

Roberto Carboni¹, Nicola Casagli², Alberto Iotti², Luca Monti¹, Ugo Tarchiani² & Stefano Vannini³

LA FRANA DI SILLA (GAGGIO MONTANO, BO): INDAGINI, INTERVENTI E MONITORAGGIO

¹Comunità Montana Alta e Media Valle del Reno, Piazza della Pace 4, 40038 Vergato (BO) - ITALIA

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze, Via La Pira 4, 50121 Firenze - ITALIA

³Servizio Protezione Civile Regione Emilia Romagna, viale Silvani 6, 40122 Bologna - ITALIA

Riassunto

Il movimento franoso oggetto di questa nota, verificatosi il 14 novembre 1994 in località Silla (Comune di Gaggio Montano), è una riattivazione parziale di una frana di scivolamento roto-traslativo che coinvolge terreni argillitici strutturalmente complessi appartenenti al Complesso Caotico.

Il fenomeno franoso, già evidente sulle fotografie aeree precedenti l'evento del 1994, è diviso in due settori, uno inferiore che si estende per una lunghezza di 990 m ed uno superiore di 1120 m di lunghezza. L'evento del novembre 1994 ha interessato essenzialmente il settore superiore. Quello inferiore invece, la cui ultima riattivazione importante è avvenuta nel 1937, è stato interessato solo da limitati movimenti nell'area di corona e di piede.

In questa nota vengono presentati i risultati delle indagini geologiche, geomorfologiche e geotecniche effettuate a partire dalla data di innesco; il fenomeno è tuttora attivo ed è seguito nella sua evoluzione con campagne di monitoraggio sia di superficie che di sottosuolo.

In particolare viene ricostruita l'evoluzione geomorfologica del fenomeno, la cinematica del movimento e la geometria della superficie di rottura, mediante l'interpretazione dei dati relativi a sondaggi geognostici e sismici nonché del monitoraggio inclinometrico e topografico.

I sondaggi a carotaggio continuo in particolare hanno permesso di localizzare con buona precisione la superficie di rottura sia nella porzione superiore riattivata che in quella inferiore quiescente. Il materiale spostato presenta infatti una marcata differenza tessiturale in corrispondenza della superficie di rottura: anziché mostrare la omogenea struttura a scaglie tipica del Complesso Caotico nella zona presenta una tessitura brecciata costituita da clasti argillitici inglobati in una matrice a più bassa consistenza con evidenti superfici di taglio. Si nota altresì un marcato contrasto fra i valori di resistenza SPT effettuati in avanzamento sopra e sotto la superficie di scorrimento.

Il movimento, come detto, è tuttora in atto e gli ultimi dati disponibili evidenziano movimenti dell'ordine di 3-4 cm/mese per la porzione superiore. Nella fase parossistica del movimento, nel novembre 1994, si sono raggiunte velocità di spostamento dell'ordine dei metri a giorno.

Per l'interpretazione delle cause di innesco del movimento viene presentata un'elaborazione statistica dei dati pluviometrici. Le piogge del mese di novembre 1994 risultano essere eventi ordinari, tuttavia nel settembre si è verificata una precipitazione di 179mm in due giorni (a cui corrisponde in base alla distribuzione di Gumbel un tempo di ritorno di 50 anni) che si inserisce in un periodo di precipitazioni prolungate eccezionali (460mm totali per il mese di settembre a cui corrisponde un tempo di ritorno di 40 anni). Molto probabilmente la frana si sarebbe innescata in seguito alle precipitazioni del mese di settembre subendo poi una repentina accelerazione al primo temporale significativo successivo (52 mm in tre giorni ai primi di novembre).

Il confronto fra le serie temporali relative alle precipitazioni e alle velocità di movimento (Fig.1), ottenute da dati inclinometrici, ha permesso di valutare l'efficacia di alcune misure di stabilizzazione della frana messe in opera durante la fase di emergenza. Tali opere consistono in un sistema di pozzi drenanti di grande diametro, nella regimazione delle acque superficiali e nella riprofilatura del pendio.

