

## GEOMETRIA DI UN ESTESO E COMPLESSO SISTEMA FRANOSO IN ARGILLE VARICOLORI

Margherita Vallario, Giuseppina Paterna, Roberto Vassallo, Caterina Di Maio  
Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata, Università della Basilicata  
[margherita.vallario@unibas.it](mailto:margherita.vallario@unibas.it), [pina.paterna@gmail.com](mailto:pina.paterna@gmail.com), [roberto.vassallo@unibas.it](mailto:roberto.vassallo@unibas.it),  
[caterina.dimaio@unibas.it](mailto:caterina.dimaio@unibas.it)

### Sommario

Questo lavoro riporta i risultati preliminari dello studio di una porzione di versante in frana in località Varco d'Izzo (Potenza) in sinistra idrografica del fiume Basento. La parte del sistema franoso che interessa la galleria "Calabrese" delle Ferrovie dello Stato e alcune abitazioni private molto danneggiate è già stata studiata da vari Autori (fra gli altri: Perrone et al., 2004; Del Prete e Del Prete, 2009; Di Maio et al., 2011). Sulla base di studi recenti, sembra che il sistema franoso possa estendersi molto più di quanto si credesse inizialmente. Allo scopo di verificare questa ipotesi, sono stati analizzati tutti i dati geognostici disponibili per la zona. Ciò ha consentito di approfondire la conoscenza della geometria del piede della colata, evidenziando la presenza di due superfici di scorrimento, e di formulare un'ipotesi sull'estensione dell'intero sistema franoso.

### Introduzione

Il sistema franoso in esame si sviluppa su un versante prospiciente il fiume Basento in località Costa della Gaveta, a Potenza. Si tratta di un sistema antico di notevole complessità, in Argille Varicolori, sovraconsolidate, intensamente tettonizzate, a struttura complessa, con frammenti e blocchi lapidei di dimensioni molto variabili. Notevoli sono i danni prodotti dagli spostamenti della frana alle strutture e alle infrastrutture (Fig. 1). In alcune zone, i danni si manifestano in tempi lunghi, in altre molto velocemente.

Per individuare una possibile forma di controllo, la Regione Basilicata, nel 2004, ha finanziato una campagna di indagini geotecniche. Inizialmente, sulla traccia di precedenti studi, si è analizzata la sola zona Ovest del sistema franoso in esame. Sono stati eseguiti fori a carotaggio continuo, nei quali sono stati installati piezometri, e fori a distruzione di nucleo attrezzati con tubi inclinometrici. Sono state eseguite prove di laboratorio e prove e misure *in situ*. Nel 2006, il Servizio Geologico Nazionale ha installato una rete GPS. Nel 2010 è stata anche eseguita una campagna di misure topografiche.

Con l'approfondimento degli studi, si è notato che segni e danni ascrivibili al movimento franoso si estendono senza soluzione di continuità dalla zona strumentata verso Est, fino ai contorni riportati in Fig. 1. Pertanto sono stati cercati ed elaborati tutti i dati disponibili per la zona, con particolare attenzione a quelli inclinometrici. In questa nota si presentano i risultati preliminari dello studio della porzione più ampia del versante, con l'analisi degli spostamenti e degli elementi che forniscono indicazioni sulla geometria superficiale e profonda delle masse di terra in frana.

### Caratteristiche fisiche e proprietà meccaniche

Il sottosuolo è molto eterogeneo. I campioni prelevati nella parte terrosa presentano una frazione argillosa che arriva fino a 70% (Fig. 2). Il limite di liquidità  $w_L$  varia per lo più tra il

