



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

INFORME SOBRE LAS MEDIDAS DE VIBRACIONES  
Y ONDA AEREA OBTENIDAS EN SANTA MARINA  
DE PIEDRAMUELLE (ASTURIAS), EL DIA 22 DE  
ABRIL DE 1.992.

EXPEDIENTE Nº

--	--	--	--

ORGANICA Nº                      PROGRAMA Nº                      CONCEPTO Nº

--	--	--





## I N D I C E

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- EQUIPO EMPLEADO
- 3.- TRABAJOS REALIZADOS
  - 3.1. Perforación
  - 3.2. Voladuras
  - 3.3. Metodología
- 4.- RESULTADOS
  - 4.1. Onda aérea
  - 4.2. Niveles de vibración
- 5.- CONCLUSIONES
- 6.- ANEJOS
- 7.- PLANOS



Fecha 29.05.92

Referencia  
MAF/gta

## INFORME

### INFORME SOBRE LAS MEDIDAS DE VIBRACIONES Y ONDA AEREA OBTENIDAS EN SANTA MARINA DE PIEDRAMUELLE (OVIEDO) EL DIA 22 DE ABRIL DE 1.992.

#### 1.- INTRODUCCION

A petición, por escrito de fecha 10 de Marzo de 1.992, del Ilmo. Sr. Director Regional de Minería y Energía del Principado de Asturias, en el que se solicitaba asistencia técnica al Director General del ITGE, para poder evaluar los efectos de vibraciones y onda aérea, producidos por las voladuras que lleva a cabo la empresa CANTERAS MECANICAS CARCABA, S.A., sobre viviendas próximas.

De acuerdo con el representante de la Dirección Regional se acordó realizar dos voladuras en dos bancos distintos para evaluar los efectos de las mismas sobre varias viviendas. Durante el día 22.04.92 se prepararon las estaciones de medida:

La 1ª estación se situó dentro del municipio de San Juan de Priorio, a una distancia de 388,55 m de la primera voladura.

La 2ª estación se situó en un afloramiento próximo a la vivienda propiedad de D. Fernando Negro, debido a que por ausencia de éste de su domicilio, no se pudo situar dentro del mismo (ver foto nº 2).

Al mismo tiempo se procedió a la comprobación de la perforación.



Las dos voladuras se efectuaron el mismo día 22 de Abril, registrándose los datos para su posterior análisis y midiéndose las distancias de las estaciones al centro de gravedad de las mismas.

## 2.- EQUIPO EMPLEADO

- 3 acelerómetros marca Brüel & Kjaer, modelo 8306, de rango  $\pm 1g$ , sensibilidad 9,2 v/g y rango de frecuencia de 0,3 Hz a 1 KHz.
- 1 sonómetro marca Brüel & Kjaer, tipo 2209, con sistema de calibración interna y externa, ponderación de medida A, B, C y D, y formas de medida: Pico "fast", "slow" e impulso.
- 1 registrador magnético marca Brüel & Kjaer tipo 7005, velocidad de cinta 1,5 m/s, trabajando en FM con una gama de frecuencia de 0 a 1250 Hz.
- 1 analizador FFT, marca Ono Sokki modelo FFT-400, con sistema de autotarado y salida a Plotter.
- 1 sistema de tarado, consistente en:
  - 1 control de excitación
  - 1 amplificador de medidas
  - 1 amplificador de potencia
  - 1 amplificador acondicionador
  - 1 mesa de tarado
  - 1 plotter.
  - Osciloscopio analógico.

Los cinco primeros elementos son de la marca Brüel & Kjaer y corresponden a los modelos 1047, 2610, 2712, 2626 y 480K. El Plotter es marca Honeywell, modelo 540 y el osciloscopio Textronix, modelo 3 A6.

- Material vario de campo, como sistemas de anclajes metálicos, grupo electrógeno, taladradora, líneas, etc.



### 3.- TRABAJOS REALIZADOS

#### 3.1. Perforación

Para la 1ª voladura se perforaron 18 barrenos con un diámetro de perforación de 105 mm y una longitud de barreno comprendida entre 6 y 27 m debido a que en la parte inferior del banco se perforaron nueve tiros de zapateras de una longitud media de unos 6 m. Se marcó una malla de perforación de una fila con una piedra de 4 m y un espaciamento de 5 m.

