

## MONITORAGGIO CONTINUO DELLA FRANA DEI BOSCHI DI VALORIA (APPENNINO MODENESE, ITALIA) TRAMITE INTEGRAZIONE GPS, STAZIONE TOTALE AUTOMATIZZATA E SENSORE INCLINOMETRICO

Eleonora BERTACCHINI (\*), Alessandro CAPRA (\*), Cristina CASTAGNETTA (\*),  
Marco DUBBINI (\*), Alessandro CORSINI (\*\*), Francesco RONCHETTI (\*\*)

(\*) DIMeC –Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile– Università di Modena e Reggio Emilia, Via Vignolese 905,  
41100 Modena, (eleonora.bertacchini, capra.alessandro, cristina.castagnetti, marco.dubbini)@unimore.it

(\*\*) DST –Dipartimento di Scienze della Terra– Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, Largo S. Eufemia 19,  
41100 Modena, (alessandro.corsini, francesco.ronchetti)@unimore.it

### Riassunto esteso



Figura 1 –Frana di Valoria

La frana dei Boschi di Valoria, situata negli Appennini della regione Emilia Romagna (Figura 1), è costituita da un sistema complesso di movimenti rototraslativi, riattivatisi parzialmente o completamente diverse volte negli ultimi 60 anni (Ronchetti et al., 2007). Nel caso specifico non vi è un rischio immediato per la popolazione perché l'area di frana non coinvolge centri abitati.

Nonostante ciò la presenza di un fiume proprio a valle del fenomeno di conseguenza il rischio di esondazione dell'area e l'interruzione della viabilità con il progredire del movimento, rendono indispensabile lo studio accurato del fenomeno di dissesto idrogeologico tramite l'integrazione di misure di spostamenti superficiali ottenuti mediante rilievi con tecnica satellitare (GPS, *Global Positioning System*) e tradizionale (stazione totale robotizzata). La scelta di monitorare in modo completo e continuo con diverse tipologie di strumentazione, nasce dopo anni di studi su questo gigantesco complesso franoso del quale, però, ancora non si conosce il meccanismo di funzionamento e deformazione. Il sistema di monitoraggio è costituito da 45 prismi, di cui 40 posizionati nel corpo di frana e 5 in luoghi ritenuti stabili rispetto all'entità del fenomeno, utilizzati come riferimenti esterni e costantemente rivolti verso la stazione totale robotizzata (*TCA 2003 Leica*) posta anch'essa in zona esterna all'area di frana. A costituire la stazione *master*, si trova un ricevitore GPS doppia frequenza (*GMX 902 Leica*) rispetto al quale vengono elaborate le posizioni di 4 punti GPS dotati di ricevitori monofrequenza (*GMX 901 Leica*) e collocati in frana. A completamento della postazione *master* è stato installato un sensore inclinometrico (*Nivel210 Leica*) sul palo di sostegno della TCA, con la finalità di valutare l'effettiva stabilità del sito. Il sistema, pienamente operativo da Agosto 2008 (priorità è stata data all'installazione della TCA, Aprile 2008), è in acquisizione continua con gestione da remoto per lo scarico ed elaborazione dati. La messa in continuo del sistema è frutto di valutazioni dovute ad una sperimentazione precedente di tipo periodico (Novembre 2007 – Marzo 2008) eseguita presso il medesimo sito (Capra et al., 2008). Il sistema fino ad ora ha permesso di valutare su alcuni punti spostamenti fino a decine di metri al giorno nelle fasi più acute di riattivazione della frana e ciò ha reso ancora più urgente la progettazione di un sistema di allertamento e controllo remoto per tenere costantemente monitorato il fenomeno.