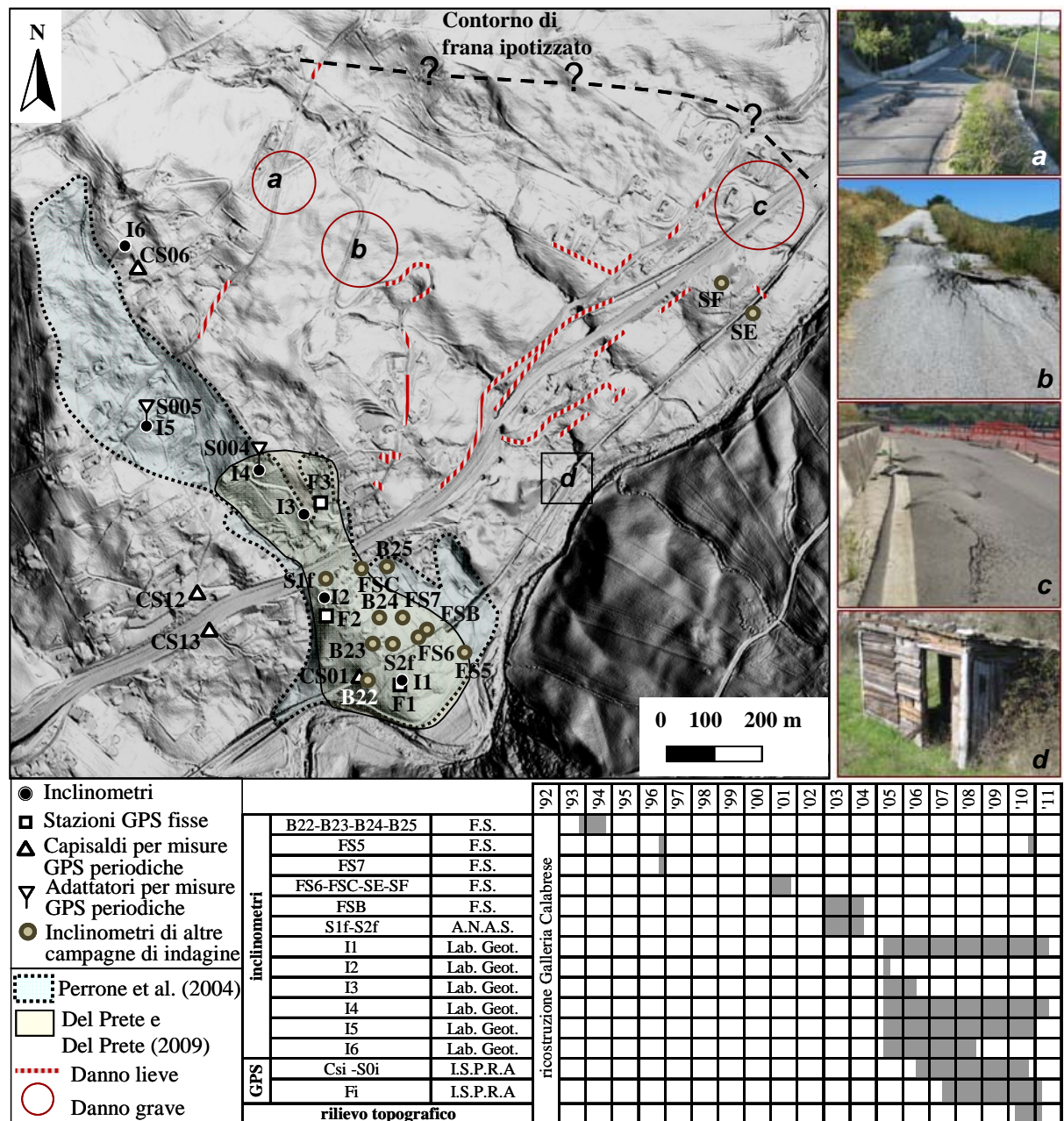


Figura 1. Contorni del sistema franoso, ubicazione dei fori strumentati e delle stazioni GPS. Le fotografie riportano tratti di strada molto danneggiati (a, b, c) e un vecchio casotto del "guarda frane" (d).

60% e l'80%, ma sono anche stati trovati strati a maggiore plasticità in S6 tra 20 m e 25 m e in S5 a 32 m di profondità. Nella carta di Casagrande il terreno è classificabile come argilla inorganica di plasticità da media ad alta. L'indice di attività è vicino a quello dell'illite. Infatti, dalle analisi mineralogiche e chimiche, quest'argilla è risultata in quantità percentualmente superiore alle altre. A causa della presenza di scaglie argillose molto consistenti e di frammenti lapidei, è stato possibile prelevare pochissimi campioni indisturbati. Su questi sono state condotte prove di compressione triassiale e prove di taglio diretto al fine di determinare la resistenza a taglio di picco e quella residua rispettivamente. Quest'ultima, determinata anche su campioni ricostituiti, è molto variabile anche se si considera la sola componente fine dei terreni in esame, come mostra la Fig. 2.

