

Integrazione di tecnologie differenti per il monitoraggio della Frana dei Boschi di Valoria (Modena): laser scanner long-range, stazione totale automatizzata ad altissima precisione e radar terrestre.

Eleonora Bertacchini (*), Emanuele Boni (*), Alessandro Capra(*), Cristina Castagnetti (*), Giuseppe Casula (**), Marco Dubbini(***), Arianna Pesci(**), Alessandro Corsini (****), Francesco Ronchetti(****), Alexander Daehnè(****), Paolo Farina(****), Lorenzo Mayer(****)

(*) DIMeC, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia -

(**) INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione Bologna -

(***) DSS, Dipartimento Discipline Storiche - Università di Bologna -

(****) DST, Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia -

(****) IDS, Ingegneria dei Sistemi

Riassunto esteso

La ricerca riguarda l'integrazione di diverse tecnologie per il monitoraggio superficiale della Frana dei Boschi di Valoria, sita in provincia di Modena (Italia). A causa della complessità del fenomeno indagato e del rischio idrogeologico ad esso associato, dal 2008, è attivo un sistema integrato di monitoraggio continuo costituito da una stazione totale automatizzata (*TCA2003 Leica Geosystems*), da strumentazione GPS e da un clinometro bidimensionale (*Nivel 220 Leica Geosystems*). In particolare, la materializzazione di una stazione master in acquisizione continua e dotata di ricevitore doppia frequenza (*Leica Geosystems GMX902*) ha permesso la valutazione dell'effettiva stabilità del sito esterno al corpo di frana nel quale si trova tutta la postazione di riferimento e integrazione dei sensori di misura. L'elaborazione della serie temporale dei dati è stata fatta mediante il software *Gamit/Globk 10.35* (metodo delle sessioni distribuite, Castagnetti et al., 2009).

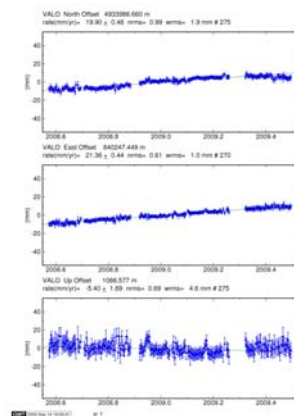


Fig. 1. Serie temporale della stazione MASTER di riferimento (sw Gamit/Globk 10.35).

numero di punti di misura di IBIS-L (circa 40000 per ciascuna delle due configurazioni) ha permesso di caratterizzare con continuità spaziale il fenomeno di instabilità e di ottenere mappe di

I grafici in figura 1 mostrano un trend di circa 2 cm all'anno in Est e Nord; ciò permette di considerare il sito sufficientemente idoneo al monitoraggio di questo fenomeno franoso, caratterizzato da movimenti di entità nettamente superiore rispetto alla velocità di spostamento del sito (si parla anche di alcuni metri al giorno durante le riattivazioni del fenomeno). Nel corso del 2009 sono state, quindi, condotte campagne di misura con diverse tipologie di strumentazione: laser scanner *long-range*, radar interferometrico da terra e misure topografiche con una stazione totale automatizzata ad altissima precisione di nuova generazione (*TM30 Leica Geosystems*, Bertacchini et al., 2009). Il test di monitoraggio utilizzando il sensore IBIS-L, condotto durante un breve periodo di 24 ore, ha portato a riscontrare movimenti con picchi di 300mm in corrispondenza di alcune zone della parte superiore del versante (figura 2) e di circa 1000mm nell'arco di 17 ore (figura 3), nella parte centrale del canalone. L'elevato

spostamento dell'intero versante. I risultati sono stati ottenuti lavorando da remoto senza l'ausilio di alcun riflettore applicato sul versante.

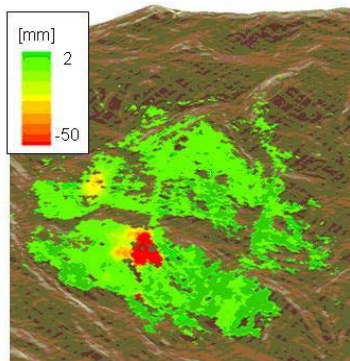


Fig. 2. Mappatura dello spostamento dopo 24h di misura del sensore IBIS-L.

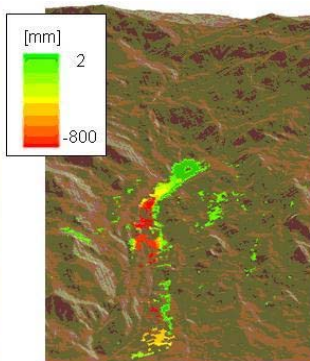


Fig. 3. Mappatura dello spostamento dopo 17h di misura del sensore IBIS-L.

In un'area in dissesto idrogeologico sono state realizzate 6 scansioni *long-range* ed un dettaglio dalla zona alta di nicchia (figura 4). Con la geometria di rilievo relativamente a basso angolo di incidenza su materiali argillosi e umidi il massimo *range* planimetrico misurato è di circa 1000 m; sono stati tuttavia rilevati i target ad alta riflettività (prismi ottici) distribuiti sul corpo di frana e fino alla sommità, fino a distanze scanner-oggetto superiori a 3000 m. Un ulteriore rilievo è stato effettuato dalla nicchia (figura 5) per valutare il dettaglio in acquisizioni a *range* più moderato e per capire la percentuale di vegetazione presente e quindi i relativi lavori di editino necessari alla rimozione. Le prove effettuate hanno permesso di fare alcune valutazioni inerenti la possibilità di rilevare l'intera frana mediante TLS.



Figura 4. Campo di vista dalla prima posizione di stazione e schermata dello scanner.



Figura 5. Scansione dell'area rilevata dalla nicchia.

Bibliografia

- Castagnetti, C., Casula, G., Dubbini, M., Capra, A. (2009). "Adjustment and transformation strategies of ItalPoS Permanent GNSS Network", *Annals of Geophysics*, vol 52, n. 2, April 2009: pag. 181-196.
- Bertacchini E., Boni E., Capitani A., Capra A., Castagnetti C., Corsini A., Dubbini M., Parmeggiani E. (2009), "Stazione totale per il monitoraggio LeicaTM30: test di verifica secondo norme DIN-18723 e test di funzionamento per il monitoraggio frane", Atti ASITA2009.
- Herring, T.A., King, R.W. and McClusky, S.C., (2006a), "GPS Analysis at MIT, GAMIT Reference Manual, Release 10.3", Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA. Available at: http://chandler.mit.edu/~simon/gtgk/GAMIT_Ref_10.3.pdf. Accessed 14 May 2008.
- Ronchetti, F., Borgatti, L., Cervi, F., Lucente, C.C., Veneziano, M., Corsini, A., 2007. "The Valoria landslide reactivation in 2005-2006 (Northern Apennines, Italy)", *Landslides (Springer)*, 4(2), 189-195.