



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

**INFORME SOBRE LAS MEDIDAS DE VIBRACIONES  
Y ONDA AEREA OBTENIDAS EN CANTERA  
"EL CAMPILLO", GIBRALEON (HUELVA), EL DIA  
10.12.92**





## 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



Fecha 17.12.92

Referencia  
MAF/gta

## INFORME

**INFORME SOBRE LAS MEDIDAS DE VIBRACIONES Y ONDA AEREA  
OBTENIDAS EN CANTERA "EL CAMPILLO", GIBRALEON (HUELVA),  
EL DIA 10.12.92**

### 1.- INTRODUCCION

A petición del escrito de fecha 12.11.92 del Presidente de la Empresa de Transformaciones Agrarias, S.A. al Director General de este Instituto, en el que se solicitaba un informe para poder evaluar los efectos de las vibraciones y onda aérea producidas por el uso industrial de explosivos en la cantera "El Campillo", situada en el término municipal de Gibraleón (Huelva); se tuvo una reunión previa el día 24 de Noviembre con los técnicos representantes de la citada Empresa para solicitar información sobre la explotación de la citada cantera, fijándose la fecha del 10 de Diciembre de 1992 para la realización de una voladura de producción de la que se tomarían los datos necesarios para la realización de este informe.

Por tal motivo se desplazaron a dicha explotación el Jefe del Area de Seguridad Minera, Sr. Gómez de las Heras Gandullo, acompañado del Técnico de dicha unidad, Sr. Abad Fernández. La estación de medida se situó a 472 m del centro de gravedad de la voladura en dirección a las edificaciones marcadas en el plano nº 1, dentro de la concesión de la explotación y el arroyo linde de ésta con la propiedad (según información facilitada a los citados técnicos) de D. Juan Ruiz Moreno (Fotos 1 y 2).



Posteriormente se comprobaron los trabajos de perforación, se instaló la instrumentación, y se registraron finalmente los datos para su posterior análisis en laboratorio (Fotos).

## 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**

Las dimensiones de la malla de perforación eran: 3 m de piedra por 3 m de espaciamiento. El diámetro de perforación utilizado fue de 89 mm.

Se dispararon un total de 24 barrenos de 13 m de longitud con una altura de banco de 12 m y características especificadas en el parte de voladura, que figura en los anejos de este informe.

#### **3.2. Voladura**

La cantidad de explosivo suministrada fue de 125 kg de Goma 2E-C, encartuchado en un diámetro de 65 mm, así como 1275 kg de Nagolita a granel, de estas cantidades se utilizaron para la realización de la voladura 120 kg de Goma 2E-C y 1250 kg de Nagolita.

El cordón detonante empleado fue de 12 g/m, cebado en cabeza, detonadores de microrretardo del tipo AI, utilizándose los números 0, 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 9 de la serie comprendida del 0 al 18.

La carga operante máxima fue de 173 kg. La voladura produjo una fragmentación buena y las proyecciones alcanzaron una distancia inferior a 50 m.

#### **3.3. Metodología**

Antes de efectuar las medidas en campo, en los laboratorios del ITGE se procedió a la comprobación y tarado de los equipos de medidas que se han utilizado.



Una vez marcada la estación en la cual se colocarían los captadores, se efectuó, en el terreno, un taladro de 12 mm para poder fijar con un taco de expansión metálico 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, para la medida de onda aérea, se instaló sobre un trípode próximo a la estación de medida donde, según la topografía, el apantallamiento sería mínimo.

La voladura se disparó alrededor de las 14 horas.

#### 4.- RESULTADOS

##### 4.1. Onda aérea

El resultado obtenido fue de 124 dB, medidos en lineal pico. Basándose en el "Bureau of Mines Report of Investigations nº 8485", la recomendación es de no sobrepasar 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 niveles de vibración se refiere, vienen reflejados en el anejo correspondiente. Se trata de los valores pico de velocidad de partícula expresada en mm/sg. Carga, en kg, es la máxima carga operante. Las letras V,L y T hacen referencia a la posición en que estuvo colocado cada uno de los tres captadores, vertical, longitudinal o transversal en dirección a la pega.

Para identificar o definir el efecto de las vibraciones producidas por la voladura de producción realizada, y



conforme al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, ha sido utilizada la Especificación Técnica (E.T.) 0380-1-85 "Control de vibraciones producidas por voladura". Dentro de la citada E.T., se ha hecho uso de la Norma DIN-4150, que es la más restrictiva en cuanto a niveles de vibración se refiere. Los valores alcanzados en cada una de las tres componentes de la medida (V, L, T), no superan en ningún caso los que se consideran, en la citada DIN-4150, como límites de prevención de daños en edificios.