### Geometria del sistema franoso

A differenza della vicina frana di Costa della Gaveta che si presenta geometricamente ben definita (Di Maio et al., 2010; Vassallo et al., 2011), quella di Varco d'Izzo appare molto più complessa. Al momento, agli autori di questo lavoro non è ancora chiaro se si tratti di un sistema di frane distinte e contigue oppure di un'unica grande frana che, coinvolgendo materiali con caratteristiche fisiche e proprietà meccaniche molto diverse, si muove in modo disuniforme e persino disarticolato. Di fatto, l'assenza di soluzione di continuità nel quadro di dissesto di questa porzione di versante induce a ipotizzare che un'unica grande frana si spinga verso Est fino al contorno indicato in Fig. 1. In figura sono state cerchiare le zone non strumentate e interessate da evidenti danni alle strade. Si può osservare che queste, insieme alla zona strumentata di Ovest, si dispongono sui contorni superiore e laterali della frana ipotizzata. Nella zona del contorno inferiore (Fig. 1) c'è ancora il casotto in cui stazionava il "guarda-frane" delle FS quando non si disponeva di sistemi automatici di controllo, per tenere sotto costante osservazione la linea ferroviaria ritenuta a grande rischio di frana. Segni meno evidenti di spostamenti differenziali sono riscontrabili all'interno dell'area.

I sondaggi del 2004 sono stati eseguiti soltanto nella zona Ovest, dove era più chiara l'esistenza di un movimento franoso continuo. Pertanto, sono stati cercati i dati di eventuali precedenti indagini geognostiche eseguite nelle zone limitrofe. La maggior parte delle informazioni rinvenute riguarda indagini delle Ferrovie dello Stato e dell'A.N.A.S. in corrispondenza della S.S. "Basentana" e della linea ferroviaria Potenza-Metaponto, al piede della frana, sempre in zona Ovest.