In particolare nel periodo compreso fra dicembre 1994 e marzo 1995, precedentemente alla realizzazione degli interventi, si sono riscontrati negli inclinometri valori di velocità di spostamento compresi fra 0.4 e 1.5 mm/giorno; nello stesso periodo la precipitazione media è stata di circa 2 mm/giorno. Dopo la realizzazione degli interventi, nel periodo compreso fra giugno e dicembre 1995 si sono registrati valori di spostamento

WORKSHOP: "I fenomeni d'instabilità naturale in alta montagna. La colata detritica del 13 agosto 2023 a Bardonecchia: previsione, prevenzione e mitigazione dei processi"

relativamente più bassi, compresi fra 0.1 e 0.4 mm/giorno, a fronte di precipitazioni nettamente superiori (3.7 mm/giorno di media).

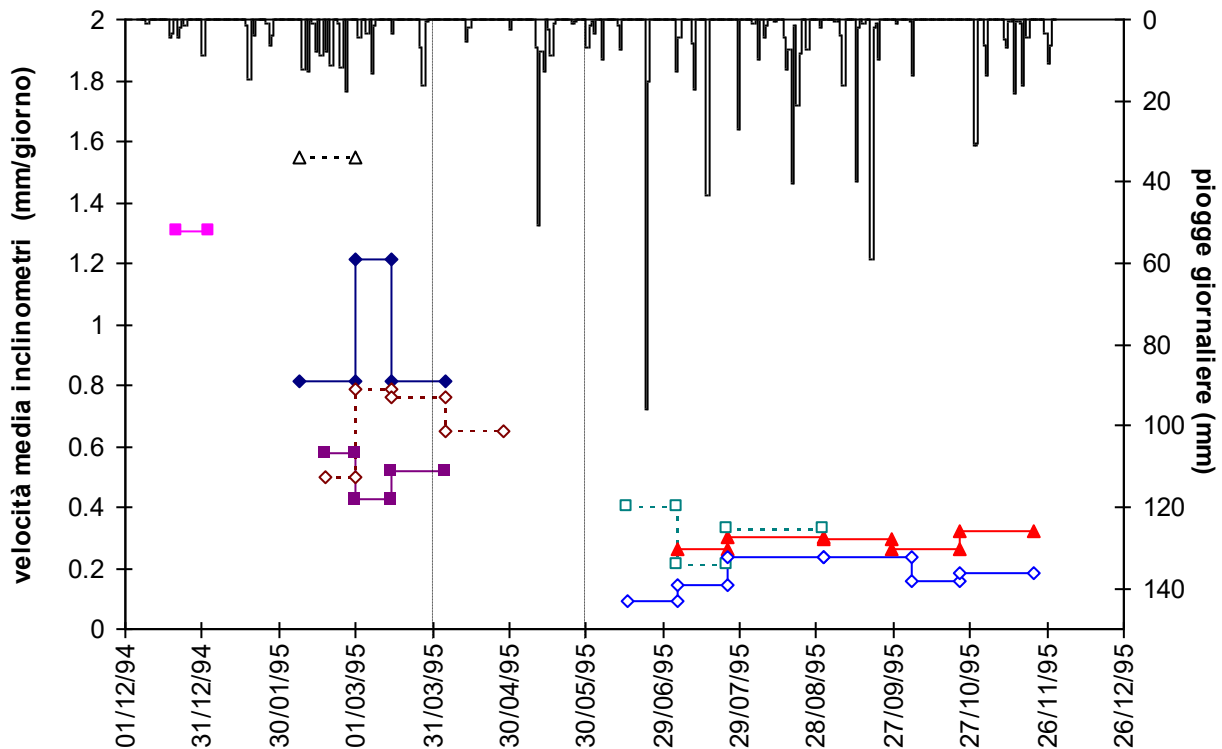


Fig.1 - Andamento nel tempo delle velocità di spostamento misurate nei diversi inclinometri (indicati con i numeri da 1 a 15) confrontati con le piogge giornaliere del periodo.

Sono state effettuate prove geotecniche di laboratorio per la classificazione dei materiali coinvolti e prove di taglio torsionale per la misura dei parametri residui di resistenza. I materiali risultano in gran parte argille limose e limi argillosi di plasticità intermedia ed in genere essi contengono una percentuale di blocchi e frammenti lapidei, variabile fra il 15% ed il 20%. La tessitura dell'ammasso si presenta caotica e sono inoltre diffuse superfici di taglio lucide, orientate diversamente, di probabile origine tettonica. L'angolo di attrito residuo ottenuto da prove di taglio torsionale è risultato mediamente pari a 13°.

