

RELAZIONE TECNICA

CONTROLLO VIBROMETRICO DI UNA VOLATA DI PRODUZIONE IN CAVA “MONTE TONDO” NEI COMUNI DI CASOLA VALSENIO E RIOLO TERME (RA)

Committente:



SAINT GOBAIN S.p.A. – RIOLO TERME, RA

UDINE, Ottobre 2024

SEISMOTER | Europe
Geophysics and Blasting

dott. ing. Demosthenes A. Efstratiadis
Via G.B. Natolini 24, 33100 – Udine
INTERNATIONAL SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS

Contenuti

1. Introduzione.	3
2. Descrizione della volata di produzione del giorno 11.10. 2024.	5
3. Le vibrazioni indotte nel terreno.	10
4. Normativa tecnica sulle vibrazioni.	12
5. Descrizione del controllo vibrometrico.	13
6. Considerazioni sui risultati del controllo vibrazioni.	18
7. Bibliografia.	20
8. Allegati.	21

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione tecnica si descrive il controllo delle vibrazioni indotte nel terreno durante l'esecuzione di una volata di produzione nella cava della ditta "SAINT GOBAIN S.p.a." ubicata nei Comuni di Casola Valsenio e Riolo Terme, in Provincia di Ravenna. Il principale metodo di lavoro in cava è il metodo di perforazione e sparo, largamente conosciuto come metodo del "Drill & Blast". La volata di produzione in esame è stata eseguita nel giorno 17 Ottobre 2024. Si presentano inoltre, l'elaborazione dei dati vibrometrici ed i risultati concreti del controllo in relazione alle Norme Nazionali UNI-9916 che sono attualmente in vigore a livello nazionale. Fanno parte integrante di questa relazione lo schema di perforazione della volata e la modalità di caricamento dei fori con l'esplosivo.

Il territorio che ospita la cava si colloca fra i Comuni di Casola Valsenio e Riolo Terme ed è caratterizzato dalla presenza di formazioni sedimentarie costituite da banchi gessosi.

Il controllo delle vibrazioni indotte nel terreno circostante alla cava si è eseguito dopo l'installazione delle quattro stazioni vibrometriche SV1, SV2, SV3 e SV4. Nella seguente Tabella 1 si vedono le distanze che intercorrono tra il punto-volata e le quattro stazioni vibrometriche.

Controllo vibrometrico in cava Monte "Tondo" Distanze tra il punto-volata e le stazioni vibrometriche	
	Distanza in metri
SV1	998
SV2	1051
SV3	1008
SV4	474

Tabella 1. Le distanze tra il punto-volata e le stazioni vibrometriche.

Nella Figura 1 che segue si vedono le posizioni delle quattro stazioni vibrometriche e la posizione del punto-volata nella cava "Monte Tondo".

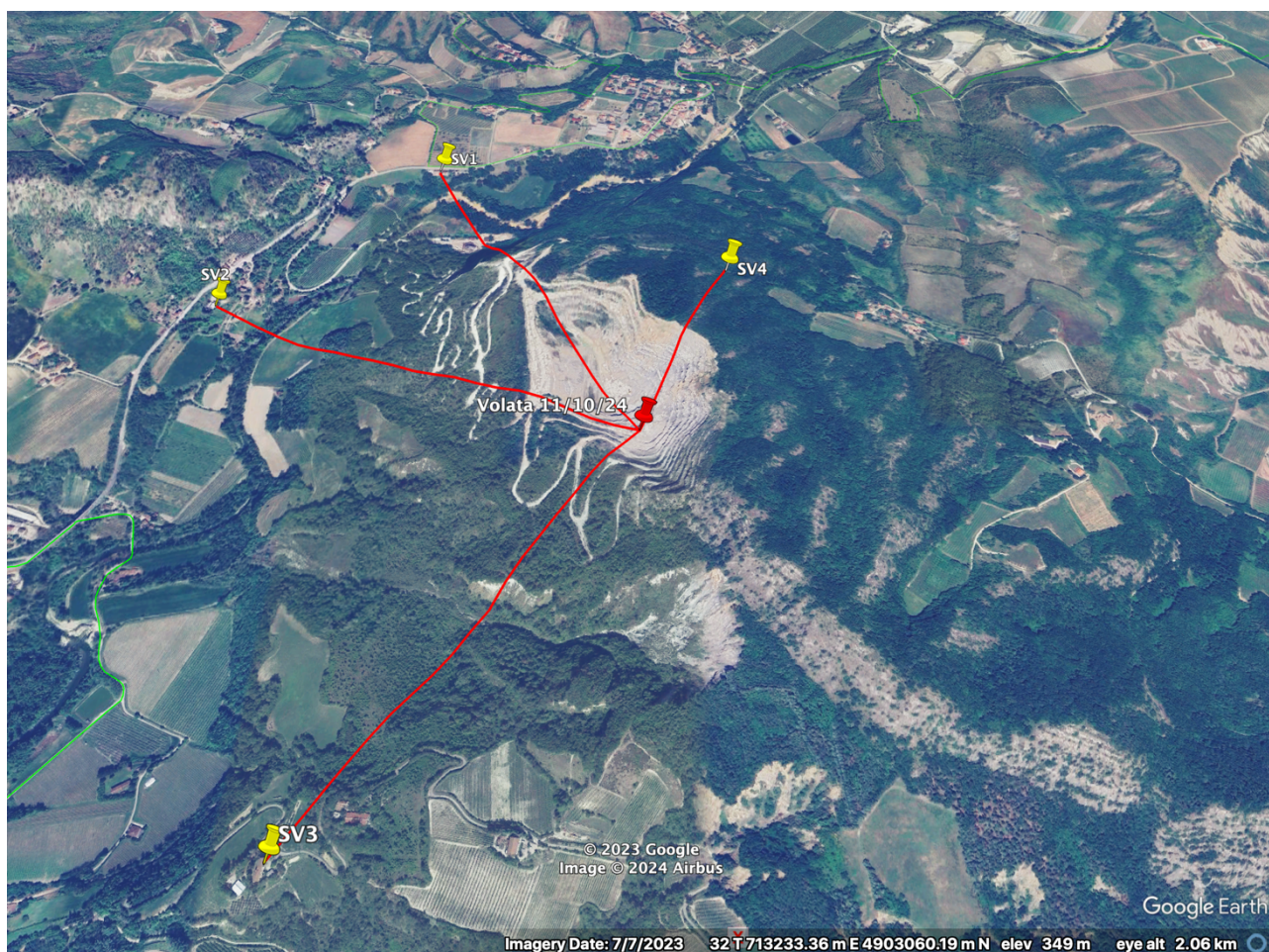


Figura 1. Ubicazione delle quattro stazioni vibrometriche nel giorno 11 Ottobre 2024.

2. DESCRIZIONE DELLA VOLATA DI PRODUZIONE DEL GIORNO 11.10. 2024

Il metodo di coltivazione della cava “Monte Tondo” è quello più comunemente noto come con il termine “Drill & Blast”, cioè “Perforazione & Esplosione” e comporta l’uso degli esplosivi civili, che innescandosi nell’interno degli appositi fori mediante i detonatori, provocano la frantumazione della massa rocciosa. Gli effetti secondari di queste operazioni (note anche con il termine “volate”) sono le vibrazioni indotte nel terreno circostante, il rumore atmosferico, la produzione di polvere in atmosfera e l’eventuale proiezione di frammenti rocciosi.

I criteri di base per la progettazione ed il calcolo delle volate sono l’impiego sicuro degli esplosivi, l’ottimizzazione della frantumazione della massa rocciosa ed il minimo impatto ambientale. La presenza degli edifici nelle contrade circostanti in direzione nord, nord-ovest ed ovest (vedi fotografia 1) impongono l’applicazione di schemi di volata adeguatamente ridotti.

La quantità d’esplosivo utilizzata per compiere il lavoro utile è denominata “carica”; essa viene inserita in un foro subverticale. Si definisce “mina” un foro completo di carica innescata (cioè collegata con un detonatore) e di borraggio; quest’ultimo costituisce quel tratto di foro (solitamente superiore) che viene riempito di materiale inerte (vedi figura 2). Un insieme di mine predisposte d’effettuare un determinato lavoro di abbattimento di un certo volume di roccia costituiscono una “volata”.

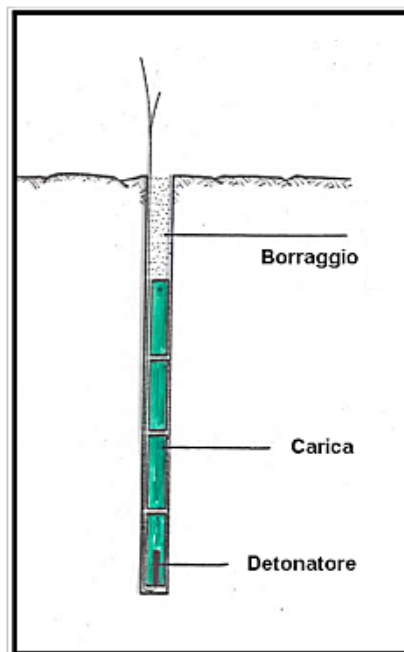


Figura 2. Schema generale del foro da mina.

