UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ED AMBIENTALE

TESI DI LAUREA

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DA FRANE PER CROLLO LUNGO LE VIE DI COMUNICAZIONE : UN'APPLICAZIONE

RELATORE CH.MO PROF. PAOLO BUDETTA CANDIDATA
Serena Dato M67/231

CORRELATOREDOTT. GIOVANNI FORTE

Obiettivi della tesi:

- Descrivere i diversi aspetti delle frane (classificazione, stato di attività, cinematismi e fattori scatenanti);
- Definirne la pericolosità e il rischio con particolare riguardo alla caduta massi sulle vie di comunicazione;
- ▶ Applicare un'analisi di pericolosità alla ex SS 18 in provincia di Salerno;
- ▶ Simulare il processo di caduta massi mediante il codice di calcolo 2D «Rocfall»;
- Realizzare una carta di probabilità di invasione al fine di perimetrare le aree a diversa pericolosità.

Le frane: caratteri generali

- Dissesto idrogeologico: l'insieme dei processi evolutivi dei versanti esplicantisi in varie forme dall'erosione superficiale (*creeping*) fino alle frane p.d., intese come movimenti di massa lungo superfici di scorrimento più o meno profonde.
- Rischio idrogeologico: dato dal prodotto della Pericolosità per la Vulnerabilità e per l'Esposizione degli elementi a rischio.
 - Secondo il rapporto APAT (2007) Su **8101** Comuni italiani ben **5596** sono interessati in varia misura da frane



▶ Il 6,6% dell'intero territorio nazionale è a rischio idrogeologico



Le frane: caratteri generali

Le frane sono movimenti di massa, coinvolgenti rocce, detriti o terre, attraverso le quali i versanti manifestano la tendenza al raggiungimento di livelli minimi di energia potenziale (Varnes, 1978)

Per una caratterizzazione completa di una frana il **WP/WLI** consiglia di specificare



			Tipo di Materiale			
	Tipo di movimento		ROCCIA Bedrock	DETRITO Debris	TERRA Earth	
Crolli (Falls)		rocktall	debris fall	soil fall		
Ribaltamenti (Topples)		rock topple	debris topple	soil topple		
		zionale zional)	Rock Slump	Debris Slump	Soil Slump	
(Slides)	Translazionale (Translational)	non rotazionale	block slide	block slide	slab slide	
		planare	rock slide	debris slide	mud slide	
Espansioni (o Espandimenti) Laterali (Lateral spreading)		rock spreading	debris spreading	Soil (debris) Spreading		
Colamenti (Flow) Complesse (Complex)		Rock flow Sackung	debris flow	soil flow		
		rock avalanche	flow slide	slump-earthflov		

Classificazione dei movimenti franosi (progetto EPOCH,1993)

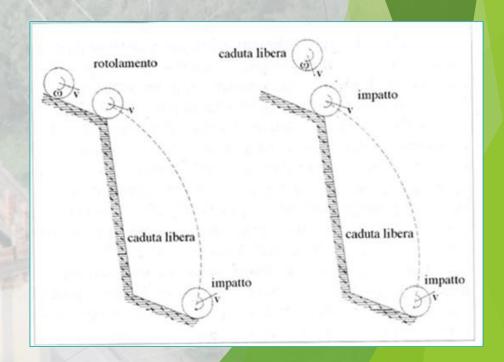
- 1. Stato di attività (sospesa, riattivata, inattiva...);
- 2. Distribuzione di attività (in avanzamento, retrogressiva, confinata);
- 3. Stile di attività (complessa, composita, successiva...).

La caduta massi

- La caduta massi, secondo la classifica di Cruden e Varnes 1996 (Rockfalls), è un tipo di movimento franoso che si manifesta con il distacco di blocchi dalla loro sede originaria con propagazione lungo il pendio sottostante e limitate interazioni tra il materiale in movimento e il versante stesso.
- È una delle principali insidie per le linee di comunicazione e i centri abitati

Distinguiamo fenomeni di:

- 1. Caduta libera;
- 2. Rimbalzo;
- 3. Rotolamento;
- 4. Scivolamento;
- 5. Rotolamento/scivolamento.



