



Accordo

tra

Segretariato Regionale del Ministero dei Beni e delle
Attività Culturali e del Turismo della Liguria

e

Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
del Consiglio Nazionale delle Ricerche

**RAPPORTO SU “AZIONE 1 – ATTIVITÀ C:
SOPRALLUOGHI E RILEVAMENTI NELLE AREE DI
STUDIO PER LA RACCOLTA DI DATI SU DISSESTI
IDROGEOLOGICI E ALTRE INFORMAZIONI AMBIENTALI
FUNZIONALI ALLE ATTIVITÀ DI MODELLISTICA E
MONITORAGGIO”**

MONOGRAFIA 3 – FRANA DI GUVANO V.2



AUTORI

Il documento è stato redatto da:

- Dott. Geol. Daniele Giordan
- Dott.ssa Martina Cignetti
- Dott. For. Danilo Godone



INDICE

AUTORI	2
INDICE.....	3
STORICO DOCUMENTO	4
FRANA di GUVANO	5
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	6
ASPETTI GEOLOGICI e GEOMORFOLOGICI	9
ANALISI dei LAVORI PREGRESSI	11
POSSIBILI INTERFERENZE CON IL TRACCIATO DEL SENTIERO AZZURRO	19
SISTEMI DI MONITORAGGIO	19
SINTESI e PROPOSTE CONCLUSIVE.....	21



STORICO DOCUMENTO

Versione	Data di Consegna	Dati aggiunti	Sezioni modificate
Monografia 3 – Frana di Guvano V. 1	8 giugno 2017		
Monografia 3 – Frana di Guvano V. 2	Gennaio 2018	Dati Centro Studi	Analisi lavori pregressi



FRANA di GUVANO

Comune: Vernazza

Tratto di appartenenza: Sentiero azzurro – Settore Corniglia-Vernazza - TRATTO B

Tipologia di dissesto: Frana IFFI – ID 0110021700

Coordinate GPS: 44.12943 - 9.69940

Quota massima e minima: 388 m (San. Bernardino) – 6 m s.l.m.

Acclività del pendio: Zona di distacco di frana, variabile tra i 40-50° a maggiore di 60°; settore di scorrimento caratterizzato da un settore poco inclinato (20°-30°) e da un settore più acclive terrazzato (30°-40°); settore di accumulo di frana sub pianeggiante (10°-20°), caratterizzato da un unghia del piede di frana piuttosto acclive (~ 30°).

Geologia: Dominio Subligure, Unità Tettoniche di Canetolo, Argille e Calcari di Canetolo, costituite da argilliti scure con torbiditi calcaree, siltoso-arenacee e calcarenitiche (Paleogene) e Calcari di Groppo del Vescovo, costituiti da torbiditi calcareo-marnose e calcarenitiche chiare alternate con argilliti grigio scure (Eocene Inf. Medio). Dominio Toscano, Falda Toscana, Macigno, costituito dalle Arenarie Zonate, arenari torbiditiche medie-grossolane in banchi con siltiti argillose, livelli conglomeratici (Oligocene Sup.) [Fonte CARG ISPRA, Foglio La Spezia n°248].

Geomorfologia: Frana estesa, associata a frane di dimensione inferiore sia in destra che in sinistra idrografica. La zona di distacco si attesta subito a monte dell'abitato di San Bernardino, caratterizzata da roccia in posto da molto fratturata a disarticolata. Il settore intermedio di scorrimento si suddivide in un settore più a monte ad acclività medio-bassa fittamente vegetato, ubicato nel settore subito a monte del sentiero azzurro, ed un settore più acclive terrazzato, subito a valle dello stesso. La zona di accumulo è caratterizzata da pendenze più dolci e da un evidente rimodellamento delle superfici da parte dell'uomo, con la presenza di impianti arborei sia nel settore apicale dell'accumulo più acclive e terrazzato, sia nel settore distale sub-pianeggiante. L'unghia del piede di frana è caratterizzata da un taglio sub-verticale dell'accumulo stesso, ad opera dell'moto ondoso.

Grado di interazione con il sentiero: La frana di Guvano presenta un rapporto di intersezione con il sentiero ad una quota di circa 160 m s.l.m.. Non sono state riscontrate particolari criticità, unico elemento di interesse è costituito dalla presenza di copertura a canneto, indicativa della presenza di acqua.



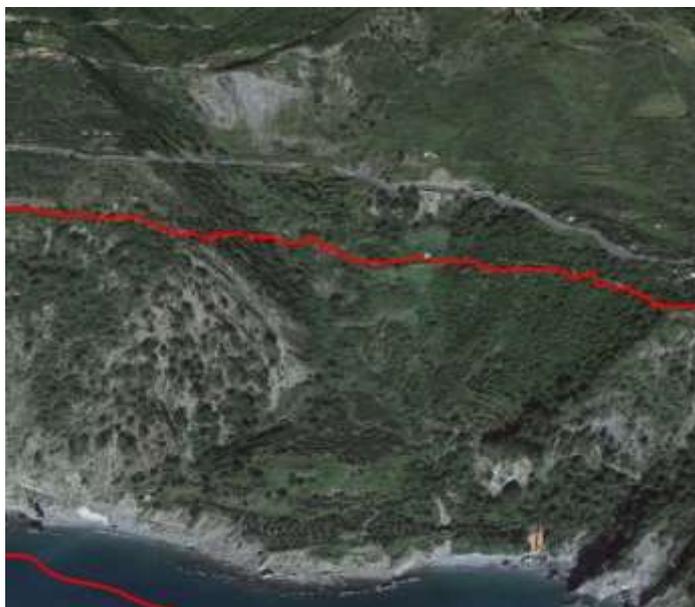
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Vista da Ortofoto (fonte: HELICA 2011). In rosso i poligoni IFFI della Frana di Guvano e delle frane associate in destra e in sinistra idrografica; in blu il sentiero azzurro.