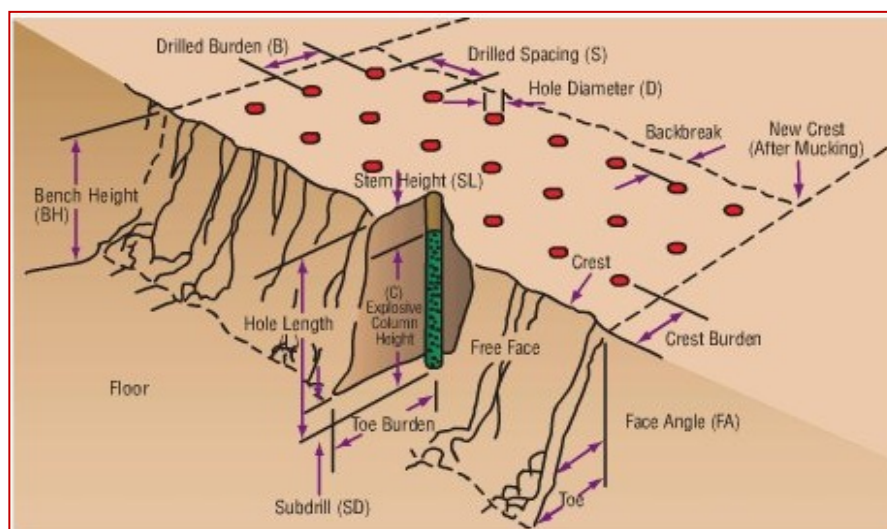


Figura 3. Schema generale di una volata di produzione.

Le volate di produzione che si effettuano in cava “Monte Tondo” hanno le seguenti caratteristiche tipiche.

CARATTERISTICHE DELLE VOLATE TIPO

			Gradoni H 10 m	Gradoni H 15 m	Gradoni H 20 m
H	Altezza del gradone	m	10,0	15,0	20,0
Lf	Lunghezza totale del foro	m	12,0	17,4	23,0
In	Inclinazione del foro	°	66	66	66
Of	Diametro del foro	mm	95	95	95
	Diametro delle cartucce	mm	65	65	65
V	Spalla di abbattimento praticata	m	3,5	3,5	3,5
VA	Spalla di abbattimento apparente	m	3,8	3,8	3,8
E	Interasse tra i fori	m	3,5	3,5	3,5
LS	Lunghezza sottoperforazione	m	1,0	1,0	1,0
	Volume di influenza del foro	mc	133	200	266
Lb	lunghezza del borraggio	m	3,3	3,6	3,6
Lcf	Lunghezza della carica di fondo	m	3,1	5,0	5,0
	Cartucce Emulex 2 (carica di fondo)	n	5	8	8
Lcl	Lunghezza della carica lineare	m	5,6	8,8	14,4
	Cartucce Emulex 1 (carica lineare)	n	9	14	23
	Quantità di esplosivo per foro	kg	43,8	68,8	96,9
	Fori con consumo di circa kg 1.000 di esplosivo	n	23	15	10
	Consumo specifico di esplosivo	gr/mc	329	344	364

La volata di produzione che si è effettuata nel giorno 11 Ottobre 2024 ha avuto il seguente schema geometrico.

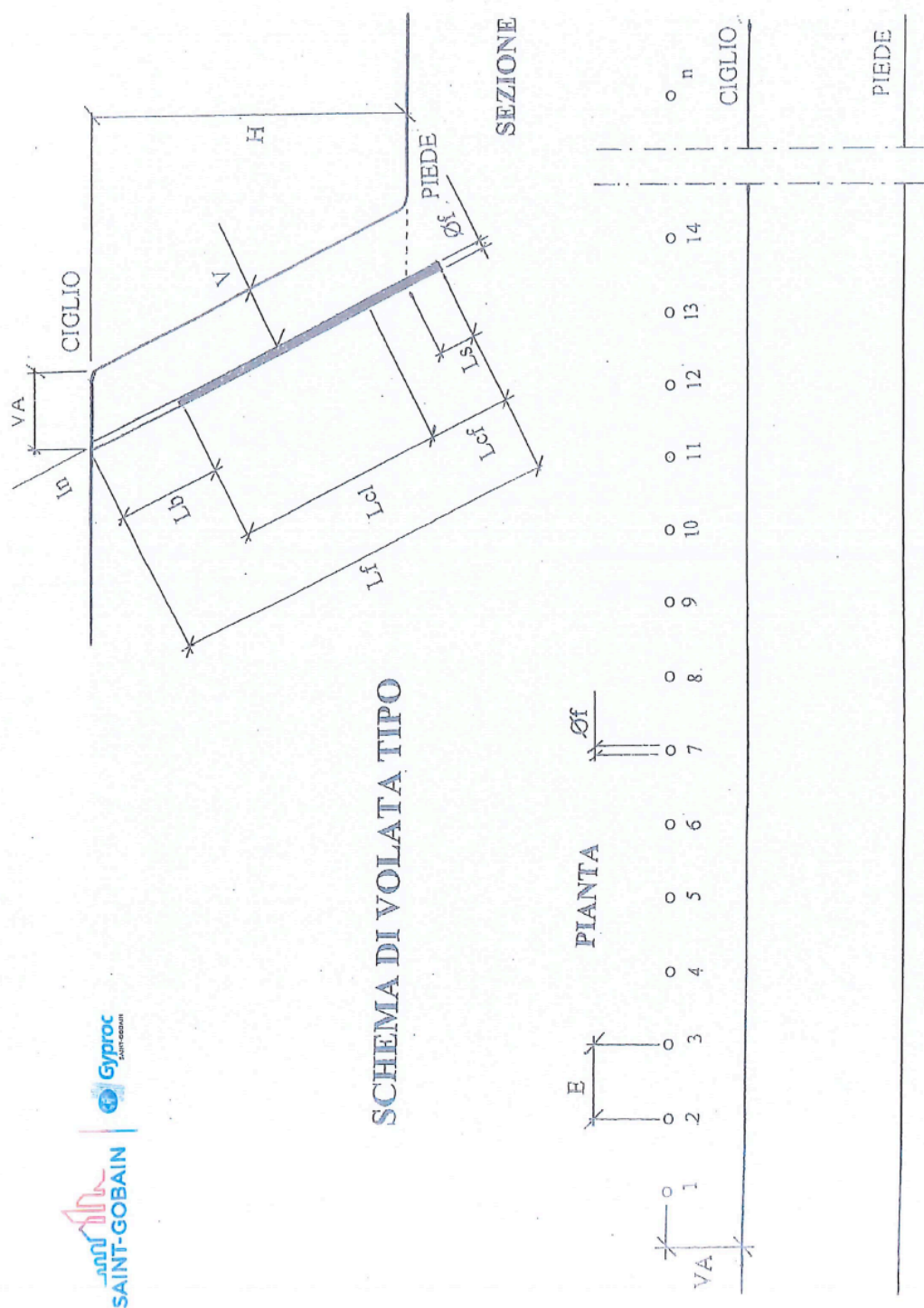


Figura 4. Schema geometrico della volata di produzione in data 11.10.2024.

I prodotti esplosivi e gli accessori che sono stati utilizzati per la preparazione della volata di produzione erano i seguenti:

a. Emulsione esplosiva EMULEX 1.

È un'emulsione esplosiva ideale per l'impiego in rocce mediamente dure, come le formazioni gessose e presenta un'ottima resistenza all'acqua. Le cartucce di questo esplosivo costituivano la carica di ogni foro da mina. La scheda tecnica del prodotto si vede nell'allegato 1.

b. Emulsione esplosiva EMULEX 2.

È un'emulsione esplosiva ideale per le cariche del fondo nei fori da mina. Presenta un'ottima resistenza all'acqua. La scheda tecnica del prodotto si vede nell'allegato 2.

c. Detonatori non-elettrici del tipo Dual Delay con ritardi da 500 ms in fondo foro e da 25 ms nei connettori di superficie. È un sistema d'innescio moderno, flessibile e con elevata sicurezza, data la mancanza assoluta di correnti elettriche. Il sistema Dual Delay garantisce una distribuzione esatta ed omogenea dell'energia esplosiva nell'interno della massa rocciosa. La scheda tecnica del prodotto si vede nell'allegato 3.

d. Miccia detonante DETONEX da 15 g per metro lineare. È un ottimo che garantisce la detonazione sicura di tutte le cartucce nei fori da mina. La scheda tecnica del prodotto si vede nell'allegato 4.

Nome	UM	Quantità Carico
SHOCKSTAR PD	pz	2
DETONEX 15gr bob. 250m	m	250
Miccia PL5	m	2
Emulex 1 65/700 mm	Kg	600
Emulex 2 65/700 mm	Kg	300
DETONATORI EL. DEM AL HU 3MT T 01	pz	2
DETONATORI INDETSOCK DUAL DEL MS25/500 24MT	pz	15

Tabella 2. I materiali esplosivi e gli accessori estratti dal Documento di Trasporto (D.D.T) del giorno 11.10.24 emesso dal fornitore locale.

Come si nota nella tabella del D.D.T. ci sono anche degli accessori (Miccia lenta PL5 e Detonatori a fuoco ShockStar PD) che non sono stati utilizzati nella preparazione della volta e sono stati distrutti in loco, a lavori terminati.

L'iniziazione della volata è avvenuta tramite l'innesco dei detonatori non-elettrici Dual Delay da un detonatore elettrico DEM AL HU che era collegato all'estremità della linea di tiro.