Fenomeno di caduta massi

Fattori condizionanti:

- Litologici;
- ► Tettonici («storia» tensionale e sismicità);
- Morfologici (morfometria dei versanti e percorsi di caduta);
- Meteo-climatici (regime delle precipitazioni, gelo-disgelo);
- Uso del suolo e vegetazione (azione divaricatrice dalle radici);
- Antropici (modifica della geometria dei versanti).

I metodi di calcolo oggi più utilizzati sono distinti in:



Metodi che considerano il blocco puntiforme

Metodi con blocchi di forma elissoidica o poledrica

La bontà di un modello si verifica attraverso il confronto tra i risultati sperimentali (prove in sito) e quelli ottenuti da simulazioni numeriche.

Interazioni tra massi e veicoli

- Impatto diretto di un masso su un veicolo in movimento;
- Impatto di un veicolo in movimento su di un masso precedentemente arrestatosi sulla carreggiata;
- Impatto di un masso su una fila di veicoli fermi.
- Il tempo di esposizione al pericolo assume notevole rilevanza e nel caso di una fila di veicoli in sosta la condizione di pericolo, in funzione del tempo, aumenta notevolmente.
- I parametri del traffico che influenzano la valutazione del rischio dipendono da: velocità, distanza di visibilità, geometria della sede stradale, condizioni di visibilità esistenti al momento del crollo; dimensioni e tipo di veicolo, posizione dei passeggeri nel veicolo, intensità del traffico in transito, fattori stagionali ed orari.



Pericolosità

Probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo di determinata intensità si verifichi in un dato periodo di tempo ed in una data area. In termini quantitativi, la pericolosità è data da:

$$H=f(I;F)$$

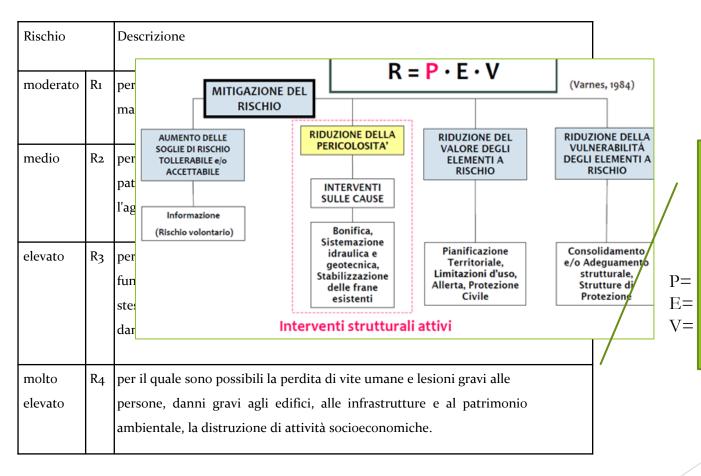
dove: H = pericolosità (hazard), I = intensità del fenomeno franoso, e F = frequenza di accadimento

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA':

- Localizzazione spaziale Dove?
- ► Frequenza o ricorrenza Quando? Quanto spesso?
- ▶ Previsione tipologica Fenomeno atteso e possibile evoluzione?
- ► Intensità o magnitudo Quanto grande? Quanto veloce?

Rischio

"Una misura della probabilità di conseguenze sfavorevoli per la salute, le proprietà e la società, derivanti dall'esposizione ad un fenomeno pericoloso (*hazard*) di un certo tipo e di una certa intensità, in un dato lasso di tempo ed in una certa area" (Smith, 2004).



4 classi di rischio cui per la pianificazione di bacino in materia di difesa del suolo su Indicazioni del DPCM 29.09.1998

Applicazione del metodo alla ex SS 18 in provincia di Salerno

- Versante roccioso incombente su un'area portuale
- Ammasso intensamente tettonizzato, attraversato da fratture e faglie
- Azione antropica sottoforma di vibrazioni provocate dal traffico e dal transito in galleria di convogli ferroviari

Danni S.S (Lieve) itazioni+Carico S.S (Lieve) itazioni

S.S (Lieve)

