

Esperienze di monitoraggio topografico di grandi frane: i casi di Gimigliano e Maierato

G. Artese, M. Perrelli, S. Artese, F. Manieri, F. Principato

Università della Calabria, Dipartimento di Pianificazione Territoriale, via P. Bucci cubo 46B
tel. +39 0984-496768, e-mail:artese@unical.it; michele.perrelli@unical.it

Riassunto

Le esperienze riportate nel presente lavoro riguardano le operazioni di monitoraggio di due grandi frane. La prima interessa il territorio del comune di Gimigliano(CZ), il cui centro abitato sorge su un versante soggetto a fenomeni gravitativi profondi. La seconda frana, resa famosa dalle riprese in tempo reale effettuate da alcuni abitanti durante il fenomeno franoso, interessa un'intera collina al margine dell'abitato di Maierato(VV), che ha tagliato in due la principale strada di accesso al paese.

Il monitoraggio superficiale di tipo topografico, per ambedue le frane, vuole essere un'integrazione di una serie di metodologie d'indagine di tipo geofisico e geotecnico quali misure con inclinometri di profondità e con piezometri, prove sismiche e tomografia. Per le due distinte attività di monitoraggio topografico, sono state adoperate stazioni robotizzate di precisione. L'integrazione delle indagini ed i loro risultati consentiranno la messa a punto di un modello delle frane, utile anche per l'early warning.

Abstract

In the framework of the activities aimed to deeply know and monitor landslides, an important role is played by topographic surveys. Topographic survey is generally used to describe the external surface, to measure the displacements of selected points and to evaluate morphological evolutions. The monitoring is generally extended to the structures sited near the crown and the ridges of the landslide. Presently, the topographic monitoring of two great landslides is in progress in Calabria, performed by the Geomatics Lab of the University of Calabria, Land Planning Dept.

The paper concerns the monitoring operations of these two large landslides. The first involves the entire village of Gimigliano, a town in the province of Catanzaro, whose village lies on a slope subject to deep gravitational phenomena. The second landslide, made famous by filming in real time, affects an entire hill at the edge of the town of Maierato, near Vibo Valentia, bisecting the main access road to the village.

The ongoing research concerns the integration of a number of methods of investigation of geophysical and geotechnical with a topographic monitoring of the surface. In both landslides measurements were performed with of inclinometers, seismic testing and tomography; some piezometers have been in addition installed. The integration of the investigations and their results will allow the development of a model of landslides, also useful for the early warning.

1. Le attività di monitoraggio della frana di Gimigliano

Per quanto riguarda la frana di Gimigliano, l'assenza di un punto stabile situato all'interno del range di misura della strumentazione non ha permesso l'installazione di un stazione robotica permanente che consentisse la misurazione di tutta l'area interessata dal fenomeno in esame.

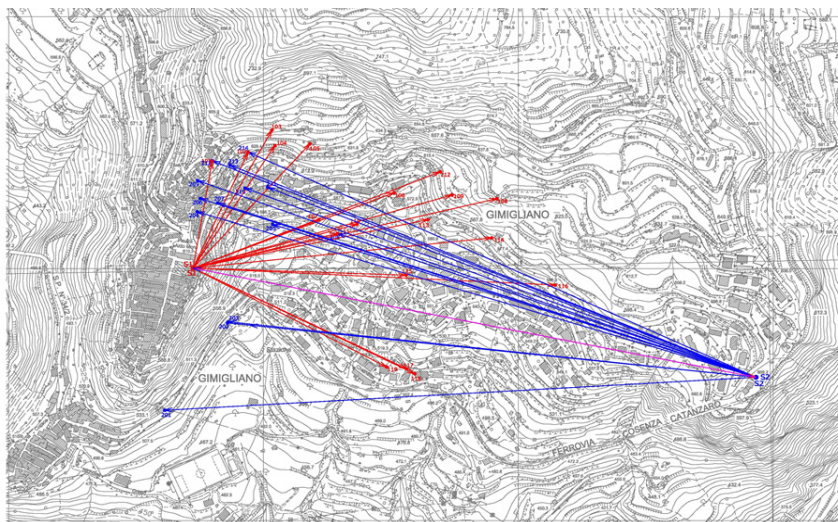


Figura 1. Gimigliano.