A caricamento dei fori terminato, la volata risultava caricata con 874 kg di esplosivo, in quanto 25 kg (una cassa) sono rimasti inutilizzati. Di conseguenza, il consumo specifico della volata del giorno 11.10.2024 risultava pari a 320 grammi per metro cubico di roccia, mentre la carica massima per foro era uguale a 68,8 kg.

Nella fotografia seguente si vede il gradone della cava a caricamento dei fori terminato.



Figura 5. La preparazione della volata di produzione del giorno 11.10.2024.

3. LE VIBRAZIONI INDOTTE NEL TERRENO

L'effetto della propagazione dell'onda indotta dallo sparo mine all'interno della massa rocciosa è funzione di differenti parametri tra cui: la distanza dal punto di sparo, la carica esplosiva massima cooperante e le caratteristiche morfologiche, geologiche e strutturali della massa rocciosa, espresse nei modelli teorici in uso, tramite coefficienti ed esponenti adimensionali.

Questi coefficienti ed esponenti non possono assumere valori "universali", poiché oltre ad essere legati alle caratteristiche della roccia, presentano anche un comportamento "direzionale", cioè variano localmente in funzione delle eterogeneità del terreno e quindi della direzione di propagazione delle vibrazioni.

Nella letteratura tecnica si riscontrano numerose formule empiriche che correlano i parametri sopra elencati con la velocità di oscillazione dell'onda sismica durante la sua propagazione nel sottosuolo. La formula del **modello di Langefors** è una delle più universalmente accettate.

Essa risulta così definita:

$$V = k * (Q/R^{3/2})^{0,5}$$

in cui:

V = velocità d'oscillazione dell'onda (mm/s).

Q = carica esplosiva massima cooperante (kg)

R = distanza dal punto di scoppio (m)

k = coefficiente adimensionale dipendente dalla roccia.

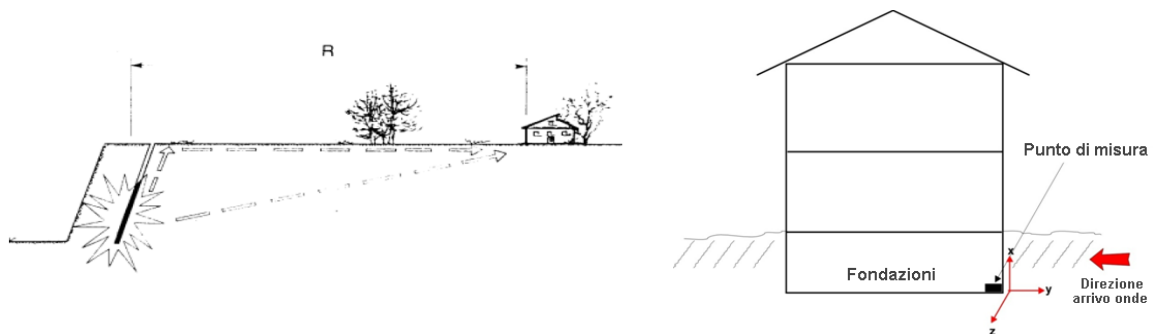


Figura 6. Schema di propagazione delle onde sismiche e modalità di misura.

Dalla relazione di Langefors si deduce che a parità di distanza dal punto di volata, e a parità di condizioni geo-tettoniche dei terreni attraversati, il parametro che influenza la velocità di vibrazione è la massima carica esplosiva cooperante. Con tale termine si indica la quantità d'esplosivo che detona contemporaneamente, innescata cioè con lo stesso ritardo nell'ambito della stessa volata.

Per diminuire quindi l'effetto vibratorio dell'onda sismica in un dato punto si rende necessario diminuire il valore della carica massima cooperante. Questo può essere effettuato essenzialmente in due modi:

- a. **diminuendo** il quantitativo d'esplosivo per foro, oppure
- b. **utilizzando** dei detonatori con una serie di ritardi.

È bene sottolineare, con riferimento al valore di carica limite, che l'ampiezza delle vibrazioni dipende dalla carica per ritardo. Nel caso di più cariche, il valore massimo dipende dalla massima carica per ritardo, ove per ritardo si intende l'intervallo di tempo all'interno del quale si ha la cooperazione delle cariche.

Ricordiamo che in una volata, si possono distinguere generalmente:

- una carica per foro (W_f),
- una carica per ritardo nominale, somma di tutte le cariche per foro innescate da un detonatore dello stesso numero (W_r);
- una carica massima per ritardo nominale, pari alla più elevata fra le cariche per ritardo nominale (W_{max});
- una carica totale della volata (W_t)

Si sottolinea inoltre che sono considerate come simultanee le detonazioni separate da un intervallo di tempo inferiore a 8 m/sec.

Un'altra formula usata per il calcolo delle vibrazioni indotte è il **modello della distanza scalare**. Il modello della distanza scalare è stato proposto dall'U.S.B.M. - United States Bureau of Mines (Ufficio Miniere degli Stati Uniti) nel 1980. (vedi in Bibliografia: SISKIND et alr. "Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting" U.S. Bureau of Mines, RI8507 - United States, Department of Interior, Washington D.C. 1980) e si usa ampiamente dalla comunità scientifica internazionale, perchè ritenuto più attendibile di quello di Langefors. La sua espressione matematica è la seguente:

$$V_{max} = K \cdot (SD)^n$$

dove: V_{max} : valore massimo della velocità di vibrazione in mm/s

SD : distanza scalare in $m/Kg^{0.5}$

K, n : i caratteristici parametri locali (adimensionali)

sostituendo SD con $R / W^{0.5}$ l'espressione diventa:

$$V_{max} = K \cdot (R / W^{0.5})^n$$

dove: R : distanza fra l'area della volata ed il punto della stazione vibrometrica

W : quantitativo d'esplosivo cooperante per ogni singolo microritardo

Il valore pratico del modello locale della distanza scalare è evidente, perché indispensabile per la valutazione dell'impatto ambientale ed il calcolo per effettuare volate di produzione, in condizioni di elevata sicurezza per le costruzioni vicine.

Nella pratica i due parametri adimensionali si ottengono come il risultato dell'analisi di regressione di un sufficiente volume di dati vibrometrici e dipendono esclusivamente dalle caratteristiche geologiche e geotettoniche della zona in questione e dalle caratteristiche delle volate (cioè la loro geometria, la loro temporizzazione e la natura delle materie esplosive impiegate). Si può dire che il fattore **K** e l'esponente **n** costituiscono *"l'identità vibrometrica"* di una area geografica specifica.

È evidente che per il caso in esame non è possibile effettuare l'analisi a regressione lineare dei dati vibrometrici, in quanto non in possesso di una popolazione di dati sufficienti a garantire un grado di confidenza superiore al 95%.

4. NORMATIVA TECNICA SULLE VIBRAZIONI

La **norma nazionale UNI 9916/2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici"** fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misurazione, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratori per permettere la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica.

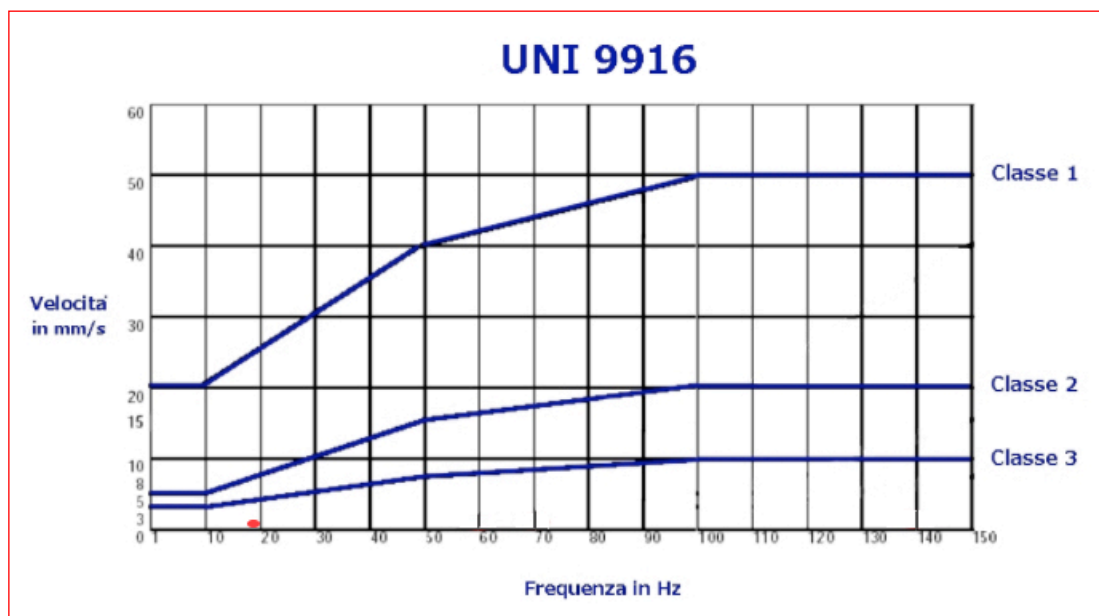


Figura 7. Diagramma della norma nazionale UNI 9916/2014.

Punti di rilevazione Tipo di struttura	Fondazioni			Pavimento del piano più alto dell'edificio
	< 10 Hz	10 ÷ 50 Hz	50 ÷ 100 Hz	Qualsiasi frequenza
1) Strutture industriali	20	20 ÷ 40	40 ÷ 50	40
2) Edifici per abitazioni	5	5 ÷ 15	15 ÷ 20	15
3) Edifici di particolare delicatezza	3	3 ÷ 8	8 ÷ 10	8
Con frequenze > 100 Hz possono essere accettati livelli più alti				

Tabella 3. I valori-limite per le tre classi di strutture secondo la Norma Nazionale UNI 9916/2014.