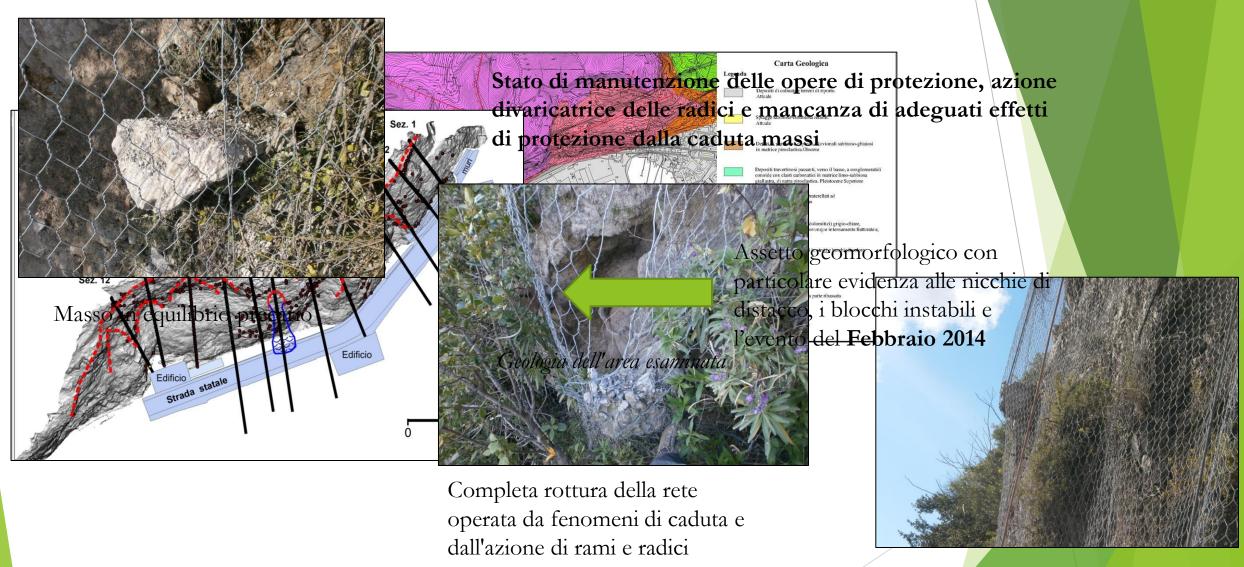
Evento franoso del 1

Crolli presenti nel Catalogo AVI dell'area in esame e i danni conseguenti



			The second second		B.B (Eleve)
		Vietri			
1	8	NGZift <u>i2014</u>	1993	Precipitazioni +	Ed. civile (Totale)
I				Vibrazioni	
I		Via Gatto	1994	Precipitazioni	S.S (Lieve)
I		Lungo S.S.n 18	1995	Precipitazioni	S.S (Grave)
		Lungo S.S. n 18 (viadotto Gatto)	1996	Precipitazioni	
l		Lungo S.S.n 18 (Hotel	1996	Precipitazioni	S.S (Grave)
I		Baia di Vietri)			
I		Lungo S.S. n 18	10/01/97	Precipitazioni	S.S (Lieve)
I					
I		Via Benedetto Croce	2001	Precipitazioni	S.C.(Lieve)+Ed.Civili(Lieve)
١	L				

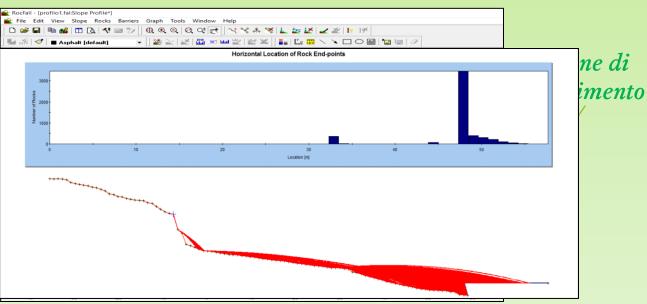
Inquadramento geomorfologico e geologico



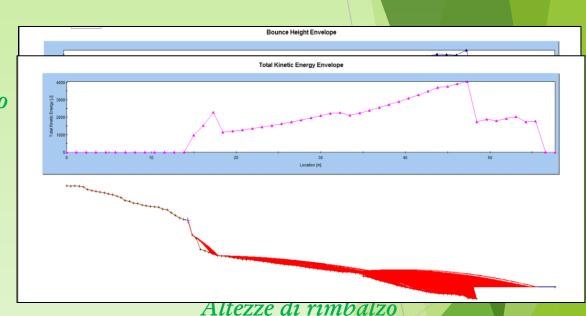
Masso distaccatosi dalla parete e fermato nella sua caduta dalla rete