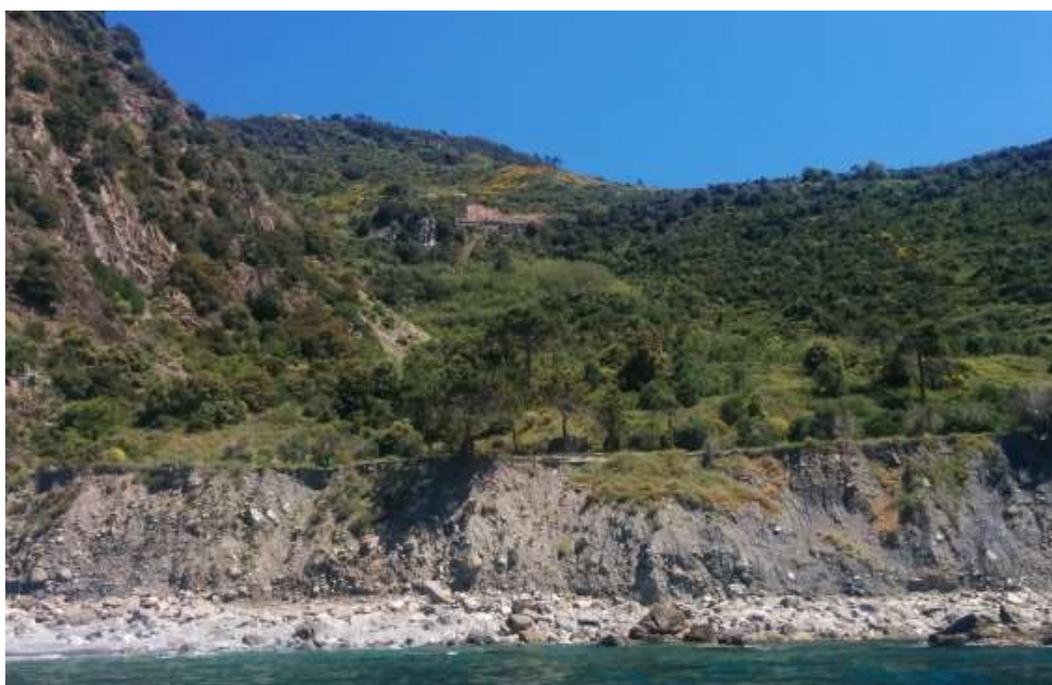




Vista da Google Earth della Frana di Guvano, in rosso è indicato il sentiero azzurro.



Vista da mare della Frana di Guvano. Vista sul settore intermedio e sul settore di accumulo della frana. Da notare l'impiego di geostuoie in corrispondenza di un settore lungo la strada Provinciale di Corniglia, ubicata nel settore mediano della frana. L'accumulo di frana si presenta vegetato, con piantumazione di oliveti. Ben visibile il taglio sub-verticale dell'accumulo di frana, causato dall'erosione dell'accumulo al piede ad opera del moto ondoso (Foto del 17 maggio 2017).





Vista della nicchia di distacco della Frana di Guvano.

La nicchia di distacco della Frana di Guvano è posta a monte della Provinciale di Corniglia, in corrispondenza dell'abitato di San Bernardino (388 m s.l.m.). Il settore di scorrimento si presenta fittamente rivegetato; si segnala la presenza di una zona estesa sia a monte, sia a valle del sentiero azzurro, vegetata a canneto, indicativo di presenza d'acqua (Foto del 16 maggio 2017).



Vista da monte della zona di accumulo della Frana di Guvano.

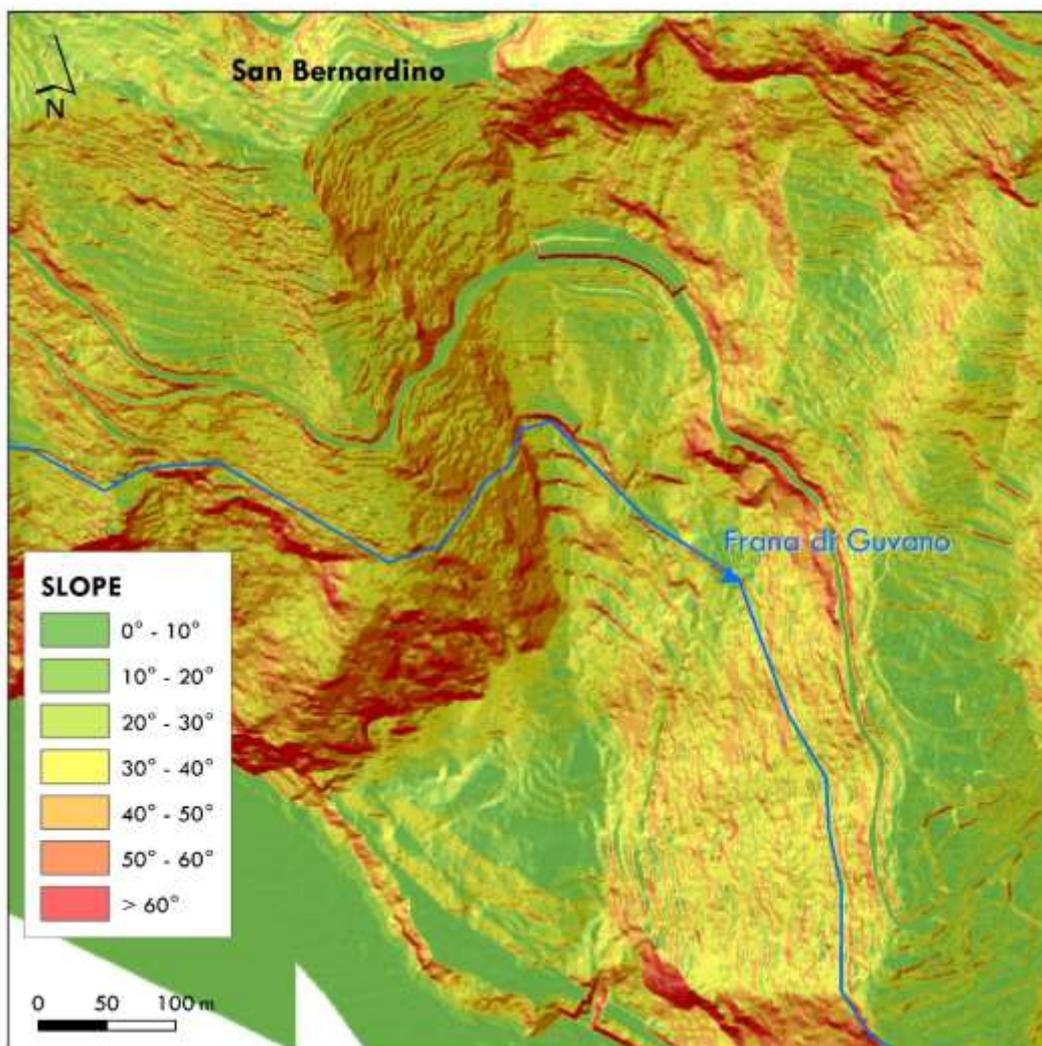
Accumulo di frana rimodellato dall'intervento antropico, con piantumazione di uliveti. È possibile distinguere il settore apicale più acclive, da quello distale sub-pianeggiante (Foto del 16 maggio 2017).