#### 5.- CONCLUSIONES

- \* Las presentes conclusiones se refieren a la voladura de producción realizada en condiciones normales de explotación en el banco nº 2 próximo a las edificaciones que sirven de oficina y taller de la cantera "El Campillo", (distancia 130 m al centro de gravedad de la voladura), en el término municipal de Gibraleón (Huelva) el día 10 de Diciembre de 1992.
- \* Realizada una inspección ocular a las edificaciones citadas, situadas en un entorno razonablemente más desfavorable frente a las vibraciones, por su proximidad a la voladura, que el punto de medida, distante 472 m del centro de gravedad de la voladura, no se observó ningún deterioro estructural.
- \* Onda aérea. En el apartado 4.1 se da el valor de 124 dB, medidos en lineal pico y se justifica que según el "Bureau of Mines, Report of Investigations nº 8485" al no sobrepasar 133 dB, medidos en lineal pico a partir de 2 Hz, se está



dentro de los niveles de seguridad, tanto para personas como para estructuras.

\* **Vibraciones.** Los resultados obtenidos son los siguientes:

ESTACION Y POSICION	VELOCIDAD (mm/seg)	F (Hz)
EI-V	1,079	11,6
EI-L	1,056	17,2
EI-T	1,0285	27,0

Teniendo en cuenta el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en la Especificación Técnica 0380-1-85 "Control de vibraciones producidas por voladuras" y siguiendo la norma DIN 4150, referente a daños en edificios producidos por efectos de vibraciones ocasionados por voladuras, en ninguna de las componentes de la medida triaxial de velocidad de partícula, se han superado niveles de vibración considerados como límites de prevención.

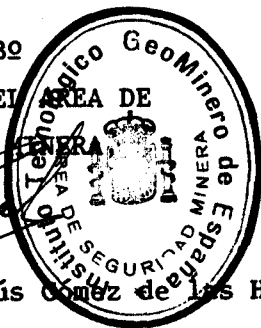
Como queda reflejado en el parte de voladura, las proyecciones no alcanzaron distancias superiores a los 50 m.

Madrid, 17 de Diciembre de 1992

EL AUTOR DEL INFORME,

Fdo.: Miguel Abad Fernández

VO BO  
EL JEFE DEL AREA DE  
SEGURIDAD GENERAL



Fdo.: Jesús Gómez de las Heras Gandullo.



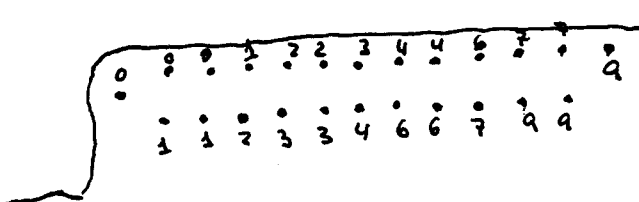


**A N E J O 1**

**P A R T E D E V O L A D U R A**



DATOS DE VOLADURA											
NUMERO	1	FECHA	10.12.92	LOCALIZACION	GIBRALEÓN (HUELVA)						
TIPO DE VOLADURA	BANCO	BANCO	2	Nº DETONADORES	Nº BARRENOS						
TIEMPO TOTAL		TIPO DE ROCA	GRAUWACA	0	3						
EQUIPO EMPLEADO	BRUEL	NOIPI		1	3						
<b>GEOMETRIA DE LA VOLADURA</b> Nº DE BARRENOS 24 DIAMETRO(MM) 89 ALTURA DE BANCO (M) 12 LONGITUD DE BARRENO (M) 13 INCLINACION (º) 10 SOBREFORACION (M) 1 PIEDRA (M) 3 ESPACIAMIENTO (M) 3 RETACADO (M) 2 A 2,5 TIPO RETACADO DETRITUS Nº DE FILAS 2 Nº DE FRENTES LIBRES 2 EROR DE ENCOJILLE (CM) _____				2	3						
				3	3						
				4	3						
				5	--						
				6	3						
				7	3						
				8	--						
				9	3						
				10							
				11							
<b>EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS</b> TIPO EXPLOSIVO DE FONDO GOMA 2E-C CANT. TOTAL (KG) 120 ENCARTUCHADO S/N SI DIAM. CARTRUCHOS (MM) 65 TIPO EXPLOSIVO DE COLUMNA NAGOLITA CANT. TOTAL (KG) 1290 ENCARTUCHADO S/N NO DIAM. CARTUCHOS (MM) _____ FRACCION DE LOS EXPLOSIVOS UEE TIPO DE CEBADO CABEZA SIST. INICIACION ELECTRICO TIPO DE CIRCUITO, SERIE SI PARALELO MDIO SECUENCIA DE INCENDIO (VER ESQUEMA) TIPO DETONADORES AI FABRICANTE UEE TIPO DE CORDON DET. 12 gr/ml FABRICANTE UEE				12							
				13							
				14							
				15							
				16							
				17							
				18							
				<b>CONDICIONES ATMOSFERICAS</b> CIELO DESPEJADO NUBOSO LLUVIA TEMPERATURA CALOR TEMPLADO FRIO VIENTOS N S NE SO E O <b>SE</b>				CANTIDAD TOTAL DE EXPLOSIVO (KG) 1.370 VOLUMEN TOTAL DE ROCA VOLADA (M <sup>3</sup> B) _____ TONELAJE TOTAL DE ROCA VOLADA (T) _____ CONSUMO ESPECIFICO MEDIO (KG/T O M <sup>3</sup> ) _____			
								<b>ESQUEMA EN PLANTA DE LA VOLADURA</b>			
								FRAGMENTACION BIC M.BLENA BLENA REG. M.A PROYECCIONES < 50 M. 100 M. 150 M. 200 M. +200 M. SOBREEXCAVACION 1 M. 2 M. 3 M. 4 M. +4 M.			
<b>OBSERVACIONES</b>  NOMBRE DEL DIRECTOR FACULTATIVO DANIEL VAZQUEZ											





