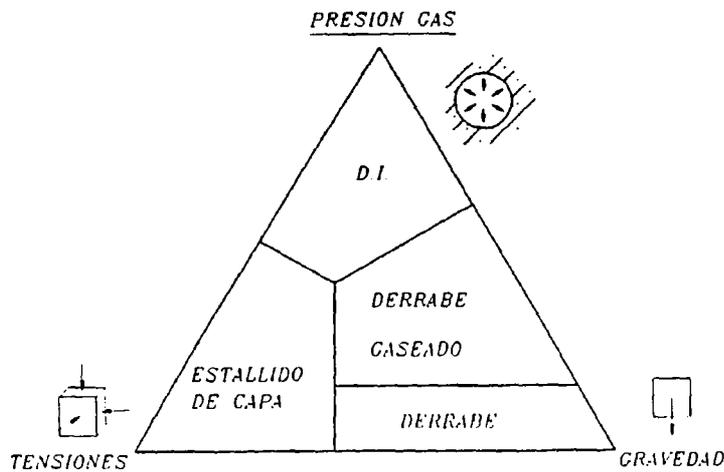
## PARAMETROS A CONTROLAR PARA LA DETERMINACION DE LA INFLUENCIA RELATIVA DE LOS FACTORES ENERGETICOS Y EL DIAGNOSTICO DEL FENOMENO DINAMICO (2)

### PRESION GAS

- CONCENTRACION DESORBIBLE DE GAS EN CAPA
- GRADIENTE DE LA CONCENTRACION DE GAS
- PRESION DEL GAS (CUANDO ES POSIBLE)
- CAUDAL DE GAS EN BARRENO
- VELOCIDAD DE DESORCION:  $v_1, k_1$
- MICROFISURACION:  $\Delta P, \Delta l$
- CAPACIDAD DE ADSORCION (ISOTERMA DE ADSORCION, C1BAR)
- (PERMEABILIDAD, POROSIDAD)

### TENSIONES - GRAVEDAD

- TENSIONES NATURALES:  $\sigma_v, \sigma_h$  (EN ZONA NO INFLUENCIADA)
- TENSIONES - DESPLAZAMIENTOS EN LA PROXIMIDAD DE LOS FRENTE
  - CAPSULAS PRESIOMETRICAS
  - PRESIOMETRIA (MODULOS ELASTICIDAD)
  - EXPANSION DEL MACIZO
  - CONVERGENCIAS
- DUREZA DEL CARBON Y RESISTENCIA A COMPRESION



(2) ESTUDIO A REALIZAR POR UN ORGANISMO DE INVESTIGACION