La linea superiore (Classe 1) si riferisce al primo tipo di strutture, cioè costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili. La linea media (Classe 2) si riferisce a edifici residenziali e costruzioni simili, mentre la linea inferiore (Classe 3) a costruzioni che non ricadono nelle due precedenti e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici). Il senso del valore-limite secondo questa norma è il seguente. I valori misurati che rientrano nei valori-limite (e si trovano di conseguenza al di sotto delle linee nel diagramma sovrastante) non possono statisticamente creare nessun danno strutturale sulle relative costruzioni. Ciò non implica che un eventuale valore superiore ai valori-limite creerà certamente un danno strutturale. Un valore misurato superiore al valore-limite comincia a rappresentare un pericolo statistico di danno strutturale. Questo pericolo è tanto più alto, quanto maggiormente di più si superano i valori-limite. Inoltre, le vibrazioni dovute all'impiego degli esplosivi sono di tipo impulsivo e non di tipo continuativo.

5. DESCRIZIONE DEI CONTROLLI VIBROMETRICI

I moderni sistemi di misura sono dotati di capacità di telemetria e di trasmissione dati, in modo da garantire l'assoluta trasparenza delle misure e l'accesso immediato alle parti interessate ed abilitate attraverso un codice di accesso. In questo modo è possibile controllare in tempo reale le vibrazioni indotte generate dalle volate di produzione in cava e misurate presso i recettori prestabiliti nei pressi della cava "Monte Tondo".

In seguito ad un sopralluogo nell'area ampia della cava e con l'ausilio delle fotografie satellitari sono state individuate delle strutture ad uso abitativo nei dintorni che potrebbero prestarsi bene per l'installazione delle stazioni vibrometriche, in quanto recettori delle vibrazioni indotte nel terreno. Esse sono (vedi Figura 1):

1. SV1: Museo sul Carsismo e Speleologia in direzione nord.



Figura 8. Il sismografo MR3000 installato nella stazione SV1.

2. SV2: Ristorante – Pizzeria in direzione nord-ovest.



Figura 9. Il sismografo MR3000 installato nella stazione SV2.

3. SV3: Abitazione privata in direzione sud.



Figura 10. Il sismografo MR2002 installato nella stazione SV3.

4. SV4: Punto nel bosco in direzione nord-nordest.

Con questa disposizione delle stazioni vibrometriche si ha una copertura ampia di 360 gradi per le vibrazioni trasmesse attraverso la massa rocciosa verso tutte le direzioni.

Per i controlli vibrometrici si sono impiegate delle stazioni vibrometriche mobili, composte da sensori sismici triassiali per la misurazione della accelerazione e della velocità di vibrazione e da un sismografo digitale in conformità con la norma UNI EN ISO 8041-1. Nell'allegato 5 e 6 si vedono le specifiche tecniche della strumentazione necessaria (sismografi e sensori sismici).

I sensori sismici si sono installati nei punti d'interesse in maniera che si sia ottenuto il massimo grado d'accoppiamento tra sensore e struttura da monitorare secondo la norma tedesca DIN4150-2. Inoltre, i sensori sono stati livellati al piano orizzontale ed opportunamente orientati verso la direzione d'arrivo delle onde sismiche.

Sia i sensori che i sismografi sono certificati secondo la normativa DIN45669A3HV 315/1 e DIN45669C3HV 315/1. La risoluzione del sistema arriva fino a 0,005 mm/s per quanto riguarda la velocità di vibrazione e copre la gamma delle frequenze da 0,1 a 315 Hz.

Si riportano di seguito le registrazioni delle onde sismiche pervenute nei quattro sensori sismici delle stazioni vibrometriche.

Nelle Figure 11, 12, 13 e 14 che seguono si rappresentano le velocità di vibrazione sulle tre componenti ortogonali in funzione del tempo espressa in mm/s registrate presso tutte le stazioni vibrometriche.

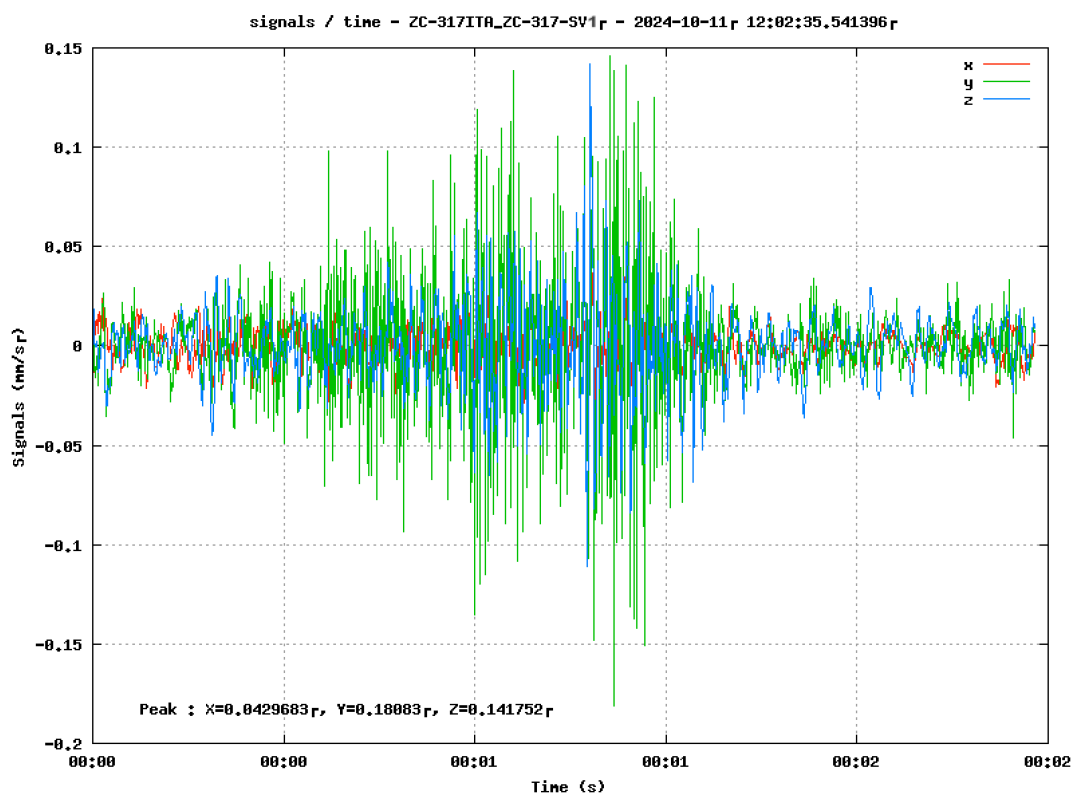


Figura 11. Vibrogramma della volata del giorno 11 Ottobre 2024 presso la stazione SV1.

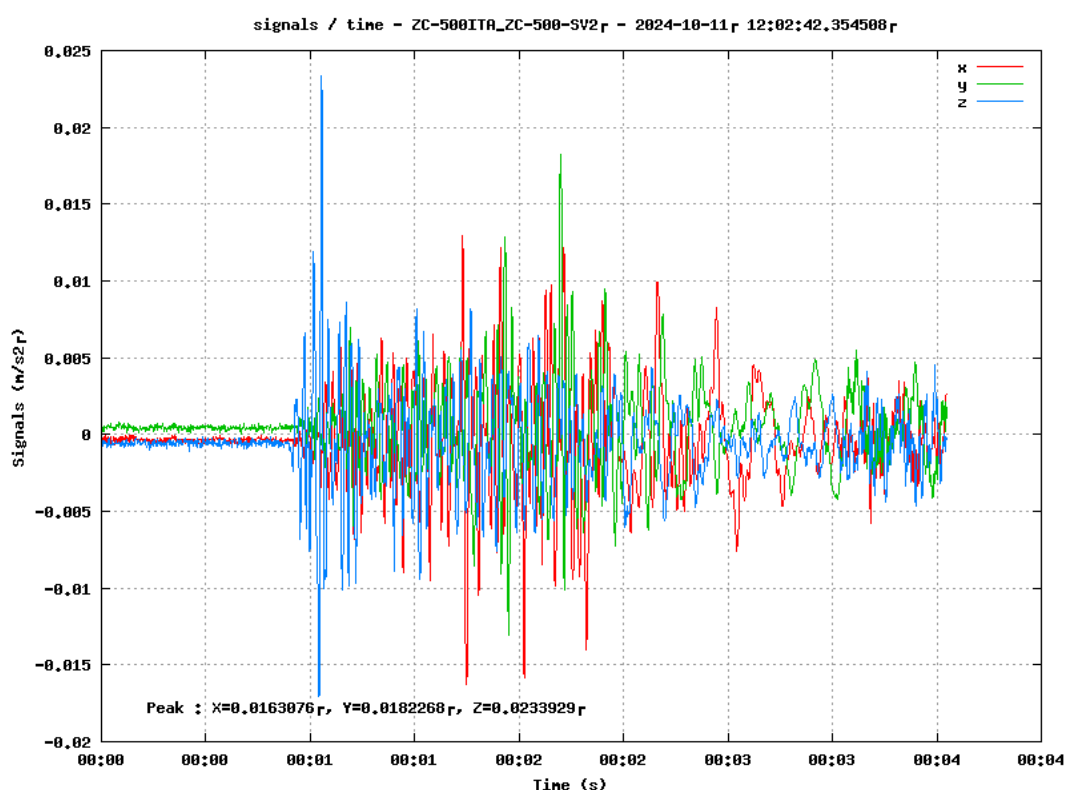


Figura 12. Vibrogramma della volata del giorno 11 Ottobre 2024 presso la stazione SV2.

