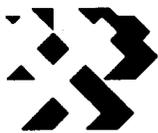


Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

INFORME SOBRE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LA
CANTERA "YESOS EL 50" (MORATA DE TAJUNA
PARA EL CONVENIO ESPECIFICO ENTRE EL INSTI
TUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA Y LA
CONSEJERIA DE ECONOMIA DE LA COMUNIDAD
AUTONOMA DE MADRID PARA LA REALIZACION DEL
"ESTUDIO DE NIVELES DE VIBRACIONES Y ONDA
AEREA PRODUCIDAS POR VOLADURAS" EN EXPLOTA
CIONES A CIELO ABIERTO DE LA COMUNIDAD
DE MADRID





I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- INTRODUCCION	1
2.- METODOLOGIA	2
3.- EQUIPO EMPLEADO Y PERSONAL TECNICO.....	3
4.- TRABAJOS REALIZADOS	4
4.1. Perforación	4
4.2. Voladura	4
5.- RESULTADOS	5
5.1. Onda aérea	5
5.2. Niveles de vibración	5
6.- CONCLUSIONES	6
7.- ANEJOS	



Fecha	30.06.92
Referencia	SM/gta

INFORME

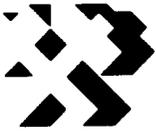
INFORME SOBRE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LA CANTERA "YESOS EL 50" (MORATA DE TAJUÑA) PARA EL CONVENIO ESPECIFICO ENTRE EL INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA Y LA CONSEJERIA DE ECONOMIA DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE MADRID PARA LA REALIZACION DEL "ESTUDIO DE NIVELES DE VIBRACIONES Y ONDA AEREA PRODUCIDAS POR VOLADURAS" EN EXPLOTACIONES A CIELO ABIERTO DE LA COMUNIDAD DE MADRID.

1.- INTRODUCCION

Para la realización de dicho Convenio Específico, las actuaciones concretas previstas fueron:

- a.- Toma previa de datos de la voladura de producción en relación con: tipo de roca, tipo de explosivos y accesorios utilizados, geometría del frente, condiciones atmosféricas, distancias a edificaciones o instalaciones ajenas a la explotación, etc.
- b.- Registro en cinta magnética de vibraciones y onda aérea de la voladura de producción.
- c.- Análisis y tratamiento, en laboratorio, de los registros obtenidos.
- d.- Evaluación y resultados con vistas al posible establecimiento de límites de prevención.

Se comenzó con una recopilación de datos previa, en el Servicio de Minas y Combustibles de dicha Comunidad Autónoma, en relación a todas las explotaciones que utilizan explosivos en su fase de arranque.



Teniendo en cuenta la diversidad de materiales que se explotan en la Comunidad Autónoma de Madrid, el estudio se ha realizado en tres tipos fundamentalmente: caliza, yeso y granito.

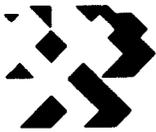
En una primera fase, en los meses de Septiembre y Octubre de 1.991, se realizó una vista previa a todas las explotaciones seleccionadas, con objeto de contactar con los responsables de las mismas y conocer la frecuencia con la que suelen realizarse voladuras en cada una de ellas.

2.- METODOLOGIA

Una vez recibida la comunicación, por parte del explotador, de la fecha y hora de la realización de las voladuras, los pasos a seguir han sido los siguientes:

- 1.- En los laboratorios del ITGE se procedió a la comprobación y tarado de los equipos de medida y registros utilizados.
- 2.- Comprobación "in situ" de la perforación realizada (nº de barrenos, malla de perforación, sistema de iniciación, etc.).
- 3.- Supervisión de la cantidad de explosivo utilizada en la voladura, así como control de la carga del mismo y secuencia de encendido.
- 4.- Localización de los lugares más idóneos para la colocación de las estaciones de medida.
- 5.- Una vez marcadas las estaciones en las cuales se colocarán los captadores, se efectuó un taladro de 12 mm para poder fijar con un taco de expansión un cubo de aluminio, donde se roscarán éstos, de esta forma se asegura una perfecta unión entre los captadores y el punto de medida.

El sonómetro se instaló sobre un trípode, donde según la topografía el apantallamiento sea mínimo.



- 6.- Medición de las distancias, entre el centro de gravedad de las voladuras y las estaciones de medida.
- 7.- Registro, en cinta magnética de las señales producidas, tanto de niveles de vibración como de onda aérea producidas por la voladura.
- 8.- Análisis en el laboratorio del ITGE, de las señales obtenidas en campo.
- 9.- Recopilación de información general (planos, fotografías, etc.).

3.- EQUIPO EMPLEADO Y PERSONAL TECNICO

El equipo empleado fue:

- 3 acelerómetros marca Brüel & Kjaer, modelo 8306, de rango ± 1 g, sensibilidad 9,2 v/g y rango de frecuencia de 0,3 Hz a 1 KHz.
- 3 acelerómetros marca Brüel & Kjaer, modelo 4370, de sensibilidad 10 $\mu\text{c}/\text{ms}^2$ y una gama de frecuencias de 0,1 a 4.800 Hz.
- 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 480 K. 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.

El Personal Técnico estuvo compuesto por D. Miguel Abad Fernández, D. Alfonso Martín Berzal y D. Juan Manuel Gallego-Preciados Algora, pertenecientes al Area de Seguridad Minera.

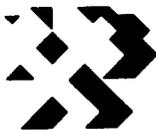
4.- TRABAJOS REALIZADOS

4.1. Perforación

Las voladuras se realizaron con una malla de perforación de 2 m de piedra por 2,5 m de espaciamento y el diámetro de perforación fue de 80 mm. Para la voladura nº 1 se perforaron un total de 29 barrenos, verticales, con una longitud variable según la altura del banco, que fue desde 1,5 m a 17 m. Para la voladura nº 2 se perforaron un total de 22 barrenos, verticales, con una longitud variable según la altura del banco, que fue desde 2,5 m hasta 9 m.

