STUDIO di GEOLOGIA TECNICA dott. geol. GUIDO CARIERI

COMMITTENTE: Cave di Boissano Srl

COMUNE: BOISSANO

LOCALITA': SEGIUNA'

OGGETTO: MODELLO GEOTECNICO DI SINTESI ED ANALISI DEI CINEMATISMI PER ROTOLAMENTO MASSI LUNGO LE SEZIONI DESUNTE DAL MODELLO GEOLOGICO DI SINTESI



DATA: Aprile 2016

ANALISI CADUTA E ROTOLAMENTO MASSI

Il modello utilizzato per la stima delle traiettorie di caduta dei massi considera i blocchi come puntiformi che impattano su un piano quotato. Questo è formato da un reticolo di nodi tridimensionali costituenti una mesh triangolare che rappresenti l'intera zona tra il distacco e l'arresto dei blocchi.
Gli elementi del reticolo devono essere definiti in modo da poter considerare costante, all'interno del perimetro, l'inclinazione e la direzione del pendio insieme ai parametri fisici del modello che sono i coefficienti di restituzione normale e tangenziale, definiti come rapporto di energia post e pre-impatto.
Alla luce di quanto esposto è necessario dimensionare opportunamente i triangoli perché possano essere considerati "grandi" rispetto al volume dei blocchi e "piccoli" rispetto all'area in esame.
La definizione dell'area di distacco dei blocchi prevede una analisi preventiva della zona di distacco in modo che per ciascun blocco possa essere definita una velocità di lancio in funzione del percorso iniziale effettuato lungo la parete.
Il modello esegue anche l'analisi per il posizionamento e il dimensionamento di opere di protezione. Il calcolo inizialmente controlla che il blocco stia impattando e non scavalcando la barriera quindi verifica che l'energia cinetica di impatto del masso sia completamente assorbibile dall'opera.
L'utilizzo di tale modello per la stima delle traiettorie di caduta dei massi è preferibilmente usato per la progettazione di rilevati come opere di intervento. Questo perché il rilevato, grazie alla elevata estensione, può essere in grado di intercettare un elevato numero di blocchi prima di dover richiedere interventi di manutenzione o la ricostruzione mentre garantisce una energia di assorbimento notevole, tipicamente generata da lunghi percorsi di caduta.
Per la progettazione di opere più puntuali, come ad esempio delle reti paramassi, gli studi sul percorso di caduta dei blocchi risultano più accurati nei modelli bidimensionali che sono più sofisticati nella descrizione del fenomeno fisico.

La traiettoria del blocco può essere determinata utilizzando le equazioni del moto di un grave. Con riferimento ad un sistema di assi cartesiani ortogonali tali equazioni sono:

$$s = v \times t + s_0$$

$$z = -1/2 \times g \times t^2 + v \times t + z_0$$

dove:

v = velocità del blocco;

t = tempo;

g = accelerazione di gravità;

s = spazio percorso;

In tal modo la traiettoria del moto risulta composta da una serie di parabole tracciate fra il punto in cui avviene il distacco ed il punto in cui il blocco urta sul pendio per la prima volta, nella fase iniziale del moto, e fra due successivi punti di impatto sul pendio, o al piede, in seguito, fino al punto finale di arresto.

In particolare, indicando con v_n e v_t le componenti (normali e tangenziali) della velocità prima dell'urto, dopo l'urto v'_n, v'_t possono calcolarsi mediante le relazioni:

$$v'_n = v_n \times \lambda_n$$

$$v'_t = v_t \times \lambda_t$$

in cui:

λ_n ed λ_t sono detti coefficienti di restituzione variabili nell'intervallo 0-1.

VERIFICA ROTOLAMENTO MASSI LUNGO LA TRACCIA DI SEZIONE n. 2

Area di lancio

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]	Vx [m/s]	Vy [m/s]	Vz [m/s]	Diametro [m]	Densità [Kg/m³]	Colore
1	1437624,18	4887717,82	315,47	0	0	0	5	2700	