ASPETTI GEOLOGICI e GEOMORFOLOGICI

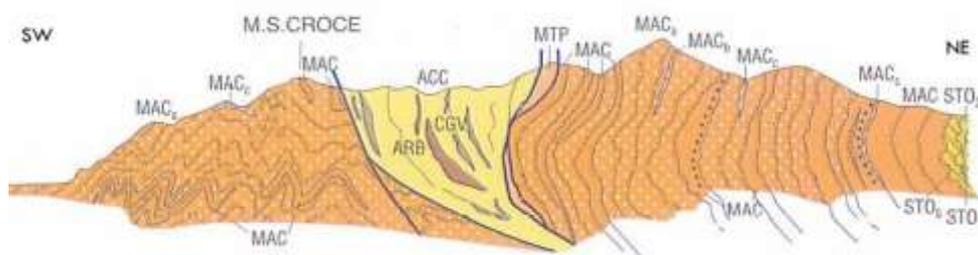
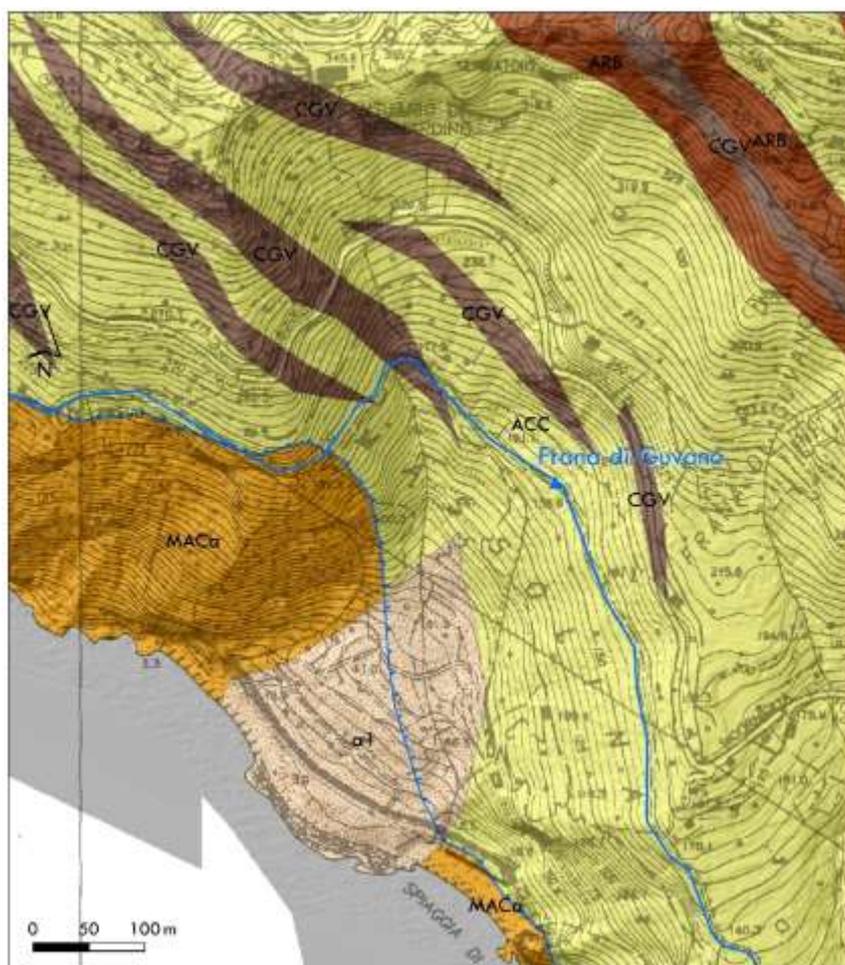
Mappa delle pendenze del settore della Frana di Guvano. La linea blu indica il sentiero azzurro, che interseca il corpo di frana nel suo settore mediano. In generale, possono essere riconosciuti i seguenti settori (procedendo da monte verso valle): i), la nicchia di distacco a monte della Provinciale di Corniglia, settore ad elevata acclività (da 40°-50° a >60°); ii) un settore poco acclive (20°-30°) compreso tra la provinciale e il sentiero azzurro iii) un settore più acclive e terrazzato (30°-40°), subito a valle del sentiero; iv) la porzione terminale dell'accumulo di frana che presenta un settore apicale mediamente inclinato (~ 30°) e v) un settore distale sub-pianeggiante (<10°) prospiciente al mare.





Stralcio di mappa del settore della Frana di Guvano (fonte Foglio La Spezia 248).

L'area in dissesto si imposta prevalentemente all'interno del Dominio Subligure, Unità Tettonica di Canetolo, Formazione delle Argille e Calcari di Canetolo (ACC). Mentre l'area di accumulo si attesta in corrispondenza della superficie di sovrascorrimento in corrispondenza della quale il Dominio Subligure, rappresentato dalla Formazione delle Argille e Calcari di Canetolo (ACC), si sovrappone al Dominio Toscano, rappresentato in questo settore dal Macigno, costituito prevalentemente dalla Litofacies delle Arenarie Zonate (MACa).



Struttura plicativa antiforme associata all'Anticlinale di La Spezia, impostata tra Corniglia e Vernazza.
(Fonte Foglio La Spezia 248 – Profilo A-A').