**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 "EL CAMPILLO" GIBRALEÓN (HUELVA)**

**Día 10 de Diciembre de 1.992**

**NIVELES DE VIBRACION**

<b>CANALES</b>	<b>ESTACION</b>	<b>CARGA</b>	<b>DIST.(m)</b>	<b>ACEL.(g)</b>	<b>F(Hz)</b>	<b>VELOC (mm/s)</b>	<b>F(Hz)</b>
	<b>Y POSICION</b>	<b>OPERANTE (Kg)</b>					
2	E1-V	173	472	0,0233	76,9	1,079	11,6
3	E1-L	173	472	0,0254	41,6	1,056	17,2
4	E1-T	173	472	0,0252	76,9	1,028	27

**ONDA AÉREA**

**ESTACION**

**NIVEL (dB lineal-pico)**

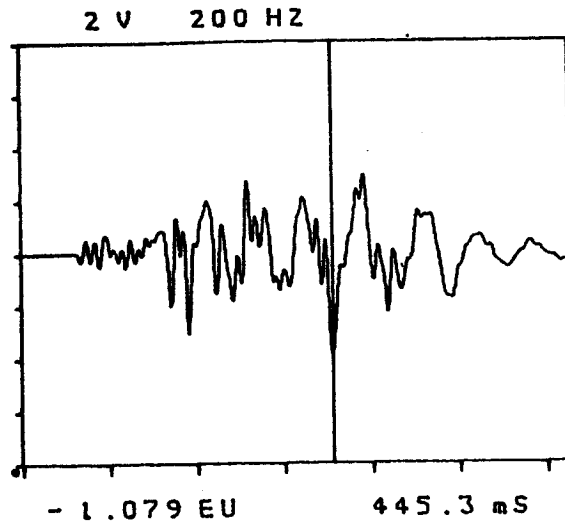
1

124

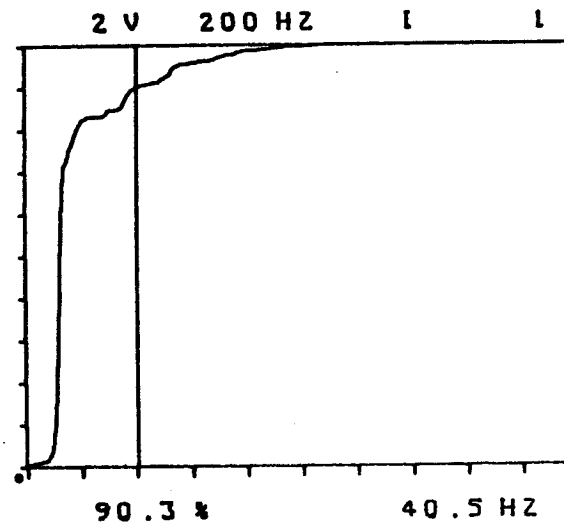
SEÑAL VELOCIDAD



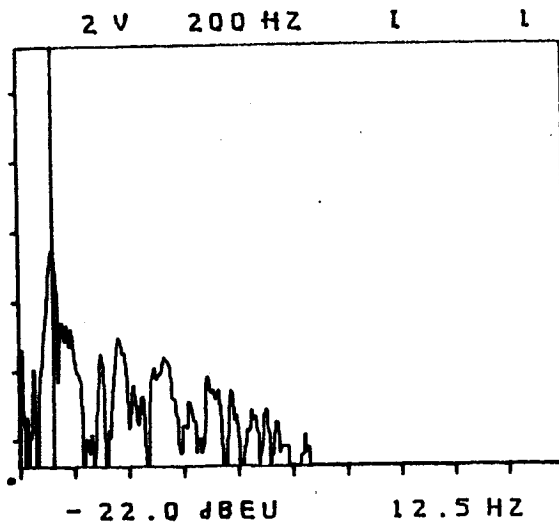
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. .... 10.12.92 .....

Localidad. .... GIBRALEON .....

Pega. .... 1 .....

Emplazamiento. .... E1-V .....

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

Captador. .... A .....

