

IM002 - San Romolo- Sanremo (IM)

1. Inquadramento del sito

Il sito di San Romolo, comprendente la frazione di Borello, è localizzato in un'area ove affiorano in contatto le Arenarie di Bordighera (ABG) e la Formazione di S.Bartolomeo (SBA) (Fig.1). Più in generale le porzioni del versante in oggetto, interessate da movimenti franosi recenti, appartengono ad una seconda generazione di frane complesse caratterizzate da scorrimenti e colamenti indotti dalla morfologia dell'area in cui un ruolo decisivo ha giocato l'erosione e l'incisione operata dai corsi d'acqua (*"Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria"* – CNR-Prov.IM, 2007). Le installazioni presenti (Fig.2), che ricadono all'interno dello scivolamento, sono a più grande scala ricomprese all'interno di un esteso corpo di frana interessato da un importante sovrascorrimento NW-SE e riconducibile ad una vasta deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) stabilizzata (Progetto IFFI).

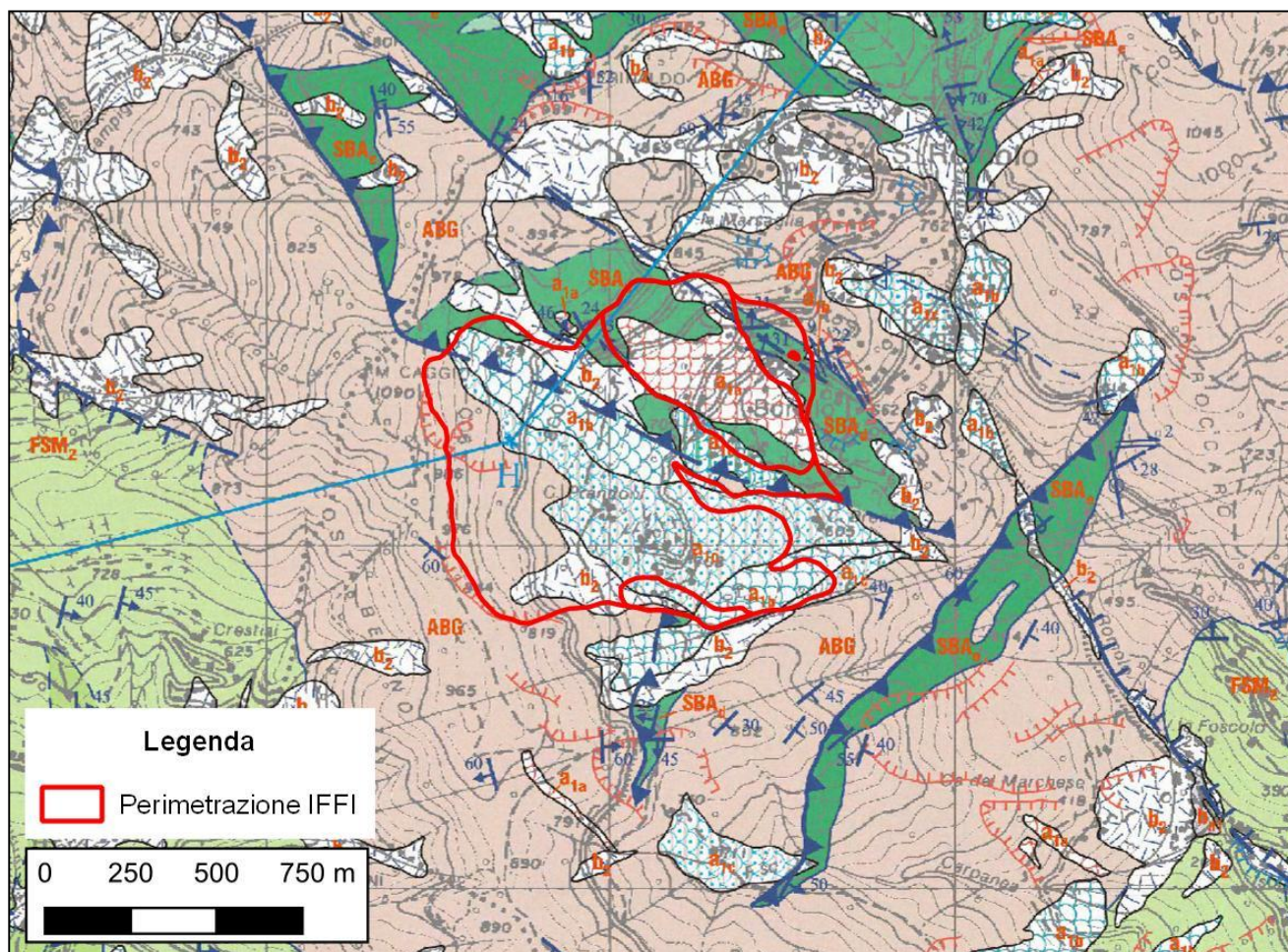


Fig. 1 - Stralcio Carta Geologica Regionale (CARG) sc.1:25.000

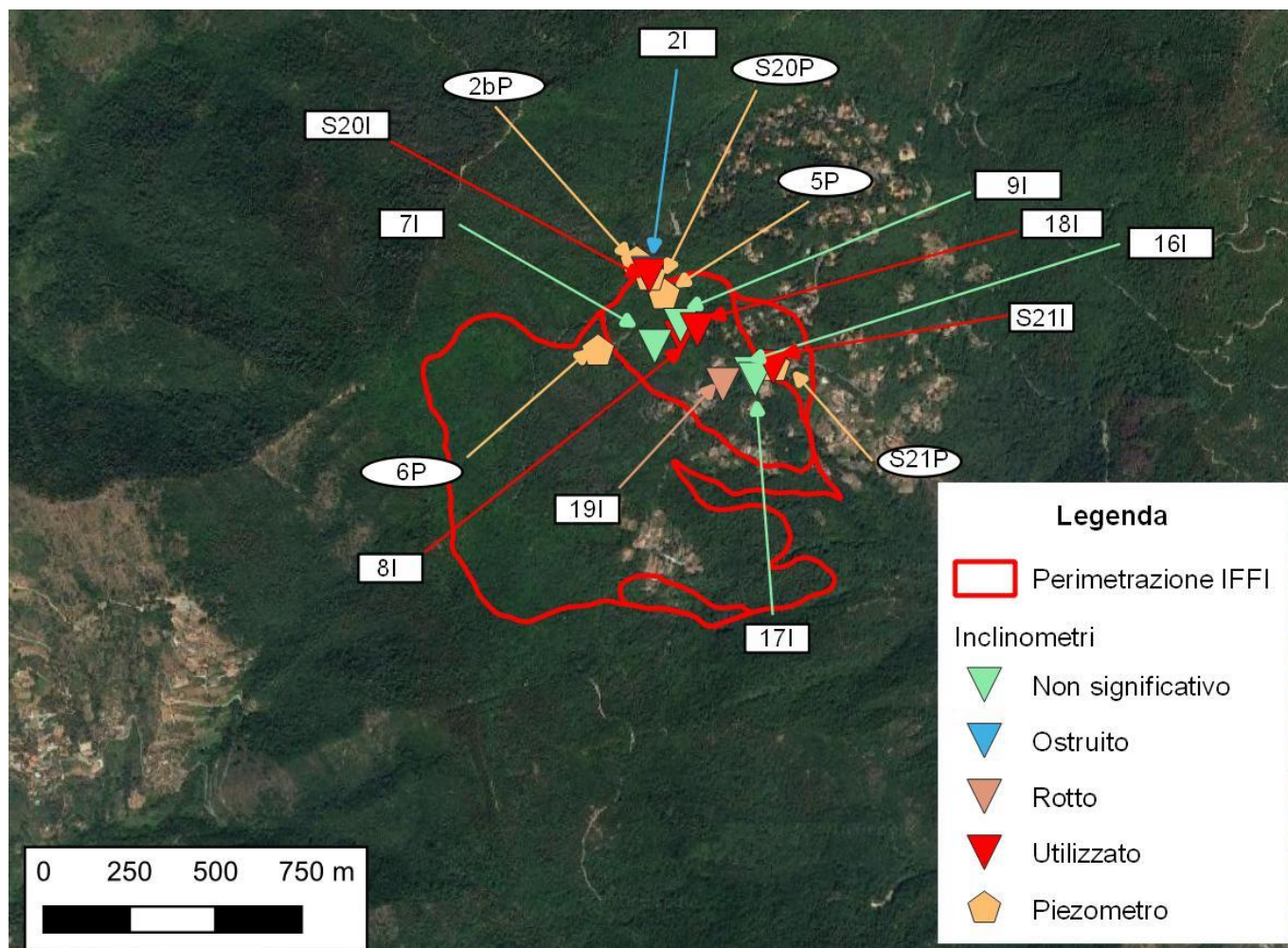


Fig. 2 - Posizione degli inclinometri 7I, 8I, 16I, 17I (9I e 2I, 19I non sono più utilizzabili), 18I, S20I e S21I e piezometri 2bp, 5p, 6p, S20P e S21P all'interno del corpo di frana

