

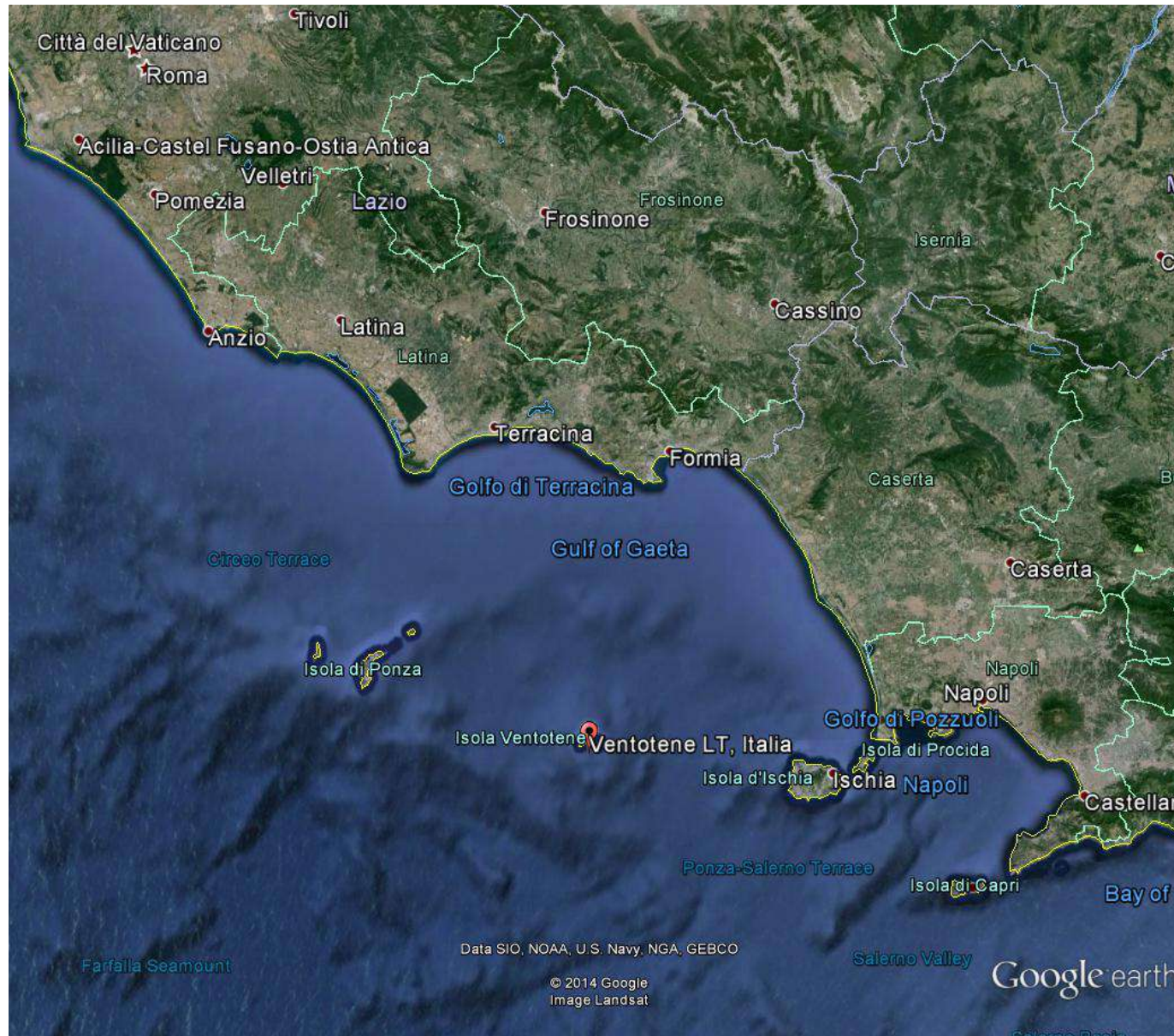


# LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY MAPS IN THE ROCK SLOPES OF THE VENTOTENE ISLAND (LATIUM, ITALY)

**I. Caso<sup>1</sup>, R. D'Angelo<sup>1</sup>, B. Palma<sup>1</sup>, M. Parise<sup>2</sup>, A. Ruocco<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> IdroGeo srl, Vico Equense, Italy

<sup>2</sup> National Research Council, Institute of Research for the Hydrogeological Protection, Bari, Italy



Caso et al. – Landslide susceptibility maps at Ventotene



*Caso et al. – Landslide susceptibility maps at Ventotene*





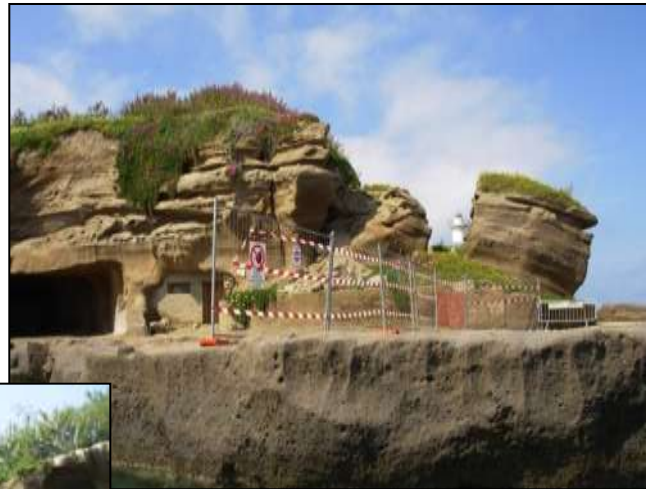


Cliffs from 130 m (southern sector) to 10 m (northern sector) high





Evidence of instability along the coasts



Open cracks

Open cracks







Landslide deposits at the base of a cliff



Extensive cracks along a cliff



Landslide crown



Cala Rossano,  
20 April 2010





Martedì 20 Aprile 2010

## Frana a Ventotene morte due ragazzine

Tragedia a Ventotene, un gruppo di ragazzi è stato investito dalla frana di un costone di roccia a ridosso della spiaggia di Cala Rossano: due ragazze sono morte, una terza ragazza è stata trasportata in codice rosso in elicottero a Latina



