

Stazione totale per il monitoraggio Leica TM30: test di verifica secondo norme DIN-18723 e test di funzionamento per il monitoraggio frane

Eleonora Bertacchini (*), Emanuele Boni (*), Andrea Capitani (**), Alessandro Capra (*), Cristina Castagnetti (*), Alessandro Corsini (***), Marco Dubbini (****), Erika Parmeggiani (*)

(*) DIMeC, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via Vignolese, 905 41100 Modena (Italia), (+39) 059 2056188, (+39) 0592056126, alessandro.capra@unimore.it

(**) Leica Geosystems S.p.A, Via Codognino, 12 26854 Cornegliano Laudense, Lodi (Italia)

(***) DST, Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Largo S.Eufemia 19, 41100 Modena 059 2058260

(****) DDS, Dipartimento di Discipline Storiche - Università di Bologna, P.zza S.Giovanni in Monte, 2 40124 Bologna

Riassunto

In questo contributo si presentano test di verifica di una stazione totale di nuova generazione, il TM30, secondo norme DIN-18723 e test di funzionamento con misure su oggetti di studio, le frane dei Boschi di Valoria (Appennino di Modena) e di Guiglia (Appennino di Modena). Le procedure descritte nella normativa DIN-18723 permettono di valutare in maniera oggettiva la precisione di uno strumento topografico, attraverso una serie di procedimenti standard. In questo modo si



Fig. 1 – Configurazione test direzioni Fig. 2 – Configurazione test distanze

valutano le precisioni sulle direzioni orizzontali e sulle distanze e la ripetibilità delle misure. La norma fornisce un metodo operativo da seguire nello svolgimento delle prove strumentali e gli algoritmi da utilizzare per l'elaborazione dei dati. Per i test sono stati utilizzati prismi GPR1 Leica (costante di prisma = 0 mm). Per la prova sulle direzioni sono state effettuate 4 serie di

misura di 4 strati ciascuna, due in una giornata e due in un'altra, da due diversi operatori. Ogni serie consiste in 4 misure coniugate su 5 prismi. Sono stati effettuati 4 strati invece che 3 (come da normativa) per simulare la rotazione del cerchio orizzontale. La direzione di orientamento è stata impostata, rispettivamente a 0, 50, 100 e 150 gon. In questo modo il cerchio orizzontale è stato indagato in otto sezioni diverse, simmetricamente distribuite. Le distanze fra il punto di stazione e i prismi sono risultate comprese fra 108 m e 150 m circa. In Fig. 1 è riportato lo schema della disposizione dei prismi. In Tab. 1 sono riportati brevemente i risultati relativi ai test sugli angoli in termini di deviazione standard. Come si evince, i risultati sono buoni, in quanto le deviazioni standard sono molto vicine a quelle dichiarate di 1.5 cc. Il test sulle distanze (Fig. 2) viene eseguito realizzando 21 misure di distanza su una base di taratura di circa 500 m, formata da 7 punti P_k ($k=1, 2, \dots, n$ $n=7$), suddivisa in $n-1=6$ tratti di lunghezza determinata in funzione della lunghezza d'onda del distanziometro dello strumento ($\lambda = 3$ m). Dal primo punto P_1 della base sono misurabili le 6 distanze $L_{1j=j=2,3,\dots,7}$, dal punto P_2 le 5 distanze $L_{2j=j=3,4,\dots,7}$ e così via. Dopo aver misurato tutte le