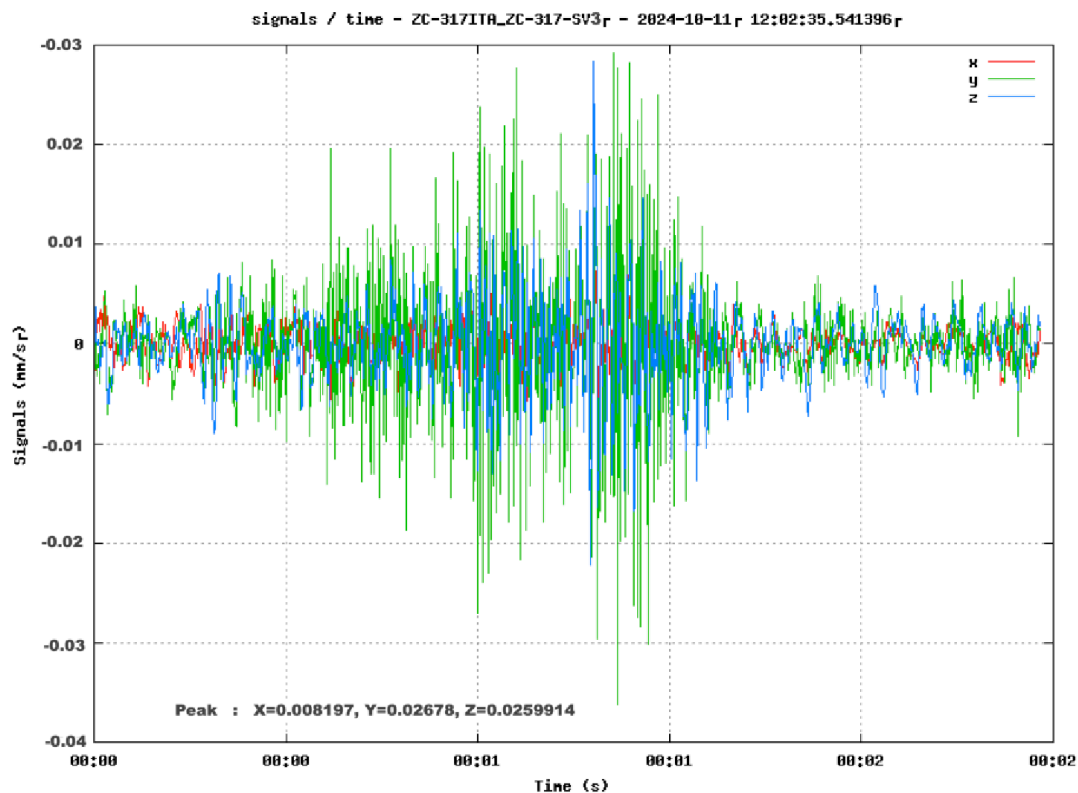


Figura 13. Vibrogramma della volata del giorno 11 Ottobre 2024 presso la stazione SV3.

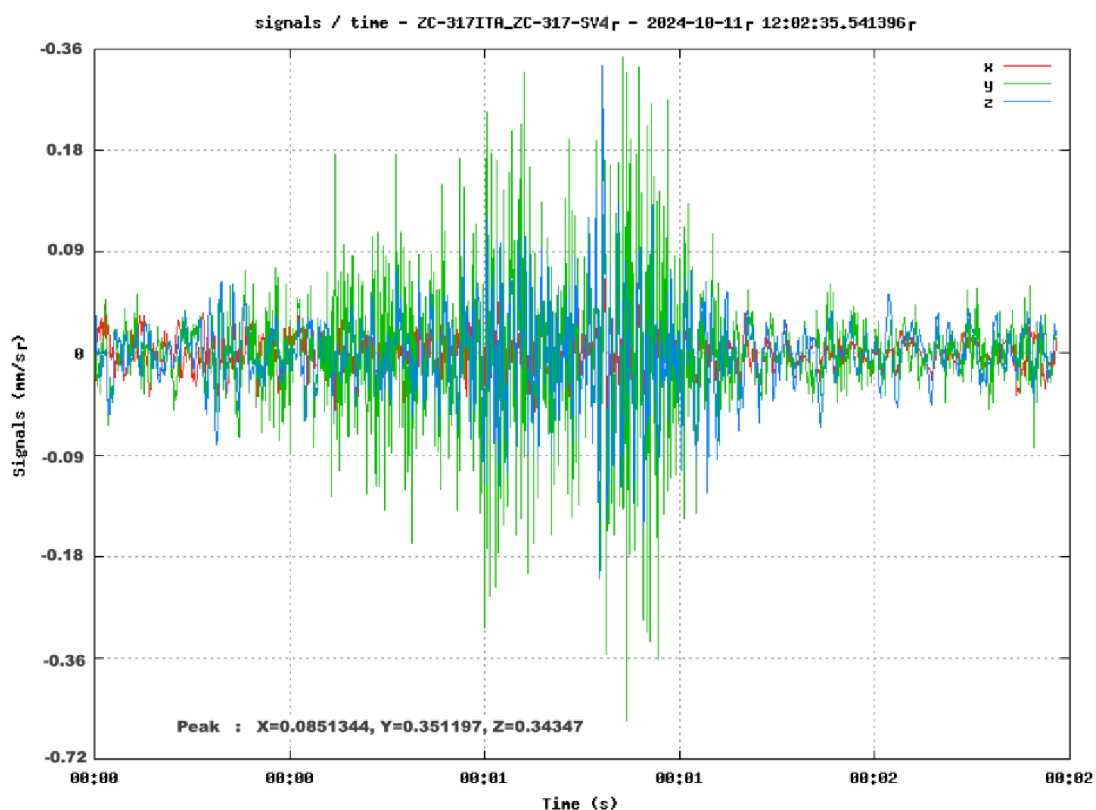


Figura 14. Vibrogramma del giorno 11 Ottobre 2024 presso la stazione SV4.

Controllo vibrometrico in cava Monte "Tondo" Valori massimi & Vettori Somma				
Stazioni Vibrometriche	X	Y	Z	VETTORE SOMMA in mm/s
SV1	0,042	0,18	0,141	0,232
SV2	0,036	0,177	0,136	0,226
SV3	0,008	0,026	0,025	0,037
SV4	0,085	0,351	0,343	0,498

Tabella 4. I valori delle velocità di vibrazioni registrati presso le stazioni vibrometriche.

Dal primo esame della Tabella 4 con i massimi valori registrati si deduce che i limiti posti dalla norma UNI 9916 sono stati ampiamente rispettati. In effetti il valore massimo del vettore somma (0,49 mm/s) si è registrato presso la stazione SV4. Nella rappresentazione grafica della norma la misura si colloca al di sotto della curva della Classe 3 (vedi figura 7).

5. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI DEL PROGRAMMA CONTROLLO VIBRAZIONI

Comparando i valori massimi delle velocità di vibrazione misurate con i valori di sicurezza imposti dalla normativa nazionale UNI9916/2014, risulta che:

IL valore massimo imposto dalla normativa UNI 9916/2014 per le strutture di Classe 2 (strutture ad uso abitativo) è uguale a 15 mm/s per il campo delle frequenze 10 - 50 Hz.

Il valore massimo (0,498 mm/s) della velocità di vibrazione registrato presso la stazione SV4 è di trenta volte inferiore a questo valore massimo imposto.

Valore massimo imposto dalla normativa UNI 99162014 per le strutture di Classe 3 (strutture particolarmente delicate) = 8 mm/s per il campo delle frequenze 10 - 50 Hz

Il valore massimo (2,1 mm/s) della velocità di vibrazione registrato è di tre punto otto volte inferiore di questo valore massimo imposto, mentre Il valore medio (0,639 mm/s) delle velocità di vibrazione registrate è di dodici volte e mezzo inferiore a questo valore massimo imposto.

Secondo le normative, le strutture di classe 3 sono i monumenti archeologici e strutture di classe 2 (ad uso abitativo) che sono state fortemente danneggiate da precedenti eventi sismici (terremoti).

In conclusione si osserva che i dati vibrometrici monitorati in situ, sono estremamente bassi. In particolare, confrontando questi valori con i valori limite imposti dalle normative tecniche di riferimento UNI9916/2014, si nota che l'entità del fenomeno vibratorio nei dintorni della cava è di trenta (30) volte inferiore della soglia di sicurezza prevista dalla Normativa Nazionale per le costruzioni ad uso abitativo.



dott. ing. Demosthenes A. Efstratiadis

INTERNATIONAL SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS

Reg. Number: 9802147

Udine, 28 Ottobre 2024

NOTA IMPORTANTE

Lo studio sopra riportato esprime il parere tecnico della SEISMOTER - Geophysics & Blasting, sulle problematiche riportate. La decisione di adottare in tutto od in parte i suggerimenti sopra esposti, spetta unicamente alle Parti interessate che se n'assumono le conseguenti responsabilità. La SEISMOTER - Geophysics & Blasting si reputa pertanto esonerata da qualsiasi responsabilità nei confronti delle Parti e di terzi sui risultati che possono derivare dall'applicazione dei concetti qui esposti.