Tragedia a Ventotene dove un gruppo di ragazzi di un camposcuola è stato investito dalla frana di un costone di roccia a ridosso della spiaggia di Cala Rossano: due ragazze sono morte, una terza ragazza è stata trasportata in codice rosso in elicottero a Latina, un ragazzino invece ha riportato solo contusioni ad un piede, riferisce il 118.

Le due ragazzine decedute hanno 13 e 14. Sono rimaste schiacciate sotto alcuni massi

staccatisi da una parete rocciosa. Una delle due è morta sul colpo, l'altra è stata rianimata sul posto dal personale del 118 ma è spirata poco dopo. Il crollo sarebbe avvenuto nei pressi di una pompa di benzina. Sul posto il sindaco di Ventotene, Geppino Assenso. La capitaneria di porto di Gaeta sta mandando rinforzi sull'isola.

E' previsto nelle prossime ore il rientro degli alunni delle due classi, che stavano partecipando ad un campo scuola, a Ventotene. Come spiegano dalla scuola "Anna Magnani", di Morena: "Erano partiti ieri, e rientreranno stasera". Tantissime le telefonate di genitori che stanno arrivando al centralino della scuola. "Persone allarmate, che chiedono informazioni", fanno



## Crollo del costone a Ventotene, quattro condanne per la morte delle due studentesse

*L'accusa è omicidio colposo per gli imputati del processo, c'è anche il sindaco dell'isola Giuseppe Assenso. Nell'aprile 2010 persero la vita le due ragazzine travolte dalla roccia nella spiaggia di Cala Rossano, zona che non risultava interdetta poiché la parete di tufo era stata messa in sicurezza qualche anno prima. Il padre di una delle vittime: "Non è stata una fatalità. Questa sentenza ci rende giustizia"*



Lo leggo dopo

24 febbraio 2014



Sono condannati per omicidio colposo i quattro imputati del processo per il **crollo del costone sull'isola di Ventotene** dell'aprile del 2010, in cui persero la vita due giovani studentesse romane, Sara Panuccio e Francesca Colonnello, di 13 e 14 anni. Tra i condannati anche il **sindaco** Giuseppe Assenso.

Le due ragazzine morirono travolte dal crollo di un costone di tufo nella spiaggia di Cala

Rossano, area che non risultava interdetta poiché la parete rocciosa era stata messa in sicurezza qualche anno prima.

Cala Rossano,  
20 April 2010



before (*photo: Technical Office of Ventotene Municipality*)



after



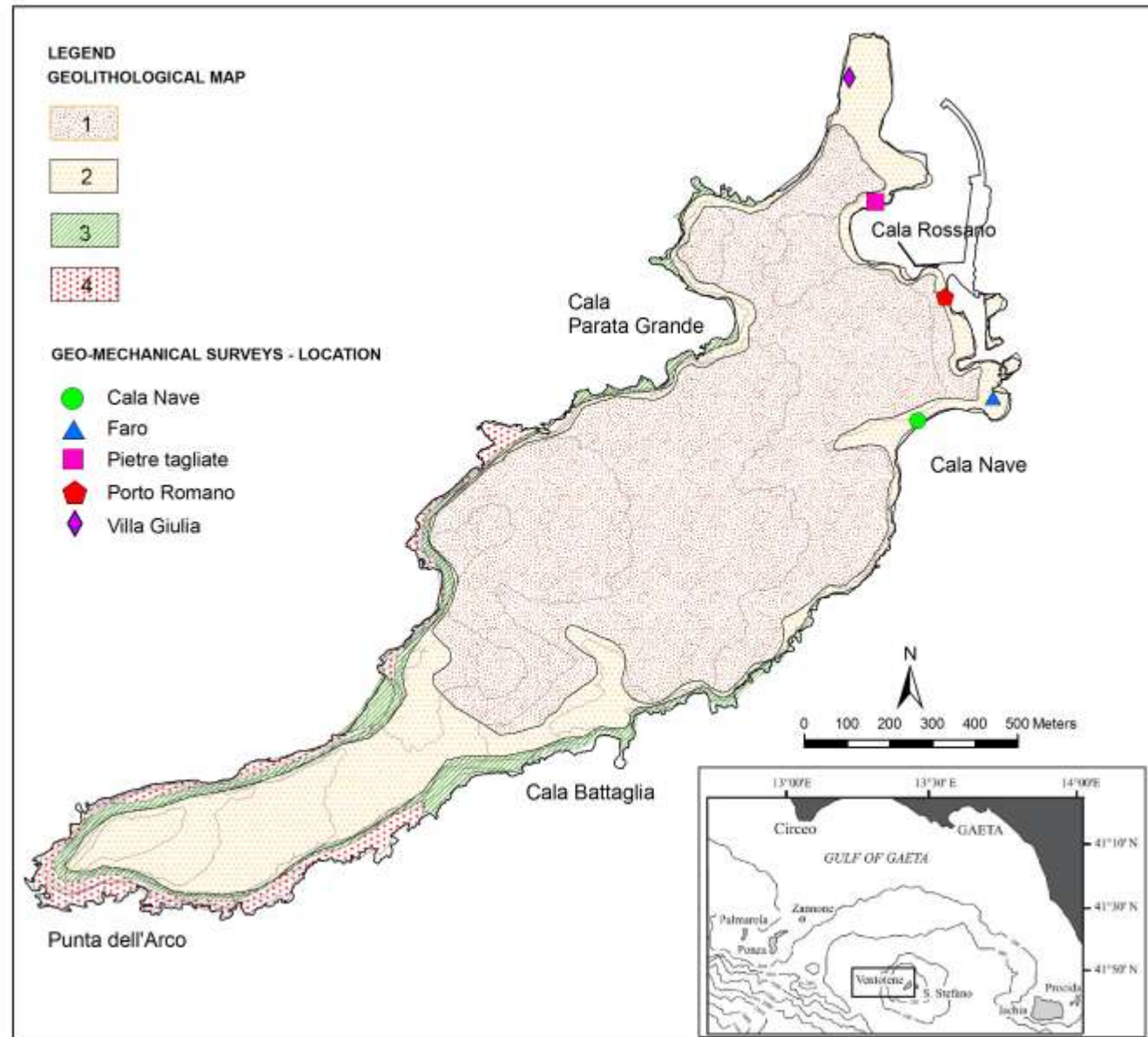
Key to legend:

1) Loose aeolian deposits, consisting of reworked pyroclastic materials;

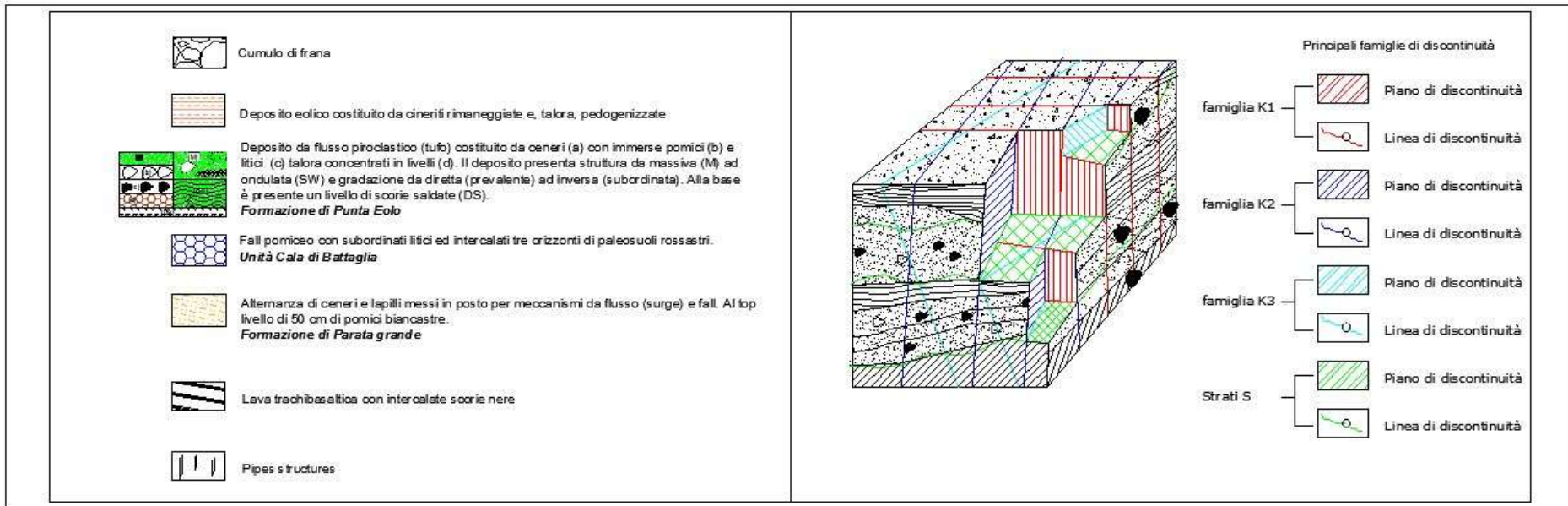
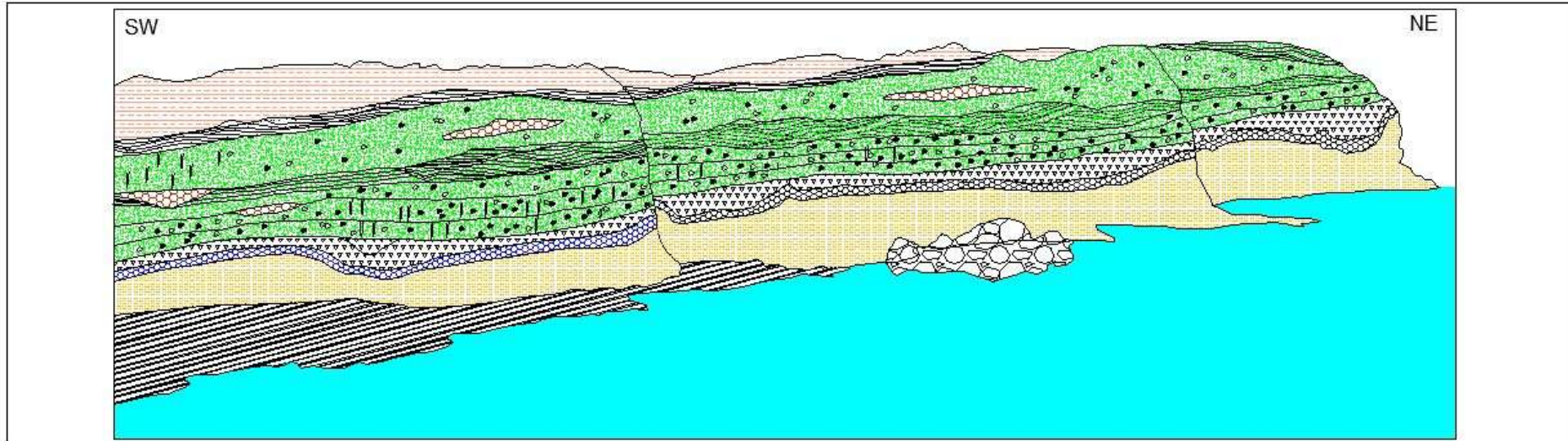
2) Tuff;

3) Loose and weakly welded pyroclastic deposits, locally turning in soil;

4) Lava flows (800.000 years).