Per tale motivo, si è reso necessario elaborare un piano di monitoraggio periodico, realizzando due postazioni attrezzate con sistemi di supporto a posizionamento e centramento forzato dello stazione totale Leica TPS1200+, da cui vengono eseguite le osservazioni. In figura, è possibile osservare il posizionamento dei due punti di stazione, indicati con i numeri 1 e 2, che corrispondono, rispettivamente, ad una terrazza della chiesa nel centro storico del paese e ad un'area di fronte il centro storico sulla quale sono presenti degli affioramenti rocciosi.



Figura 2. Punti Stazione.

In particolare, la monumentazione della stazione S1 è stata realizzata utilizzando un treppiede per strumenti topografici. Sul treppiede è connessa una basetta permanente con vite calante bloccata per la connessione a centramento e posizionamento forzato dello strumento. Il treppiede è montato su una stella metallica e fissato tramite barre di ferro direttamente sul solaio e sui parapetti della terrazza. Per quanto riguarda la stazione S2, tenuto conto delle caratteristiche del terreno di fondazione, si è optato per un pilastro metallico dotato di sistema di fissaggio (ref. Fig 3a e 3b).



Figura 3a. Punto di stazione S1.



Figura 3b. Punto di stazione S2.

Poiché la stazione non viene lasciata stabilmente in posizione e i punti di osservazione si trovano a ridosso dell'area interessata dal fenomeno franoso, al fine di poter compensare eventuali piccoli spostamenti dei punti di stazione, sono stati individuati 3 punti (ref. Fig. 4b), ritenuti ragionevolmente stabili e visibili da entrambe i punti di stazione. Tali punti, durante le operazioni periodiche di messa in stazione dello strumento, consentono di calcolare la nuova posizione della stazione totale compensando così gli eventuali spostamenti.

Inoltre, la possibilità di misurare i tre punti da entrambe le stazioni, unitamente al monitoraggio reciproco dei punti di stazione ed al rilievo GNSS della loro posizione, consente di effettuare il raccordo delle due misure indipendenti e la georeferenziazione delle osservazioni.

Nella figura seguente è possibile osservare la dislocazione dei punti soggetti a monitoraggio dai due punti di stazione situato all'interno dell'area che, a seguito dell'analisi dei dati SAR (Ferrucci, 2010) (ref. Fig. 5), ha presentato le velocità di spostamento maggiore, fino a 24 mm/anno dal 1993 al 2000 e fino a 14 mm/anno dal 2002 al 2010.

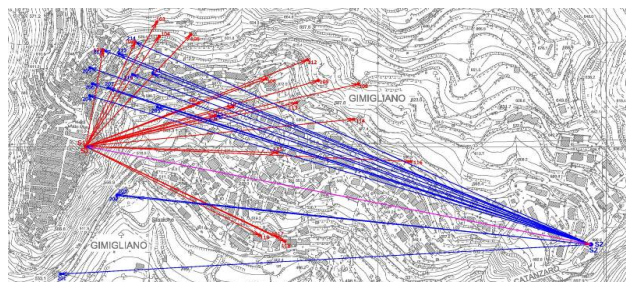


Figura 4a. Punti Monitorati.

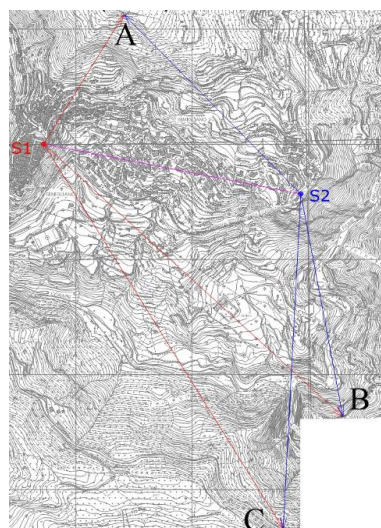


Figura 4b. Punti di Orientamento.