2. Campagna di indagini 2004

Tra il 2002 e il 2004 in seguito all'evento alluvionale il versante di San Romolo è stato soggetto a deformazioni importanti che hanno portato il Comune di Sanremo alla programmazione di una campagna geognostica comprensiva di sondaggi da attrezzare ad inclinometro.

In una prima fase, il fenomeno franoso è stato oggetto di monitoraggio inclinometrico negli anni 2002-2003 (*"Monitoraggio del movimento franoso in località San Romolo occorso in seguito agli eventi alluvionali del novembre 2000"* - Guidastrì-Zunino-Bini, 2004). Successivamente sono stati presi in carico gli inclinometri 2I (dall'ottobre 2012 non più utilizzabile perché ostruito in profondità) 7I, 8I, 9I, 16I e 17I e i piezometri 2bp, 5p e 6p.

3. Campagna di indagini 2013

Ad integrazione della strumentazione esistente, sono stati installati nel giugno 2013 due inclinometri nella zona centrale della frana, codificati 18I e 19I (tagliato nel novembre 2018), al fine di definire con certezza la profondità della superficie di scorrimento e l'entità dello spostamento (l'esecuzione dei sondaggi e la messa in opera della strumentazione è avvenuta ad opera di Terra S.r.l.). La criticità principale del sito di monitoraggio, inserito nella Rete REMOVER dal 2009, riguarda la profondità degli inclinometri installati non ritenuta sufficiente per l'individuazione del piano di scorrimento. Fino al 2013 infatti i dati inclinometrici hanno registrato movimenti a fondo foro in tubazioni di 14 m e 20 m di lunghezza, e ciò non ha permesso di valutare in modo compiuto l'entità della deformazione.

Per individuare con certezza il piano di scorrimento e quindi rilevare la reale velocità del sistema franoso, sono stati eseguiti nel periodo maggio-giugno 2013 due sondaggi (ARPAL) a distruzione di nucleo nella zona centrale (18I è stato spinto fino a 30 m e 19I fino a 27 m), finalizzati all'installazione di altrettanti inclinometri della lunghezza di 29 m e 25 m.

Nel dicembre 2017 è stata installata una sonda freaticometrica automatica nel piezometro 6p per incrementare il dataset della falda da relazionare con le deformazioni.

4. Campagna di indagini 2018

Nell'ambito del progetto transfrontaliero *AD VITAM* nel periodo novembre-dicembre del 2018 sono infine stati eseguiti dall'impresa M3D Costruzioni s.r.l. dei nuovi 4 sondaggi a distruzione di nucleo per l'installazione di 2 piezometri S20P e S21P di lunghezza 20.00 m e 2 inclinometri S21I e S20I spinti rispettivamente fino alla profondità 30 m e 40 m. Dall'analisi dei cuttings è stata ricostruita una stratigrafia così composta: fino a 0.50 m terreno vegetale, da 0.50 a 15-27 m è presente una coltre detritica franosa, seguita dal substrato roccioso calcareo fino ad una profondità di 30-40 m (Fig.3). A conferma dell'analisi stratigrafica, anche in superficie si rinvenivano megablocchi di arenaria, di dimensioni frequentemente superiori a 4-5 m di diametro (frammenti di stratificazioni sedimentarie) che sono completamente disarticolati dal basamento roccioso in posto e immersi nella coltre detritica che costituisce il corpo di frana (Fig. 4 a-b).