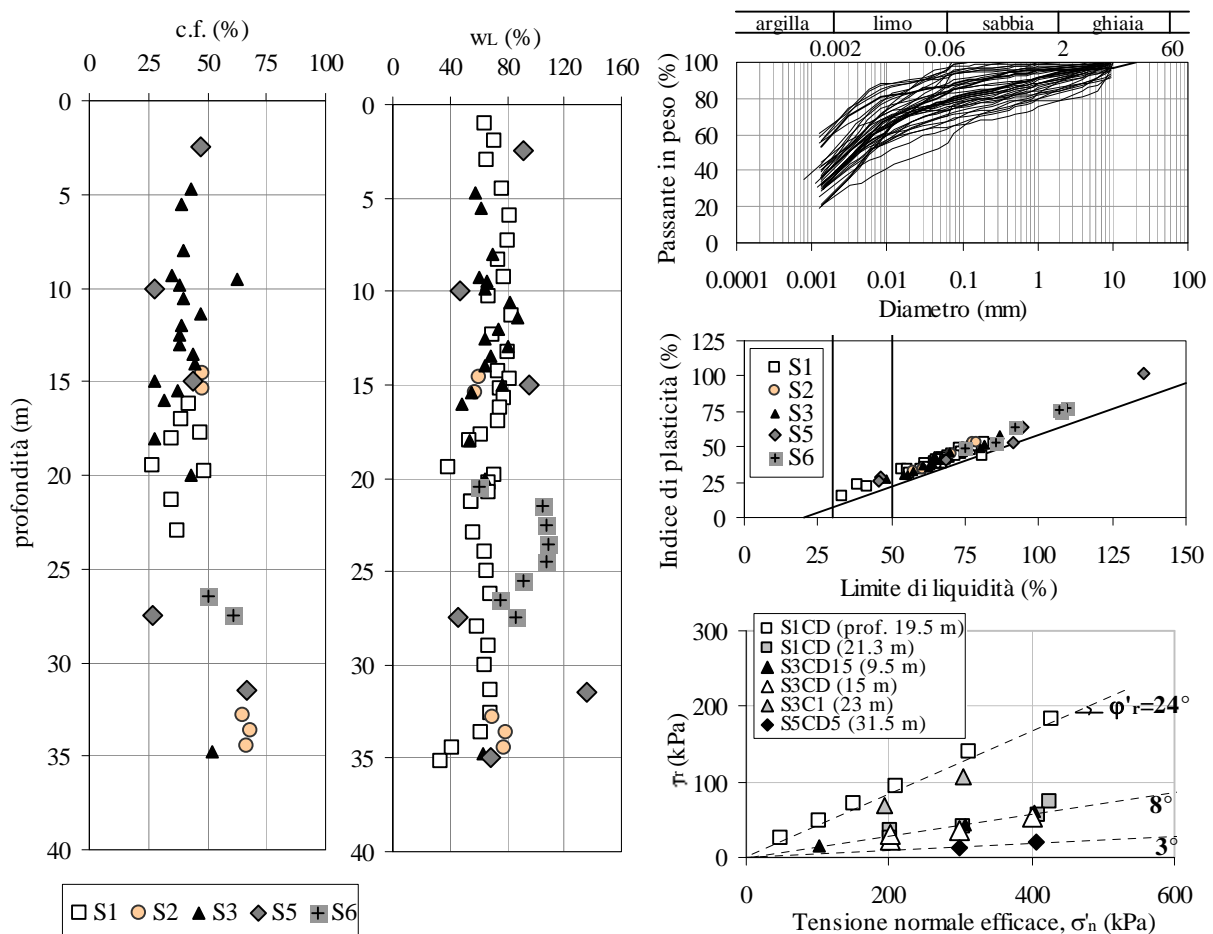


Figura 2. Frazione argillosa e limite di liquidità in funzione della profondità dal piano campagna; curve granulometriche; carta di plasticità di Casagrande; resistenza residua a taglio in acqua distillata.