En la 2ª voladura se perforaron 21 barrenos con un diámetro también de 105 mm y una longitud de barreno comprendida entre 6 y 25 m, debido a que en el aparte inferior del banco se perforaron diez tiros de zapateras y una de rastrera con una longitud media de 6 m. Se marcó una malla de perforación de una fila, con una piedra de 4 m y un espaciamento de 5 m.

#### 3.2. Voladuras

Los barrenos se cargaron con un total de 1.700 Kg de Goma 2E-C.

La distribución de cargas para cada una de las dos voladuras fue la siguiente:

1ª voladura: 850 Kg de Goma 2E-C

2ª voladura: 850 Kg de Goma 2E-C

En las dos voladuras se utilizó Goma 2E-C tanto para la carga de fondo como para la de columna, con un peso de 2,5 Kg y 65 mm de diámetro por cartucho; con una distribución de carga por barreno de la manera especificada en los partes de voladura correspondientes. Se empleó cordón detonante de 12 g/m, cebado en cabeza y detonadores sensibles de microrretardo con una distribución como la especificada en los partes de voladura.



La carga máxima operante fue la siguiente:

1ª voladura = 95 Kg

2ª voladura = 110 Kg

Las voladuras se dispararon con un intervalo de 30 minutos, ya que hubo que trasladar el equipo de medida, produciéndose unos resultados en cuanto a fragmentación y proyecciones como los especificados en los partes de voladura.

### 3.3. Metodología

Antes de efectuar las medidas, en los laboratorios del ITGE se procedió a la comprobación de los equipos de medida y registros utilizados. Una vez marcadas las estaciones en las cuales se colocarían los captadores, se efectuó un taladro de 12 mm para poder fijar con un taco de expansión un cubo de aluminio, donde se roscarían éstos, de esta forma se aseguraba una perfecta unión entre los captadores y el punto de medida.

El sonómetro se instaló sobre un trípode, próximo a las estaciones de medida, donde según la topografía, el apantallamiento sería mínimo.

## 4.- RESULTADOS

### 4.1. Onda aérea

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Voladura nº 1 .....	124 dB lineal pico
Voladura nº 2 .....	124 dB lineal pico

Basándose en el "Bureau of Mines Report of investigations nº 8485", la recomendación es de no sobrepasar los 133 dB lineal pico a partir de 2 Hz, por



lo cual los resultados se sitúan dentro de los niveles de seguridad respecto a onda aérea.

#### 4.2. Niveles de vibración

Los resultados en cuanto a los niveles de vibración se refiere, vienen reflejados en el anejo correspondiente. Se trata de los valores pico, de velocidad de partícula expresados en mm/sg. La carga, en Kg, es la máxima carga operante. Las letras V, L y T hacen referencia a la posición en que estuvo colocado el captador, bien vertical, longitudinal o transversal en dirección a la pega.

Debido a una avería en el equipo de registro no se pudo registrar la pega nº 1 por lo que no existen resultados en cuanto niveles de vibración.

A la vista de los niveles obtenidos en la 2ª pega y considerando el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en la Especificación Técnica 0380-1-85 "Control de vibraciones producidas por voladuras", se tiene la norma DIN 4150, la más restrictiva en cuanto a niveles de vibración se refiere en frecuencias bajas.

En este caso, no se han alcanzado, en ningún punto de medida, valores que se consideren como límites de prevención.

#### 5.- CONCLUSIONES

Las presentes conclusiones se refieren a las voladuras efectuadas por la empresa CANTERAS MECANICAS CARCABA, S.A., en la explotación "Peñas Arriba-Peñas Abajo", el día 22 de Abril de 1.992.

En el apartado 4.1 (Onda aérea) se dan los valores obtenidos y se justifica debidamente que están dentro



de los niveles de seguridad, tanto a personas como a estructuras.

En el apartado 4.2 (Niveles de vibración), según la norma DIN 4150, en ninguno de los registros obtenidos se han superado niveles de vibración que puedan considerarse como límites de prevención.