Sulla base dei dati morfologici, piezometrici e geotecnicici viene proposta un'analisi a posteriori per l'interpretazione del meccanismo di movimento. L'angolo di attrito mobilitato richiesto per il movimento della porzione riattivata risulta in buon accordo con i valori di resistenza residua determinati in laboratorio.

Parole chiave: frana, monitoraggio, prove geotecniche, Emilia-Romagna, Italia.

Bibliografia

- CASAGLI N., IOTTI A. & TARCHIANI U. (1995) - *Caratteri geomorfologici e geotecnicici della frana di San Benedetto Val di Sambro (BO)*. Proc. 2° International Meeting of Young Researchers in Applied Geology, Peveragno (CN). Politecnico di Torino. Dipartimento di Georisorse e Territorio. Sez.A, 32-37.
- HUTCHINSON J.N. & BHANDARI R.K. (1971) - *Undrained loading, a fundamental mechanism of mudflows and other mass movements*. Géotechnique, **21**, 353-358.
- HUTCHINSON J.N. & DEL PRETE M. (1985) - *Landslides at Calitri, Southern Apennines, reactivated by the earthquake of 23rd November 1980*. Geologia Appl. & Idrogeol., **20**, 9-38.

ISTRUZIONI PER LA STESURA DEL RIASSUNTO ESTESO

(da consegnarsi all'atto dell'iscrizione su supporto USB)

1. Formato da utilizzare: Word.docx.
2. Carattere: tipo TIMES NEW ROMAN.
3. Il testo, massimo 2 pagine (comprehensive di titolo, autori, affiliazioni, testo, tabelle e/o figure b/n e bibliografia): deve essere stampato rispettando i limiti di spazio indicati nell'esempio del riassunto allegato (17 x 25 cm).
4. Intestazione tutta centrata.
5. Per l'autore/i: 12 pt, nome e cognome, non stampatello e non grassetto.
 - numero in apice seguente il cognome,
 - separazione con la virgola e simbolo "&" prima dell'ultimo autore;
 - per il titolo: 14 pt, stampatello e grassetto;
 - Per l'Ente/i di appartenenza e l'indirizzo/i: 10 pt, con numero in apice posto all'inizio della riga.
6. Fra l'indirizzo/i e il riassunto, saltare una riga.
7. La parola "Riassunto": 11 pt, grassetto, non stampatello;
8. Testo: 11 pt, con interlinea singola, spaziatura normale e nessun rientro di margine. Tutti i termini stranieri vanno messi in corsivo.
9. Eventuali titoli di paragrafi come la parola "Riassunto".
10. I riferimenti bibliografici nel testo devono essere scritti fra parentesi con l'indicazione dell'autore/i se questi sono uno o due (LUINO & TURCONI, 2017), con quella del solo primo autore nel caso di più coautori (BARBERO *et alii*, 2015).
11. "Parole chiave" 11 pt, grassetto, non stampatello.
12. "Bibliografia" 11 pt, grassetto, non stampatello. L'elenco delle opere citate, in carattere 12 pt., deve essere stilato in ordine alfabetico secondo la seguente forma:

BRYANT E.A. (1991) - *Natural hazards*. Cambridge University Press, 294 pp., Cambridge (U.K.).
LUINO F., DE GRAFF J., ROCCATI A., MARCELLA BIDOCCU, CIRIO C.G., FACCINI F. & TURCONI L. (2020) - *Eighty Years of Data Collected for the Determination of Rainfall Threshold Triggering Shallow Landslides and Mud-Debris Flows in the Alps*. December 2019. *Water* 12(1):133. DOI: 10.3390/w12010133.
MORTARA G. & DUTTO F. (1995) - *Debris Flows in close proximity of glaciers: some recent case histories in the Italian Alps*. Int. Symposium of Int. Glaciological Society on Glacial Erosion and Sedimentation. Reykjavik (Iceland), 20-25 Aug. 1995. Abstracts, n. 41.
TIRANTI, D., BONETTO, S., & MANDRONE, G. (2008). *Quantitative basin characterisation to refine debris-flow triggering criteria and processes: an example from the Italian Western Alps*. *Landslides*, 5, 45-57.