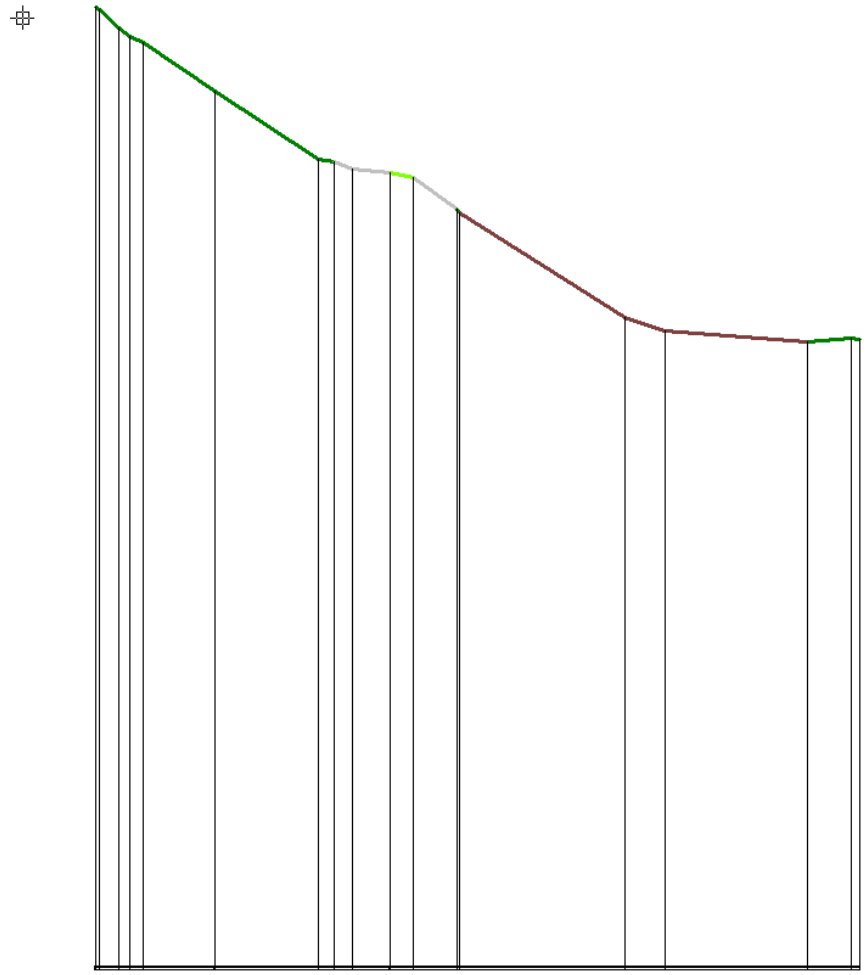
Materiali

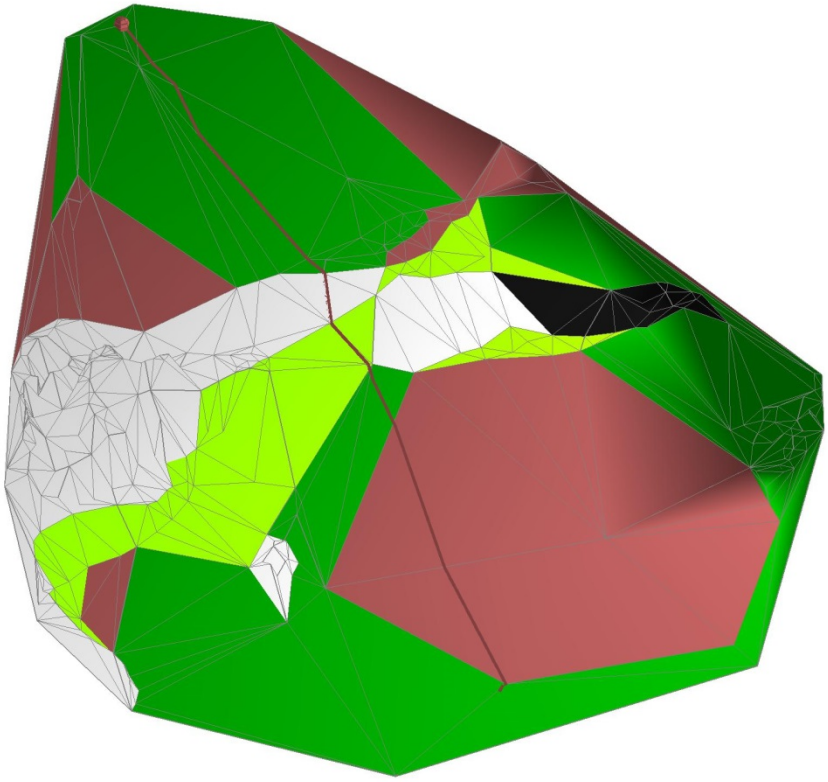
Descrizione	Normal restitution coefficient Rn	Tangential restitution coefficient Rt	Colore
bosco	0,28	0,8	
terreni sciolti	0,29	0,83	
roccia	0,4	0,85	
bosco a basso fusto	0,8	0,83	
ghiaione detritico	0,35	0,8	