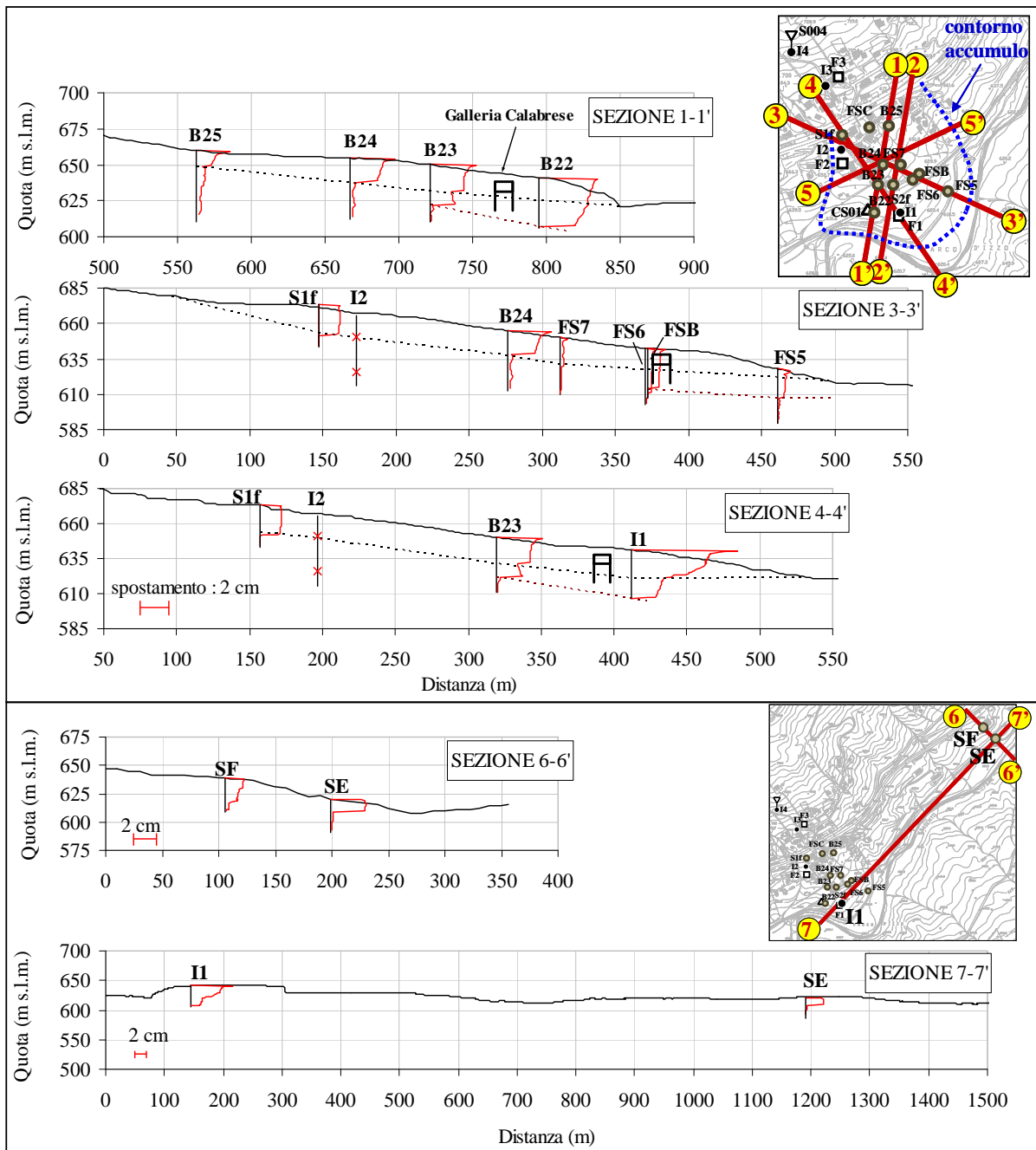


Figura 3. Sezioni passanti per le verticali inclinometriche con indicazione delle possibili superfici di scorrimento. I profili inclinometrici riportati sono relativi a misure eseguite in periodi diversi e per durate diverse.

La Fig. 1, che riporta l'ubicazione dei fori inclinometrici e l'indicazione del periodo in cui sono state eseguite le misure, mostra che soltanto i fori SE e SF sono stati eseguiti più a Est (Ferrovie dello Stato). L'analisi preliminare dei dati sembra indicare che la superficie di scorrimento individuata da questi fori (Fig. 3) possa essere in continuità con una delle superfici di scorrimento individuata al piede della zona Ovest.

In questa zona, i numerosi dati inclinometrici hanno consentito di ricostruire due possibili superfici di scorrimento (Fig. 3). Quella più profonda si attesta al di sotto dell'attuale alveo fluviale e raggiunge profondità di oltre 30 m. Quella superiore affiora in corrispondenza del fiume, coinvolge uno spessore di circa 20 m di terreno e sembra intersecare i pali della galleria Calabrese. Tali pali sono stati realizzati nel 1992 per far fronte alle spinte esercitate

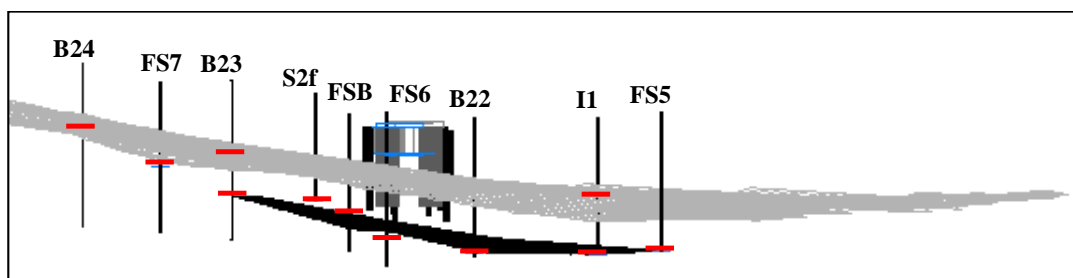


Figura 4. Rappresentazione tridimensionale delle due superfici di scorrimento e della galleria delle F.S.

dalle masse in frana. Il progetto prevedeva la ricostruzione del rivestimento interno con struttura scatolare in c.a. e la realizzazione di due paratie di pali a monte e a valle della galleria, di lunghezza 20 m e diametro 1 m, e una doppia fila di pali di diametro 1 m e lunghezze 21 m e 16 m per le sezioni di imbocco e sbocco (doppia nel solo imbocco secondo i ricordi del geometra delle FS che seguì i lavori). Come si può osservare (Fig. 3) la superficie di scorrimento superiore interseca le paratie della galleria, quella inferiore passa al di sotto. Questo si vede anche nella rappresentazione tridimensionale di Fig.4. Per definire la superficie di scorrimento superiore, oltre alle curve di rottura individuate nelle sezioni di Fig.3, sono stati utilizzati i contorni della zona di accumulo (Fig. 3).