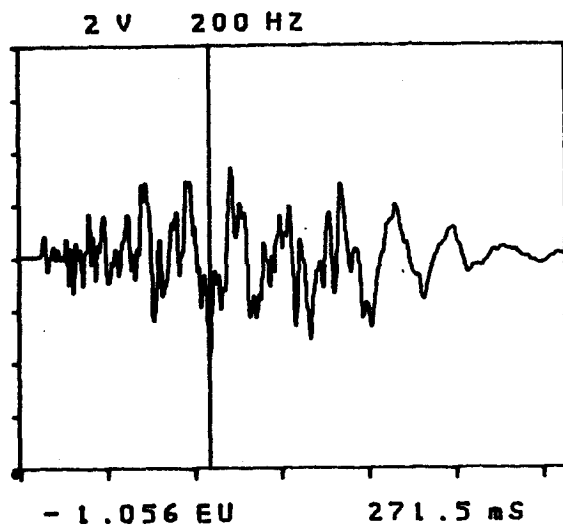
Filtrado. .... .....

Observaciones. f= 11,6. Hz. ....

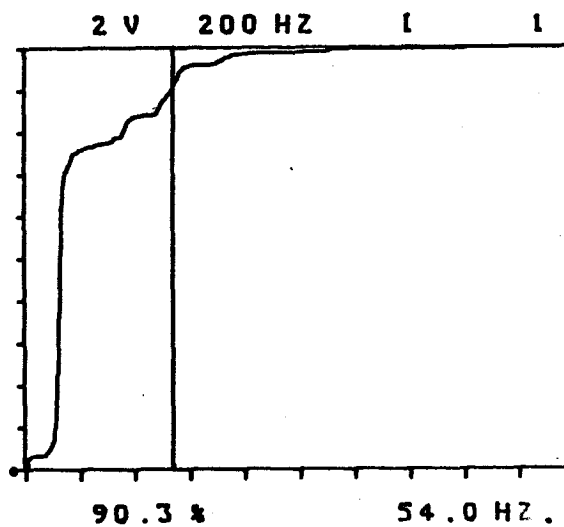
+

+

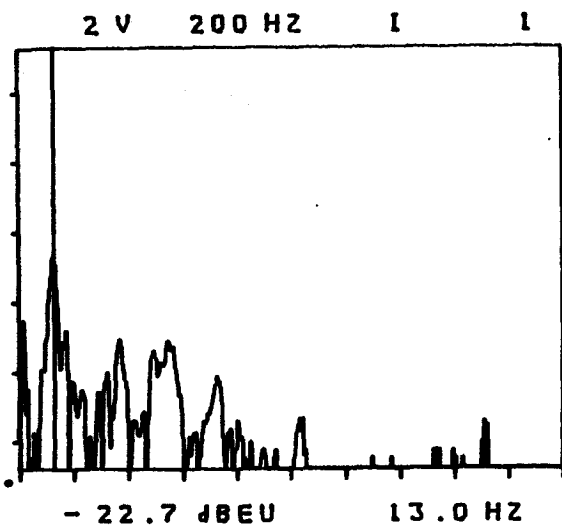
SEÑAL VELOCIDAD



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. .... 10.12.92 .....

Localidad. .... GIBRALEON .....

Pega. .... 1 .....

Emplazamiento. .... E1-L .....

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

Captador. .... A .....

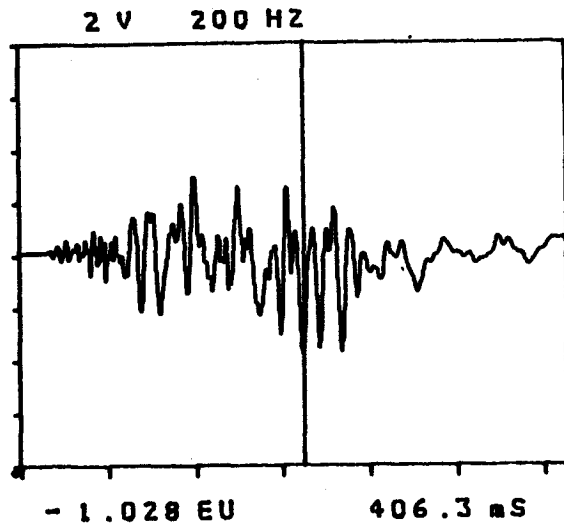
Filtrado. .... .....

Observaciones. .... f= 17,2 Hz .....