Como queda reflejado en el parte de datos de las voladuras, las proyecciones no alcanzaron en ningún caso, distancias superiores a los 50 m.

Madrid, 29 de Mayo de 1.992

LOS INGENIEROS AUTORES DEL INFORME,

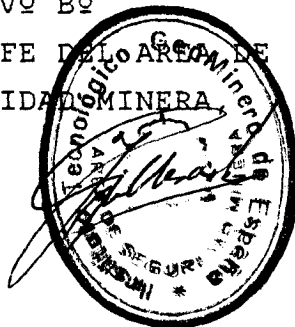
Fdo.: Miguel Abad Fernández

Fdo.: Alfonso Martín Berzal

Fdo.: Juan Manuel Gallego-Preciados Algora

Vº Bº

EL JEFE DEL AREA DE  
SEGURIDAD MINERA



Fdo.: Jesús Gómez de las Heras.





A N E J O 1

D A T O S D E L A S V O L A D U R A S



DATOS DE VOLADURA							
NUMERO UNO		FECHA 22.04.92		LOCALIZACION SANTA MARINA DE PIEDRAMUELLE			
TIPO DE VOLADURA	PRODUCCION	BANCO	SI	Nº DETONADORES	Nº BARRENOS	CARGA MAXIMA POR BARRENO	CARGA TOTAL POR Nº DE RETARDO
TIEMPO TOTAL		TIPO DE ROCA	CALIZAS	0	1	75	75
EQUIPO EMPLEADO	BRÜEL	NOTAS		1			
<u>GEOMETRIA DE LA VOLADURA</u>				2	1	75	75
Nº DE BARRENOS	18	DIAMETRO(MM)	105	3	1	20	20
ALTURA DE BANCO (M)	28	LONGITUD DE BARRENO (M)	27	4	1	75	75
INCLINACION (º)	20	SOBREPERFORACION (M)	1	5	1	20	20
PIEDRA (M)	4	ESPACIAMIENTO (M)	5	6	1	75	75
RETACADO (M)	4,5	TIPO RETACADO	DETRITUS	7	1	20	20
Nº DE FILAS	1	Nº DE FRENTES LIBRES	1	8			
ERROR DE EMBOQUILLE (CM)				9	1	20	20
<u>EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS</u>				10	1	75	75
TIPO EXPLOSIVO DE FONDO	GOMA 2E-C	CANT. TOTAL (KG)	425	11	1	20	20
ENCARTUCHADO S/N	S	DIAM. CARTUCHOS (MM)	65	12	1	75	75
TIPO EXPLOSIVO DE COLUMNA	GOMA 2E-C	CANT. TOTAL (KG)	425	13	1	20	20
ENCARTUCHADO S/N	S	DIAM. CARTUCHOS (MM)	65	14	1	75	75
FABRICANTE DE LOS EXPLOSIVOS	U.E.E.			15	1	20	20
TIPO DE CEBADO	CABEZA	SIST. INICIACION	ELECTRICO	16	1	75	75
TIPO DE CIRCUITO, SERIE	SIPARALELO	--	MDXO	--			
SECUENCIA DE INCENDIO	MICRORRETARDOS	30	msg	17	1	20	20
TIPO DETONADORES	SENSIBLES	FABRICANTE	U.E.E.	18	2	75	95
TIPO DE CORDON DET.	12	g/m		CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (KG) 850			
FABRICANTE	U.E.E.			VOLUMEN TOTAL DE ROCA VOLADA (M <sup>3</sup> B) _____			
<u>CONDICIONES ATMOSFERICAS</u>				TONELAJE TOTAL DE ROCA VOLADA (T) _____			
CIELO	DESPEJADO	<u>NUBOSO</u>	LLUVIA	CONSUMO ESPECIFICO MEDIO (KG/T O M <sup>3</sup> ) _____			
TEMPERATURA	CALOR	<u>TEMPLADO</u>	FRIO				
VIENTOS	N S	NE SO	E O				
<u>EVALUACION DE RESULTADOS</u>				<u>ESQUEMA EN PLANTA DE LA VOLADURA</u>			
FRAGMENTACION	EXC	M.BUENA	<u>BUENA</u>	REG.	MAJA		
PROYECCIONES	<50 M.	100 M.	150 M.	200 M.	+200 M.		
SOBREEXCAVACION	1 M.	2 M.	3 M.	4 M.	+4 M.		
<u>OBSERVACIONES</u>				VER ANEXO 1			
				DATOS DE LA VOLADURA			
NOMBRE DEL DIRECTOR FACULTATIVO JUAN SUAREZ RUBIERA							