4.2. Voladura

En ambas voladuras se utilizó como sistema de iniciación mecha lenta, con detonadores ordinarios (1 por cada voladura). Como cordón detonante se empleó el de 12 g/m. En la voladura nº 1, la cantidad total de explosivo fue de 1625 Kg, repartidos entre Goma 2E-C, como carga de fondo (75 Kg) y Nagolita, como carga de columna (1.550 Kg).



En la voladura nº 2, la cantidad total de explosivo fue de 800 Kg, repartidos como sigue: 50 Kg de Goma 2E-C, utilizado como carga de fondo y 750 Kg de Nagolita empleada como carga de columna.

Por tanto, la carga máxima operante fue de 1625 Kg en la 1ª voladura, y 800 Kg en la 2ª.

5.- RESULTADOS

5.1. Onda aérea

Debido a la proximidad del sonómetro a los frentes (180 y 290 m respectivamente), la sobrepresión fue muy elevada, por lo cual, éste trabajó fuera de rango, no obteniéndose una señal fiable, debido a la saturación de la misma.

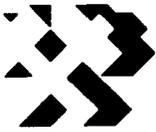
5.2. Niveles de vibración

Los resultados, en cuanto a niveles de vibración se refiere, son los siguientes:

PEGA Nº	ESTACION Y POSICION	VELOCIDAD (mm/sg)	f (Hz)
1	E1-V	7,47	25,6
	E1-L	6,51	15,9
	E1-T	5,46	12,2

PEGA Nº	ESTACION Y POSICION	VELOCIDAD (mm/sg)	f (Hz)
2	E1-V	3,13	18,5
	E1-L	4,04	18,5
	E1-T	4,60	16,9

Se trata de los valores pico, de velocidad de partícula expresados en mm/sg. Las letras V, L y T hacen referencia a la posición en que estuvo colocado el



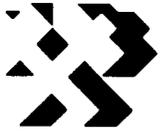
captador, bien vertical, longitudinal o transversal en dirección de la voladura. La estación se situó en un afloramiento de yeso a una distancia de 180 m de la 1ª voladura, y 290 m de la 2ª voladura.

Como era previsible, los niveles obtenidos fueron elevados, debido a la proximidad de la estación de medida a las voladuras, no obstante no existían estructuras próximas a proteger.

6. CONCLUSIONES

Las presentes conclusiones se refieren a las voladuras realizadas por la empresa Yesos el 50, S.A., en la explotación de yesos "Yesos el 50", el día 08.05.92.

- * La onda aérea (sobrepresión), fue muy elevada, debida a la corta distancia del sonómetro a las voladuras.
- * En cuanto a los niveles de vibración obtenidos, teniendo en cuenta que el objetivo de las medidas no era proteger ninguna estructura, éstos han sido altos, debido a las características de las voladuras y a la situación de la estación de medida, como se especifica en el apartado 5.2. ("Niveles de vibración").
- * Las proyecciones alcanzaron distancias aproximadas a los 200 m, debido en gran parte a la falta de retacado final en los barrenos y a la detonación instantánea de las voladuras.



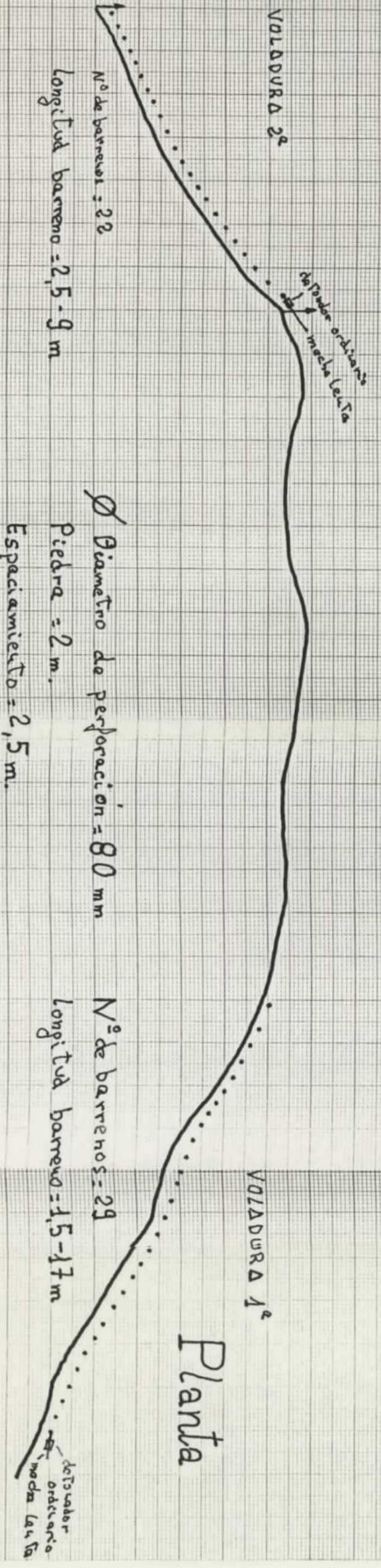
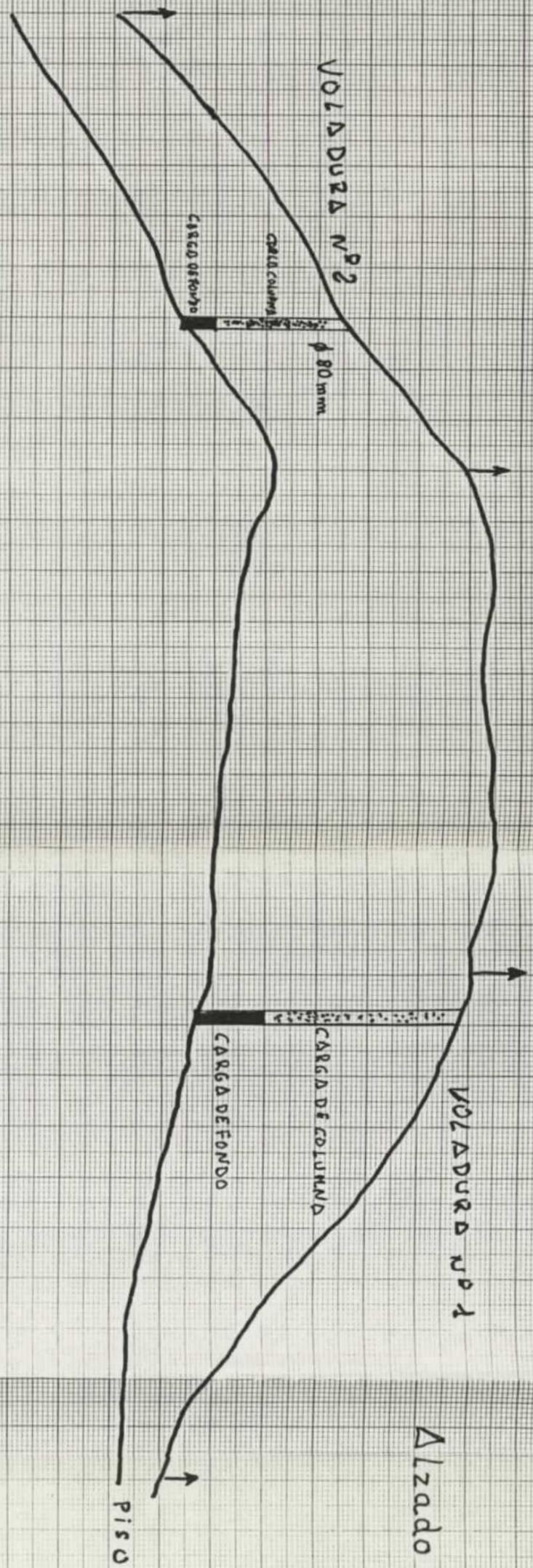
ANEJO 1