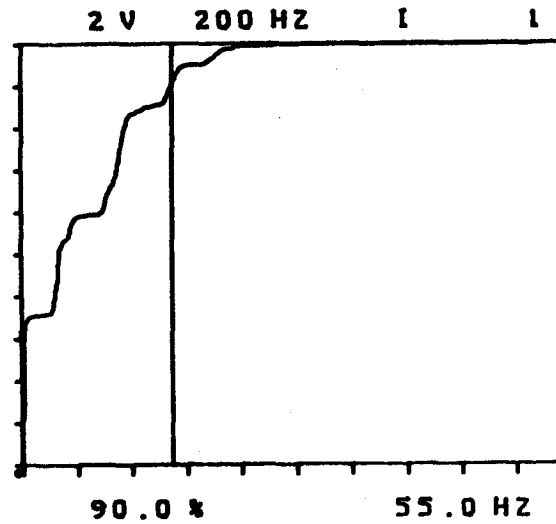
SEÑAL VELOCIDAD

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

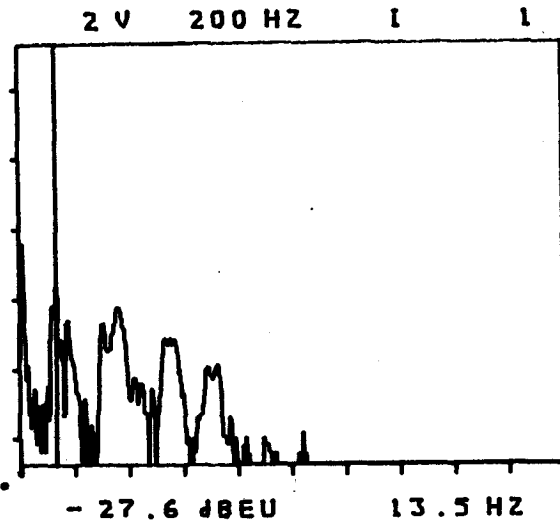
 Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España  
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. .... 10.12.92 .....  
Localidad. .... GIBRALEON .....  
Pega. .... 1 .....  
Emplazamiento. .... E1-T .....  
Canal. .... 4 .....  
Captador. .... A .....  
Filtrado. ....  
Observaciones. .... f= 27 Hz .....