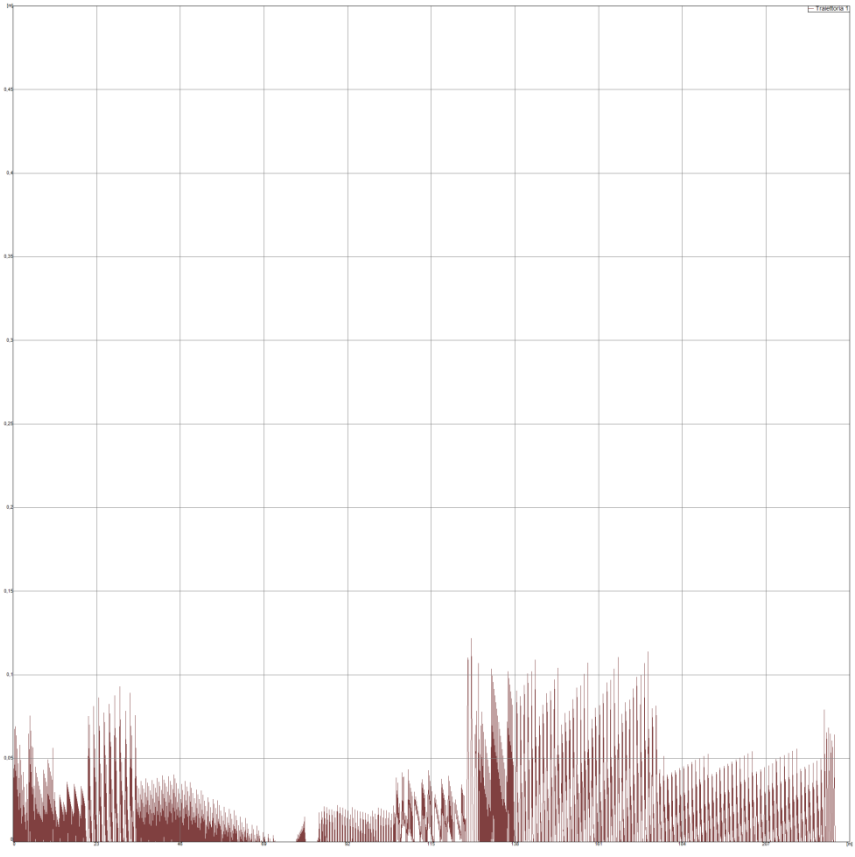
Calcolo traiettorie

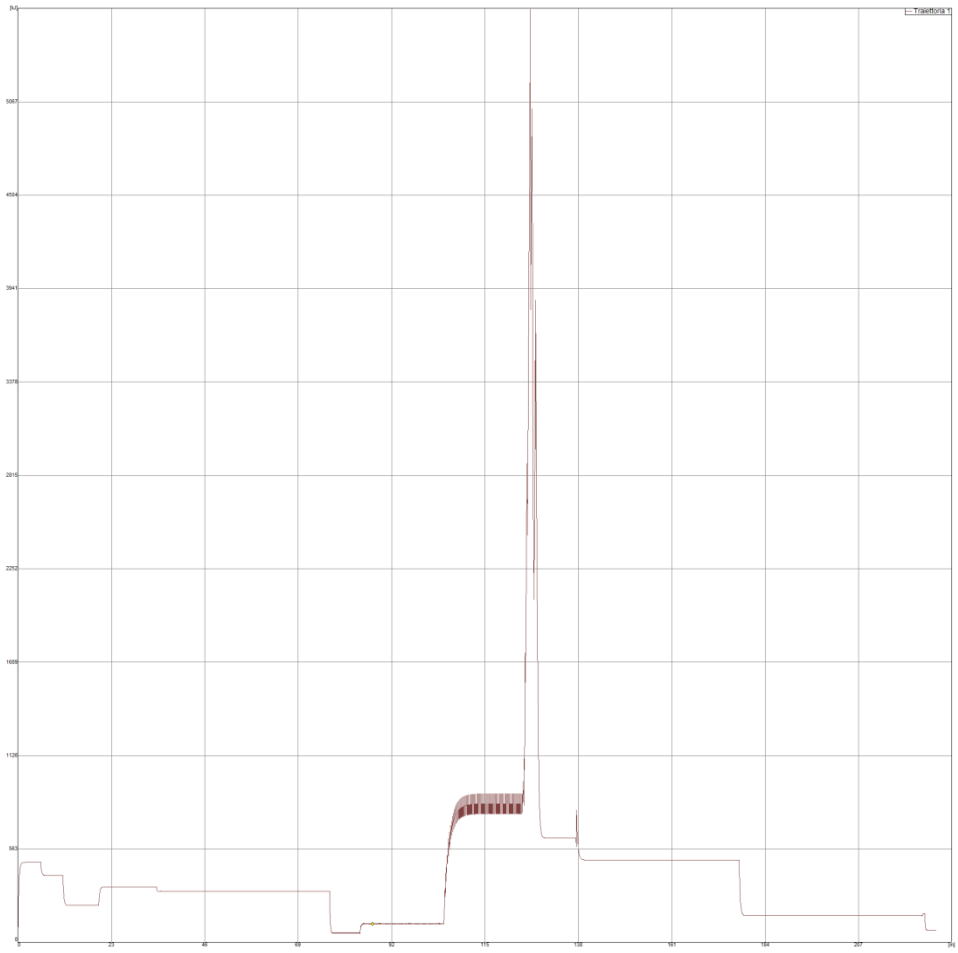
SEZIONE 2	Posizione masso (x, y, z) [m]	Posizione massima (x, y, z) [m]	Posizione minima (x, y, z) [m]	Velocità massima (vx, vy, vz) [m]	Spostamento (x, y, z) [m]	Altezza massima [m]	Energia massima [kJ]	Colore
Traiettoria n° 1	1437624,18, 4887717,82, 315,47	1437829,62, 4887718,46, 315,47	1437624,18, 4887646,86, 4887646,86	2,81, 1,76, 4,16	205,44, 70,96, 122,65	0,12	5626,17	

SEZIONE N. 2








Trajettoire 1
5670
4954
3941
3376
2815
2252
1689
1126
563
0
0
23
46
69
92
115
138
161
184
207
[m]

VERIFICA ROTOLAMENTO MASSI LUNGO LA TRACCIA DI SEZIONE n. 6

Area di lancio

n.	X [m]	Y [m]	Z [m]	Vx [m/s]	Vy [m/s]	Vz [m/s]	Diametro [m]	Densità [Kg/m³]	Colore
1	1437641,23	4887658,33	286,83	0	0	0	5	2700	