BIBLIOGRAFIA

AMBRASEYS N.R. & HENDRON A.J. "Dynamic Behavior of Rock Masses" In: Rock Mechanics in Engineering Practice, Stagg, K.G. and O.C. Zeinkiewicz. PP.442 Wiley, London 1968.

BERTA G. "L'esplosivo strumento di lavoro" Italesplosivi, Milano 1996.

DIN-4150 "Structural vibrations in buildings." Deutsches Institut für Normung Berlin 1986.

DOWDING C.H. "Construction vibrations" Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 1996.

EFSTRATIADIS D. A. "The vibrometrical survey as protection of historical monuments." Engineering Geology of Ancient Works, Monuments & Historical Sites, Editions Balkema Rotterdam 1988.

EFSTRATIADIS D. A. "Safeguarding the archeological monuments of Platamon Castle in Northern Greece under severe vibrations regime. A global solution to the problem." 2nd MR2002 Symposium "Erschütterungsmessungen und Überwachungen", Editions EMPA Zurich 1999.

INTERNATIONAL SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS "Blaster's Handbook", 18th Edition, Ohio, USA 2011.

LANGFORS U. & KIHLOSTROM B. "The modern technique of rock blasting" J.Wiley & Sons Inc, New York-USA 1976.

McKENZIE C.K. "Flyrock range and fragment size prediction" International Society of Explosives Engineers, 35th Annual Conference on Explosives & Blasting Technique Denver, CO-USA, 2009.

OLOFSSON S. "Applied Explosives Technology for Construction & Mining" Applex Arla Sweden 1997.

ÖNORM S 9012 "Valutazione degli effetti delle immissioni dovute al traffico ferroviario per le persone all'interno di edifici; oscillazioni e suono secondario", Österreichisches Normungsinstitut, Vienna 1996.

PER-ANDERS PERSSON et alr. "Rock Blasting & Explosives Engineering" CRC Press Boca Raton New York 1994.

PIJUSH PAL ROY "Rock Blasting, Effects & Operations" Balkema Publishers, Netherlands 2005.

SINGH S. P. "Prediction & measurement of blast vibrations" Intl Jnl of Surface Mining & Reclamation No 7, pp. 149-154, 1993.

SISKIND et alr. "Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting" U.S. Bureau of Mines, RI8507 Washington D.C. 1980.

STERNER V.A. "Trench blasting patterns and pitfalls" Blasters' Training Seminar, International Society of Explosives Engineers, 29th Annual Conference on Explosives & Blasting Technique Nashville, TN-USA, 2003.

SN640312a "Erschütterungsauswirkungen auf Bauwerke" SCHWEIZER NORM Bern 1992.

UNI 9916:2014 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici." Ente Nazionale Italiano di Unificazione Milano 2014

ZIEGLER A. "Neue Erschütterungsnormen: Anwendung und Interpretation." 3rd MR2002 Symposium "Erschütterungsmessungen und Überwachungen", Editions EMPA Zurich 2000.

ALLEGATO 1

SCHEDA TECNICA DEL ESPLOSIVO EMULEX1 (PAG. 1 DA 2)

Emulex 1

SCHEDA TECNICA

Emulex 1 è un'emulsione esplosiva sensibile al detonatore N°8, che sviluppa un'elevata velocità di detonazione, generando un buon volume di gas. È ampiamente utilizzata nelle cave, nelle miniere a cielo aperto e nei lavori di ingegneria civile.

Può essere utilizzata sia come carica di fondo-foro, che come carica di colonna. Emulex 1 è adatta anche per l'impiego negli scavi in sotterraneo.

È ottima per l'utilizzo come carica d'innescio per esplosivi meno sensibili, come l'ANFO ed altri esplosivi non sensibili al detonatore N°8.

VANTAGGI

- Sviluppa un'eccellente volume di gas, producendo un'ottimo "sollevamento" della massa rocciosa.
- La quantità dei fumi tossici è molto bassa.
- Buon accoppiamento tra esplosivo e foro, soprattutto se il calibro della cartuccia si avvicina al diametro del foro.
- Ottima resistenza all'acqua.
- Buona maneggevolezza grazie anche alle cartucce sufficientemente rigide.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Proprietà	Valore
Densità [g/cm ³]	1,20
Bilancio d'Ossigeno [%] ⁽¹⁾	+0,0
Volume dei Gas [L/kg] ⁽¹⁾	925
Calore di esplosione [kJ/kg] ⁽¹⁾	3.155
Forza relativa al peso [ANFO=100]	80
Forza relativa alla massa [ANFO=0.85 g/cm ³]	115
Velocità di detonazione [m/s] ⁽²⁾ (carica non confinata)	4.900 (calibro 35 mm) 5.600 (calibro 65 mm)

⁽¹⁾ Valori teorici basati sul modello Austin, a detonazione ideale. I valori calcolati con altri modelli possono essere diversi.

⁽²⁾ La velocità di detonazione dipende dalla modalità di caricamento, calibro e grado di confinamento.



AUSTIN POWDER
INTERNATIONAL

Austin Powder GmbH, Weißenbach 16, 8813 St. Lambrecht, Austria
Tel: +43 (0) 3585 2251-0 - Fax: +43 (0) 3585 2414 - office@austinpowder.at

07/2024

ALLEGATO 1

SCHEDA TECNICA DELL'ESPLOSIVO EMULEX 1 (PAG. 2 DA 2)

Emulex 1

SCHEDA TECNICA

IMBALLAGGIO – DIMENSIONI STANDARD

Dimensioni cartucce [mm]	Peso cartucce [kg]	Peso netto cassa [kg]
32 x 600	0,625	25,0
50 x 500	1,250	25,0
60 x 600	2,000	24,0
65 x 700	3,125	25,0
65 x 350	1,500	24,0
80 x 650	4,000	24,0

Nota: Dimensioni e pesi sono valori nominali e potrebbero variare per necessità di produzione.

IMMAGAZZINAMENTO

- Limite di stoccaggio a bassa temperatura: 0 °C (max 3 mesi a -10 °C)
- Limite di stoccaggio ad alta temperatura: +30 °C

UTILIZZO:

- Temperature limite di utilizzo : da -15°C a + 60°C
- Detonatore minimo per l'innesco: 0.7g PETN (oppure detonatore equivalente)
- Sovrapressione statica massima: 0.3 MPa (3 bar) per 24 ore
- Miccia detonante per l'innesco: ≥ 12 gr/m
- Idoneo per l'utilizzo in sotterraneo. Da non utilizzare in ambienti pericolosi dove possono essere presenti gas o polveri infiammabili.
- Austin Powder declina ogni responsabilità per qualsiasi perdita derivante dall'utilizzo del prodotto in rocce contenenti Pirite o altro materiale reattivo.

DATA DI SCADENZA

1 anno dalla data di produzione

SMALTIMENTO

In conformità alle normative locali e Nazionali. In caso di dubbi, contattare il Vostro fornitore o il produttore.

CLASSIFICAZIONI-OMOLOGAZIONI-RICONOSCIMENTI

MINISTERO DELL'INTERNO	MIN. SVILUPPO ECONOMICO	OMOLOGAZIONE CE
PRESA D'ATTO N°	CODICE M.A.P.	N°CERTIFICATO (ORGANISMO)
557/PAS/E/013309/XV/JCE/C DEL 29.12.2023 G.U. N° 12 DEL 16.01.2024	1Aa 2242	0589.EXP.3571/09-1-BAM

CLASSIFICAZIONE TULPS	CLASSIFICAZIONE ONU	CLASSIFICAZIONE ADR/RID
II° CATEGORIA	N. UN 0241 CLASSE 1.1.D	ESPLOSIVO DA MINA TIPO E CL. 1.1.D

NOTA BENE: I dati di questa scheda tecnica si basano sulle procedure di prova della Austin Powder GmbH in uso al momento della pubblicazione. Le specifiche, i valori di prova e le altre informazioni sono assolutamente informazioni non vincolanti, preliminari e non sono garantiti; i dati effettivi possono variare per vari motivi (ad esempio temperatura, umidità, pressione). Inesattezze tecniche o errori tipografici ed il diritto di modificare questa scheda in qualsiasi momento senza preavviso sono riservati. Austin Powder GmbH non si assume alcuna responsabilità e non garantisce la completezza, l'accuratezza, l'affidabilità, l'idoneità o la disponibilità del prodotto e delle informazioni contenute in questa scheda. Qualsiasi responsabilità per danni di qualsiasi tipo (come ad esempio danni diretti o indiretti, incidentali o consequenziali, perdite o spese), direttamente o indirettamente correlati a questa scheda o all'uso del prodotto è esclusa. Il Cliente è l'unico responsabile (anche per le decisioni prese sulla base delle informazioni contenute in questa scheda) per il corretto utilizzo dei prodotti potenzialmente pericolosi che, di conseguenza, possono essere utilizzati soltanto da personale qualificato e nel rispetto della normativa vigente. Le condizioni generali della Austin Powder GmbH o Austin Powder Vertriebsgesellschaft m.b.H. saranno valide per l'intero periodo di rapporto giuridico tra i Clienti e loro (Austin). Possono essere scaricate dal sito Internet: www.austinpowder.at.