ANALISI dei LAVORI PREGRESSI

La frana di Guvano è certamente uno dei fenomeni di dissesto più importanti del tratto analizzato. L'analisi dei dati pregressi si è concentrata inizialmente su una ricerca bibliografica prevalentemente relativa alle pubblicazioni scientifiche disponibili. In particolare, si riportano:

- Documento ARPAL *"Sito di Guvano-San Bernardino (Comune di Vernazza)"*, riportante perimetro di frana e ubicazione strumentazione di monitoraggio;
- Raso, E., et al. *"Geomorphological investigation and management of the Guvano complex landslide (Cinque Terre National Park, Italy)." Geomorphology for Society (2015);*
- Raso, E., et al. *"The Guvano complex landslide in the Cinque Terre National Park, Italy: Geomorphological characterization, GNSS monitoring and risk management." Rock Mechanics and Rock Engineering: From the Past to the Future. CRC Press, 2016. 1287-1290.*

Successivamente, attraverso la collaborazione con il Centro Studi del Parco delle Cinque Terre, i dati raccolti sono stati integrati grazie alle informazioni fornite dallo stesso Centro Studi. In particolare i documenti forniti relativamente alla Frana di Guvano sono:

- Terranova R. *"Aspetti geomorfologici e geologico-ambientali delle Cinque Terre: Rapporti con le opere umane (Liguria Orientale)" Studi e Ricerche di Geografia, VII, I, 1984;*
- De Stefanis A., Marini M., Terranova R. *"Indagini geologiche e geomorfologiche in Liguria con particolare riguardo alle condizioni di franosità" Geologia Applicata e Idrogeologia, Bari 1985, Vo. Xx, Parte II; Carta Dissesti associata;*
- De Stefanis A., Marini M., Terranova R., De Luigi G. *"I movimenti franosi di Guvano e di Rodalbia nelle Cinque Terre e i loro riflessi sulla morfologia della costa ligure e sugli insediamenti" 1987 Mem. Soc. Geol. It., 19, 161-167;*
- Terranova R. *"Atti della riunione e guida alle escursioni – Escursione lungo la costa della Liguria Oientale", 1987;*
- Federici P.R, Baldacci F., Petresi A., Serani A. *"Atlante dei centri abitati instabili della Liguria I. Provicina della Spezia" Regione Liguria, 2001;*
- Cevasco A. *"I fenomeni d'instabilità nell'evoluzione della costa alta delle Cinque Terre (Liguria Orientale)", Studi Costieri, 2007, 13, 93-109;*
- Raggi G. *"Una sintesi sulle conoscenze dei fenomeni di instabilità della costiera delle Cinque Terre" Accademia lunigianese di Scienze Giovanni Capellini, 2010;*
- Raso E., Brandolini P, Faccini F., Realini E., Caldera S., Firpo M. *"Geomorphological evolution and monitoring of San Bernardino-Guvano coastal landslide (Eastern Liguri, Italy)" 2017.*

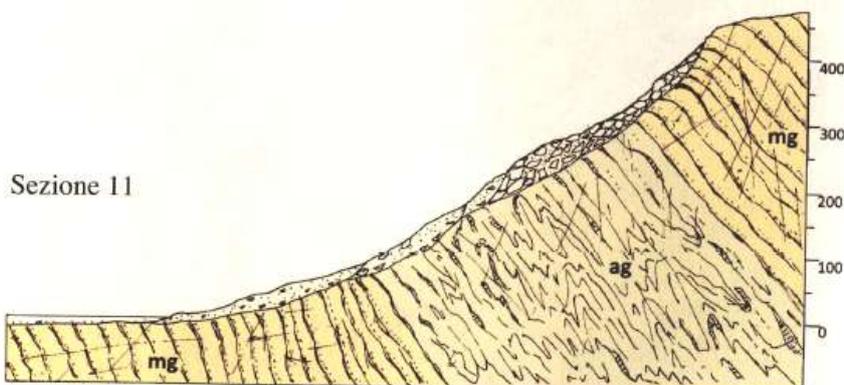


- relazioni tecniche relative a alle campagne geognostiche relative al Maggio 2003 e al Giugno 2004 (Comunità Montana della Riviera Spezzina – EPTAConsult “Predisposizione di campagna geognostica ed installazione di sistema di monitoraggio della Frana di Guvano in Comune di Vernazza – Danni alluvionali 2000 integrazione al 4° piano stralcio di finanziamento D.G.R. 603/2002 – Codice 160 SP/120”)

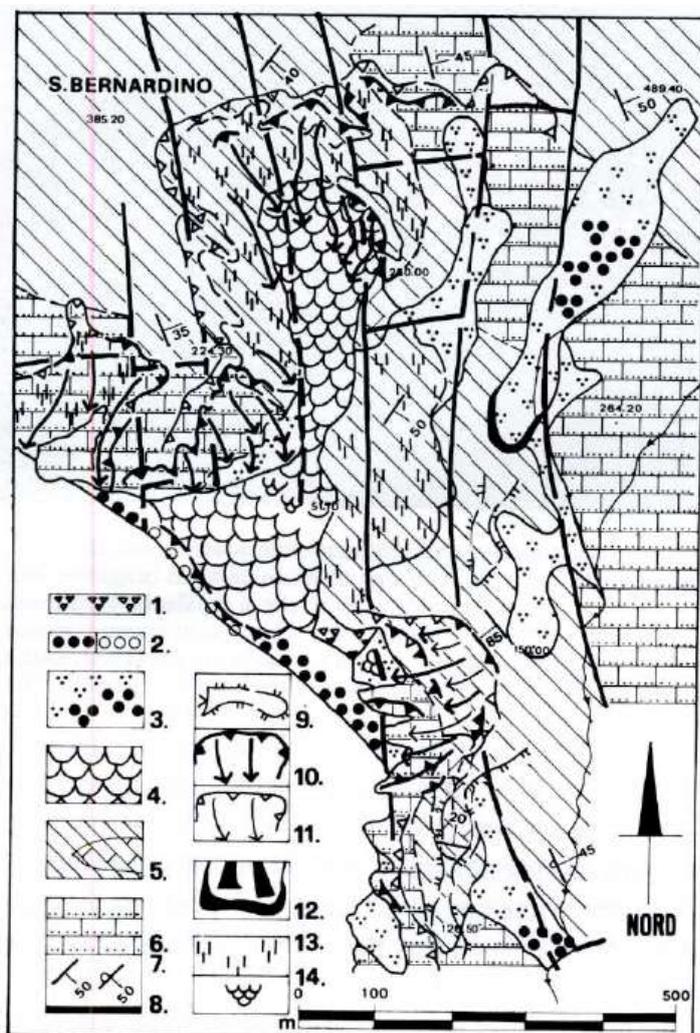
Nel lavoro di Raggi *et al.* (2010), relativamente alla Frana di Guvano, si parla di un fenomeno di origine “molto antica [...] da riferire a fattori strutturali predisponenti l’instabilità del pendio quali la sovrapposizione dell’arenaria zonata sulle argilliti fissili al nucleo della sinclinale rovesciata [...]”. In tale lavoro di fa riferimento ad una “iniziale antichissima frana di crollo delle testate degli strati di arenaria ed al successivo scorrimento dei grossi lastroni arenacei sulle argilliti più facilmente erodibili e mobilizzabili dalla gravità”. Dall’analisi della bibliografia disponibile emerge la presenza di una serie di fenomeni franosi laterali attivatisi in una fase successiva rispetto al fenomeno principale. Tali indicazioni sono presenti nel bel prospetto di frana redatto da Terranova nel lavoro del 1984 ed anche in Terranova *et al.* (1987a), di cui si riporta lo stralcio della Carta Dissesti (immagine sopra) e la sezione geologica (immagine sotto). In Federici *et al.* (2001) viene riportata una descrizione sintetica, ma esaustiva, del fenomeno, indicato come fenomeno complesso. La frana in oggetto, si sarebbe innescata con uno scorrimento traslazionale della zona di distacco, seguito da fenomeni di colamento. Attualmente, il fenomeno risulta quiescente, ad esclusione del settore centrale di testata, caratterizzato da processi di retrocessione della corona di frana.