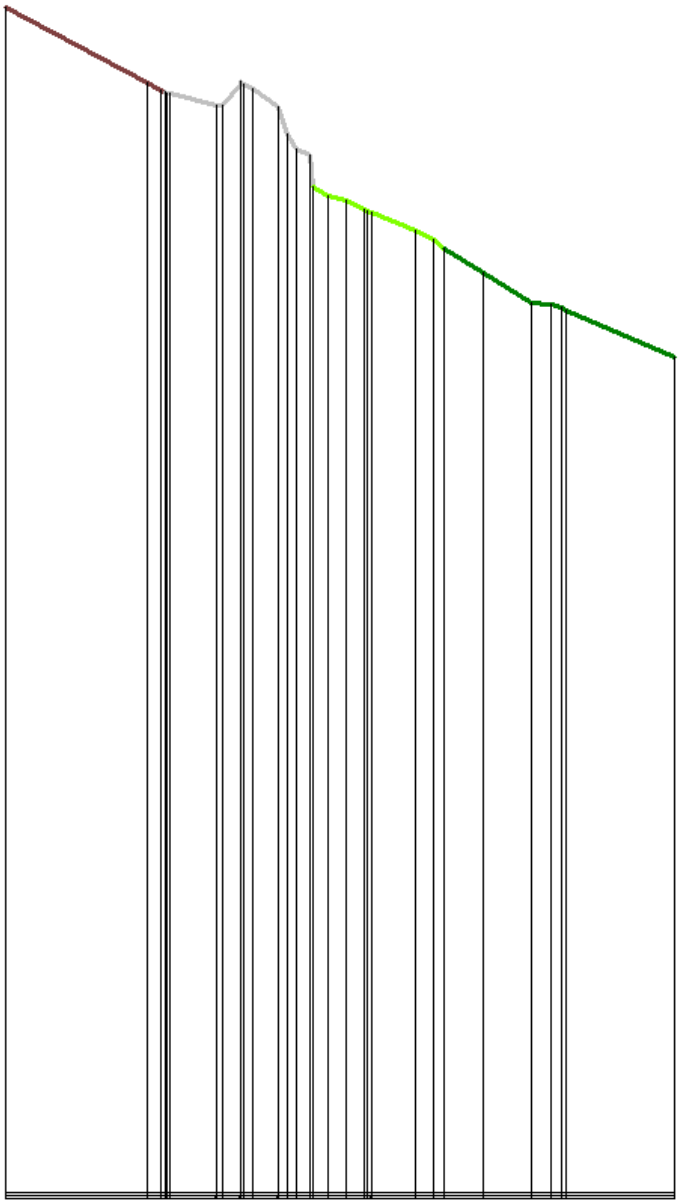
Materiali

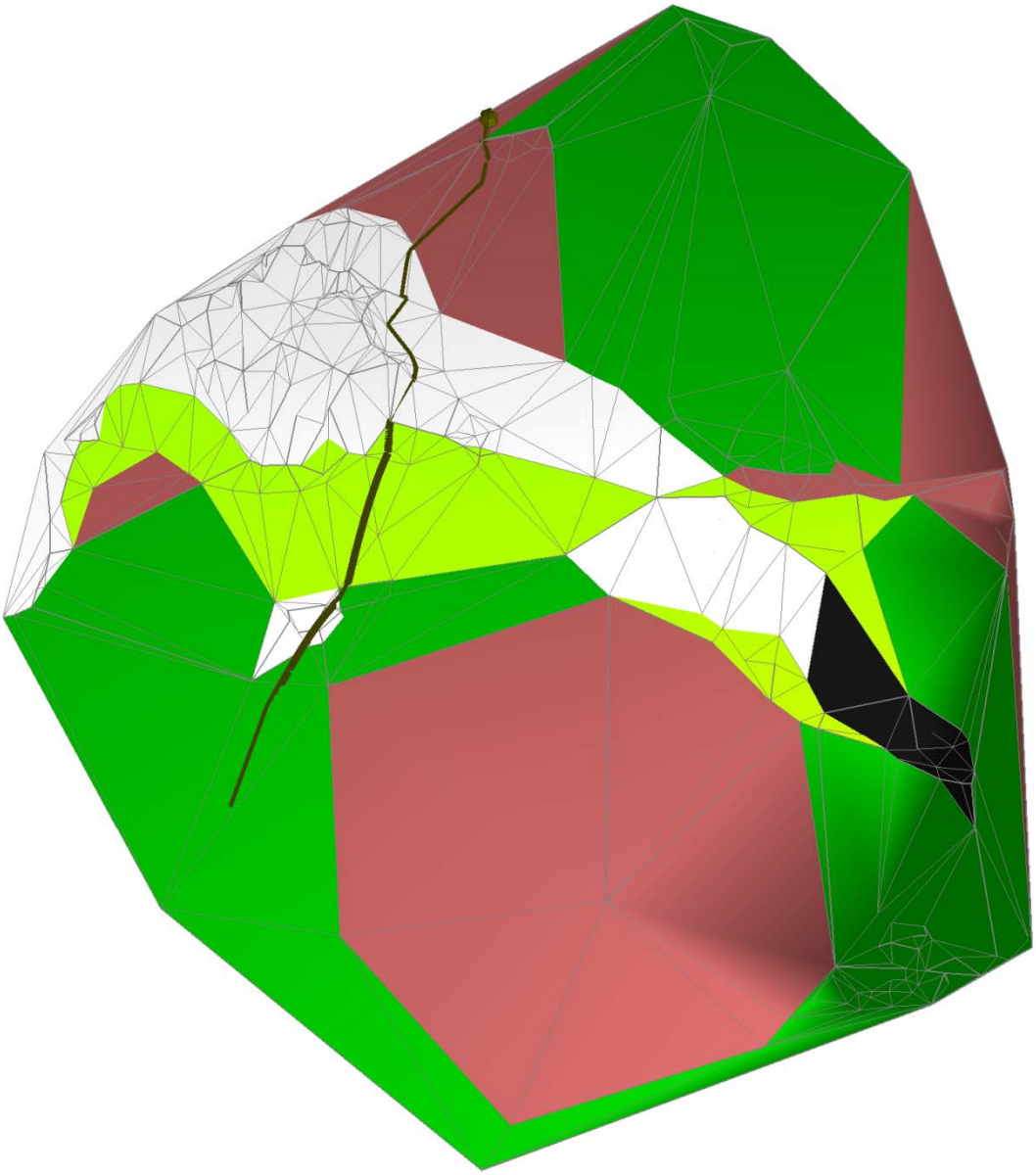
Descrizione	Normal restitution coefficient Rn	Tangential restitution coefficient Rt	Colore
bosco	0,28	0,8	
terreni sciolti	0,29	0,83	
roccia	0,4	0,85	
bosco a basso fusto	0,8	0,83	
ghiaione detritico	0,35	0,8	