↑ N

# Alzado

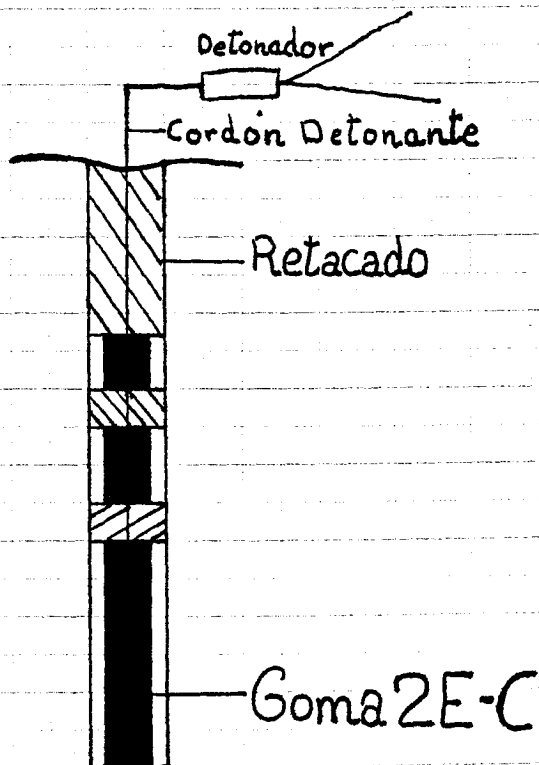
3 5 7 9 11 13 15 17 18

Zapateras

# Planta

0 2 4 6 10 12 14 16 18

Voladura n° 1

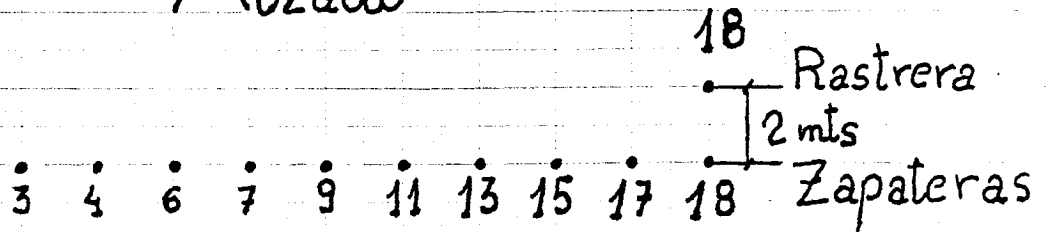




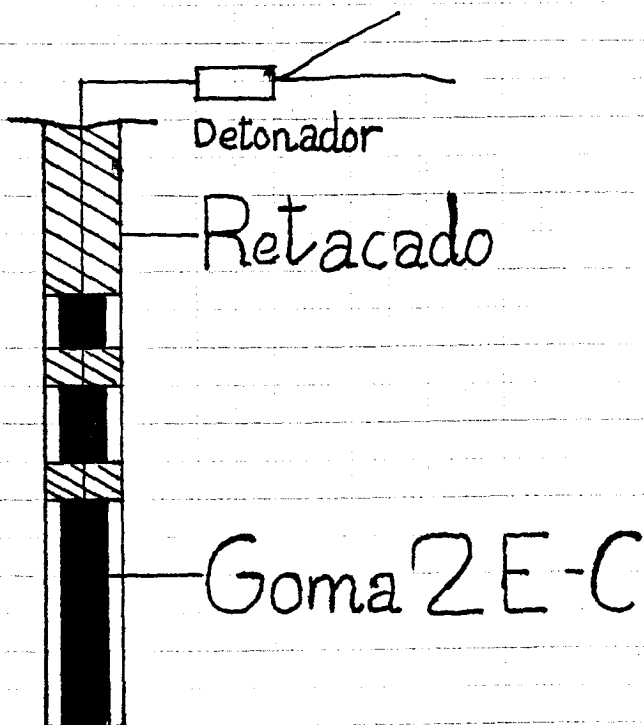
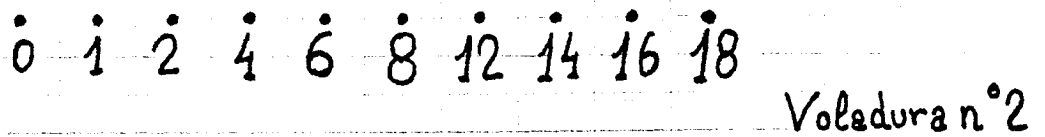
DATOS DE VOLADURA							
NUMERO	DOS	FECHA	22.04.92	LOCALIZACION	SANTA MARINA DE PIEDRAMUELLE		
TIPO DE VOLADURA	PRODUCCION	BANCO	SI	Nº DETONADORES	Nº BARRENOS	CARGA MAXIMA POR BARRENO	CARGA TOTAL POR Nº DE RETARDO
TIEMPO TOTAL		TIPO DE ROCA	CALIZAS	0	1	70	70
EQUIPO EMPLEADO	BRÜEL	NOTAS		1	1	70	70
<b>GEOMETRIA DE LA VOLADURA</b>				2	1	70	70
Nº DE BARRENOS	21	DIAMETRO (MM)	105	3			
ALTURA DE BANCO (M)	24	LONGITUD DE BARRENO (M)	25	4	2	70	90
INCLINACION (º)	20	SOBREPERFORACION (M)	1	5			
PIEDRA (M)	4	ESPACIAMIENTO (M)	5	6	2	70	90
RETACADO (M)	4,5	TIPO RETACADO	DETRITUS	7	1	20	20
Nº DE FILAS	1	Nº DE FREYES LIBRES	1	8	1	70	70
ERROR DE EMBOQUILLE (CM)				9	1	20	20
				10			
<b>EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS</b>				11	1	20	20
TIPO EXPLOSIVO DE FONDO	GOMA 2E-C	CANT. TOTAL (KG)	425	12	1	70	70
ENCARTUCHADO S/N	S	DIAM. CARTUCHOS (MM)	65	13	1	20	20