Caso et al. – Landslide susceptibility maps at Ventotene



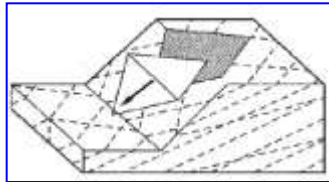


Natural  
and  
man-made caves

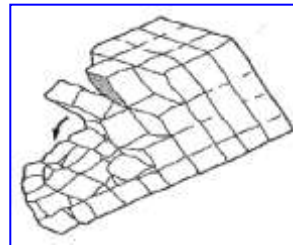


# Matheson test (1983)

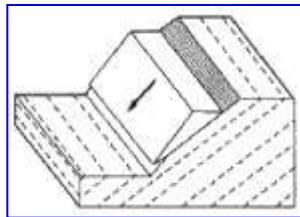
Four failure mechanisms:



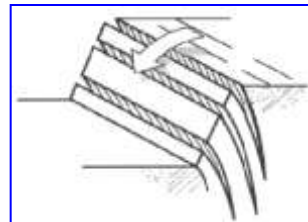
Wedge failure



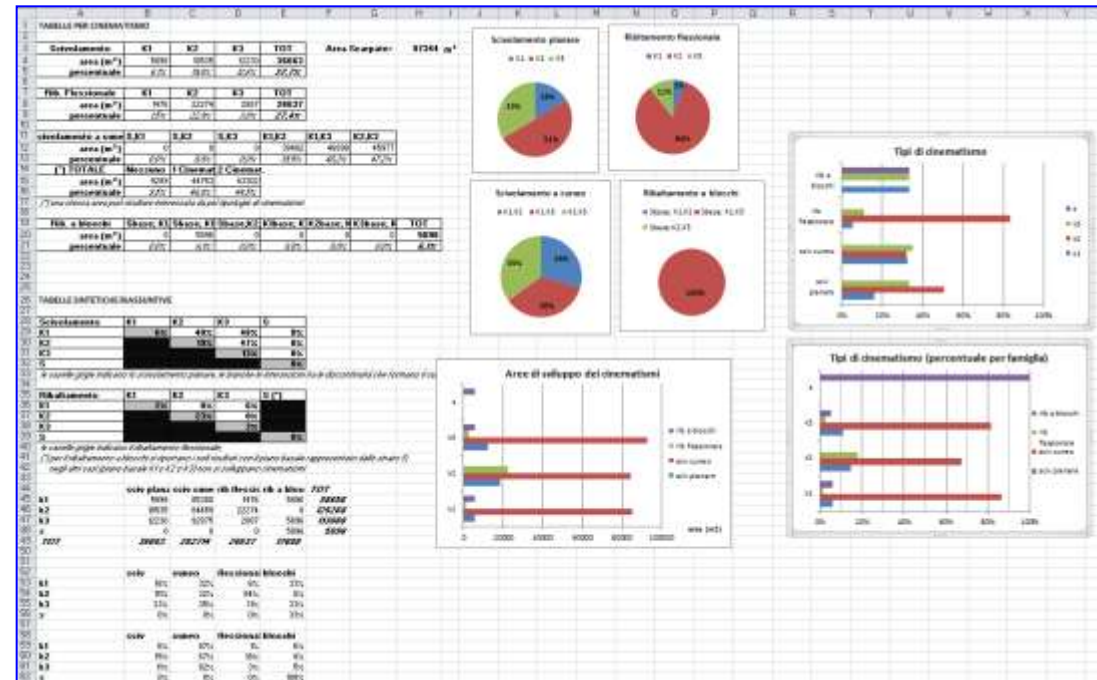
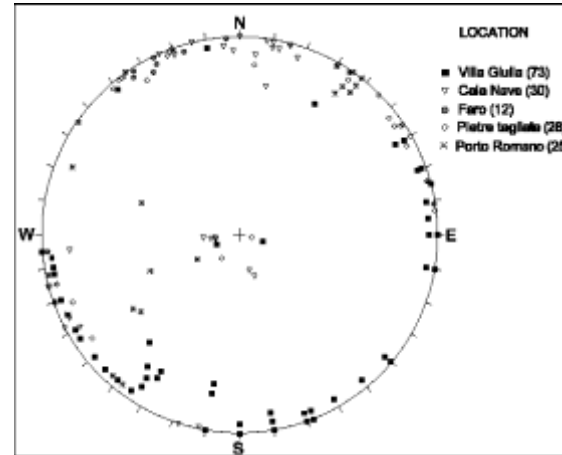
Block toppling



Planar sliding



Flexural toppling



Matheson G.D., 1983. *Rock stability assessment in preliminary investigations. Graphical methods.* Dept. Environ., Transport and Road Res. Lab. Rep. 1039.