### **Spostamenti superficiali e profondi**

Gli spostamenti sono stati valutati utilizzando misure inclinometriche, GPS e topografiche. La Fig. 5a mostra l'andamento nel tempo degli spostamenti di superficie. Come si può osservare, le misure inclinometriche, che si riferiscono a periodi diversi, forniscono velocità poco variabili nel tempo. Pertanto, per ricostruire il campo di spostamenti (Fig. 5b), è sembrato lecito ipotizzare che le velocità fossero costanti anche nei periodi di assenza di misura. Il rilievo topografico è stato eseguito con stazione totale nella zona intorno ad I3, soggetta a maggiori velocità di movimento, prendendo come riferimenti la testa dell'inclinometro I3 e la stazione GPS fissa F3. I risultati confermano che la zona a monte della strada Basentana è soggetta ai maggiori spostamenti: circa 0.5 cm al mese. A valle della strada, invece, gli spostamenti risultano più lenti, con velocità dell'ordine del mm/mese. La differenza di spostamento ha probabilmente provocato una notevole riduzione di distanza fra le spalle di un sovrappasso pedonale della Basentana. Temendo che un'ulteriore riduzione potesse indurre uno stato di compressione incompatibile con la stabilità della struttura, ne è stata sollecitata la rimozione, avvenuta a Maggio 2010.

### **Conclusioni**

Grazie al ritrovamento e all'elaborazione di vecchi dati inclinometrici disponibili per la zona in esame, all'esecuzione di nuove misure di spostamento e al rilievo di segni e danni riconducibili al movimento franoso è stato definito un quadro degli spostamenti superficiali e profondi ed è stata formulata un'ipotesi sulla geometria delle masse in frana. Dai risultati sembrerebbe emergere che si tratti di un grande sistema franoso che si estende senza soluzione di continuità per oltre 1 km di larghezza in corrispondenza della strada Basentana, che coinvolge materiale molto disomogeneo e che si muove in maniera molto disuniforme. La disuniformità potrebbe essere dovuta, oltre che alla eterogeneità a varie scale del materiale in frana, all'esistenza di diverse superfici di scorrimento, alla variabilità della geometria delle sezioni longitudinali e anche alla variabilità della resistenza a taglio lungo le superfici di scorrimento. Lo studio proseguirà per giungere ad una più approfondita caratterizzazione geometrica e cinematica del sistema franoso.