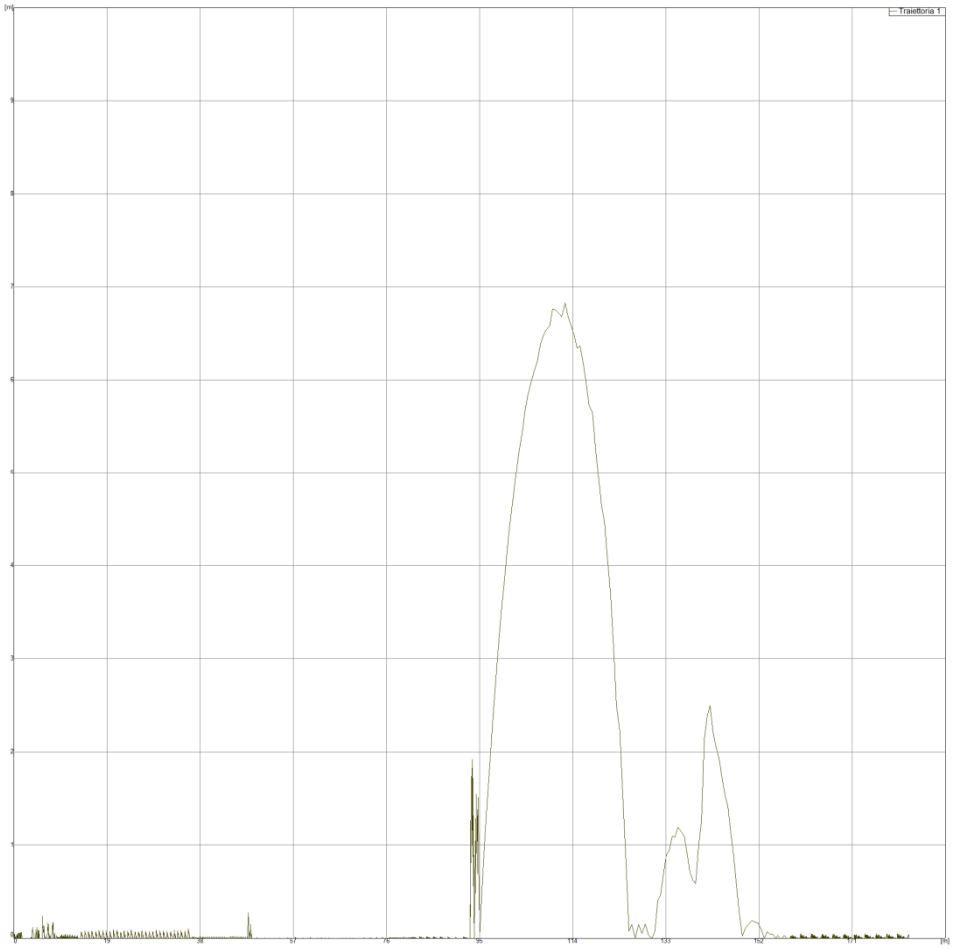
Calcolo traiettorie

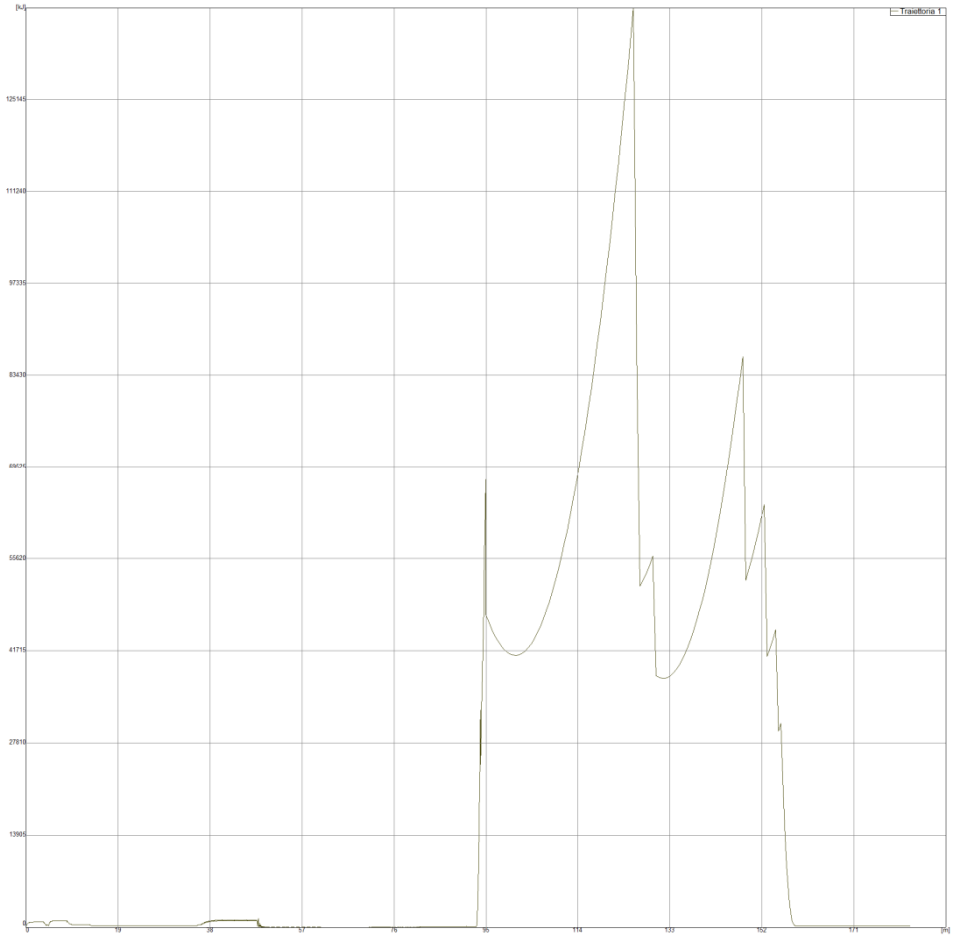
SEZIONE 6	Posizione masso (x, y, z) [m]	Posizione massima (x, y, z) [m]	Posizione minima (x, y, z) [m]		Velocità massima (vx, vy, vz) [m]	Spostamento (x, y, z) [m]	Altezza massima [m]	Energia massima [kJ]	Colore
Traiettoria n° 1	1437641,23, 4887658,33, 286,83	1437798,45, 4887659,21, 286,83	1437641,23, 4887617,72,	13,03, 7,09, 19,72	157,22, 40,61, 92,31	6,83	139041,30		