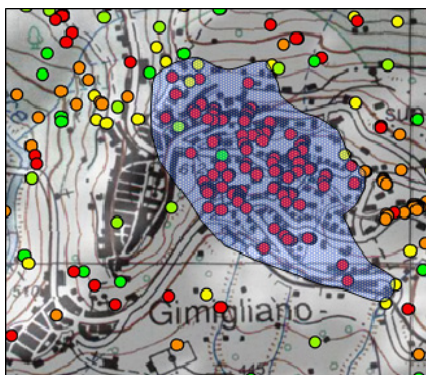


Fig. 4°. Campo di deformazione 1993-2000.

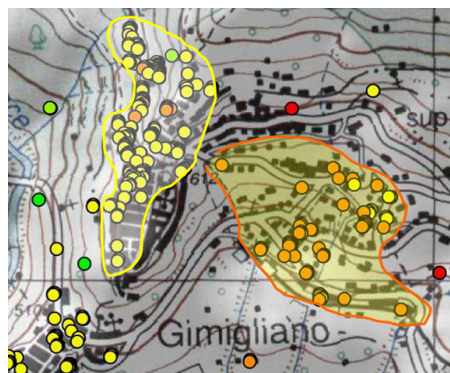


Fig. 5b. Campo di deformazione 2002-2010.

Questa attività di monitoraggio viene eseguita con una stazione totale Leica TPS 1200+ in modalità di robotica con autocollimazione dei *target* e utilizzo, sui punti soggetti a monitoraggio, di microprismi per distanze inferiori ai 500 m e macroprismi per punti a distanza superiore. La seguente tabella riporta le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata.

Misura Angolare	
Precisione orizzontale e verticale	1"
Misura di distanza	
Precisione	1mm+1ppm
Automatic Target Recognition	
ATR precisione	1"
ATR portata	500m con microprisma 1000m con macroprismi

Tabella 1. Caratteristiche TPS1200+

Visti i limitati set di misurazione a disposizione della campagna di monitoraggio, iniziata il 4/07/2012 non sono stati ancora evidenziati comportamenti significativi in quanto le oscillazioni delle coordinate rientrano ancora nell'ambito dell'incertezza strumentale.

2. Le attività di monitoraggio della frana di Maierato (VV)

La frana di Maierato avvenuta il 15 febbraio 2010 è localizzata ad ovest del centro abitato e presenta una larghezza di circa 500 m, mentre il corpo di frana si estende per una lunghezza di circa 1400 m. La notte tra il 20 e il 21 febbraio la frana si è riattivata, determinando un arretramento della scarpata di circa 80 m nella parte centrale della corona principale, con la formazione di una nicchia di distacco larga circa 200 m (Comerci, Manna 2010).

Per effettuare il monitoraggio si è scelto di creare una stazione permanente collocata su un edificio, indicato con il punto 1 nella seguente figura, situato sul versante opposto alla frana dal quale è possibile monitorare quasi integralmente la corona di frana e il centro abitato.

Le attività di monitoraggio topografico della frana riguardano 20 punti, di cui 12 dislocati lungo la corona di frana e 8 connessi agli edifici del centro abitato. Su tutti i punti sono stati installati dei macroprismi per l'esecuzione del monitoraggio robotico con autocollimazione.



Fig. 5. La frana di Maierato(VV).

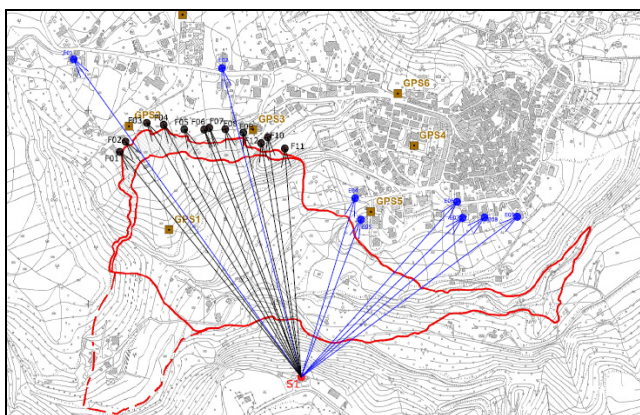


Figura 6. Punti monitorati.