Le caratteristiche delle perimetrazioni di frana nel sito di S. Romolo sono riassunte nella seguente tabella:

Inclinometri: S18I, S19I ex, 7I, 8I, 9I (ex), 16I, 17I, 2I (ex), S20I e S21I

Tipo	Scivolamento rotazionale/traslato
Stato	Attivo/riattivato/sospeso
Identificativo	0080036702
Area [mq]	186323

Tipo	DGPV
Stato	Stabilizzato naturalmente
Identificativo	0080036701
Area [mq]	903967

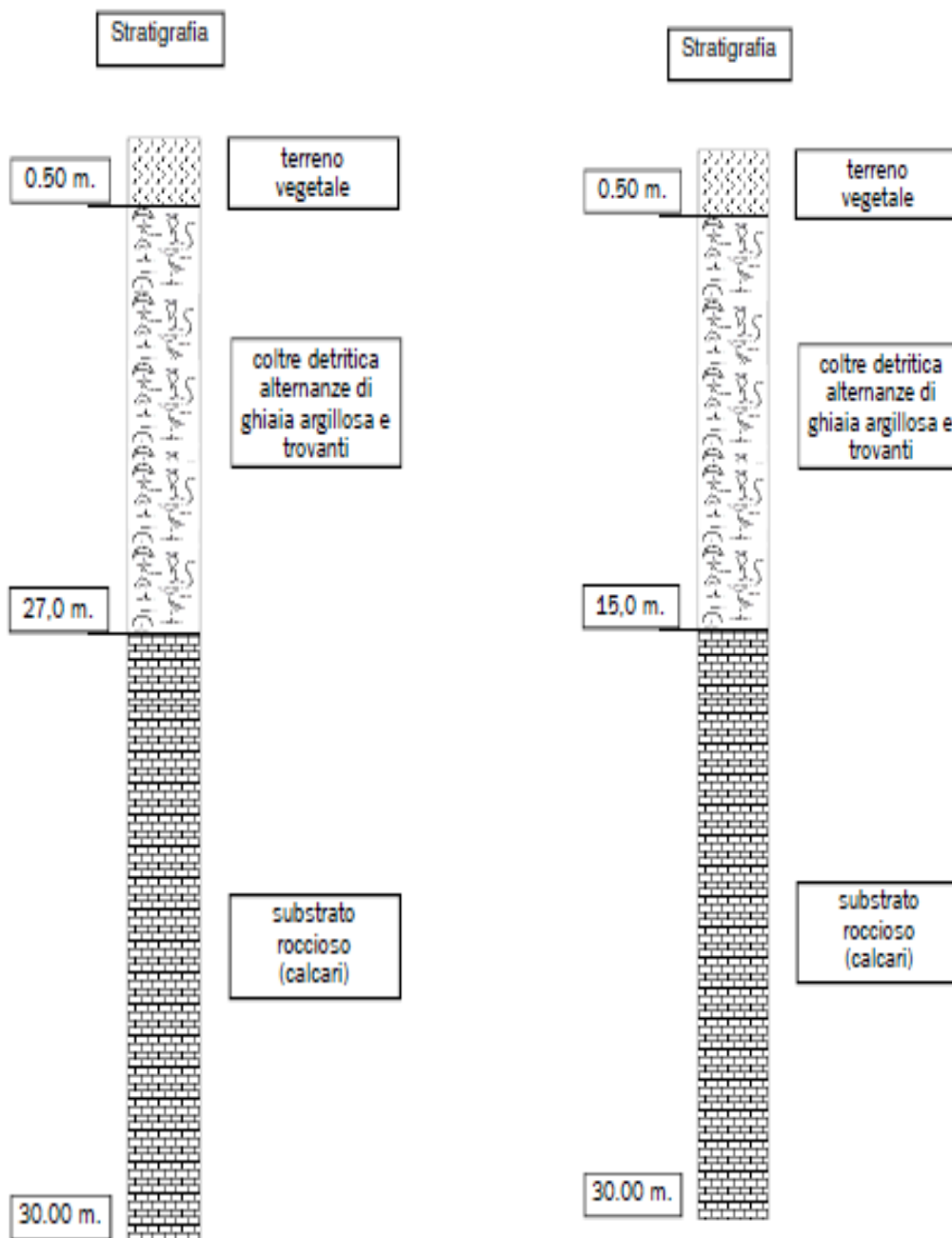


Fig. 3 - Stratigrafia ricostruita dai cuttings per i sondaggi S201 e S211.



Fig. 4a - Affioramento della sequenza sedimentaria con alternanze di strati marnosi e megastrati di arenaria, spesso disarticolati da sistemi di fratture.