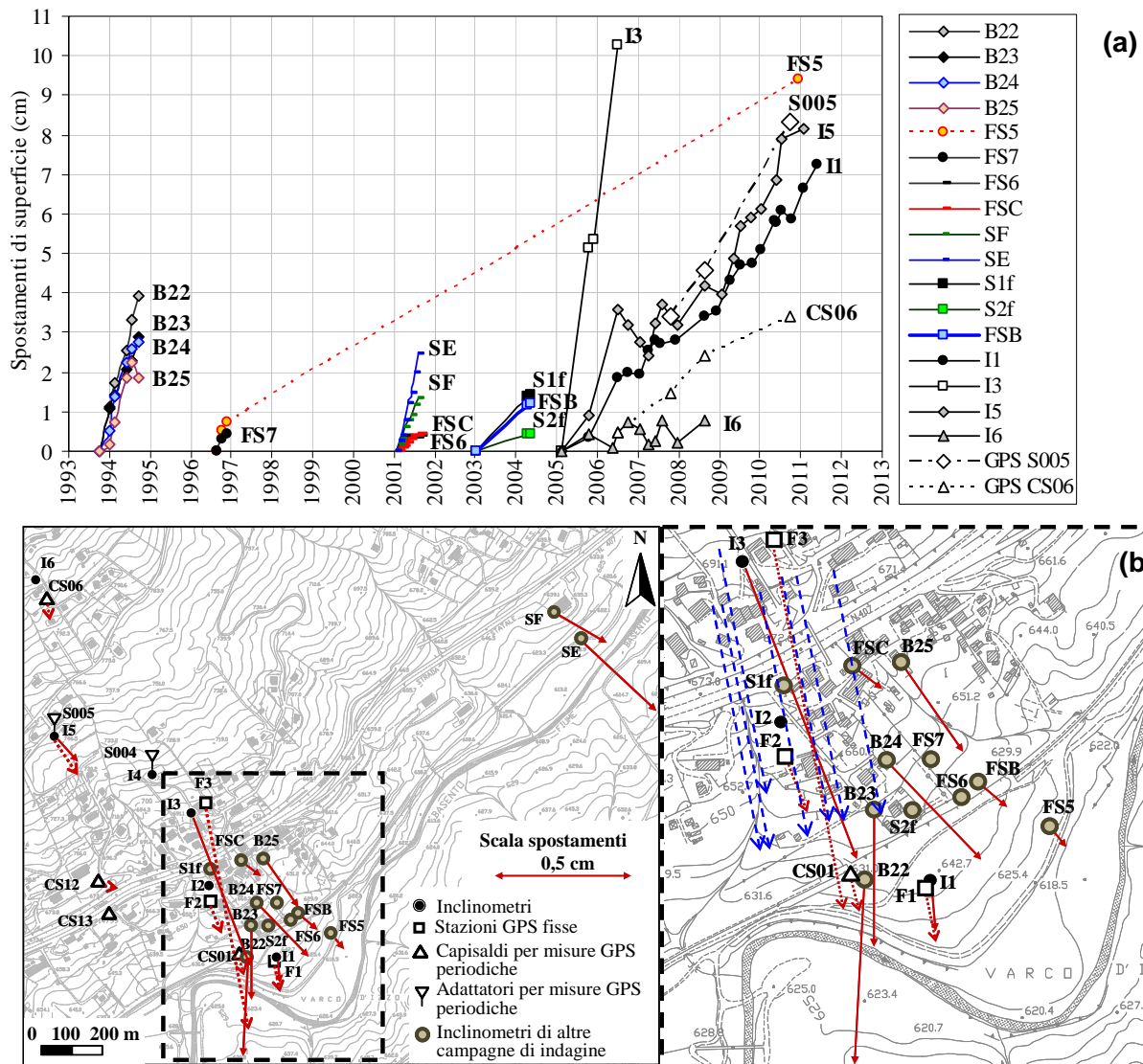


Figura 5. Andamento nel tempo degli spostamenti superficiali (a). Vettori di spostamento superficiali per il periodo di un mese, deducendoli dalle velocità medie (b). Le misure GPS sono tratte da Di Maio et al., 2011.

## Bibliografia

- Del Prete, M., Del Prete, R. (2009). Classification, hazard and occurrence of flow-like mass movements in relation to the geology of a large area of Southern Italy. *Journal of Technical and Environmental Geology*. 1-2-3-4: 6-96.
- Di Maio, C., Vassallo, R., Vallario, M., Pascale, S., Sdao, F. (2010). Structure and kinematics of a landslide in a complex clayey formation of the Italian Southern Apennines. *Engineering Geology*, 116: 311 – 322. DOI:10.1016/j.enggeo.2010.09.012.
- Di Maio, C., Vassallo, R., Vallario, M., Calcaterra, S., Gambino, P. (2011). Surface and deep displacements evaluated by GPS and inclinometers in a clayey slope. Sottoposto per la pubblicazione sugli Atti del Secondo Forum Mondiale sulle Frane – 3-7 Ottobre 2011, Roma.
- Perrone, A., Iannuzzi, A., Lapenna, V., Lorenzo, P., Piscitelli, S., Rizzo, E., Sdao, F. (2004), High-resolution electrical imaging of the Varco d'Izzo earthflow (Southern Italy). *Journal of Applied Geophysics*. 56: 17–29. DOI: 10.1016/j.jappgeo.2004.03.004
- Vassallo R., Di Maio C., Vallario M. (2011). Geometria e cinematica di una frana lenta in argille consistenti. Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2011 – IARG 2011 – 4-6 Luglio 2011, Torino.