TIPO EXPLOSIVO DE COLUMNA	GOMA 2E-C	CANT. TOTAL (KG)	425	14	1	70	70
ENCARTUCHADO S/N	S	DIAM. CARTUCHOS (MM)	65	15	1	20	20
FABRICANTE DE LOS EXPLOSIVOS	U.E.E.			16	1	70	70
TIPO DE CEBADO	CABEZA	SIST. INICIACION	ELECTRICO	17	1	20	20
TIPO DE CIRCUITO, SERIE	S	PARALELO	MIXTO	18	3	70	110
SECUENCIA DE INCENDIO	MICRORRETARDOS	30	msg	CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (KG) 850			
TIPO DETONADORES	SENSIBLES	FABRICANTE	U.E.E.	VOLUMEN TOTAL DE ROCA VOLADA (M <sup>3</sup> B) _____			
TIPO DE CORDON DET.	12	g/m		TONELAJE TOTAL DE ROCA VOLADA (T) _____			
FABRICANTE	U.E.E.			CONSUMO ESPECIFICO MEDIO (KG/T O M <sup>3</sup> ) _____			
<b>CONDICIONES ATMOSFERICAS</b>							
CIELO	DESPEJADO	<u>NUBOSO</u>	LLUVIA				
TEMPERATURA	CALOR	<u>TEMPLADO</u>	FRIO				
VIENTOS	N	NE	E				
	S	SO	O				
<b>EVALUACION DE RESULTADOS</b>				<b>ESQUEMA EN PLANTA DE LA VOLADURA</b>			
FRAGMENTACION	EXC	M.BUENA	<u>BUENA</u>	REG.	MALA	VER ANEXO 1	
PROYECCIONES	< 50 M.	100 M.	150 M.	200 M.	+200 M.	DATOS DE LAS VOLADURAS	
SOBREEXCAVACION	1 M.	2 M.	3 M.	4 M.	+4 M.		
<b>OBSERVACIONES</b>							
NOMBRE DEL DIRECTOR FACULTATIVO				JUAN SUAREZ RUBIERA			