Per la realizzazione della stazione permanente si utilizza un stazione totale Leica TS30 connessa ad un quadro elettronico per il controllo da remoto e per la gestione e invio, in *realtime*, dei dati di monitoraggio. La monumentazione consiste in una mensola in ferro appositamente realizzata e dotata di un coperchio di protezione dagli agenti atmosferici in plexiglass, che è stata fissata su un muro dell'edificio. Nella tabella 2 sono riportate le caratteristiche della stazione totale TS30.



Figura 7. Stazione permanente di Maierato(VV).

Misura Angolare	
Precisione orizzontale e verticale	0,5"
Misura di distanza	
Precisione	0,6mm+1ppm
Automatic Target Recognition	
ATR precisione	1"
ATR portata	500m con microprisma 1000m con macroprismi

Tabella 2. Caratteristiche TS30.

Il quadro di controllo è composto da un unità di elaborazione e trasmissione dati, una sezione di protezione elettrica, uno *switch-box* controllabile da remoto per il riavvio della stazione totale in caso di malfunzionamento e un gruppo di continuità per garantire un funzionamento anche in assenza di rete elettrica per un tempo variabile da 2 a 3 ore.

Lungo la corona di frana sono stati monumentati i *target* utilizzando dei profili in ferro cementati nel terreno, mentre sugli edifici sono state avviati dei supporti ad L per i macroprismi.



Figura 8. Monumentazione mire.

2.1 Rilievi GNSS

Oltre al monitoraggio topografico sono state eseguite acquisizioni con un ricevitore GNSS Leica Viva sia lungo la corona che nel corpo della frana. Tali acquisizioni sono state eseguite in modalità cinematica, in modo da ottenere numerosi punti per ricavare un modello numerico della superficie. Sono stati seguiti anche dei percorsi in corrispondenza delle tomografie effettuate. Le acquisizioni sono state eseguite in data 4/6/2012 e la restituzione dei rilievi è stata eseguita con tecnica differenziale, utilizzando la stazione permanente di Tropea.

Alcune viste del modello ottenuto sono rappresentate nelle figura 11. La linea rossa indica il tracciato della tomografia longitudinale eseguita.

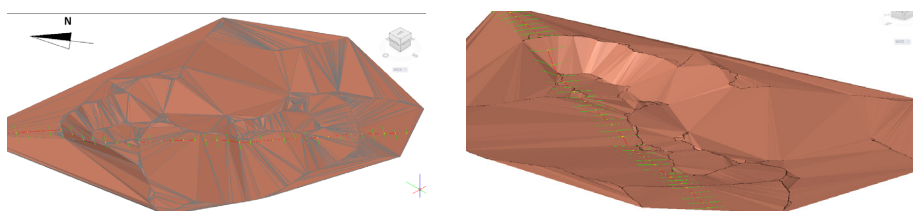


Figura 9. DTM a triangoli dell'area di frana.

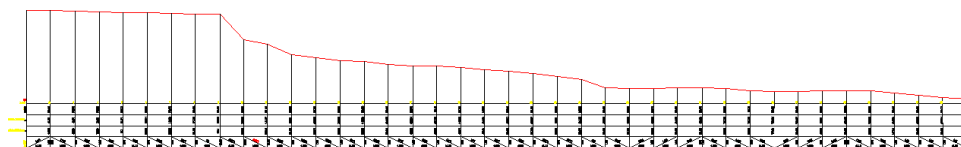


Figura 10. Sezione lungo la tomografia longitudinale.

2.2 Risultati

Facendo riferimento ad un punto, identificato con F1 posto lungo la corona di frana, le figure seguenti illustrano gli andamenti delle coordinate del punto nei primi due mesi di acquisizioni.