Ancient underground aqueduct





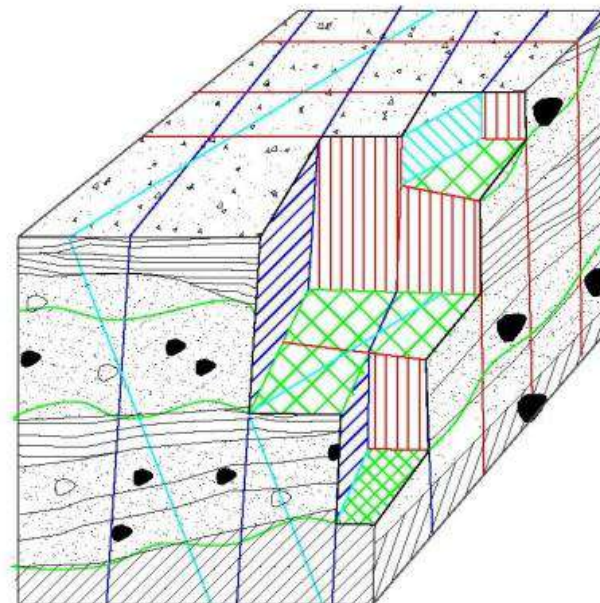




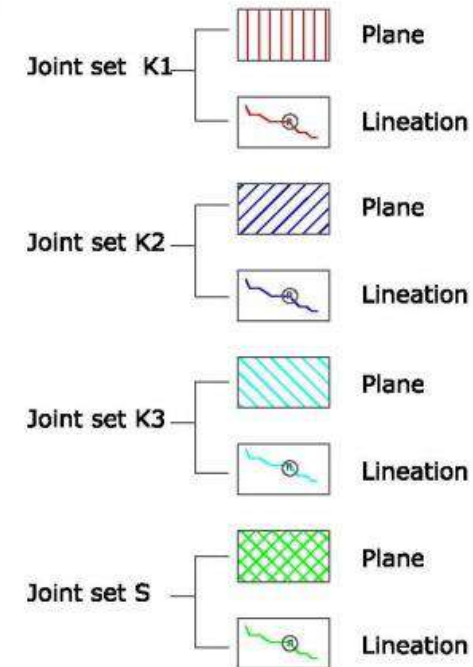
Parata Grande landslide

Planar sliding	K1		K2		K3	
area (m <sup>2</sup> )/%	7.137	6,1	22.42	19,0	14.7	12,6
			7		98	
Flexural toppling	K1		K2		K3	
area (m <sup>2</sup> )/%	1.786	1,5	26.95	22,9	3.49	3,0
			2		3	
Wedge failure	K1, K2		K1, K3		K2, K3	
area (m <sup>2</sup> )/%	46.56	39,3	56.74	48,7	55.6	47,2
					32	2
Block toppling	S <sub>b</sub> , K1, K2		S <sub>b</sub> , K1, K3		S <sub>b</sub> , K2, K3	
area (m <sup>2</sup> )/%	0	0,0	7.134	6,1	0	0,0

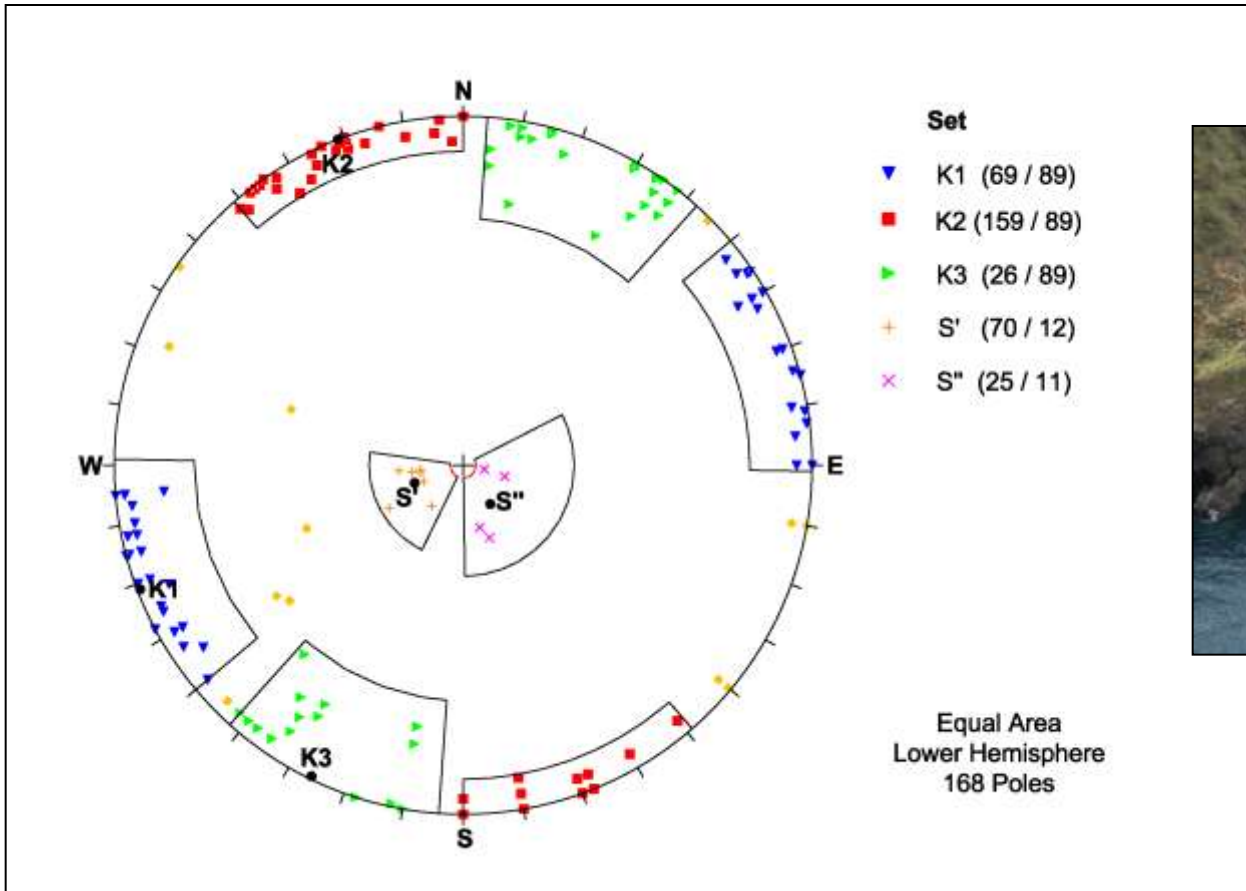
Surfaces affected by instabilities in the Ventotene Island.