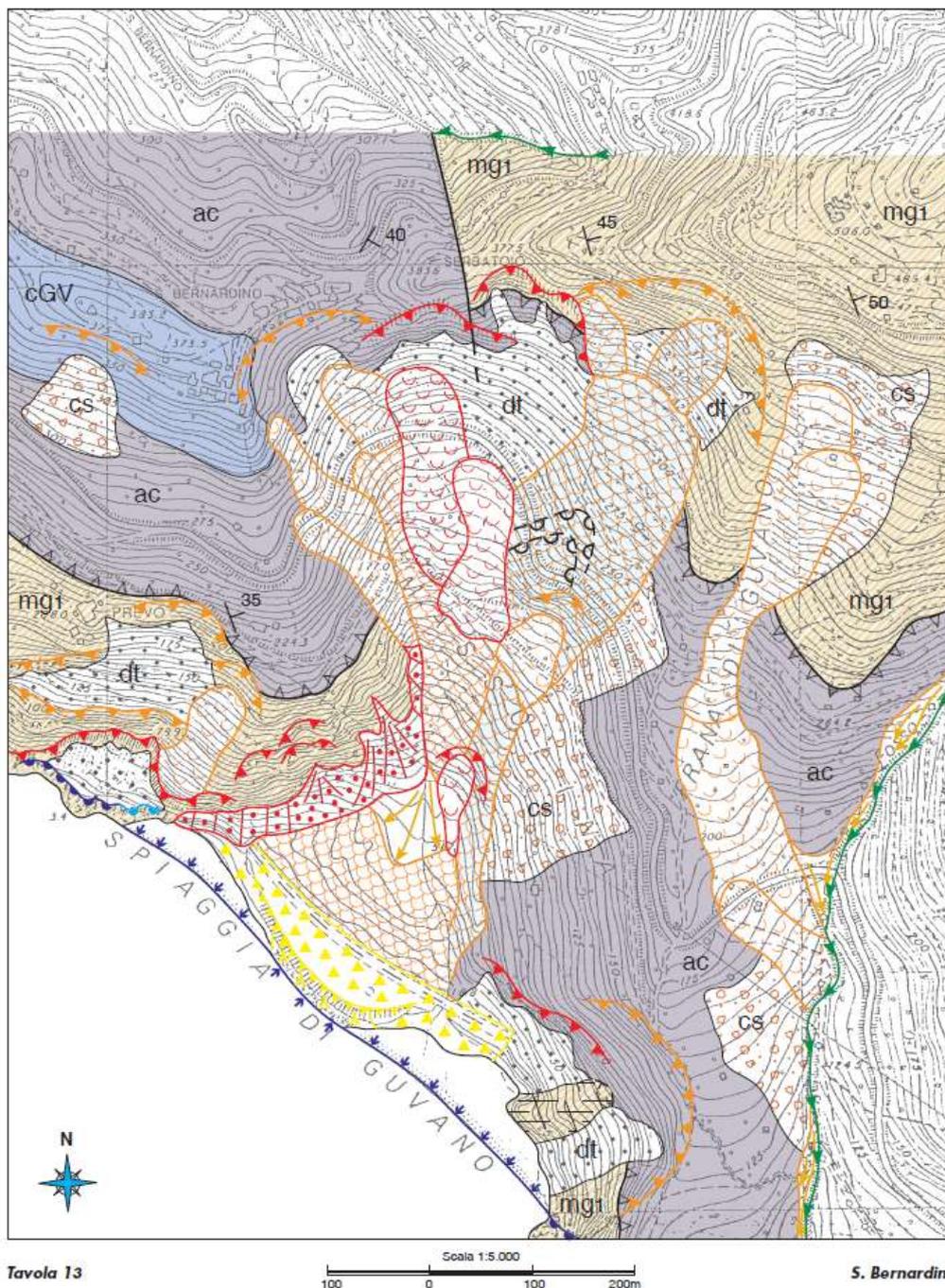
Carta dei dissesti nel tratto tra la Spiaggia di Guvano e l’area del Macereto redatta da Raggi *et al.* 2010. In giallo chiaro Argilliti, siltiti e marne fissili delle Unità Tettoniche di Canetolo; in arancione le arenarie stratificate appartenenti al “Macigno”, Falda Toscana. In rosa il pendio acclive sovrastante la falesia attuale interessato da diffusi fenomeni erosivi e gravitativi, da paleofrane, da frane quiescenti e/o con locali riprese di attività, da colate detritiche, da erosione diffusa, incanalata e retrogressiva alla testata dei canali. In rosa scuro le principali frane e processi erosivi in atto.



Sezione geologica della Frana di Guvano (fonte Raggi et al., 2010): mg) Arenarie Zonate appartenenti al Macigno, Zona Toscana; ag) Argille e Calcari di Canetolo appartenenti alle Unità Tettoniche di Canetolo, Dominio Subligure.



