

ANEXO IV
ESTUDIO DE VIBRACIONES

MAXAM

Europe

MEDIDA DE VIBRACIONES Y ONDA AÉREA

CANTERA DE ECHAURI Y TIEBAS, S.A.

TIEBAS (NAVARRA)

8 de septiembre de 2010

MAXAM EUROPE

DELEGACION NORTE

INDICE

1. INTRODUCCION.....	3
2. CARACTERISTICAS DE LA VOLADURA (*).....	3
3. COLOCACIÓN DEL SISMOGRAFO.....	3
4. RESULTADOS OBTENIDOS.....	5
5. NORMATIVA APLICABLE.....	5
6. CONCLUSIONES.....	10
7. ANEXO I.....	11

1. INTRODUCCION

A requerimiento de D. Francisco Navarro, Director Facultativo de CANTERA DE ECHAURI Y TIEBAS, S.A. se emite el presente informe, como consecuencia del control de vibraciones realizado en el término municipal de Tiebas (Navarra), con relación a una voladura realizada en la cantera sita en dicha localidad.

Las mediciones se efectuaron mediante un sismógrafo digital Vibra-Tech, modelo MultiSeis V, dotados de tres geófonos electrodinámicos en disposición triaxial, cubriendo las componentes vertical, longitudinal y transversal.

2. CARACTERISTICAS DE LA VOLADURA (*)

El 8 de septiembre de 2010 a las 13:07 h se disparó la voladura, cuyos datos son:

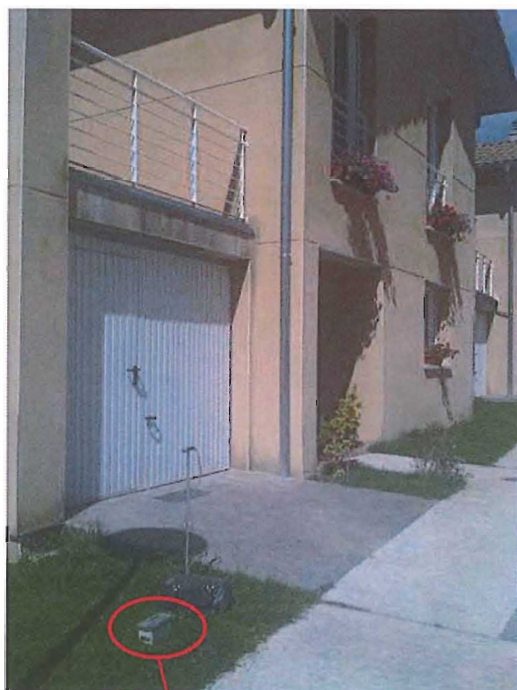
Diámetro de perforación.....	105 mm
Longitud máxima de los barrenos	15 m
Cuadrícula de los barrenos (en metros)	5,5 x 5,5
Retacado	4,5 m
Número de barrenos	6 (20 zapateras de 9 m)
Número de filas	1
Carga máxima instantánea	150 kg
Carga total de la voladura	2.399 kg
Detonadores eléctricos.....	Riodet I
Cordón detonante.....	Riocord 12

(*) Datos facilitados por el Director Facultativo

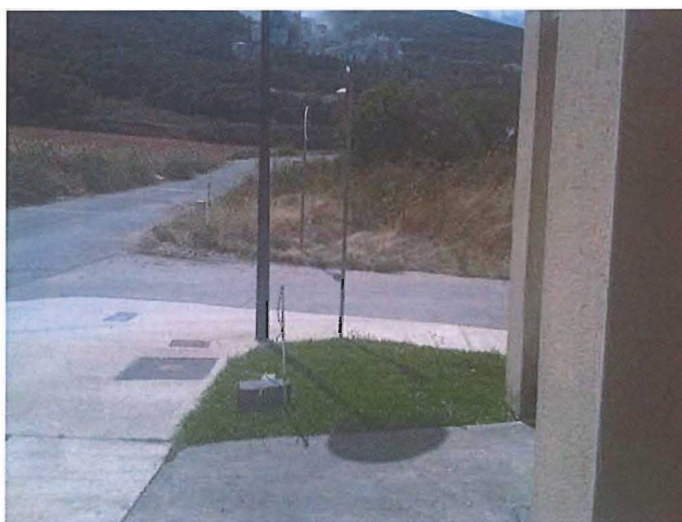
3. COLOCACIÓN DEL SISMOGRAFO

El sismógrafo nº de serie 3546 se ubicó en la vivienda situada en la C/ El Mirador, 10 del pueblo de Tiebas (Navarra), a una distancia de 950 metros de la voladura. Esta es una estructura del Grupo II.