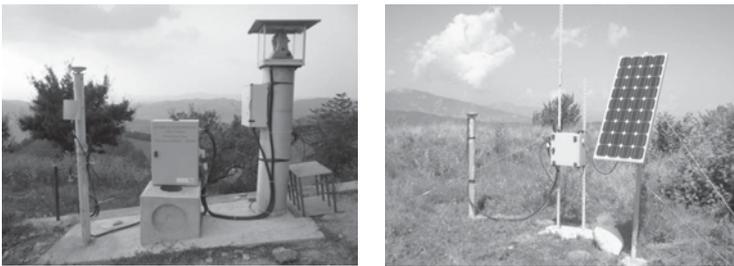


Figura 2 – Sistema integrato di monitoraggio: postazione master (sinistra); postazione rover (destra)

Il sistema è ancora in fase di collaudo e quindi necessita ancora della supervisione di un operatore che interpreti il dato per pianificare gli interventi e l'allertamento della popolazione. Una volta messo a punto, però, sarà in grado di gestire pre-allarmi e allarmi in maniera automatica, avvertendo le autorità competenti in caso di evento significativo nelle zone a

rischio. Gli spostamenti più significativi sono stati riscontrati nel 2007, in corrispondenza del periodo autunnale, per mezzo di monitoraggio periodico.

Nel periodo primaverile del 2008 la frana sembra essersi stabilizzata, probabilmente in virtù dell'inverno poco nevoso e della scarsità di piogge. Dai risultati del monitoraggio continuo estivo è emerso un fenomeno inatteso che ha messo in dubbio l'ubicazione della postazione *master*: secondo i passati studi geologici dell'area franosa, il sito potrebbe essere ritenuto con ragionevole certezza geologicamente stabile, ma fenomeni di ritiro estivo del terreno dovuto alla scarsa piovosità primaverile, congiuntamente all'assestamento della postazione e in particolare del basamento in cemento armato (di recente costruzione rispetto a resto dell'area) hanno provocato movimenti del

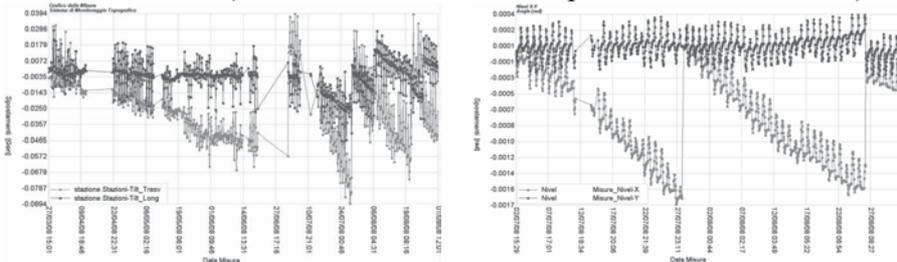


Figura 3 – Movimento riscontrato nell'area geologicamente stabile dalla TCA (sinistra) e dall'inclinometro (destra)

sito confermati sia dalla TCA sia dal sensore inclinometrico (Figura 3). Si può notare da entrambi i grafici come in breve tempo (circa 2-3 mesi) sia stato necessario rimettere in bolla più volte gli strumenti per permetterne il corretto funzionamento e

la misura (limite: TCA, 0.08Gon; Nivel, 0.0012rad). Una valutazione più precisa sull'eventuale andamento ciclico stagionale degli spostamenti e la conferma della teoria ipotizzata in prima istanza si avrà dall'analisi delle serie temporali della master GPS. È in atto l'elaborazione di sessioni giornaliere della stazione rispetto alla stazione permanente EUREF MOPS, a circa 50 km. Attualmente non si può ancora concludere nulla perché la master GPS è operativa solamente dal 28 Luglio 2008. L'immediato futuro vedrà lo studio approfondito del dato GPS, tramite il quale si potrà dare spiegazione al fenomeno e calcolare le velocità del moto, se si riterrà significativo ai fini delle misure. Con questo parametro sarà possibile depurare tutte le misure effettuate dalla componente di movimento della master, che non deve erroneamente essere interpretata come movimento del punto in frana.

### Bibliografia

- Capra A., Corsini A., Bertacchini E., Borgatti L., Castagnetti C., Cervi F., Dubbini M., Ronchetti F. (2008), "Monitoring active earth slides failure dynamics by means of an integrated GPS-automatic total station approach", *Convegno EGU General Assembly*.
- 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.