Fig. 4b - Affioramento della sequenza sedimentaria in blocchi di dimensioni metriche immersi anche nella massa franosa.

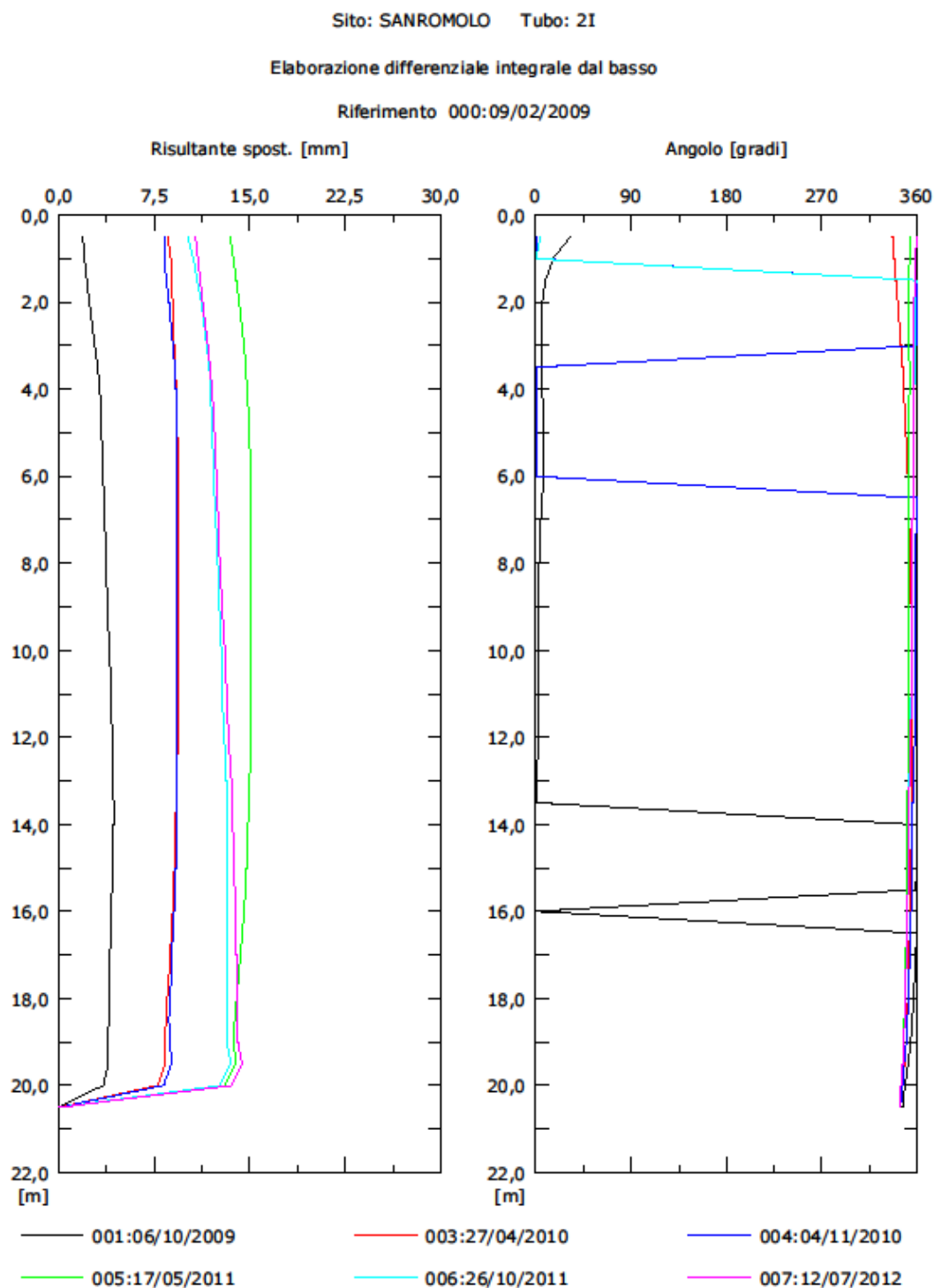
5. *Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio da 2009-2021)*

Inclinometro 2I (20.5 m) – zona superiore della frana e dell'abitato

Dall'elaborazione differenziale integrale si è osservato nel periodo 2009-2011 uno spostamento totale pari a 15 mm, comprendente periodi di stasi e riprese del movimento. Lo spostamento in testa tubo rispecchia perfettamente la deformazione che avviene a fondo foro (20 m), confermata dall'elaborazione locale con un picco di circa 5 mm (Figg.6 e 7). Resta dubbia l'entità della deformazione registrata a fondo foro proprio per la limitata profondità dell'inclinometro. Si sottolinea che la lettura di 25 ottobre 2012 non è stata eseguita perché la tubazione è stata rinvenuta inutilizzabile, come da foto eseguita da telecamera da foro, a causa di un'occlusione riscontrata alla profondità di 6 m (Fig. 5).