PARTES DE VOLADURA



DATOS DE VOLADURA				YESOS EL 50	
NUMERO	1	FECHA	08.05.92	LOCALIZACION MORATA DE TAJUÑA	
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 YESO	0			
EQUIPO EMPLEADO	BRUEL NOTAS	1			
GEOMETRIA DE LA VOLADURA		2			
Nº DE BARRENOS	29 DIAMETRO(MM) 80	3			
ALTURA DE BANCO (M)	VAR LONGITUD DE BARRENO (M) 1,5-17	4			
INCLINACION (º)	VERTICAL SOBPERFORACION (M)	5			
PIEDRA (M)	2 ESPACIAMIENTO (M) 2,5	6			
RETACADO (M)	1 TIPO RETACADO 1	7			
Nº DE FILAS	1 Nº DE FREYES LIBRES 1	8			
ERROR DE EMBOCUILLE (CM)		9			
		10			
		11			
EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS		12			
TIPO EXPLOSIVO DE FONDO	GOMA 2E - CANT. TOTAL (KG) 75	13			
ENCARTUCHADO S/N	S DIAM. CARTUCHOS (MM) 65	14			
TIPO EXPLOSIVO DE COLUMNA	NAGOLITA CANT. TOTAL (KG) 1550	15			
ENCARTUCHADO S/N	N DIAM. CARTUCHOS (MM) --	16			
FABRICANTE DE LOS EXPLOSIVOS	U.E.E.	17			
TIPO DE CEBADO	CABEZA SIST. INICIACION M.LENTA	18			
TIPO DE CIRCUITO, SERIE	-- PARALELO -- MIXTO --				
SECUENCIA DE INCENDIO					
TIPO DETONADORES	ORDINARIOS FABRICANTE U.E.E				
TIPO DE CORDON DET.	12 g/m				
FABRICANTE	U.E.E.				
CONDICIONES ATMOSFERICAS		CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (KG) 1.625			
CIELO	DESPEJADO NUBOSO LLUVIA	VOLUMEN TOTAL DE ROCA VOLADA (M ³ B) _____			
TEMPERATURA	CALOR TEMPLADO FRIO	TONELAJE TOTAL DE ROCA VOLADA (T) _____			
VIENTOS	N NE E SE NO S SO O	CONSUMO ESPECIFICO MEDIO (KG/T O M ³) _____			
EVALUACION DE RESULTADOS		ESQUEMA EN PLANTA DE LA VOLADURA			
FRAGMENTACION	EXC M.BUENA BUENA REG. MALA				
PROYECCIONES	50 M. 100 M. 150 M. 200 M. +200 M.				
SOBREEXCAVACION	1 M. 2 M. 3 M. 4 M. +4 M.				
OBSERVACIONES					
DISTANCIA ENTRE LA ESTACION Y LA VOLADURA					
180 m.					
NOMBRE DEL DIRECTOR FACULTATIVO LAZARO SANCHEZ					

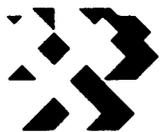
EQUIPOS





ANEJO 2

NIVELES DE VIBRACION



VOLADURA CANTERA "YESOS EL 50"

Día 08.05.92

NIVELES DE VIBRACION

<u>PEGA N°</u>	<u>CANALES</u>	<u>ESTACION</u>	<u>CARGA (Kg)</u>	<u>DISTANCIA (m)</u>	<u>VELOCIDAD (mm/s)</u>	<u>f (Hz)</u>
		<u>Y POSICION</u>				
1	2	EI-V	1625	180	7,47	25,6
	3	EI-L	1625	180	6,51	15,9
	4	EI-T	1625	180	5,46	12,2
2	2	EI-V	800	290	3,13	18,5
	3	EI-L	800	290	4,04	18,5
	4	EI-T	800	290	4,60	16,9