La ubicación del sismógrafo puede observarse en las fotografías siguientes.



Sismógrafo



4. RESULTADOS OBTENIDOS

Los valores registrados por el sismógrafo 3546 aparecen en la siguiente tabla y el registro de vibraciones en el anexo I.

Componente	Velocidad (mm/s)	Frecuencia (Hz)
Transversal	0,889	5,63
Vertical	0,445	4,88
Longitudinal	0,445	3,88
Onda aérea (dB)	126,4	2,00

5. NORMATIVA APLICABLE

A los resultados obtenidos, se les puede comparar con los siguientes criterios para poder establecer una conclusión.

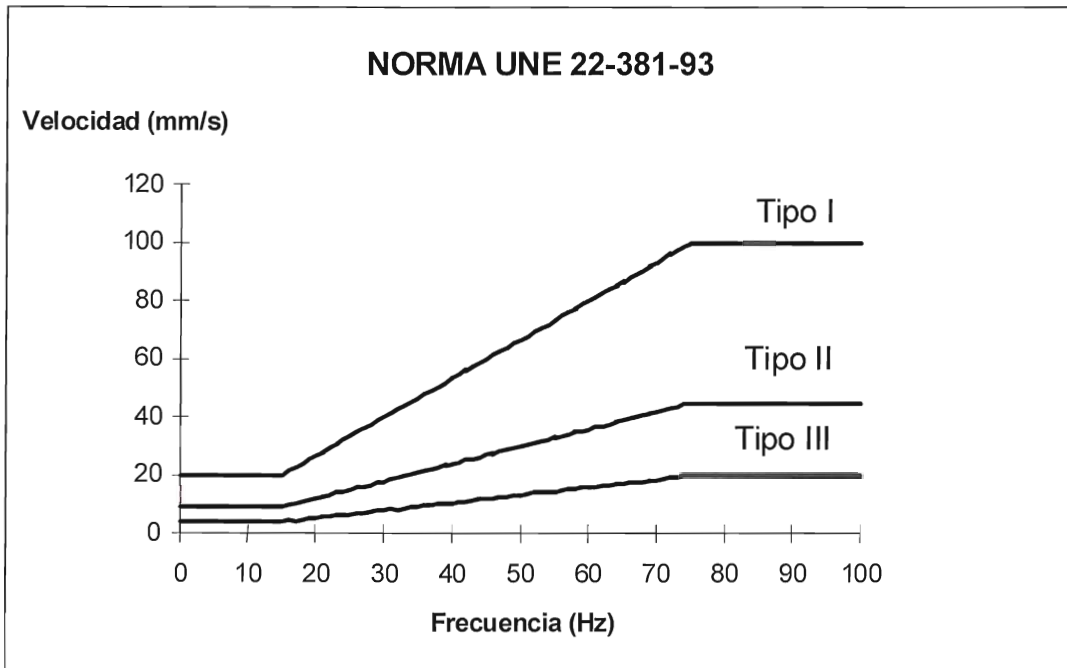
Primer criterio: Vibraciones (NORMA UNE 22-381-93)

La norma clasifica los edificios en tres grupos:

Grupo I: Edificios y naves industriales ligeras con estructuras de hormigón armado o metálicas.

Grupo II: Edificios de viviendas, oficinas, centros comerciales y de recreo, cumpliendo la normativa legal vigente. Edificios y estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que por su fortaleza no presenten especial sensibilidad a las vibraciones.

Grupo III: Estructuras de valor arqueológico, arquitectónico o histórico que presenten una especial sensibilidad a las vibraciones por ellas mismas o por elementos que pudieran contener.