Velocità orizzontale (m/s)	0				
Velocità verticale (m/s)	0				
Massa (kg)	4000	Materiale	Parametro	Valore	Deviazione
Velocità angolare	0	profilo 6			standard
Numero di massi rilasciati	5000	Dolomie	Nn (S)	0.34	0.04
Velocità minima d'arresto dei massi (m/s)	0.1	profes 5		0.78	0.04
Velocità angolare	Non considerata profil	4		30	0.04
	profilo 2 profilo 3	Asfalto	Rn	0.01	0.04
Deviazione standard	0.04		Rt	0.28	0.04
Opzione d'analisi	Random (Metodo Montecarlo)		φ	30	2
		Dementi murari	Rn	0.1	0.04
	FRA	NA	Rt	0.1	0.04
<u>Parametri di input risult</u> at	dall'analisi a ritroso		φ	20	0.04

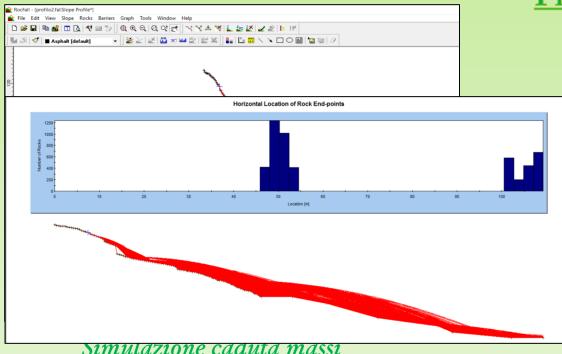
Hillshade con messa in evidenza dei massi instabili, dei profili tracciati e della strada su cui si affacestiticienti di restituzione normale (Rn), tangenziale (Rt) ed angolo d'attrito al rotolamento (φ) risultati dall'analisi a ritroso



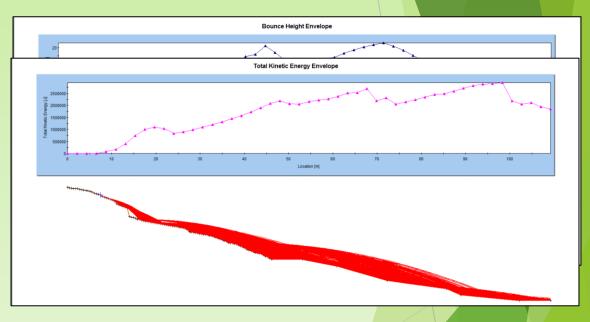
Simulazione caduta massi Punti di arresto dei massi



Energia cinetica



mulazione caauta massi Punti di arresto dei massi

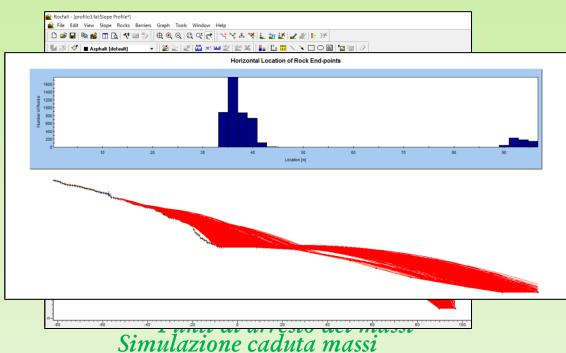


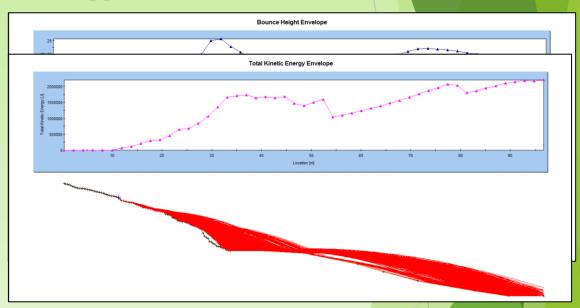
Energia cinetica

"Rocfall"