A N E J O 3

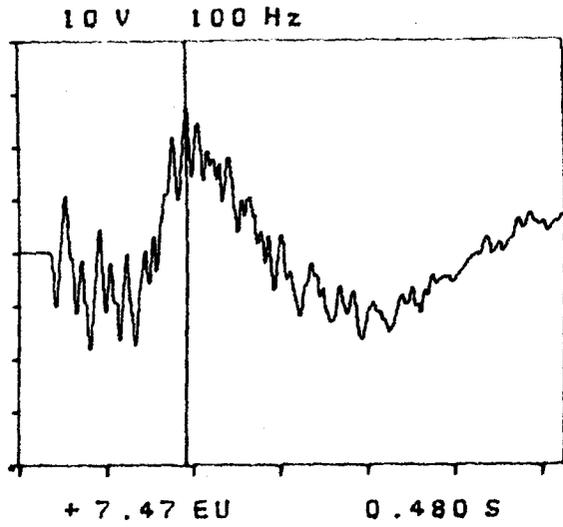
S I S M O G R A M A S

SEÑALV

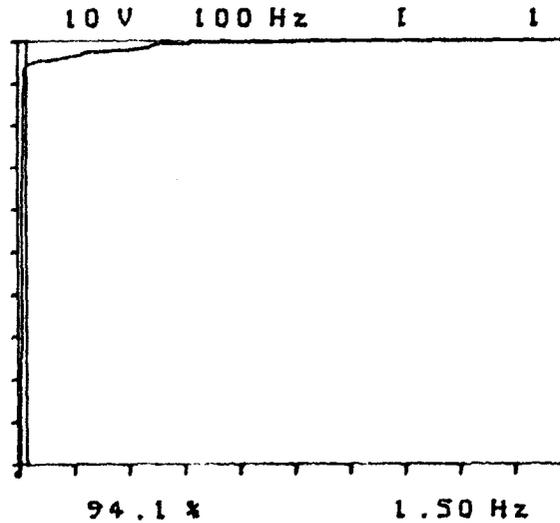
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



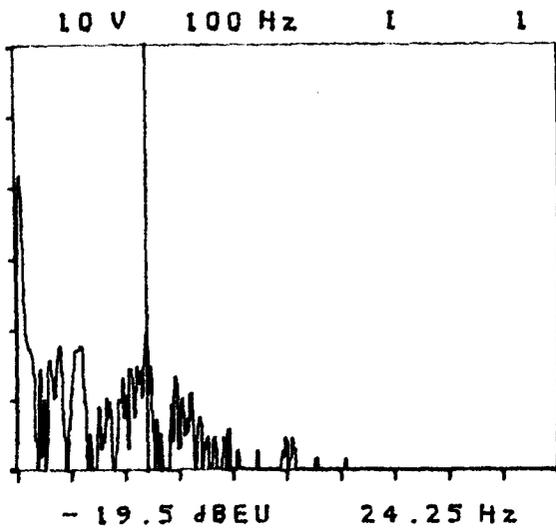
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. 08,05,92

Localidad. ... MORATA DE TAJUÑA

Pega. 1

Emplazamiento. EI-V

Canal. 2

Captador. ACELERACION

Filtrado.

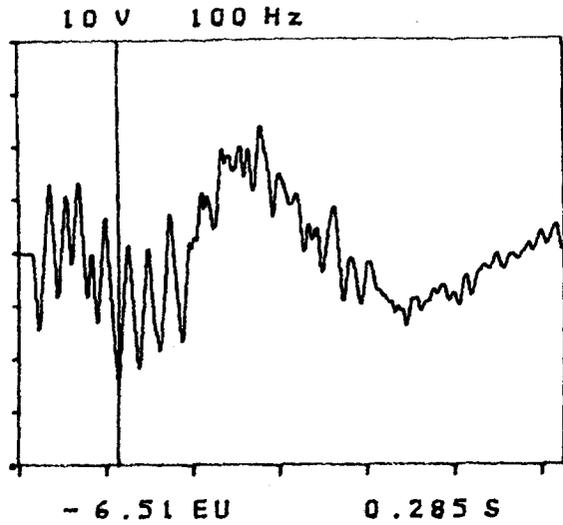
Observaciones. f= 25,64 Hz

SEÑAL V

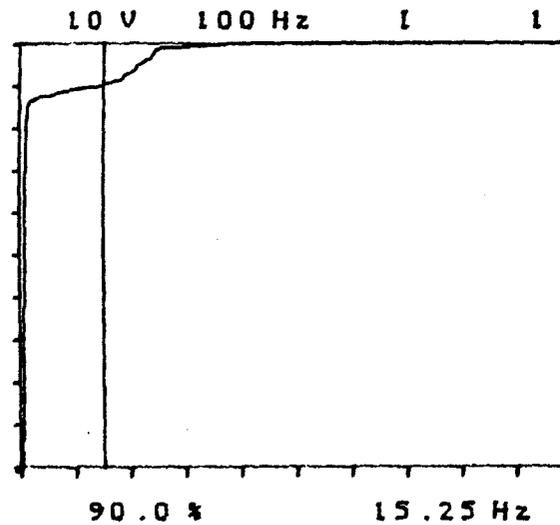
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



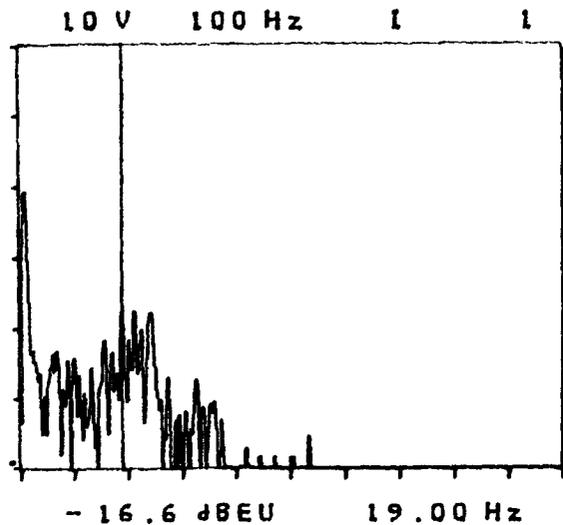
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. 08,05,92

Localidad. MORATA DE TAJUNA

Pega. 1

Emplazamiento. EI-L

Canal. 3

Captador. ACELERACION

Filtrado.