**AUSTIN POWDER**
INTERNATIONAL

Austin Powder GmbH, Weißenbach 16, 8813 St. Lambrecht, Austria
Tel: +43 (0) 3585 2251-0 - Fax: +43 (0) 3585 2414 - office@austinpowder.at

07/2024

ALLEGATO 2

SCHEDA TECNICA DELL'ESPLOSIVO EMULEX 2 (PAG. 1 DA 2)



Emulex 2

SCHEDA TECNICA

Emulex 2 è un'emulsione esplosiva sensibile al detonatore N°8 che sviluppa un'elevata velocità di detonazione, generando un buon volume di gas.

La presenza dell'Alluminio nella formula chimica consente di ottenere una migliore comminazione della roccia.

Emulex 2 è utilizzata principalmente nelle cave di roccia granulare e compatta e nei lavori in sotterraneo.

Si può utilizzare sia come carica di fondo-foro, sia come carica di colonna.

Emulex 2 è indicata per l'utilizzo come carica d'innesco per esplosivi meno sensibili come l' An.Fo, l'Hydromite1 ed altri esplosivi non sensibili al detonatore N°8.

VANTAGGI

- La sua elevata energia permette di eseguire una maglia di perforazione più larga (rispetto allo standard), riducendo i costi della volata.
- Sviluppa un'eccellente volume di gas, producendo un'ottimo "sollevamento" della massa rocciosa.
- La quantità dei fumi tossici prodotti è molto bassa.
- Buon accoppiamento tra esplosivo e foro, soprattutto se il calibro della cartuccia si avvicina al diametro del foro.
- Ottima resistenza all'acqua.
- Buona maneggevolezza grazie alle cartucce sufficientemente rigide.

PROPRIETÀ

Proprietà	Valore
Densità [g/cm ³]	1,2
Bilancio d'Ossigeno [%] ⁽¹⁾	+0,1
Volume dei Gas [L/kg] ⁽¹⁾	867
Calore di esplosione [kJ/kg] ⁽¹⁾	3.720
Forza relativa al peso [ANFO=100]	97
Forza relativa alla massa [ANFO=0.85 g/cm ³]	138
Velocità di detonazione [m/s] ⁽²⁾ (carica non confinata)	5.500 (calibro 65 mm)

⁽¹⁾ Valori teorici basati sul modello Austin, a detonazione ideale. I valori calcolati con altri modelli possono essere diversi.

⁽²⁾ La velocità di detonazione dipende dalla modalità di caricamento, calibro e grado di confinamento.

**AUSTIN POWDER**
INTERNATIONAL

Austin Powder GmbH, Weißenbach 16, 8813 St. Lambrecht, Austria
Tel: +43 (0) 3585 2251-0 - Fax: +43 (0) 3585 2414 - office@austinpowder.at

07/2024

ALLEGATO 2

SCHEDA TECNICA DELL'ESPLOSIVO EMULEX 2 (PAG. 2 DA 2)

Emulex 2

SCHEDA TECNICA

IMBALLAGGIO – DIMENSIONI STANDARD

Dimensioni cartucce [mm]	Peso cartucce [kg]	Peso netto cassa [kg]
40 x 650	1,000	25,0
50 x 700	1,800	25,2
60 x 700	2,500	25,0
65 x 700	3,125	25,0
65 x 350	1,500	24,0
80 x 650	4,000	24,0

Nota: Dimensioni e pesi sono valori nominali e potrebbero variare per necessità di produzione.

Altre dimensioni e calibri sono disponibili a richiesta.

IMMAGAZZINAMENTO

- Limite di stoccaggio a bassa temperatura: 0 °C (max 3 mesi a -10 °C)
- Limite di stoccaggio ad alta temperatura: +30 °C

UTILIZZO:

- Temperature limite di utilizzo: da -5°C a +50°C
- Detonatore minimo per l'innesco: 0.7 g PETN, oppure detonatore equivalente
- Miccia detonante per l'innesco: ≥ 12 gr/m
- Sovrapressione statica massima: 0.3 MPa (3 bar) per 24 ore
- Idoneo per l'utilizzo in sotterraneo. Da non utilizzare in ambienti pericolosi dove possono essere presenti gas o polveri infiammabili.
- Austin Powder declina ogni responsabilità per qualsiasi problema derivante dall'utilizzo del prodotto in rocce contenenti Pirite o altro materiale reattivo.

DATA DI SCADENZA

1 anno dalla data di produzione

SMALTIMENTO

In conformità alle Normative locali e Nazionali. In caso di dubbi, contattare il Vostro fornitore o il produttore.

CLASSIFICAZIONI-OMOLOGAZIONI-RICONOSCIMENTI

MINISTERO DELL'INTERNO	MIN. SVILUPPO ECONOMICO	OMOLOGAZIONE CE
PRESA D'ATTO N°	CODICE M.A.P.	N° CERTIFICATO (ORGANISMO)
557/PAS/E/013309/XYJ/CE/C DEL 29.12.2023 G.U. N° 12 DEL 16.01.2024	1Aa 2243	0589.EXP.3632/09-1-BAM

CLASSIFICAZIONE TULPS	CLASSIFICAZIONE ONU	CLASSIFICAZIONE ADR/RID
II° CATEGORIA	N. UN 0241 CLASSE 1.1.D	ESPLOSIVO DA MINA TIPO E CL.1.1D

NOTA BENE: I dati di questa scheda tecnica si basano sulle procedure di prova della Austin Powder GmbH in uso al momento della pubblicazione. Le specifiche, i valori di prova e le altre informazioni sono assolutamente informazioni non vincolanti, preliminari e non sono garantiti; i dati effettivi possono variare per vari motivi (ad esempio temperatura, umidità, pressione). Inesattezze tecniche o errori tipografici ed il diritto di modificare questa scheda in qualsiasi momento senza preavviso sono riservati. Austin Powder GmbH non si assume alcuna responsabilità e non garantisce la completezza, l'accuratezza, l'affidabilità, l'idoneità o la disponibilità del prodotto e delle informazioni contenute in questa scheda. Qualsiasi responsabilità per danni di qualsiasi tipo (come ad esempio danni diretti o indiretti, incidentali o consequenziali, perdite o spese), direttamente o indirettamente correlati a questa scheda o all'uso del prodotto è esclusa. Il Cliente è l'unico responsabile (anche per le decisioni prese sulla base delle informazioni contenute in questa scheda) per il corretto utilizzo dei prodotti potenzialmente pericolosi che, di conseguenza, possono essere utilizzati soltanto da personale qualificato e nel rispetto della normativa vigente. Le condizioni generali della Austin Powder GmbH o Austin Powder Vertriebsgesellschaft m.b.H. saranno valide per l'intero periodo di rapporto giuridico tra i Clienti e loro (Austin). Possono essere scaricate dal sito Internet: www.austinpoder.at.

**AUSTIN POWDER**
INTERNATIONAL

Austin Powder GmbH, Weißenbach 16, 8813 St. Lambrecht, Austria
Tel: +43 (0) 3585 2251-0 - Fax: +43 (0) 3585 2414 - office@austinpoder.at

07/2024

ALLEGATO 3

SCHEDA TECNICA DEI DETONATORI NON-ELETTRICI DUAL DELAY (PAG. 1 DA 1)

ShockStar Dual Delay

SCHEDA TECNICA DEL PRODOTTO

I detonatori **SHOCKSTAR DUAL DELAY** sono costituiti da un detonatore fondo foro e da un connettore di superficie assemblati in un unico prodotto. Questa combinazione offre la convenienza per la gestione dei magazzini e delle scorte, e spesso riduce i requisiti di spazio per il trasporto.

I collegamenti dei detonatori con il sistema SHOCKSTAR DUAL DELAY, risulta più veloce in quanto vengono utilizzati meno prodotti. Nel piano di tiro vengono ridotti i punti di connessione e le ispezioni visive sono più facili.



VANTAGGI

- Carica base da 720 mg di PETN (o equivalente).
- Costruito con tubicino nonel giallo brillante per un'elevata visibilità.
- Il connettore di superficie può contenere fino a 8 tubicini ed è diversamente colorato secondo il tempo di ritardo di superficie.
- Detonatore di superficie protetto da blocco in pvc.

PROPRIETÀ

Tempi di ritardo

	SHOCKSTAR DUAL DELAY	
	SHOCKSTAR SURFACE	SHOCKSTAR MS o TS
Ritardo nominale (ms)	0	800
	17	475, 500
	25	300, 475, 500
	42, 67	475, 500, 9.000
	100, 200	9.000

10/2022



AUSTIN POWDER
INTERNATIONAL

Austin Detonator s.r.o., Jasenice 712, 755 01 Vsetín, Czech Republic
Tel: +420 571 404 001 - Fax: +420 571 404 002 - marketing.info@austin.cz

ALLEGATO 4

SCHEDA TECNICA DELLA MICCIA DETONANTE DETONEX 15G



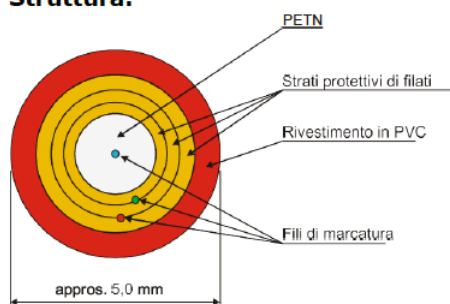
Scheda Tecnica

Miccia detonante DETONEX 15 g/m

Descrizione

La miccia detonante DETONEX 15 g/m consiste di un nucleo di PETN (una polvere cristallina bianca) con 15 grammi ad ogni metro, avvolto da filati arrotolati e racchiusi da un rivestimento esterno di PVC rosso.