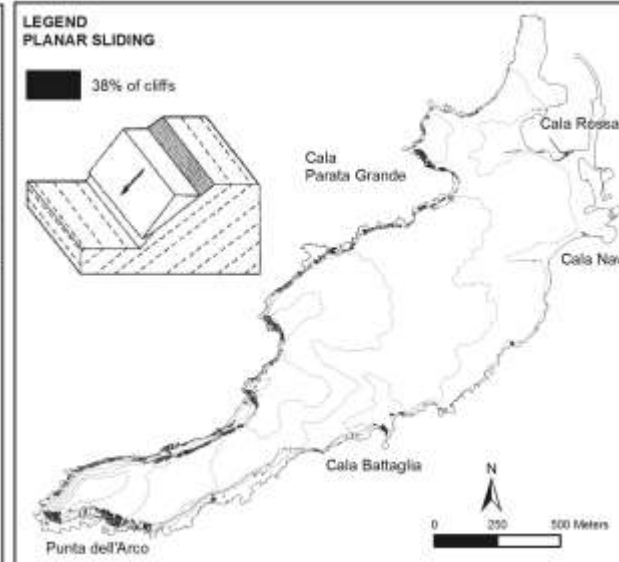
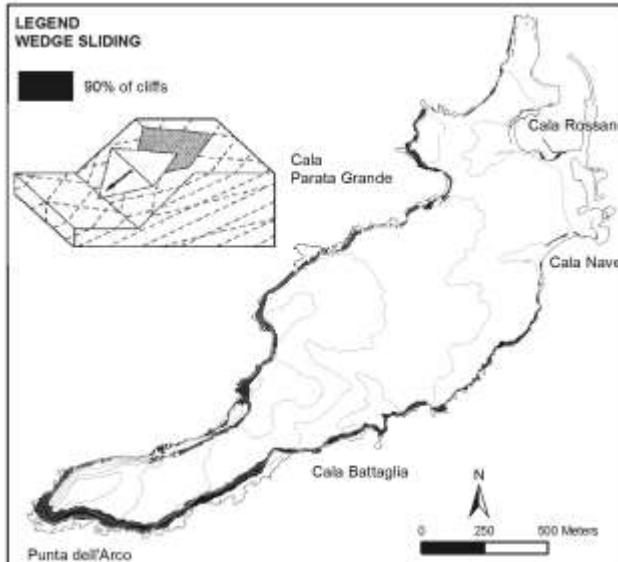
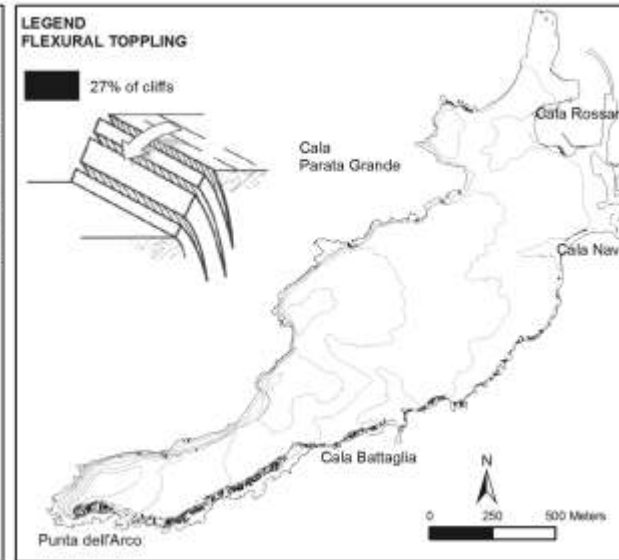
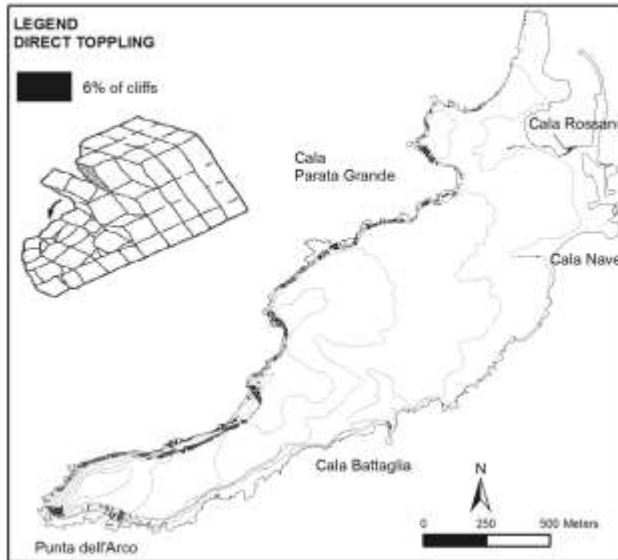