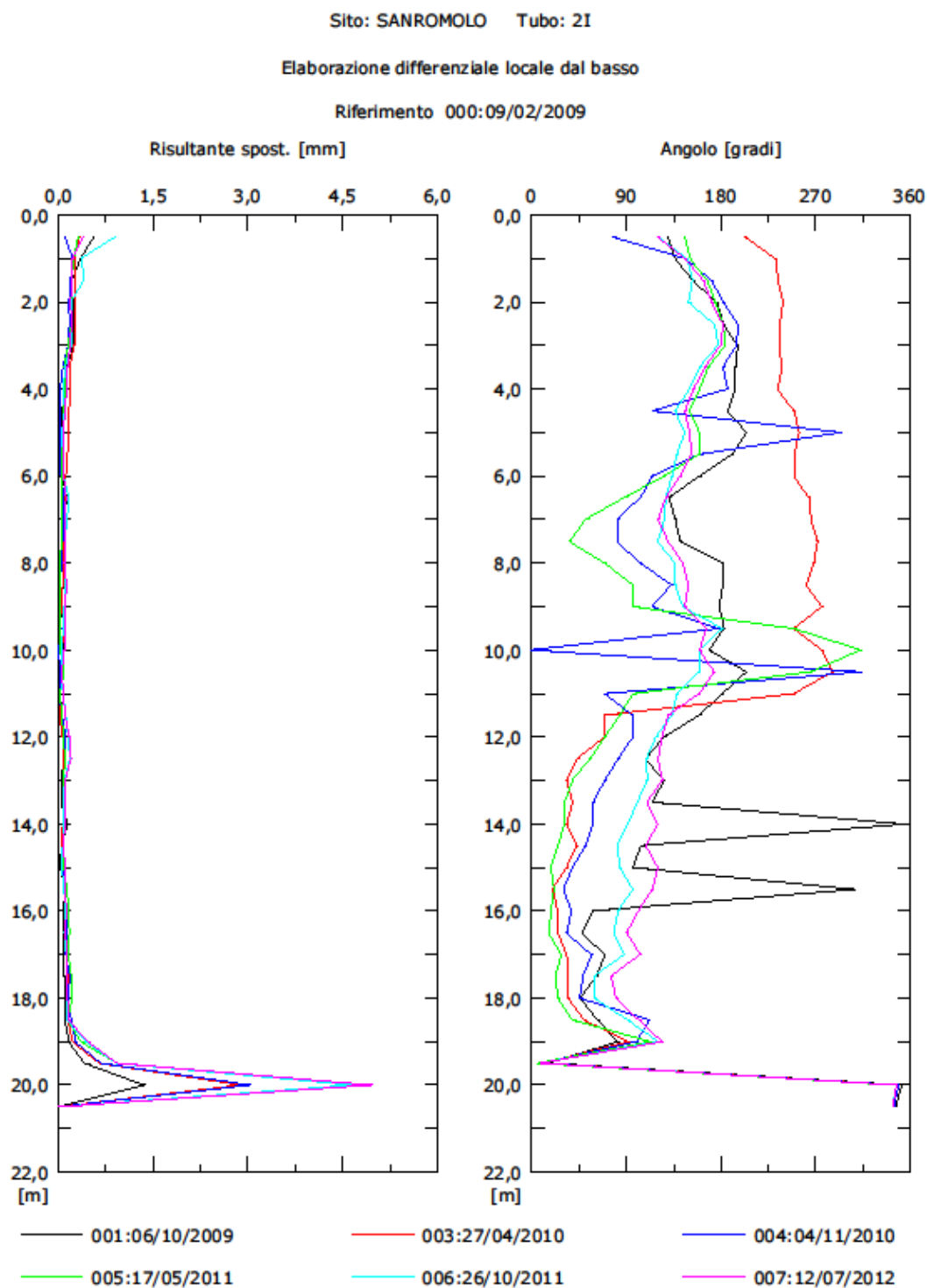


Fig.5 - Occlusione della tubazione inclinometrica 2I alla profondità di 6m – telecamera da foro