Struttura:



Specifiche:

Carica (PETN, g/m)	13,5 - 16,5
Peso complessivo (g/m)	23 - 30
Diametro esterno (mm)	appros. 5,0
Velocità detonazione (m/s)	> 6800
Resistenza alla trazione (N)	> 600
Sensibilità all'impatto (cm)	
martello da 2 kg	non detona
martello da 5 kg	> 30

Altre proprietà:

Vedi scheda tecnica prodotto PETN.

Il PETN è un alto esplosivo, sensibile all'impatto, alla frizione ed al fuoco

Utilizzo

Stabilità min. 5 anni

Classificazione per il trasporto:

UN N° 0065
RID/ADR Classe 1.1D
IMDG-Classe 1.1 D
IATA/ICAO escluso

Tossicità

Quando ingerito il PETN agisce da vaso dilatatore, abbassando la pressione sanguigna nel corpo.

Applicazioni

Ha svariati usi nell'industria esplosivistica.

Formula chimica:*

Struttura chimica:*

Peso molecolare:*

Numero CAS:*

EINECS:*

Nome chimico:*

Sinonimi:

Cordone detonante, Detonating cord, Cordeau détonant, Sprengschnur.

***vedi scheda tecnica prodotto PETN**



Société Suisse des Explosifs Group



SOCIÉTÉ SUISSE DES EXPLOSIFS SA Postfach 636 / Fabrikstrasse 48 / 3900 Brig / Schweiz
T +41 27 922 71 11 / F +41 27 922 72 00 / info@sse-group.com / www.sse-group.com

22.01.2021
Pagina 1 of 2

ALLEGATO 5

SPECIFICHE TECNICHE DELLE STAZIONI VIBROMETRICHE (PAG. 1 DA 3)

Data sheet



**Vibration Recorder
MR2002-CE**
conforms to DIN 45669 C3HV 315/1
and to DIN 45669 A3HV 315/1

The rugged MR2002-CE RED BOX is a complete vibration monitoring system of rugged and modular design. It's monitoring applications include:

- buildings
- construction sites
- tunneling
- blasting monitoring
- truck and rail traffic
- industrial quality assurance
- bridges
- site evaluation
- industrial vibrations

SYSCOM Instruments.
A Pleasure to Measure.

ALLEGATO 5

SPECIFICHE TECNICHE DELLE STAZIONI VIBROMETRICHE (PAG. 2 DA 3)

SYSCOM

Technical Specification MR2002-CE

1. A/D Converter / Filter

■ Principle	linear „track and hold“ A/D-Converter digital filtering (DSP)
■ Resolution	16 Bit
■ Sample rate per channel	Oversampled 3200 s ⁻¹ / decimated 200/400/800 s ⁻¹ (samples/channel/second)
■ Number of channels	3 (X,Y,Z)
■ Dynamic range	> 96 dB (RMS)
■ Filter	
analog anti-aliasing filter	- 2 Pole Butterworth
digital IIR filter	- 50 Hz low pass (at 200 s ⁻¹) - 156 Hz low-pass (at 400 s ⁻¹) - 315 Hz low-pass (at 800s ⁻¹) - 4-80 Hz band-pass (at 400 s ⁻¹ , KB-filter according to DIN 4150)

2. Microprocessor

Recording Trigger	
■ Principle	Level trigger
■ Channels	X,Y or Z axis, software- or external trigger, logical AND or OR combinations
■ Range	0.003 to 50% full scale
■ Settings	Automatic adjustment of trigger level (smart trigger): - increment/decrement: 0 to 255 counts - decrement time: 1-3600 seconds (in 1 second steps) - additional low-pass filter (trigger window) 0 - 255 samples
Recording	
■ Principle	Event recording (time history) with on-line data compression and Background recording mode (VM) Recording of peak-values (according to DIN 4150) Recording with automatic FFT of signal (according to DIN 4150)
- optional	
- optional	
■ Pre-event recording	1 - 17 seconds (in 1 second steps)
■ Post-event recording	1 - 30 seconds (in 1 second steps)
■ Maximum recording time	
Event recording:	unlimited, split into files of 1-255 seconds length
Peak recording:	up to 30 days (up to 65,500 periods from 1 to 255 seconds)
Alarm triggers	
■ Principle	Level trigger
■ Channels	2 levels (individually settable for each axis)
■ Range	OR combination of the 3 axis
■ Range	0.003 to 50% full scale
Clock	
■ Accuracy	20 ppm (10 minutes per year)
■ Autonomy	> 5 years with backup battery
Firmware	
■ Principle	Multitasking environment, simultaneous data acquisition and communication (download or parameter setting)
■ Upgrade	by user via RS-232
Communication	
■ Principle	RS-232 (up to 115,200 Baud), full handshake
■ File-transfer:	XMODEM / YMODEM
■ Parameter setting:	packetized protocol with check-sum and three level password
Self-test	
■ Principle	- Permanent check of all important functions - Fully comprehensive periodic self-test - automatic detection of sensor type
Display	
■ 4 LED	- Power supply - Run / Self-test - Recording / Memory used - Warning / Error
■ LC-Display	Status information, Peak values of the last event, Main frequency of the last event

ALLEGATO 5

SPECIFICHE TECNICHE DELLE STAZIONI VIBROMETRICHE (PAG. 3 DA 3)

SYSCOM Instruments

MR3003C Vibration & Motion Measurement System

The MR3003C in SYSCOM's rugged RED BOX is a compact vibration/motion measurement system. As such it meets all user expectation in a state-of-the-art device and thus is a highly reliable and efficient tool for many applications. The MR3003C is suitable for structural monitoring (DIN 4150-3, SN 640312 and others) and human comfort (DIN 4150-2, ISO 2631 and others).

Major features

- Compact unit containing sensor, digital recorder and communication
- Dual core ARM processor
- Internal 4G modem, fallback 3G/2G
- Internal 4GB memory
- Embedded Web Server for easy configuration and control
- Precise timing (GPS)
- Power over Ethernet (PoE)
- Wide dynamic range
- Wireless connectivity



MR3003C with 4G module and mounting plate, lateral view.

Data acquisition

Resolution	24 bits
Sampling-rate	250, 500, 1'000, 2'000, 4'000 sps
Number of channels	3
Channel to channel skew	None – simultaneous sampling on all channels
Dynamic range	Typ. 130dB@250 sps, 124dB@1000 sps
Data Filter	FIR & IIR digital filters
Trigger Filter	Digital IIR filter: 0.5 - 15 Hz band-pass (only for accelerometer)

Trigger and de-trigger

Principle	Level trigger or STA/LTA
Trigger voting logic	Predefined AND or OR combinations, individual channel votes
Level trigger	0.003 to 100% full scale
STA / LTA (for acceler.)	STA: 0,1 to 25s, LTA: 1 to 250s, Ratio: 0,1 to 25.
Smart Trigger / De-Trigger	Automatic adjustment of trigger level

Microprocessor

Recording principle	Event recording (time history), continuous time recording, manually triggered or timed recording
Header	Contains status information at time of trigger and event summary
Pre-event recording	1-99 seconds (@250Hz), others depending on sampling rate
Post-event recording	1-100 seconds
Data memory	Removable SD card (4Gb)
Alarm triggers	
Principle	Two alarm levels independently settable as: threshold levels, curves defined by the main standards or user-defined curves
Alarm level range	0.1 % to 100% full scale
Alarm based on standards	Different built-in standards: DIN 4150-3 (Germany), SN 640312 (Switzerland), Circulaire du 23/07/1986 (France), Önorm S 9020 (Austria)
User-defined alarm	Thresholds and frequencies individually settable for each axis
Notifications	Various notification options, individually settable for each axis
Precision timing	
System Clock	1 ppm, this clock is disciplined by GPS, NTP
Data/user interface	
Intelligent Alerting	System initiates communications or sends text message (SMS) or e-mail when an event is detected
Web Interface	Easy to use command & control through embedded web server
FTP	Built-in client protocol supporting FTP, SFTP, FTPS able to push to a server

Display

3 LED	Run, Recording, Warning/Error
LCD-Display	Status information, important settings, event-related information

Wireless Communication

WiFi	IEEE 802.11 b/g/n compliant
Mobile Network (option)	Internal 4G modem, fallback 3G/2G

Power Supply

Supply Voltage	9 - 14.5VDC or 48V PoE
Power Consumption	From 1 W to 1.4 W depending on the configuration (velocimeter) From 1.3 W to 1.7 W depending on the configuration (accelerometer)

I/O and Connectors

Type	Metallic self-latching push-pull connectors with positioning key (LEMO)
Power	Metallic connector with protective GND
GPS	Connector for external GPS
LAN / PoE	Communication with PC or network - Ethernet 100BaseT



dr.eng. Demosthenes A. Efstratiadis
mining & explosives engineer

SEISMOTER | Europe
Geophysics & Blasting

Piazza XX Settembre, 5
33100 - Udine, ITALIA
tel: +39 0432 21886
cell: +39 335 7713126
seismoter@gmail.com