Profilo 3

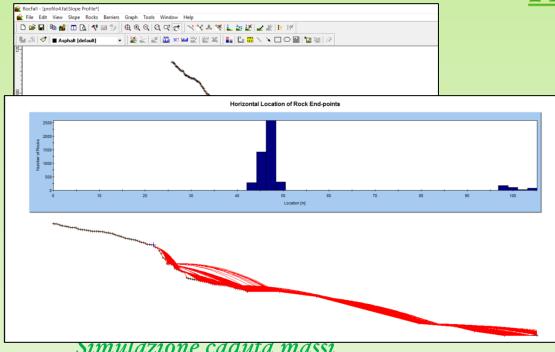
(Sede dell'evento franoso oggetto della tesi)



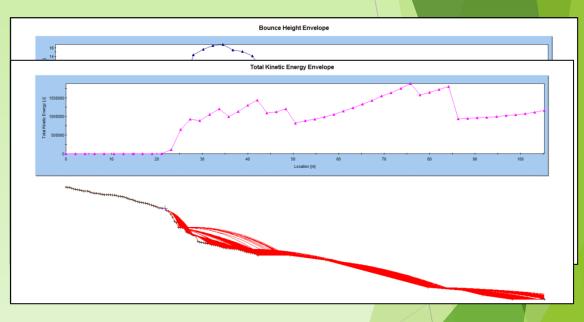


Energia cinetica

"Rocfall"

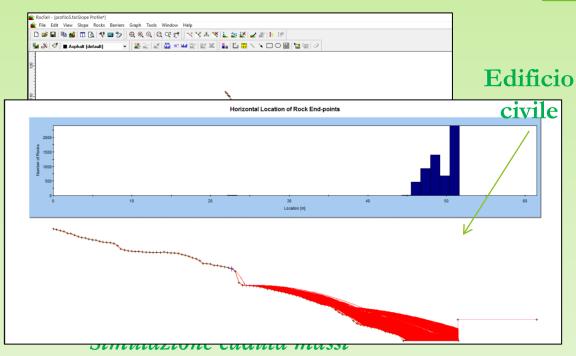


Simulazione caauta massi Punti di arresto dei massi

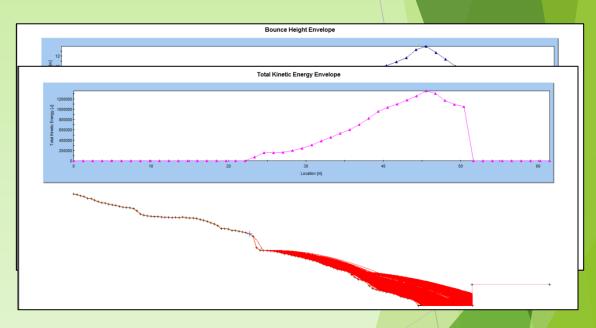


Energia cinetica

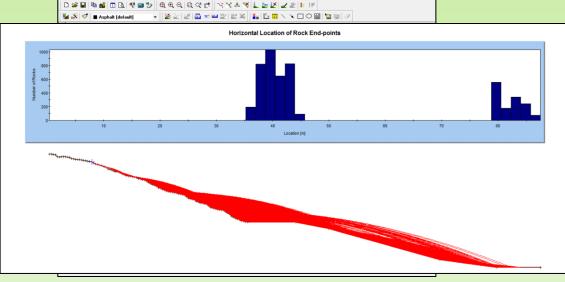
"Rocfall"