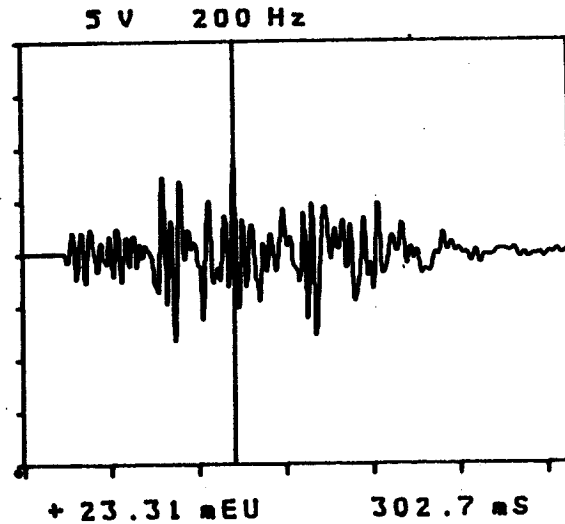
+

+

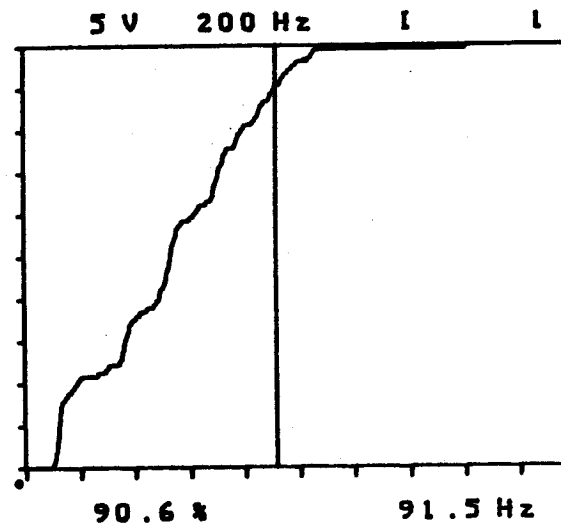
SEÑAL ACELERACION



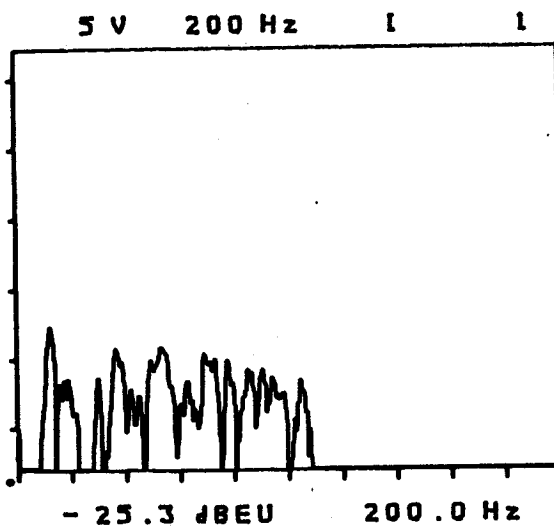
LABORATORIO DE SEGURIDAD MINERA



DISTRIBUCION DE ENERGIA



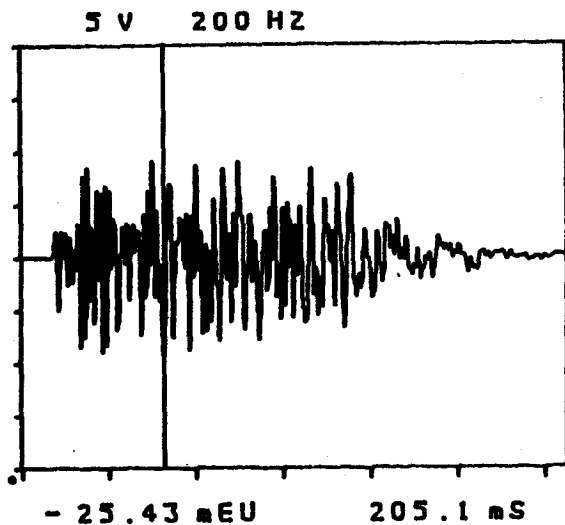
ESPECTRO DE F



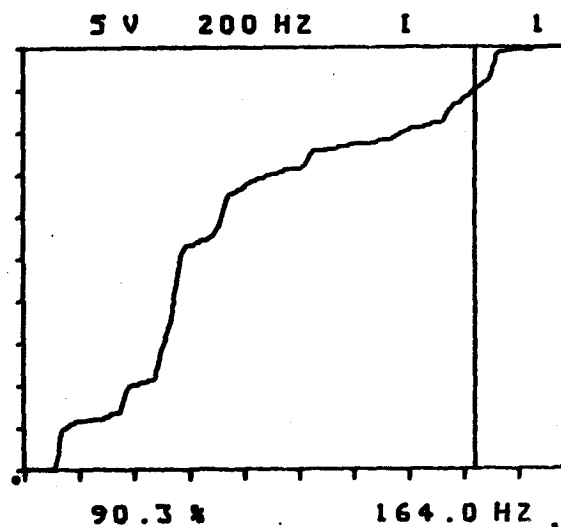
Fecha. .... 10.12.92  
Localidad. .... GIBRALEON  
Pega. .... 1  
Emplazamiento. .... E1-V  
Canal. .... 2  
Captador. .... A  
Filtrado. ....  
Observaciones. .... f= 76,9 Hz



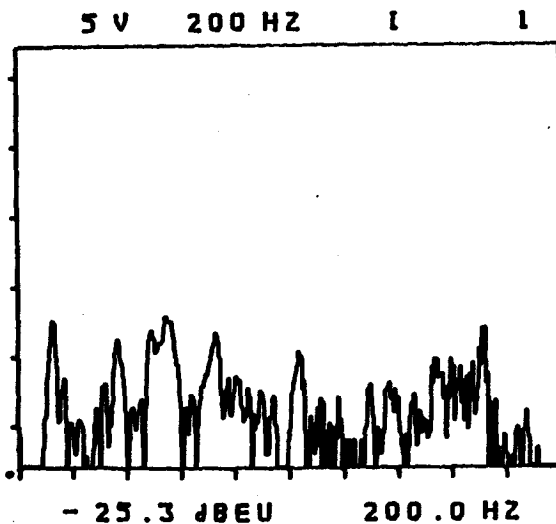
SEÑAL ACCELERACION



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. .... 10.12.92 .....

Localidad. .... GIBRALEON .....

Pega. .... 1 .....

Emplazamiento. .... E1-L .....

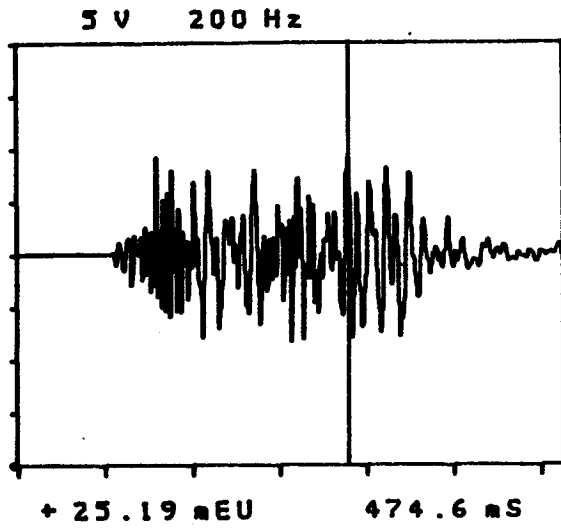
Canal. .... 3 .....

Captador. .... A .....

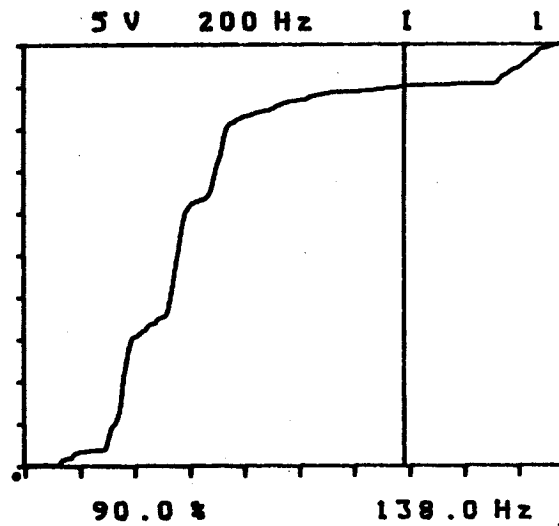
Filtrado. ....

Observaciones. .... f= 41,6 Hz .....