Carta Geologico-Geomorfologica della Frana di Guvano – 1) riporti artificiali; 2) spiagge in erosione e trasporto (pallini vuoti) e in accumulo (pallini pieni); 3) coltri detritico-colluviali da fini a grossolane; 4) accumulo di frana principale; 5) Formazione delle Argille-Calcarei con lembi di Calcari del Gruppo del Vescovo; 6) macigno siltoso-arenaceo; 7) giaciture di strato diritte e rovesciate; 8) faglie; 9) terrazzi di abrasione marina; 10) cigli di arretramento morfologico attivi; 11) cigli di arretramento morfologico quiescenti; 12) piedi di accumuli per successivi richiami entro gli accumuli principali; 13) roccia affiorante e/o subaffiorante, in sfacelo ed erosione superficiale; 14) frane in atto. (Fonte Terranova et al., 1987, da De Stefanis et al., 1978).



Carta Geologico-Geomorfologica della Frana di Guvano (Fonte Federici *et al.*, 2001): ac) Argille e calcari; cGV) Calcari di Groppo di Vara; mg1) Membro delle Arenarie Zonate di Riomaggiore.

I primi documenti relativi alla Frana di Guvano riportano una riattivazione in data 26-27 Dicembre 1853 (De Stefani, 1978; Cevasco, 2007; Raggi *et al.*, 2010; Raso *et al.*, 2016). Ulteriore riattivazione, indicata da Cevasco (2000) e da Federici *et al.* (2001), è stata registrata il 7 luglio 1988. In tale



occasione si sono verificati importanti disagi alla viabilità lungo la strada provinciale e al sentiero delle Cinque Terre (da Federici et al., 2001).

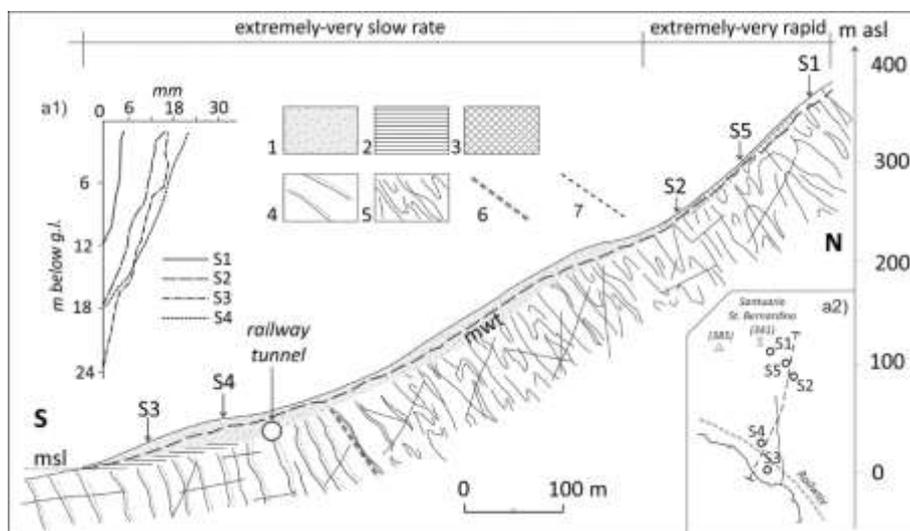
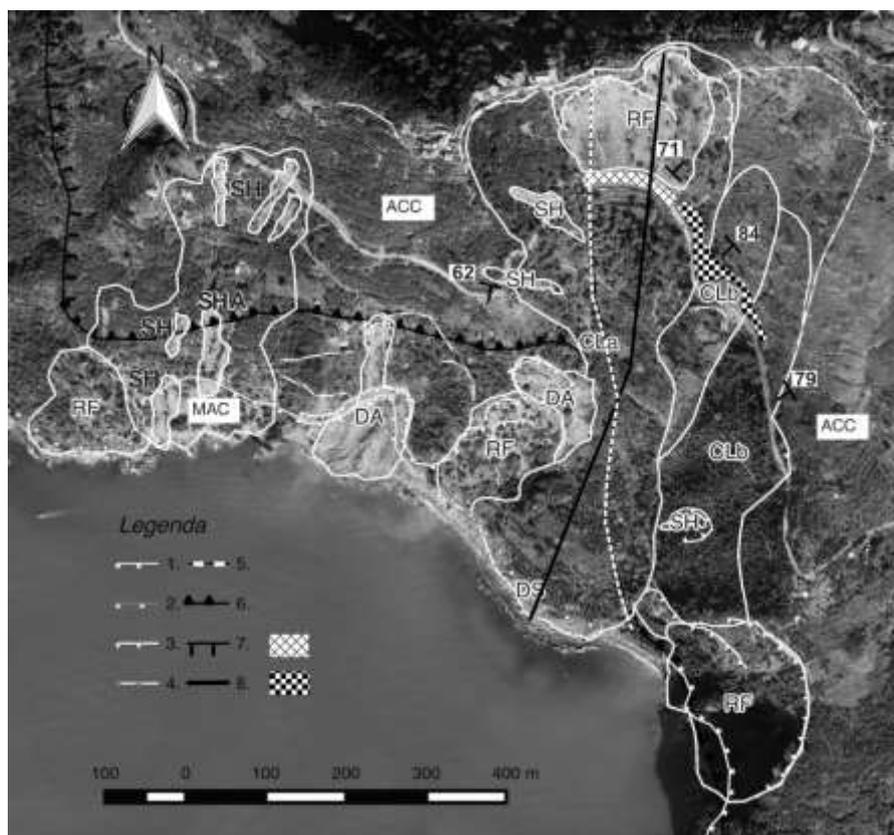
In generale, da un punto di vista geologico-geomorfologico, i dati pregressi hanno evidenziato una sostanziale uniformità e concordanza relativamente all'assetto geologico-geomorfologico dell'area della Frana di Guvano, evidenziando un progressivo miglioramento dello stato conoscitivo nel corso del tempo. Il lavoro più esaustivo è risultato essere quello di Raso *et al.* (2017), supportato anche da misure di deformazione superficiale e profonda.

Tra il 2003 e il 2004 sono state effettuate due campagne geotecniche, al fine di analizzare il suolo e la stratigrafia del basamento. Tali indagini hanno consentito inoltre l'identificazione della posizione della superficie di scorrimento della frana (18 m di profondità nel settore mediano e distale).

Esiste inoltre una rete di monitoraggio costituita da 4 capisaldi GPS, ubicati all'interno del corpo di frana tra San Bernardino e l'area a monte della vecchia galleria ferroviaria. I capisaldi che hanno registrato gli spostamenti maggiori sono il GUV1 e il GUV4 con uno spostamento verticale di 1,5 cm durante il mese di Dicembre 2015 (da Raso *et al.* 2016)..