Major joint sets



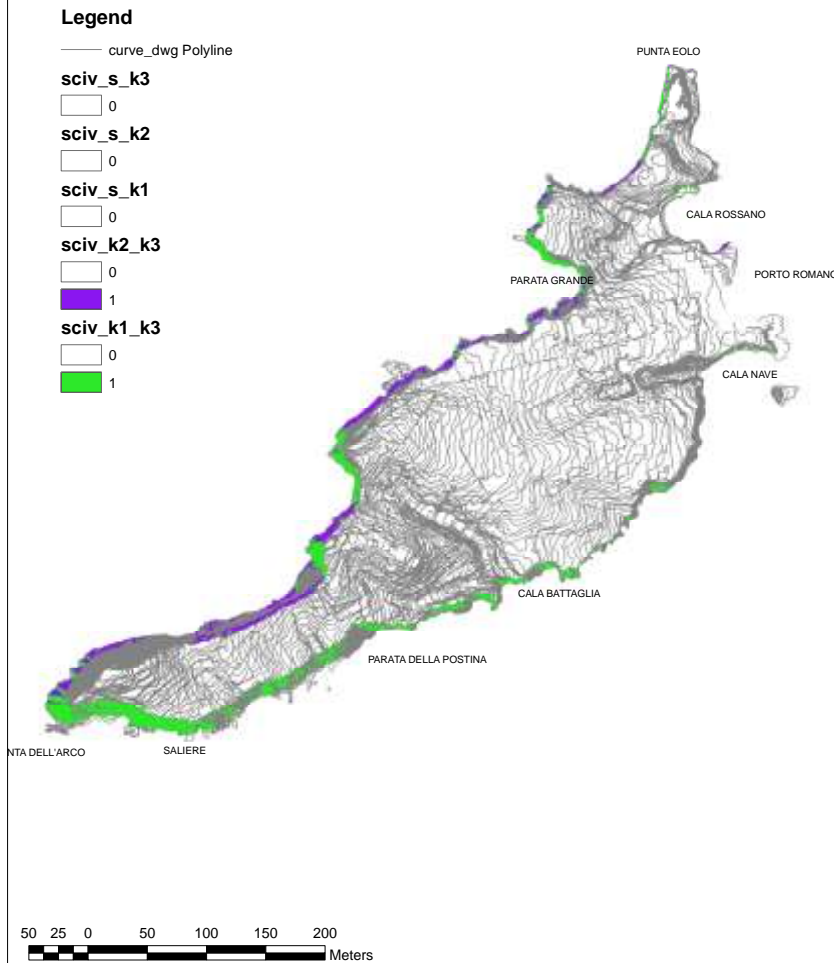




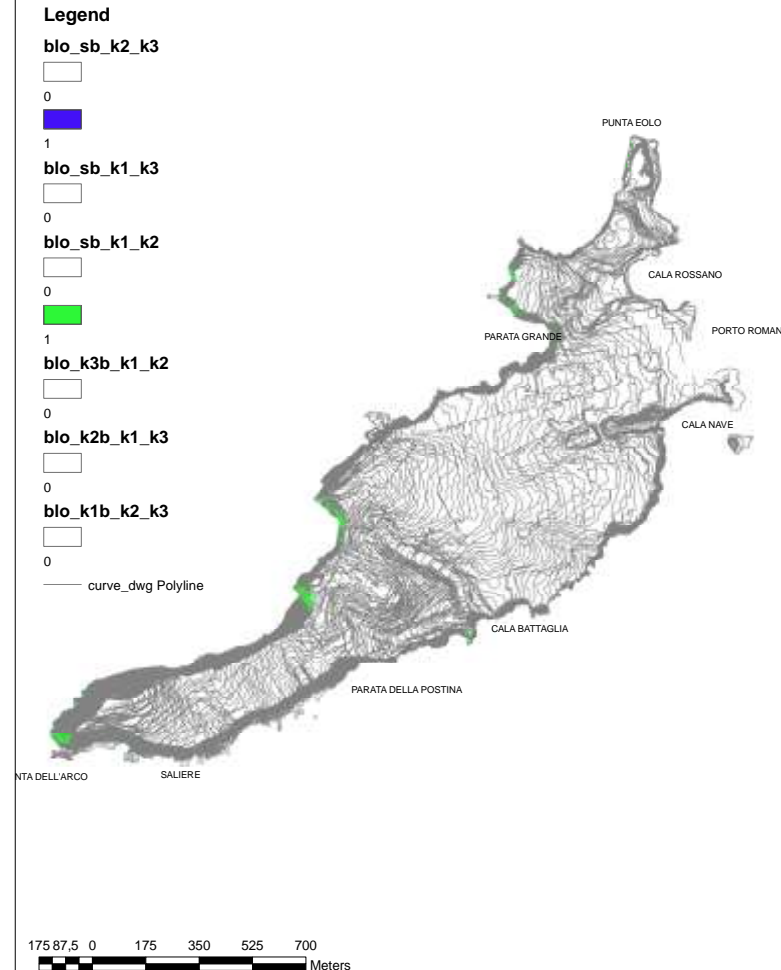


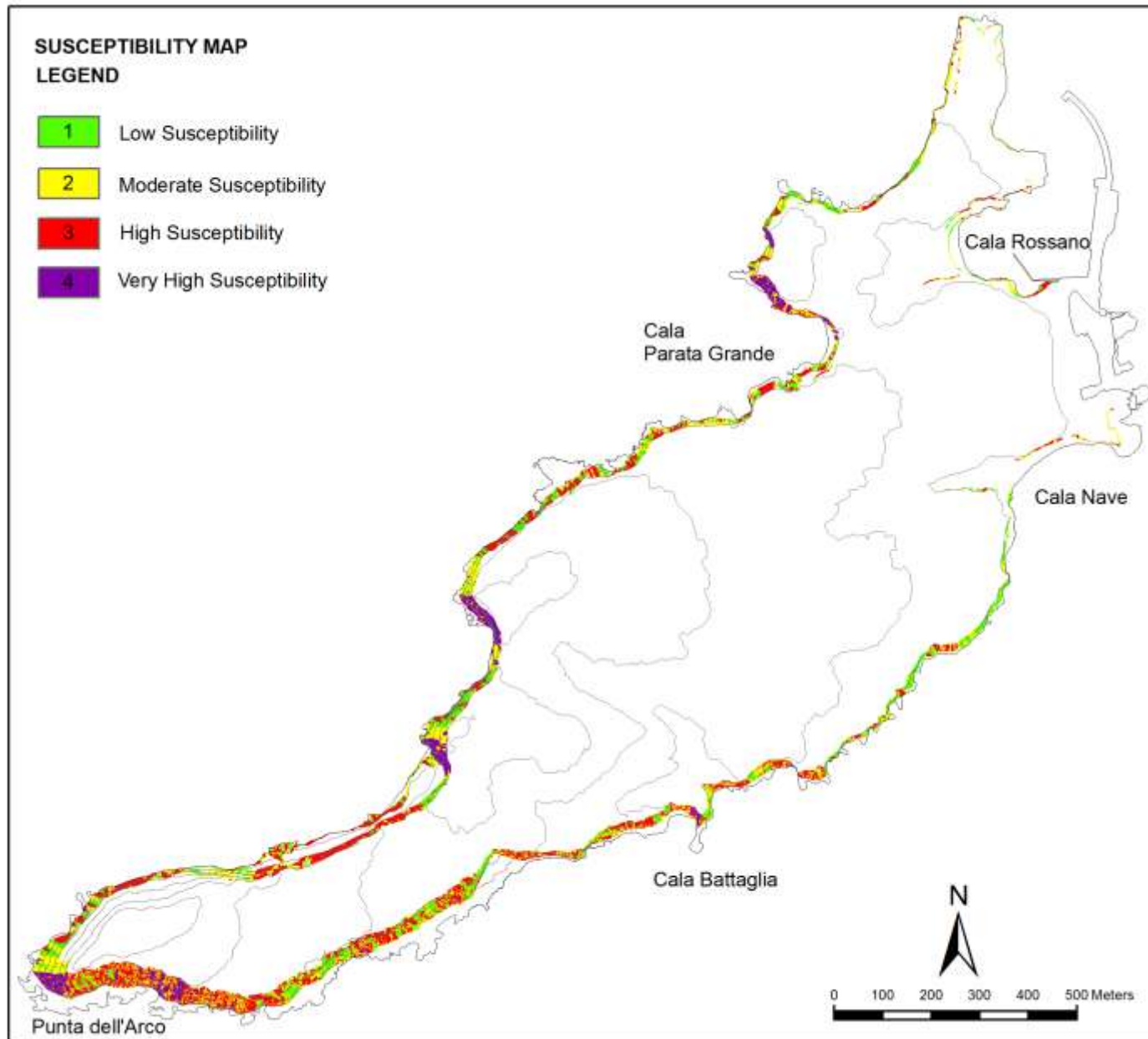


## Wedge failure

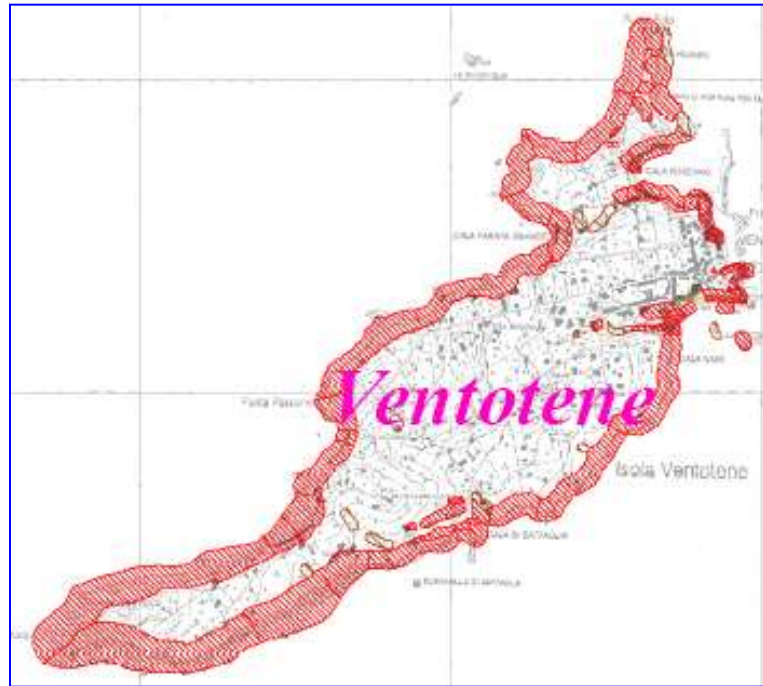


## Toppling









Susceptibility map of the Basin Authority (2013 update)

### Advantages:

- Automated and rapid method to evaluate landslide susceptibility
- The possibility to identify the mechanism of failure provide important insights for the design of stabilization works
- Rather than delimiting areas with a number of constraints and rules, the point above allows to develop engineering works, that necessarily must be based upon the results of the susceptibility evaluation
- Methodology based on site analysis, but that can be easily managed at smaller scale, for preliminary assessment of the susceptibility to landslides

### Crucial points:

- Presence of caves, and their effect on instability, cannot be neglected
- In situ measurements remain necessary; they can be performed in sample areas, but in any case cannot be entirely substituted by remote sensing analyses