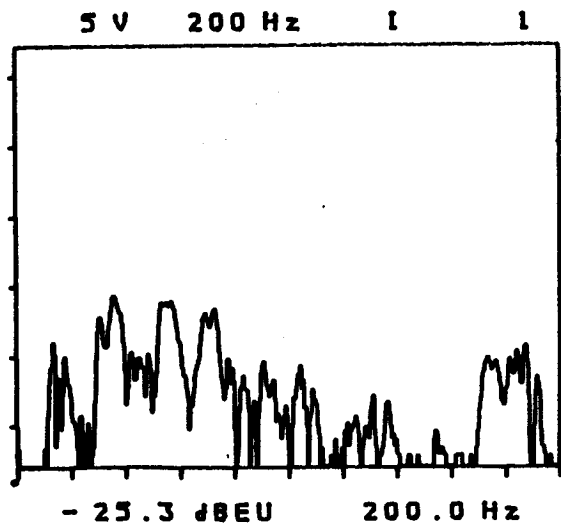
SEÑAL ACELERACION



DISTRIBUCION DE ENERGIA



ESPECTRO DE F



Fecha. .... 10.12.92 .....  
Localidad. .... GIBRALEON .....  
Pega. .... 1 .....  
Emplazamiento. .... E1-T .....  
Canal. .... 4 .....  
Captador. .... A .....  
Filtrado. .... .....  
Observaciones. f= 76.9 Hz .....