↑ N

# Alzado



# Planta





A N E J O 2

N I V E L E S D E V I B R A C I O N



VOLADURA CANTERA CARCABA, S.A. SANTA MARINA DE  
PIEDRAMUELLE

Día 22.04.92

NIVELES DE VIBRACION

PEGA Nº 2

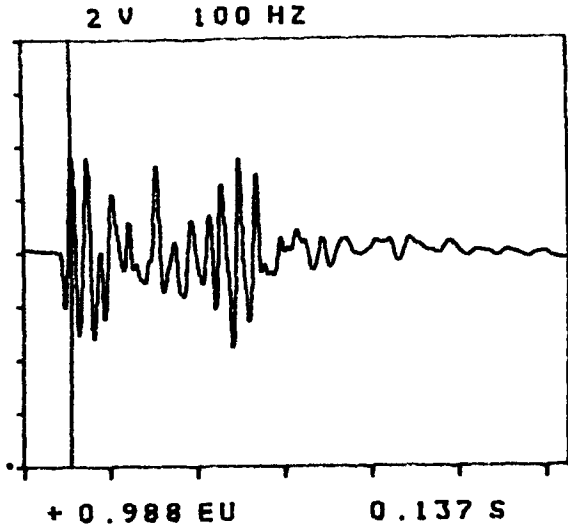
CANALES	ESTACION	CARGA(Kg)	DIST.(m)	VELOC.(mm/sg)	f(Hz)
Y POSICION					
2	EI-V	110	271,71	0,98	25
3	EI-L	110	271,71	1,07	16
4	EI-T	110	271,71	1,28	21,2



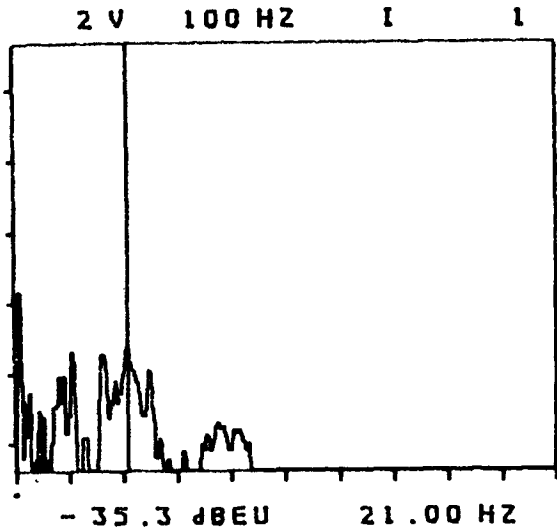
A N E J O   3  
S I S M O G R A M A S



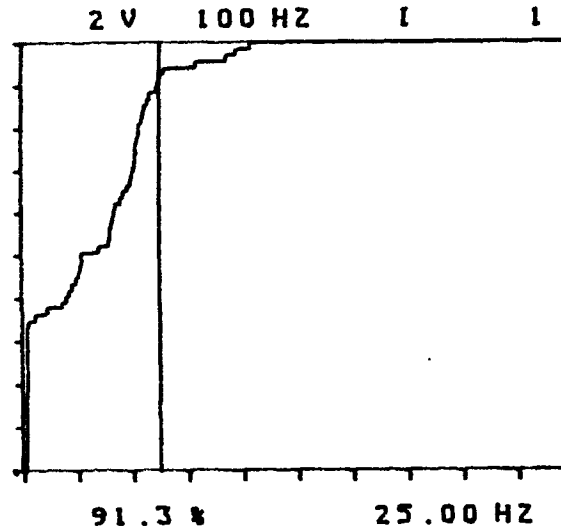
SEÑALV



ESPECTRO DE F



DISTRIBUCION DE ENERGIA



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA

Fecha. .... 22.04.92.....