Schema della rete di monitoraggio in essere in corrispondenza della Frana di Guvano (da Raso *et al.* 2016). In viola i 4 capisaldi GPS installati nel 2015; in verde gli inclinometri.





Carta geomorfologica e profilo della Frana di Guvano (Fonte Raso et al., 2017): MAC) Arenarie Zonate del Macigno; ACC) Argille e Calcari di Canetolo; RF) frana di crollo; SH) Shallow landslide Ottobre 2011; DA) debris avalanches; CL) Frana complessa, CLa attiva, CLb non attiva; DS) spiaggia. Profilo: 1) corpo di frana medio/basso; 2) sabbie marine; 3) corpo di frana superiore; 4) arenarie zonate del Macigno; 5) Argille e Calcari di Canetolo (ACC); 6) faglie; 7) Livello di falda.



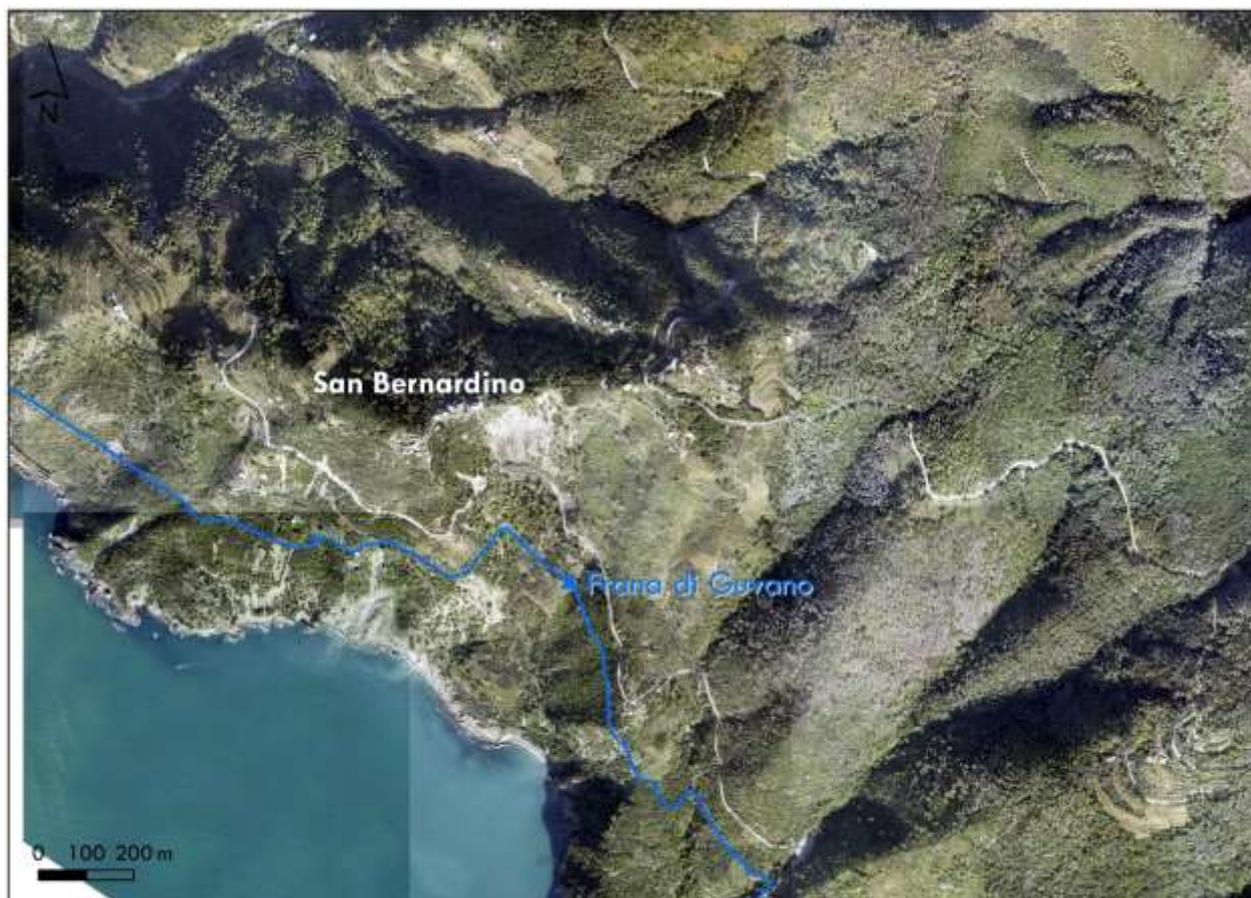
Grazie alla documentazione disponibile presso il CNR-IRPI di Torino, è stato infine possibile effettuare un'analisi storica delle foto aeree di tale settore. Presso la Fototeca dell'Istituto sono state reperite le foto aeree del 1954 numero: 3798; 3799; 3800; 3801.

Ingrandimento della foto aerea 3799: l'area relativa alla Frana di Guvano è ben visibile da foto aerea. Rispetto all'attuale, la veduta aerea indica la presenza di una frana attiva con una morfologia complessa ed articolata.





Ingrandimento dell'ortofoto realizzata dalla HELICA (2011) della stessa area di cui sopra.





POSSIBILI INTERFERENZE CON IL TRACCIATO DEL SENTIERO AZZURRO

Il Sentiero Azzurro interseca la Frana di Guvano in corrispondenza del settore di scorrimento, ad una quota di circa 160 m s.l.m.. Allo stato attuale, non sono riscontrabili particolari criticità se non delle venute d'acqua sul fianco orientale del corpo di frana. I canneti in corpo frana indicano la presenza di una falda molto superficiale o di venute d'acqua diffuse. Le dinamiche di un fenomeno franoso così complesso non lasciano presagire delle attivazioni così impulsive da creare dei rischi per i fruitori del sentiero. È ovviamente logico supporre che una riattivazione della frana potrebbe portare ad un danneggiamento anche grave di tutte le infrastrutture ivi presenti tra cui anche il sentiero. Allo stato attuale, non vi sono indizi evidenti che tale attivazione possa avvenire a breve.