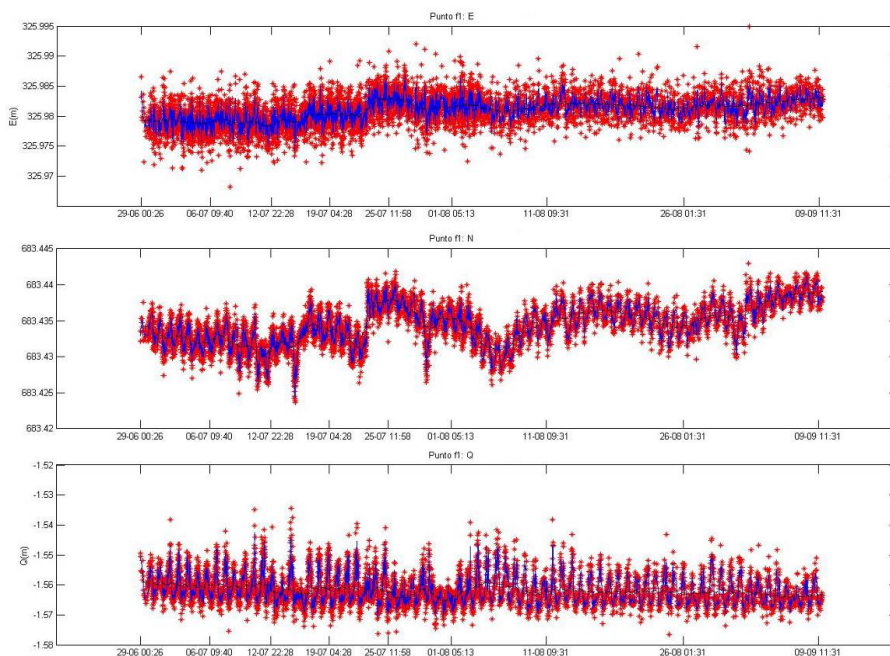


Figura 11. Andamenti Coordinate.

Si osserva un'oscillazione dei dati grezzi che, allo stato attuale, non individua movimenti significativi.

E' interessante osservare l'evoluzione della posizione planimetrica in intervalli temporali di circa due settimane, rappresentata nella figura 13. Si possono osservare in rosso le posizioni ottenute con ogni singola acquisizione; la linea blu rappresenta l'interpolazione delle posizioni ottenuta con media mobile a 10 campioni ed evidenzia un andamento ciclico. L'involuppo delle posizioni è di forma ellittica, con il semiasse maggiore ortogonale alla congiungente il centroide e la stazione (linea nera) ed il semiasse minore posto lungo la congiungente stessa. Tale involucro era prevedibile, atteso che la precisione nella misura delle distanze è maggiore rispetto alle misure angolari.

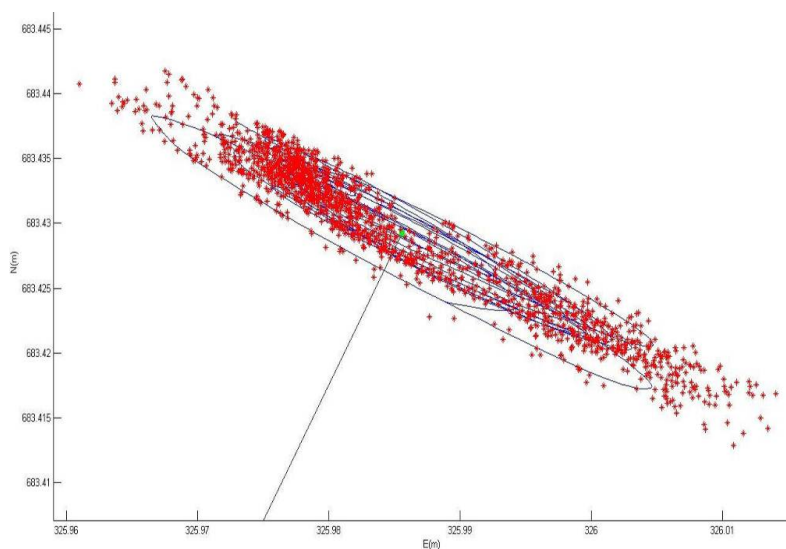


Figura 12. Evoluzione Planimetrica punto F1.

Bibliografia

V. Commerci, P. Di Manna(2010), “Secondo Verbale di sopralluogo sulla frana di Maierato (VV)”, Rapporto Tecnico ISPRA RT/SUO-RIS 18/2010;

G, Fortunato, F. Ferrucci(2012),” Interferometria satellitare, DEM ed analisi della dinamica altimetrica 1993-2010” –Rapporto Tecnico.