Localidad. .... SANTA MARINA DE PIEDRAMUELLE.....

Pega. .... 2.....

Emplazamiento. .... EI-V.....

Canal. .... 2.....

Captador. .... ACELERACION.....

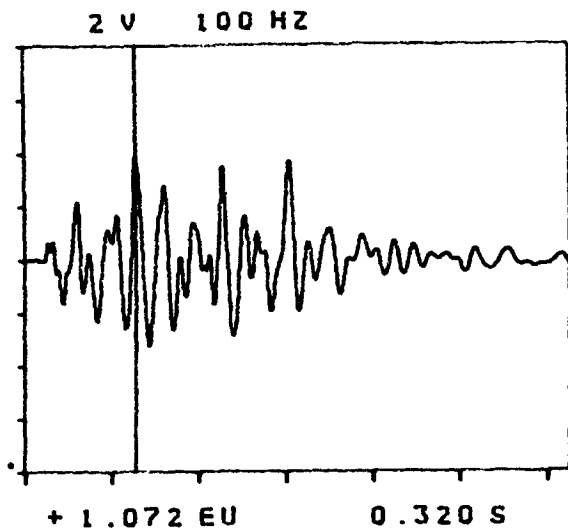
Filtrado. ....

Observaciones. .... f= 25 Hz.....

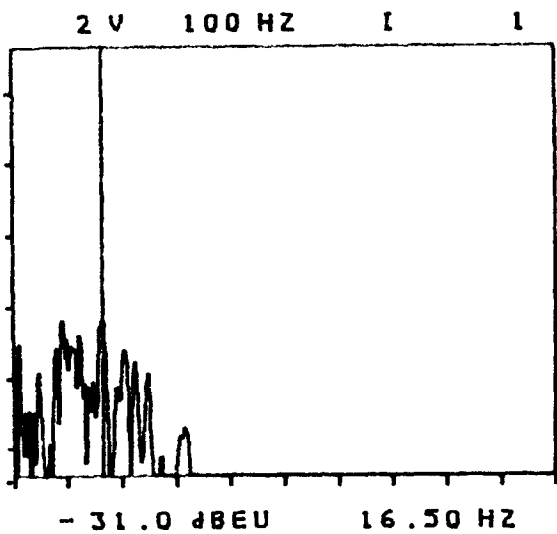
+

+

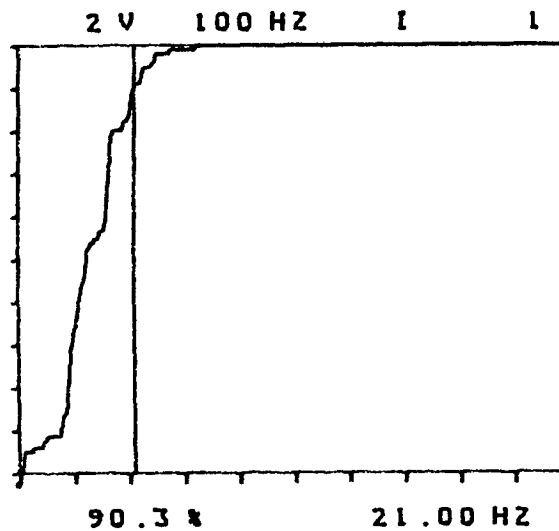
SEÑAL V



ESPECTRO DE F



DISTRIBUCION DE ENERGIA



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA

Fecha ..... 22.04.92 .....

Localidad SANTA MARINA DE PIEDRAMUELLE

Pega. .... 2 .....

Emplazamiento. .... EI-L .....

Canal. .... 3 .....

Captador. .... ACELERACION .....