SEZIONE n. 6






Traiettoria 1
[m]
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
19
38
57
76
95
114
133
152
171
[ft]


Traiettoria 1
[kJ]
125145
111240
97335
83430
69525
55620
41715
27810
13905
0
0
19
38
57
76
95
114
133
152
171
[ft]

VERIFICA ROTOLAMENTO MASSI LUNGO LA TRACCIA DI SEZIONE TRASVERSALE AL FRONTE SW DELL'EX FRONTE DI CAVA

Area di lancio

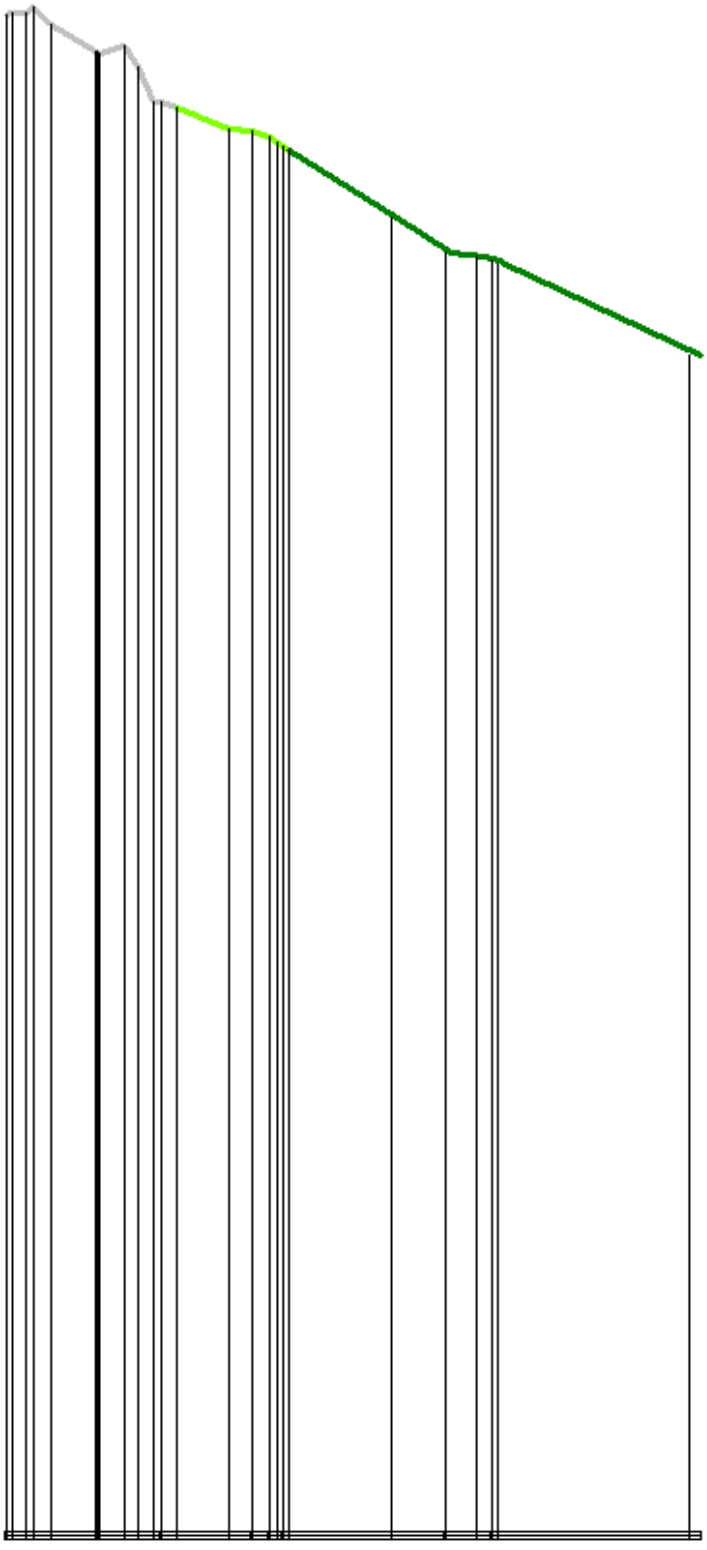
n.	X [m]	Y [m]	Z [m]	Vx [m/s]	Vy [m/s]	Vz [m/s]	Diametro [m]	Densità [Kg/m³]	Colore
1	1437692,03570111	4887583,34243543	242,983621747085	0	0	0	5	2700	