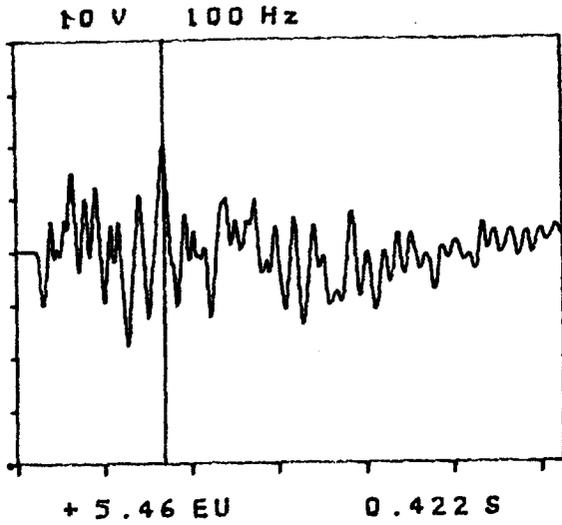
Observaciones. f= 15,87 Hz

+

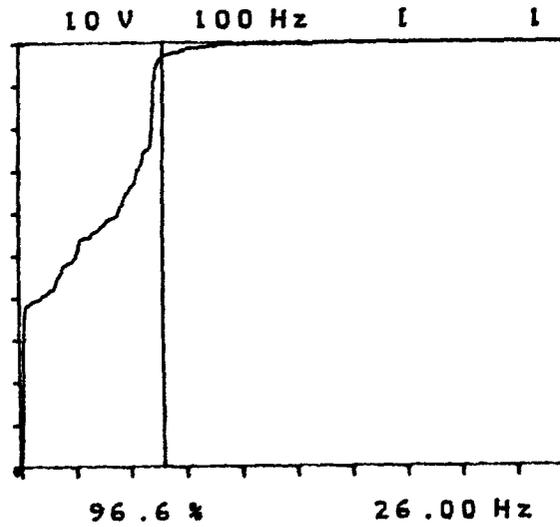
+

SEÑAL V

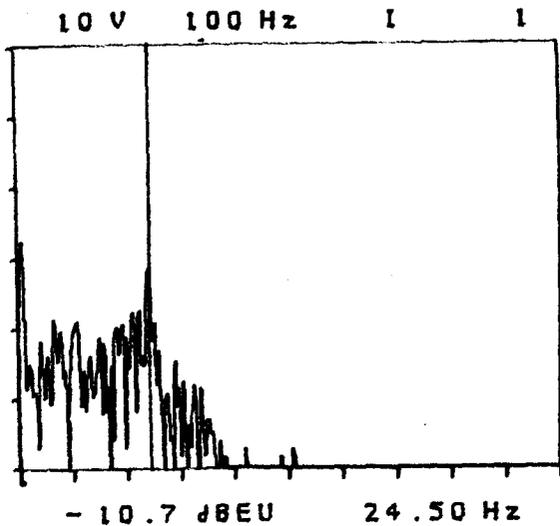
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. 08.05.92

Localidad. MORATA DE TAJUÑA

Pega. 1

Emplazamiento. EI-T

Canal. 4

Captador. ACELERACION

Filtrado.

Observaciones. f= 12,19 Hz

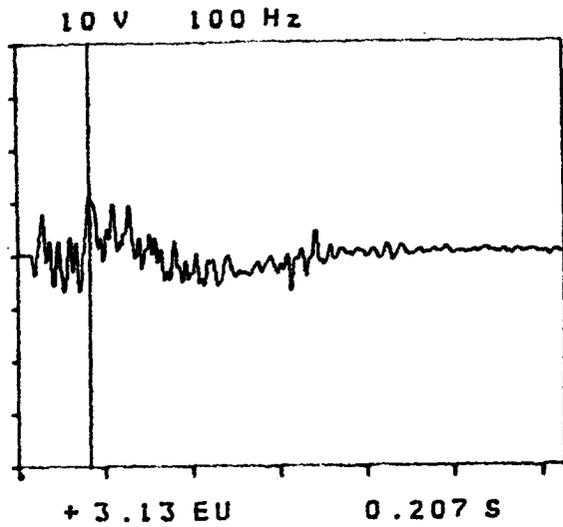
+

+

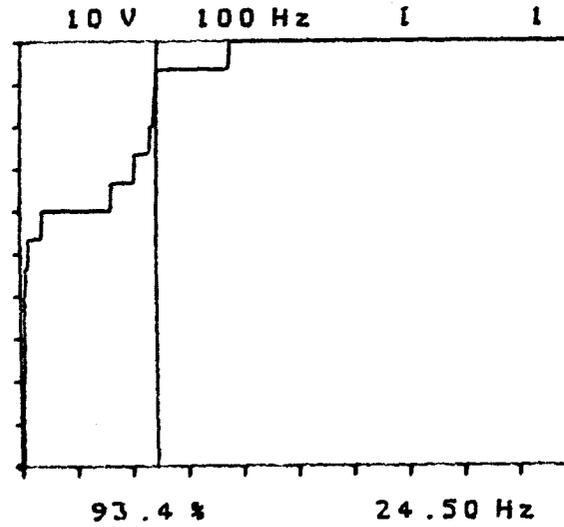
SEÑAL V



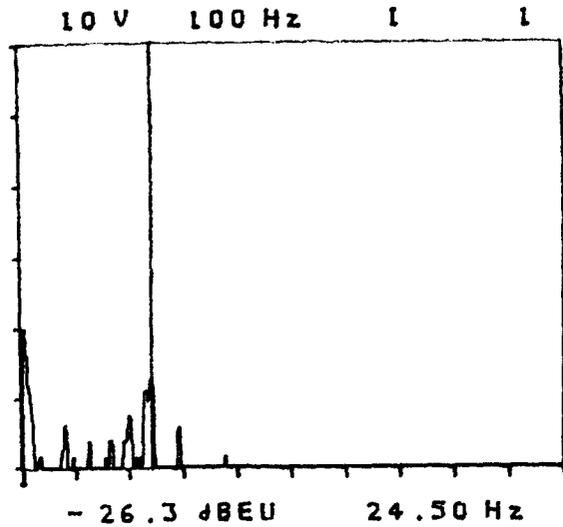
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha 08.05.92

Localidad MORATA DE TAJUÑA

Pega. 2

Emplazamiento EI-V

Canal. 2

Captador ACELERACION

Filtrado.