CRITERIO DE PREVENCIÓN DE DAÑOS, SEGUN NORMA UNE 22-381-93

		Frecuencia principal (Hz)		
		2 - 15	15 - 75*	> 75
		Velocidad mm/s	Desplazamiento mm	Velocidad mm/s
Tipo de estructura	Grupo I	20	0,212	100
	Grupo II	9	0,095	45
	Grupo III	4	0,042	20

- En los tramos de frecuencias comprendidos entre 15 y 75 Hz, en los que el nivel está dado en desplazamiento, se podrá calcular la velocidad equivalente conociendo la frecuencia principal a través de la ecuación:

$$V = 2 \pi f d$$

donde: V es la velocidad de vibración equivalente en mm/s

$$\pi = 3,1416$$

f es la frecuencia principal en Hz

d es el desplazamiento admisible en mm indicado en la tabla

Segundo criterio: Onda Aérea (U.S.B.M.)

En la actualidad no existe legislación específica, en España, sobre los niveles máximos de onda aérea producidos por las voladuras.

La onda aérea es la onda de presión producida por la detonación de una carga explosiva, mientras que el ruido es la parte audible del espectro (de 20 Hz a 20 kHz). Las ondas aéreas son vibraciones de baja frecuencia, generalmente por debajo de los 20 Hz. Por tanto, la onda aérea contiene una determinada cantidad de energía de baja frecuencia que puede llegar a producir daños directamente sobre las estructuras, pero por lo general son más comunes las vibraciones de alta frecuencia que se manifiestan como ruido de ventanas, vajillas, etc.

El nivel de ruido provocado por las voladuras se define mediante la siguiente expresión:

$$NR = 20 \cdot \log \frac{SP}{SP_0}$$

donde: NR..... Nivel de ruido (dB)

SP..... Sobrepresión (N/m²)

SP₀..... Presión del menor sonido audible (20 x 10⁻⁶ N/m²)

El parámetro que debemos medir es la sobrepresión (SP). Este valor sigue una ley de propagación característica del entorno considerado y será del tipo:

$$SP = K_1 \cdot \left(\frac{DS}{Q^{1/3}} \right)^{-K_2}$$

donde: SP..... Sobrepresión (N/m²)

DS..... Distancia de la carga al punto de registro (m)

K₁, K₂..... Constantes características del entorno

Para determinar esta ley de propagación de la onda aérea, será necesario registrar los datos obtenidos en una serie de voladuras que permitan realizar un estudio estadístico de las mismas y definir todas las variables de la ley. Según el criterio del United States Bureau of Mining, se estima que niveles de ruido superiores a 120 dB producen quejas por parte de los vecinos. Cuando se superan niveles de 140 dB puede producirse algún daño físico en las viviendas (rotura de cristales). Los daños estructurales (aparición de pequeñas grietas en enlucidos) pueden producirse con niveles superiores a 170 dB.

El Instituto de Minas de Estados Unidos "United States Bureau of Mines" tiene una recomendación sobre los límites aceptables de onda aérea para no originar quejas.

Recoge los niveles máximos recomendados, no sólo sobre la base de la posibilidad de originar daños sino a la probabilidad estadística de originar quejas. Los posibles daños provocados por la onda aérea se limitarían a roturas de cristales.

Medida	Lineal Pico (dB)
Nivel seguro	128
Nivel precaución	128 - 136
Límite permisible	136

6. CONCLUSIONES

Dados los valores obtenidos de velocidad de vibración (ver apartado 4), y comparando estos resultados con los criterios del apartado 5, se observa que la velocidad de vibración y la onda aérea están por debajo de los límites reflejados en dichos criterios, para cualquier estructura, en el punto donde se situó el sismógrafo.

Firmado:



Ignacio Fernández de Miguel
Ingeniero de Minas
MAXAM – Delegación Norte

Galdácano, 9 de septiembre de 2010

El presente informe no tiene otro alcance que el traslado de los resultados técnicos obtenidos en la medición llevada a efecto en la voladura del día 9 de septiembre de 2010 en la cantera de ECHAURI Y TIEBAS, S.A., en el término municipal de Tiebas (Navarra), sin que MAXAM EUROPE, S.A. asuma por ello responsabilidad de ninguna naturaleza frente al consultante, ni ante terceros por los accidentes y explosiones que se produzcan en dicha cantera, en la que MAXAM EUROPE, S.A. no participa.