combinazioni sono state ottenute le 21 osservazioni L_{ij} , dove l'indice i indica la stazione e l'indice j il prisma collimato. Le misure sono state eseguite in un solo giorno e rilevando i seguenti parametri atmosferici: $T=28^{\circ}\text{C}$, $p=1020,1$ mbar e $U=32\%$. Il valore di deviazione standard ottenuto per le distanze è 0.15 mm ed è in accordo con quanto riportato nelle specifiche tecniche dello strumento (1 mm+1 ppm in modalità di misurazione standard). La Frana dei Boschi di Valoria è stata oggetto di test di funzionalità dello strumento in modalità continua. Il TM30 è installato dal 24 Marzo 2009 e inserito in un sistema di monitoraggio continuo integrato GPS-stazione totale, già attivo da Marzo 2008 (Capra et al., 2008), per confrontare gli spostamenti rilevati dalle due stazioni totali e per verificare il funzionamento del TM30 all'interno di un sistema abbastanza complesso. Al fine di testare lo strumento sulle lunghe portate oltre ai 40 prismi già presenti, sono stati installati ulteriori target a lunghissima distanza (circa 3000 m), quasi al limite della portata dichiarata, verificando con successo la loro rilevabilità. Le misure di tali punti, collocati esternamente al corpo di frana,

Numero serie	S [gon]
1	0.00021
2	0.00017
3	0.00016
4	0.00013

Tab. 1 – Test direzioni: risultati

oscillano all'interno di un intervallo di 1 c per quanto riguarda gli angoli e di 2 cm per le distanze e rientrano dentro il range di affidabilità dello strumento in relazione al metodo di misura adottato. In Fig. 3 si riporta il grafico delle misure relative di angoli e distanze per un punto di monitoraggio (Palo) Per quanto riguarda gli altri punti in frana, i due sistemi hanno presentato spostamenti analoghi, ma il TM30 presenta maggiore velocità e maggiore efficacia nel rilevare i prismi più lontani. La Frana di Guiglia è stata oggetto di analisi mediante un sistema di monitoraggio periodico (13 prismi a circa 1 km: 9 nel corpo di frana e 4 esterni di riferimento) condotto a partire dal 27 Marzo 2009, con il TM30 e contestualmente con stazione totale robotizzata TCA 2003. Il punto di misura della stazione totale è materializzato mediante sistema a centramento forzato grazie ad un tubo in acciaio di 6 m e diametro 10 cm infisso nel terreno. Le misure sono state corrette tenendo conto delle condizioni di pressione, umidità e temperatura medie

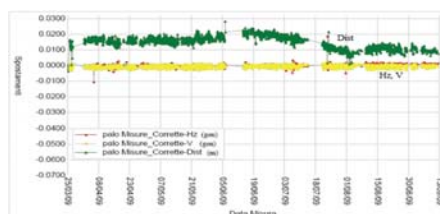


Fig. 3- Valoria. Punto di monitoraggio: Hz, V, Dist

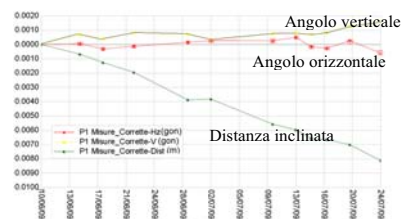


Fig.4 - Guiglia. Punto di monitoraggio: Hz, V, Dist

rilevate durante ogni campagna, eseguite in modalità standard. Con entrambe gli strumenti, si sono osservati circa gli stessi risultati, anche se con il TM30 la precisione è risultata maggiore. Si può dedurre quindi che lo strumento è affidabile e preciso nonostante le elevate distanze su cui lavora l'elettrodistanziometro. In Fig. 4 si riporta il grafico delle misure relative di angoli e distanze per un punto di monitoraggio (P1). La variazione di distanza inclinata presenta un trend, che però rientra nella precisione del metodo di misura. Per migliorare complessivamente il sistema, sarebbe necessario verificare la stabilità della stazione, attraverso rilievi GPS con lunghe serie temporali di osservazioni. Inoltre, si prevede di migliorare la precisione delle coordinate dei punti di riferimento, mediante una compensazione a schema di rete, individuando eventualmente altri punti di riferimento.

Bibliografia

- Normativa: DIN-18723 e ISO-17123, standard internazionale di riferimento per la ricerca della precisione degli strumenti topografici
- 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.