Observaciones. f= 18,51 Hz

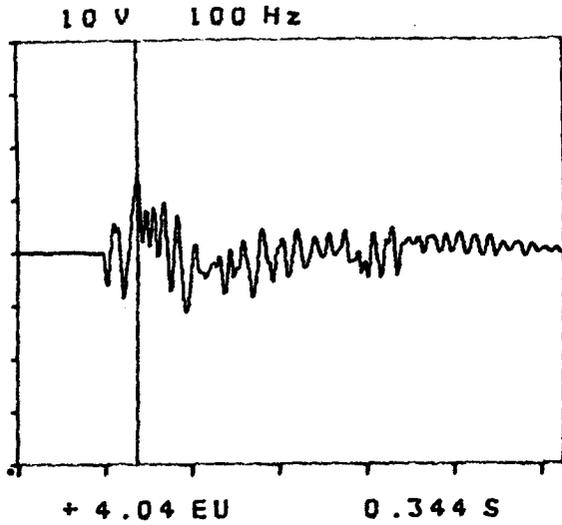
+

+

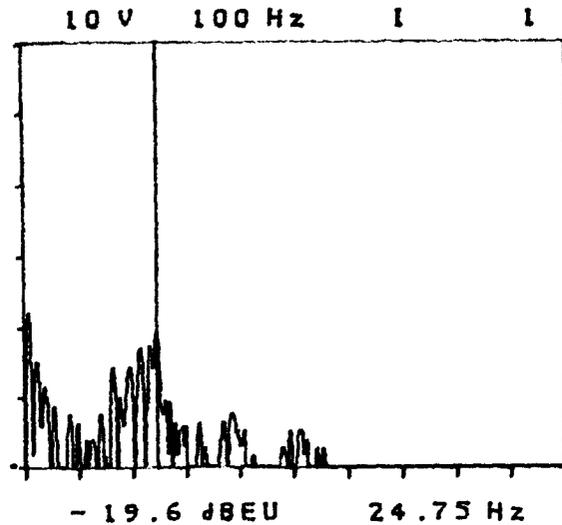
SEÑAL V



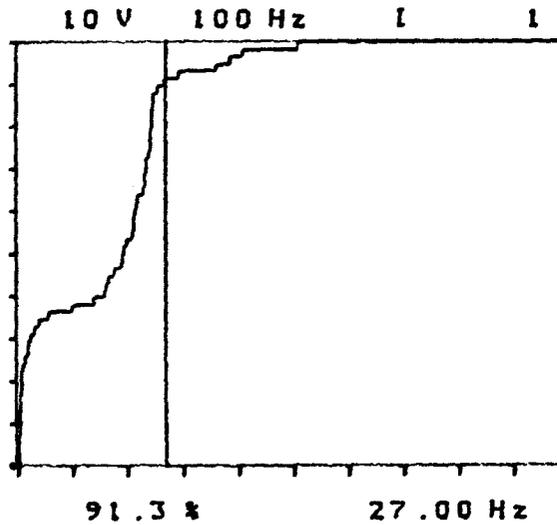
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



ESPECTRO DE F



DISTRIBUCION DE ENERGIA



Fecha . . . 08.05.92

Localidad . . . MORATA DE TAJUNA

Pega . . . 2

Emplazamiento . . . EI-L

Canal . . . 3

Captador . . . ACELERACION

Filtrado . . .

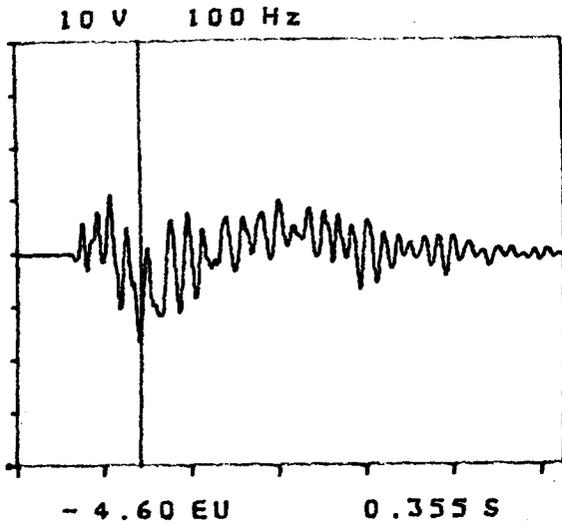
Observaciones . . . 18,51 Hz

SEÑAL V

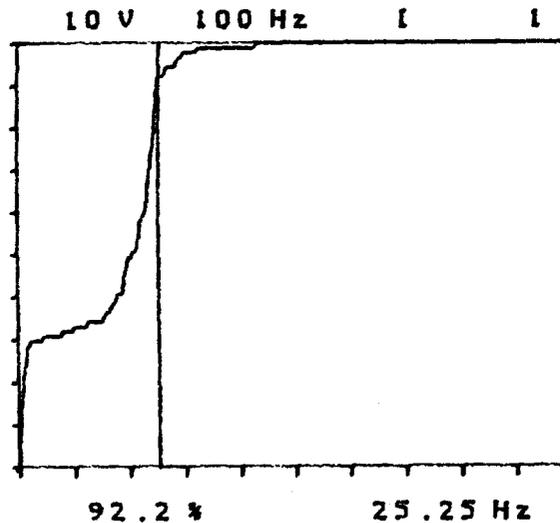
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