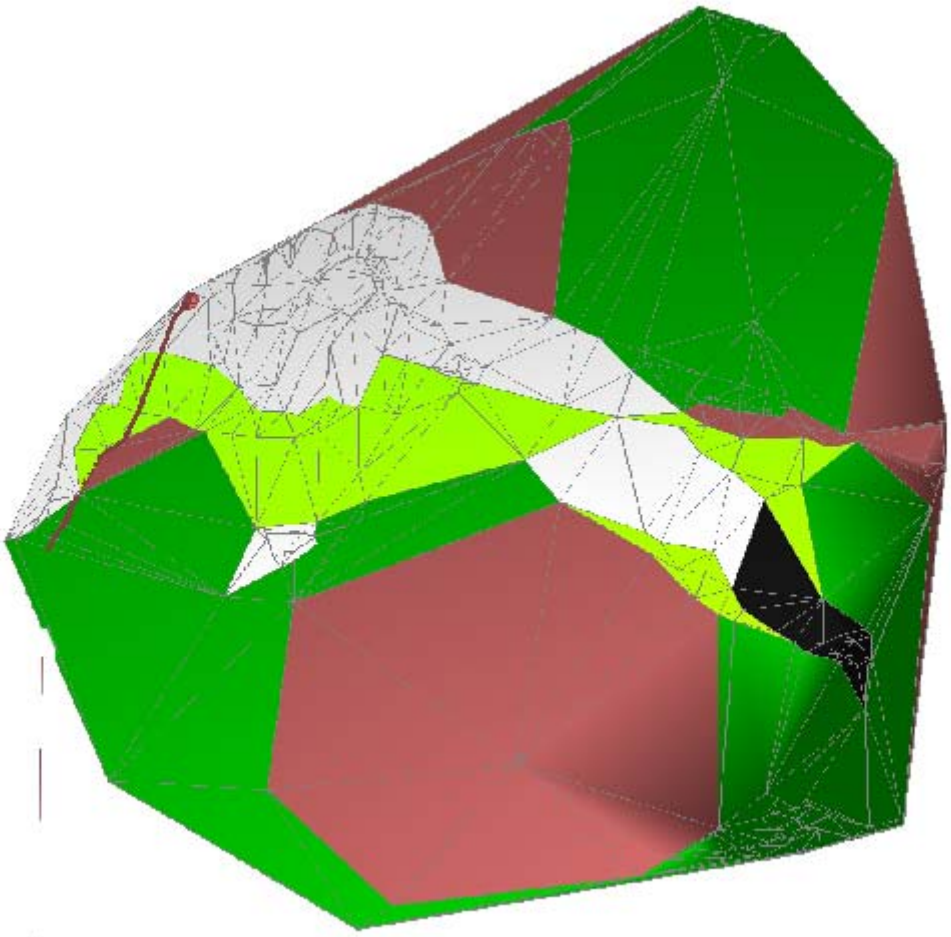
Materiali

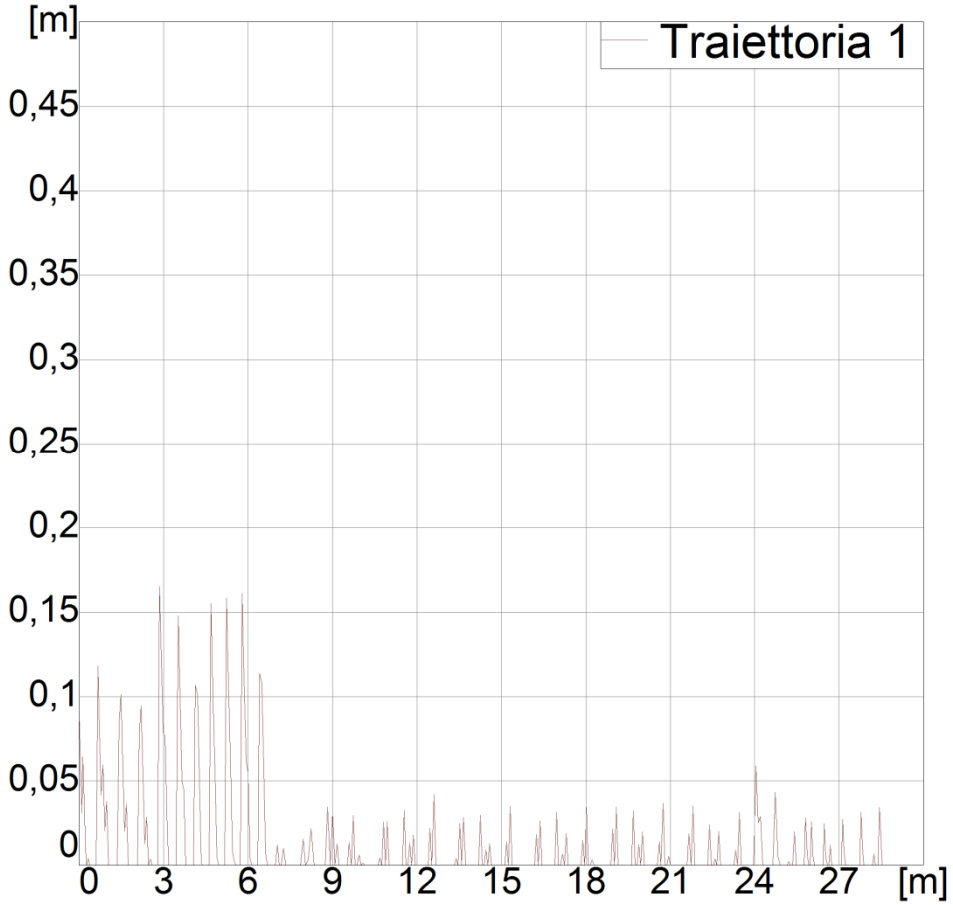
Descrizione	Normal restitution coefficient Rn	Tangential restitution coefficient Rt	Colore
bosco	0,28	0,8	
terreni sciolti	0,29	0,83	
roccia	0,4	0,85	
bosco a basso fusto	0,8	0,83	
ghiaione detritico	0,35	0,8	