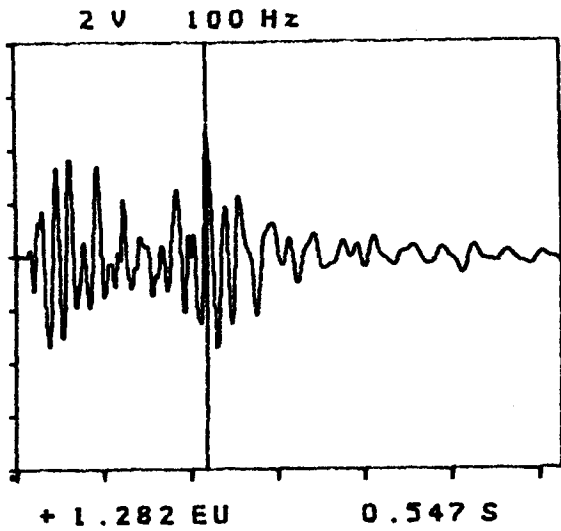
Filtrado. .... .....

Observaciones. .... f= 16 Hz .....

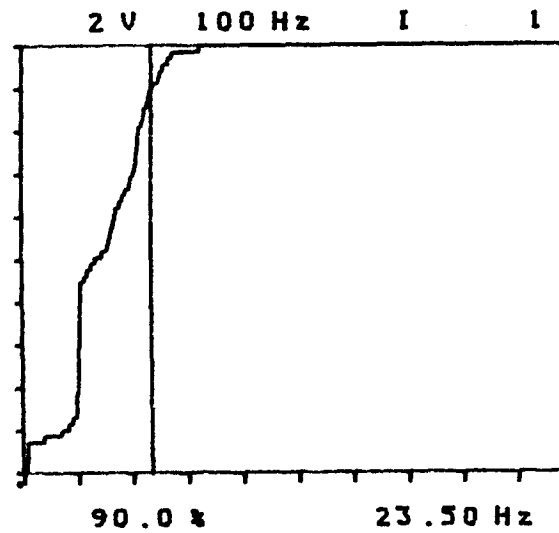
SEÑAL V



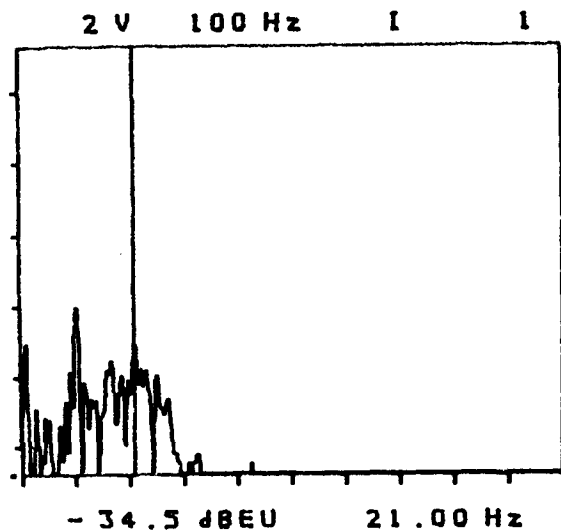
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha ..... 22.04.92 .....

Localidad..... SANTA MARINA DE PIEDRAMUELLE .....

Pega..... 2 .....

Emplazamiento..... EI-T .....

Canal..... 4 .....

Captador..... ACELERACION .....

Filtrado..... .....

Observaciones..... f= 21,2 Hz .....

+



A N E J O    4  
F O T O S





FOTO 1.- CARGA DE LA VOLADURA



FOTO 2.- SITUACION ESTACION NUMERO 2





FOTO 3.- VISTA DEL FRENTE ANTES DE LA VOLADURA Nº 2



FOTO 4.- VISTA DEL FRENTE DESPUES DE LA VOLADURA Nº 2



## 7. PLANOS





- LABORES REALIZADAS 1.991
- LABORES A REALIZAR 1.992

<b>PLAN DE LABORES 1.992</b> <b>CANTERA "PEÑAS ARRIBA-PEÑAS ABAJO"</b>		
JUAN S. RUBIERA	DENOMINACION <b>PLANO DE LABORES</b>	PLANO Nº 3
	LUGAR <b>S. M. DE PIEDRAMUELLE (OVIEDO)</b>	FECHA 5/4/92
D. FACULTATIVO	EXPLOTADOR <b>C. MECANICAS CARCABA S.A.</b>	ESCALA 1/1.000-