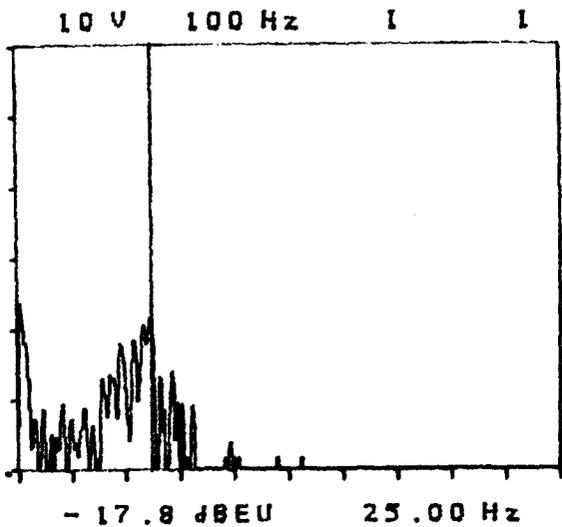
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F

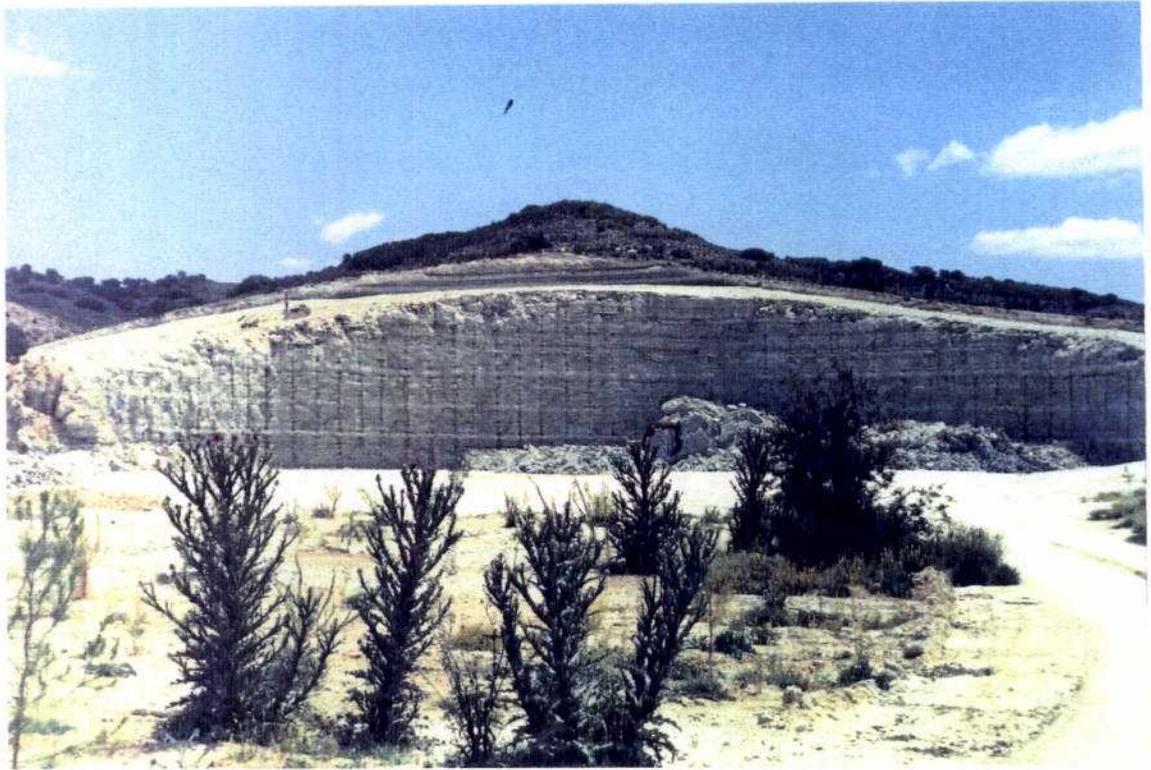


Fecha. 08.05.92
Localidad. MORATA DE TAJUÑA
Pega. 2
Emplazamiento. EI-T
Canal. 4
Captador. ACELERACION
Filtrado.
Observaciones. f= 16,95 Hz