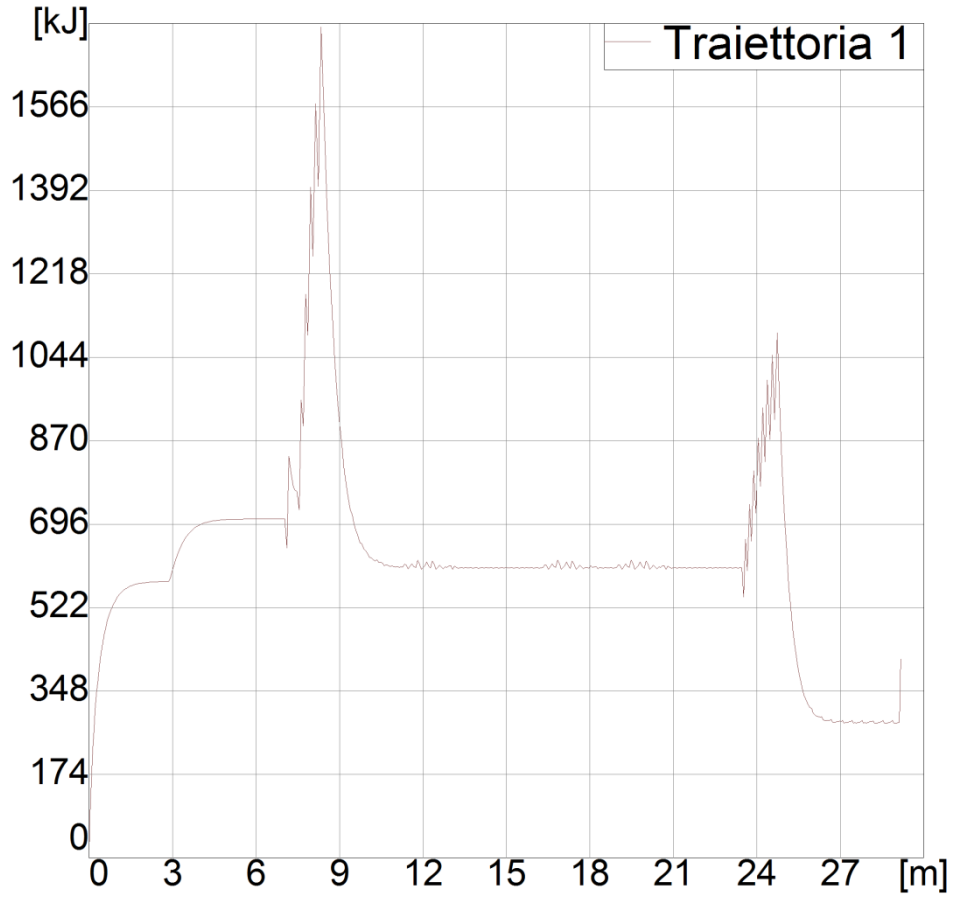
Calcolo traiettorie

FRONTE SW CAVA	Posizione masso (x, y, z) [m]	Posizione massima (x, y, z) [m]	Posizione minima (x, y, z) [m]	Velocità massima (vx, vy, vz) [m]	Spostamento (x, y, z) [m]	Altezza massima [m]	Energia massima [kJ]	Colore
Traiettoria n° 1	1437692,04, 4887583,34, 242,98	1437767,70, 4887583,34, 242,98	1437692,04, 4887565,67, 4887565,67	4,20, 1,58, 63,83	75,67, 17,67, 242,98	0,17	1732,80	






[m]
Traiettoria 1
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27 [m]


[kJ]
Traiettoria 1
1566
1392
1218
1044
870
696
522
348
174
0
0 3 6 9 12 15 18 21 24 27 [m]

Conclusioni

Le analisi eseguite confermano che eventuali cinematismi per crollo e conseguente rotolamento/rimbalzo di blocchi ciclopici (diametro ipotizzato dei massi pari a 5 m.), le cui traiettorie sono state ipotizzate coincidenti con le sezioni geologiche maggiormente onerose sotto il profilo della stabilità (sezioni n. 2 e 6 e S.T. sezione trsaversale al fronte SW), in seguito al rotolamento non raggiungono mai, in nessun caso, le aree di fondovalle interessate dal progetto di neo-urbanizzazione e neppure la pista di arroccamento attuale, lungo il tratto ricompreso tra i 180 ed i 190 m. l.m.m..

I tratti di versante percorsi da ciascun blocco sono stati modellizzati utilizzando i diversi indici di restituzione normali e tangenziali indicati dalla letteratura per le superfici rocciose, gli accumuli detritici, le zone boschive a basso ed ad alto fusto.

Il vallo, previsto nel progetto, è stato unicamente concepito quale confinamento dell'area del cantiere ed elemento di separazione rispetto alle restanti aree operative e sarà realizzato in terra di riporto (terra e rocce da scavo). Tutte le attività di disgaggio preliminari e messa in sicurezza dei fronti esposti della vecchia cava saranno eseguite da ditte specializzate (rocciatori) e quindi si ritiene che si tratti di un'attività di "abbattimento controllato".