A N E J O 3

F O T O S



FOTO Nº 1 ESTACIÓN DE MEDIDA

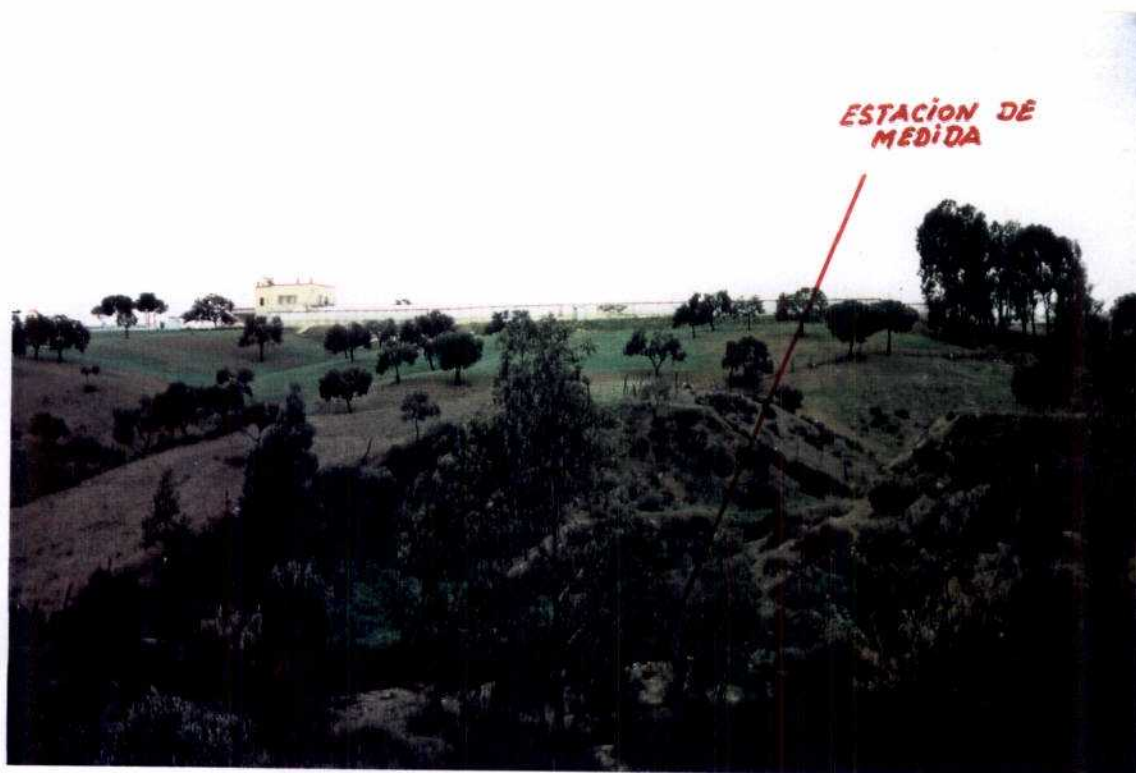


FOTO Nº 2 SITUACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDIDA



FOTO N° 3 FRENTE DE LA VOLADURA

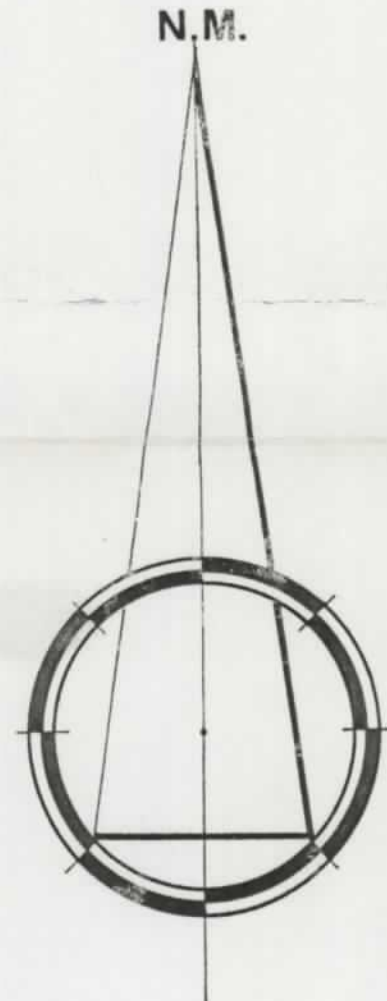
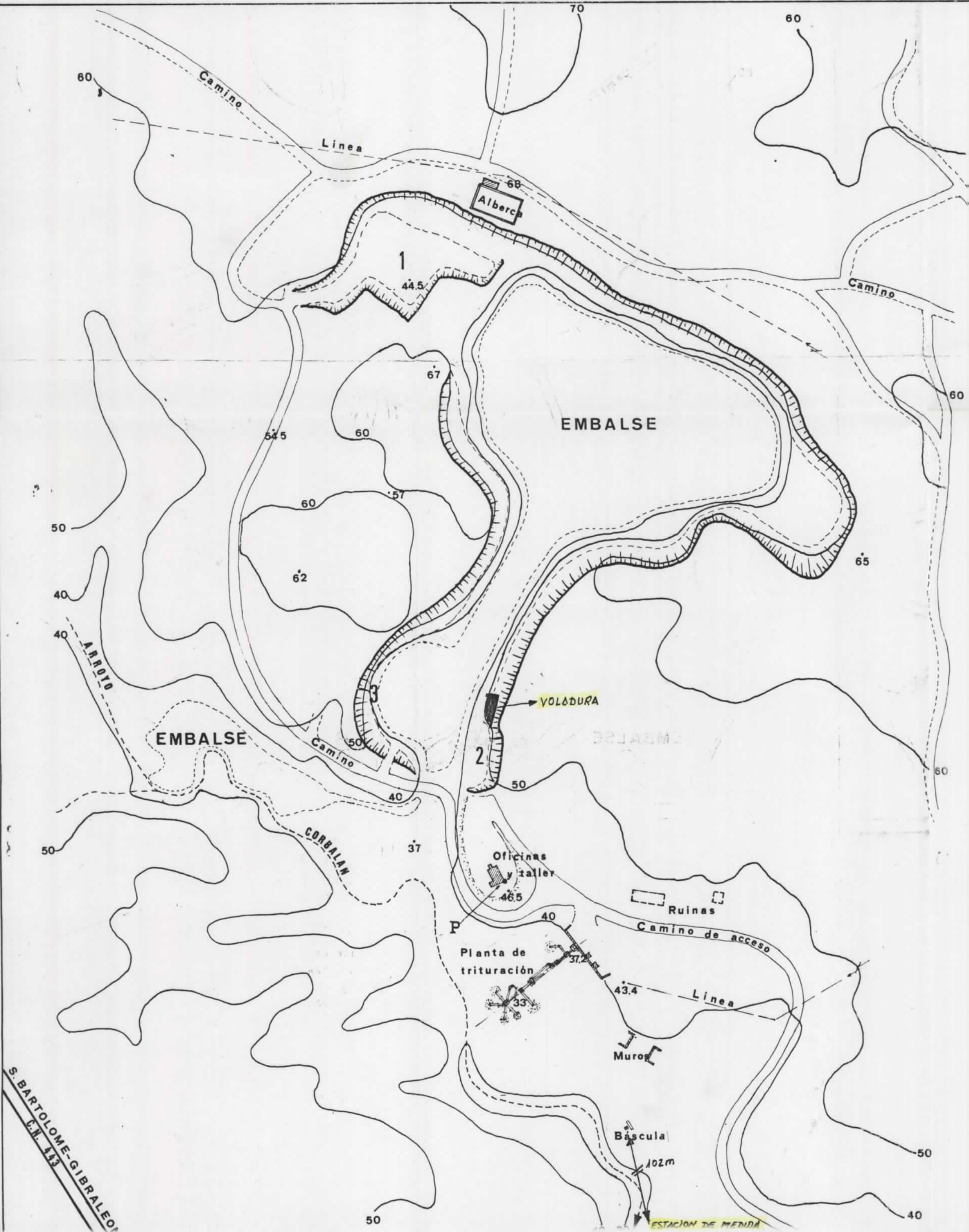


FOTO N° 4 OPERACIÓN DE CARGA DEL EXPLOSIVO



**A N E J O 4**  
**P L A N O S**





**CANTERA "EL CAMPILLO"**

**TERMINO DE GIBRALEON**

**PLANTA GENERAL**

**ESCALA 1:2.500.**

*Alfonso*

S. BARTOLOME-GIBRALEON  
EN. 113