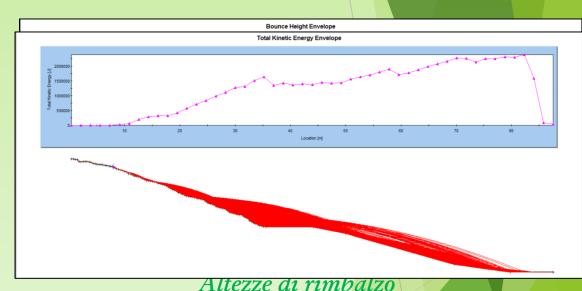
Punti di arresto dei massi



Energia cinetica



Simulazione caduta massi Punti di arresto dei massi

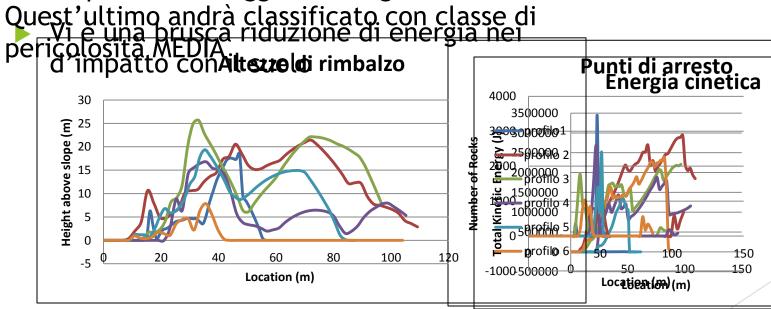


Energia cinetica

Inviluppo dei risultati

I massi tendono ad arrestarsi per tutti i profili Il profilo 2 presenta energie cinetiche maggiori sostanziamente en que zonezane de vionanze e o suntagginatigia tainatei caldingen il pedalla maggilerdella

stesatezza del punto di distacco rispetto alla strada e vatori di altezza di rimbalzo sono molto di distacco rispetto alla strada e assume valori più elevati man mano che ci si si sposta verso valle, in guanto i massi, cadendo (di extentual) pariseo populago alspendio sottostante. acquisiscono maggiore energia

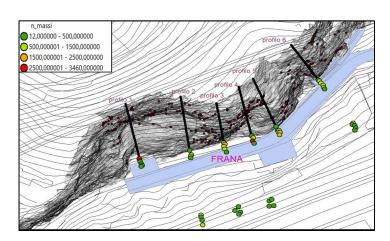


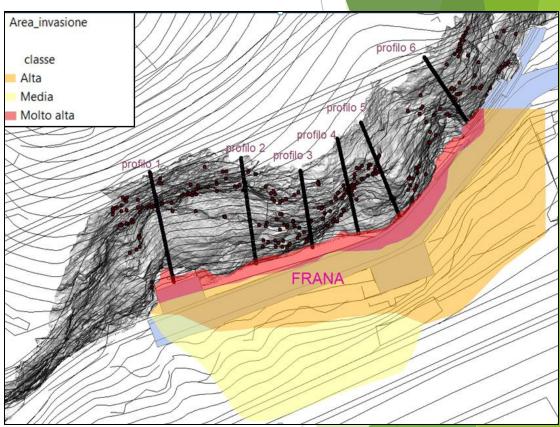
Profilo 1 Profilo 1

Profilo 2 Profilo 2 Profilo 3 Profilo 3 Profilo 4 Profilo 4 Profilo 5 Profilo 5 Profilo 6

Carta di probabilità di invasione

- La pericolosità tende a diminuire man mano che ci si allontana dai punti di distacco.
- Le aree da monitorare ed eventualmente dotare di opere di protezione idonee risultano quelle immediatamente a valle della parete, ovvero lungo la strada.
- Nei pressi della strada si ferma circa l'80% dei massi.





Conclusioni

- I parametri ricavati con le simulazioni sono fondamentali per il corretto dimensionamento delle opere di difesa realizzabili lungo il versante, onde evitare eventi luttuosi e/o la chiusura del tratto stradale per lunghi periodi con tutti i disagi connessi, dal momento che la ex SS18 rappresenta un importante arteria di collegamento tra Vietri e Salerno.
- Lungo tutti i profili è stata osservata una brusca riduzione di energia cinetica (da valori massimi di circa 3000 KJ) nei punti coincidenti con l'impatto al suolo dei massi. In taluni casi si è rilevata una rimonta di detti valori dovuti al moto roto-traslazionale assunto dai blocchi dopo l'impatto e a seguito della caduta libera.
- Bisogna prestare particolare attenzione all'area occupata dalla strada in quanto su di essa si arresta circa l'80% dei massi.
- Il pendio sottostante la strada non può ritenersi del tutto immune da processi di invasione e quindi è anch'essa classificabile a media pericolosità da invasione