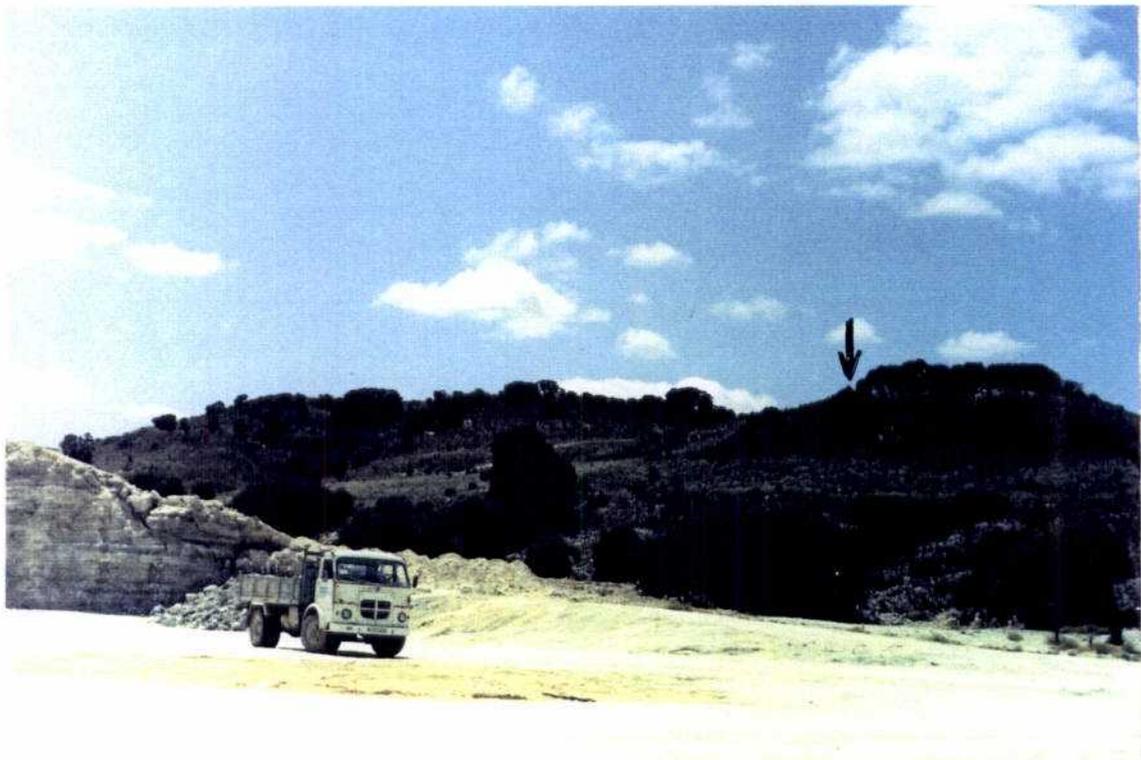


A N E J O 4

F O T O S



VISTA DEL FRENTE DONDE SE REALIZARON LAS VOLADURAS



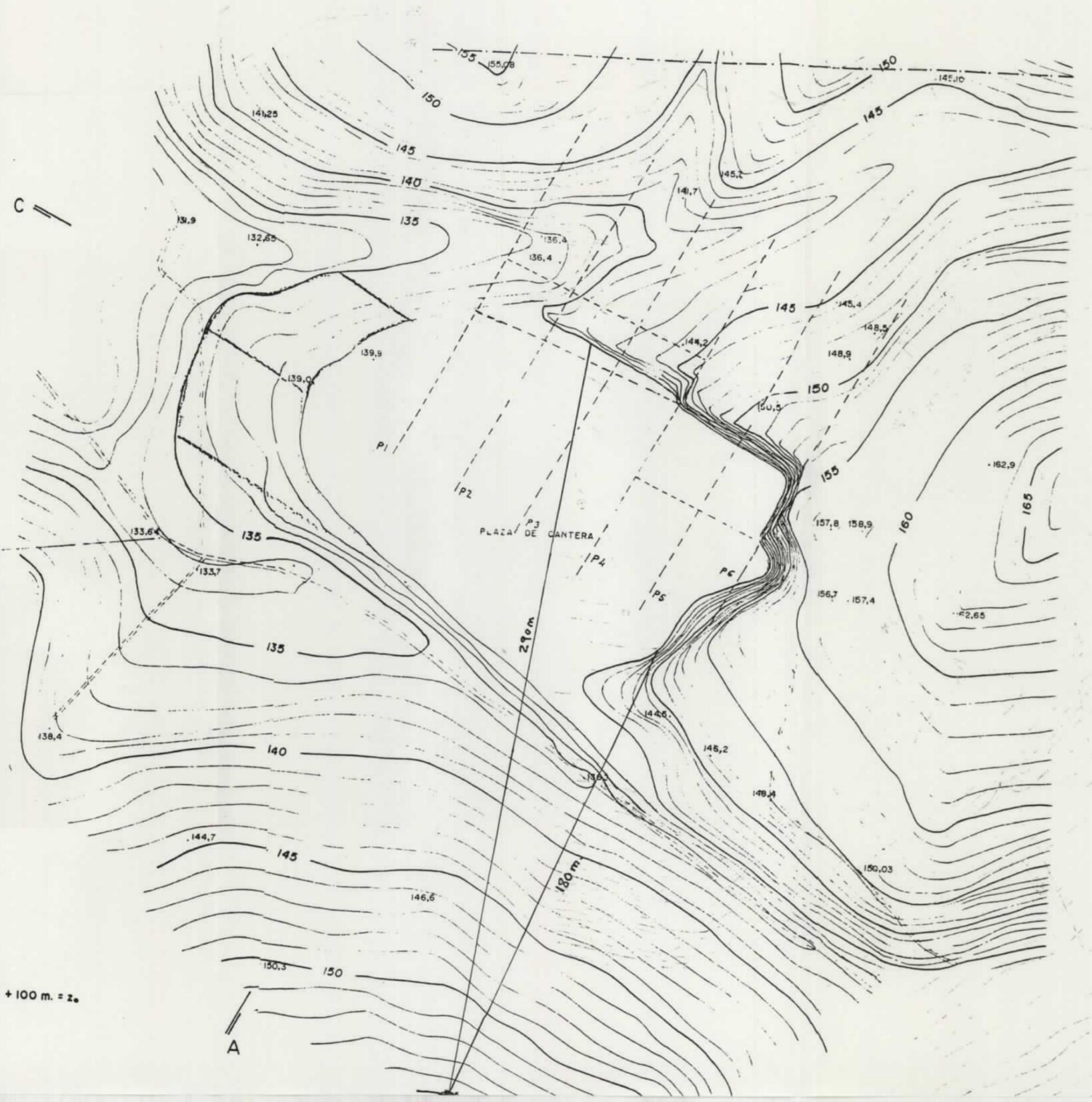
SITUACION DE LA ESTACION DE MEDIDA



A N E J O 5

P L A N O S

150 m
 162.0 N 93.4003 E 155 m



Restauración año anterior
 id. actual ———

Limite demasia - - - - -

EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL: 1,00 m

COTAS RELATIVAS CON PUNTO ORIGEN DE COTAS ESTACA FABRICA + 100 m. = z_o

COTAS ABSOLUTAS z + 513,00 m. = Z

A