IMPATTO POTENZIALE SULLA STABILITÀ DEL SENTIERO: ALTA

SISTEMI DI MONITORAGGIO

Questo capitolo è dedicato ai sistemi di monitoraggio e agli eventuali risultati già ottenuti.

Nel caso della Frana di Guvano risulta essere (fonte Raso *et al.*, 2016, Raso *et al.*, 2017) attivo un sistema di monitoraggio variabilmente costituito da sistemi di monitoraggio alternativamente attivi nel tempo.

La rete di monitoraggio relativa alla Frana di Guvano è riassunta nella Tabella che segue.

La rete topografica ha registrato tassi di movimento lungo l'area di innesco tra 100 e 240 mm/anno. La rete inclinometrica mostra invece un tasso di movimento in corrispondenza del piede della frana tra 17 e 30 mm/anno, con una superficie di movimento ad una profondità di circa 13 m. Alla data di redazione del presente documento, la rete GPS indica movimenti verticali centimetrici per due dei 4 capisaldi installati.

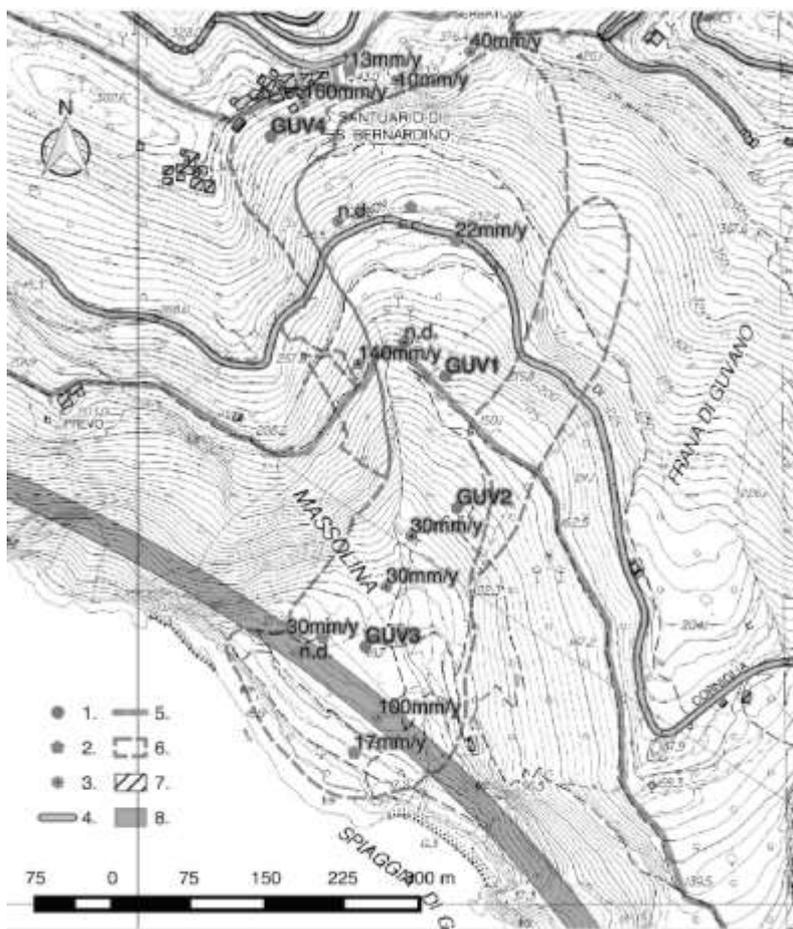
Il monitoraggio di questa frana appare essenziale per la definizione della dinamica evolutiva del fenomeno e per la valutazione degli elementi di rischio e di vulnerabilità di questo settore.

Si raccomanda di valutare la possibilità di acquisire i dati di monitoraggio con cadenza predefinita ed aggiornare la monografia operativa per seguire l'evoluzione del fenomeno franoso.

La gestione di un fenomeno franoso così complesso deve essere demandato ad un ente che abbia una struttura tecnica adeguata che sia in grado di riconoscere tempestivamente i segnali di un eventuale riattivazione.



Tipologia rete	Data installazione	Fine acquisizione	Numero strumenti	Note	Informazioni sulla deformazione
Campagna sondaggi	Giugno 2003	Giugno 2004	5 sondaggi	Test di laboratorio su campioni disturbati	I risultati ottenuti tra il 2003 e il 2004 hanno evidenziato tassi di spostamento in corrispondenza dell'area di corona e nel settore centrale. Gli inclinometri hanno registrato movimenti significativi al piede del pendio a 11 m di profondità.
Inclinometri			4	Usati come piezometri a tubo aperto	
Piezometri			1		
Rete topografica	Giugno 2003	Giugno 2004			
Rete GPS	2010	In funzione	4 capisaldi		



Schema dell'ubicazione delle reti di monitoraggio relative alla Frana di Guvano tratto da Raso *et al.* (2010). 1) GNSS; 2) Inclinometri; 3) Prismi rete topografica.



SINTESI e PROPOSTE CONCLUSIVE

Allo stato attuale delle conoscenze, la frana di Guvano risulta essere una frana attiva con tassi di movimento estremamente contenuti. Tale frana è caratterizzata da una nicchia di distacco con pendenze da medio-elevate (40° - 50°) a molto elevate ($>60^{\circ}$), impostata in corrispondenza di un ammasso roccioso da molto fratturato a disarticolato, e da un settore di accumulo sul quale risulta evidente l'intervento antropico, e affetto da erosione al piede.

Il corpo di frana interseca il sentiero azzurro in corrispondenza del settore di scorrimento, ad una quota di circa 160 m s.l.m.. nell'area del sentiero non sono state riscontrate particolari criticità e l'unico elemento su cui porre attenzione è legato alla presenza di porzioni a canneto, indicative della presenza d'acqua.

La struttura di monitoraggio in essere non sembra in grado di caratterizzare nella maniera corretta l'andamento della falda presente nell'area indagata. Tale elemento, anche in virtù della chiara presenza di venute d'acqua in corpo frana, rappresenta certamente un fattore importante per la comprensione del fenomeno franoso.

La caratterizzazione dell'eventuale relazione tra precipitazioni, variazioni di falda e movimenti, potrebbe essere un'indicazione importante da considerare anche ai fini di un eventuale sistema di allertamento.

La complessità del fenomeno franoso rende certamente necessario il concorso di Enti con una struttura tecnica adeguata alla gestione della rete di monitoraggio in essere.