SOCIETA'

Fig. 6a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro 2I



SOCIETA'

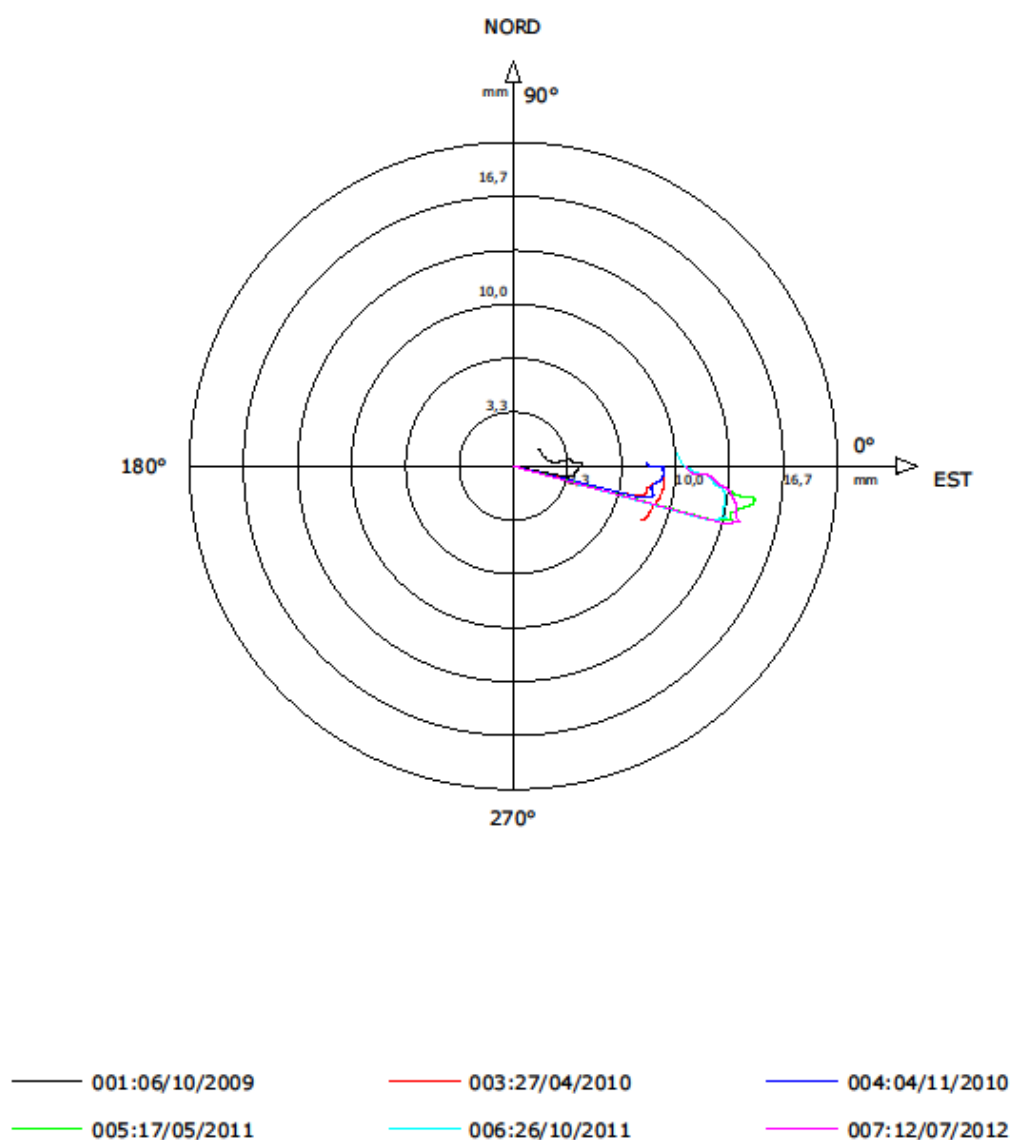
Fig. 6b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 2I

Sito: SANROMOLO Tubo: 2I

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:09/02/2009

Diagramma polare della deviazione

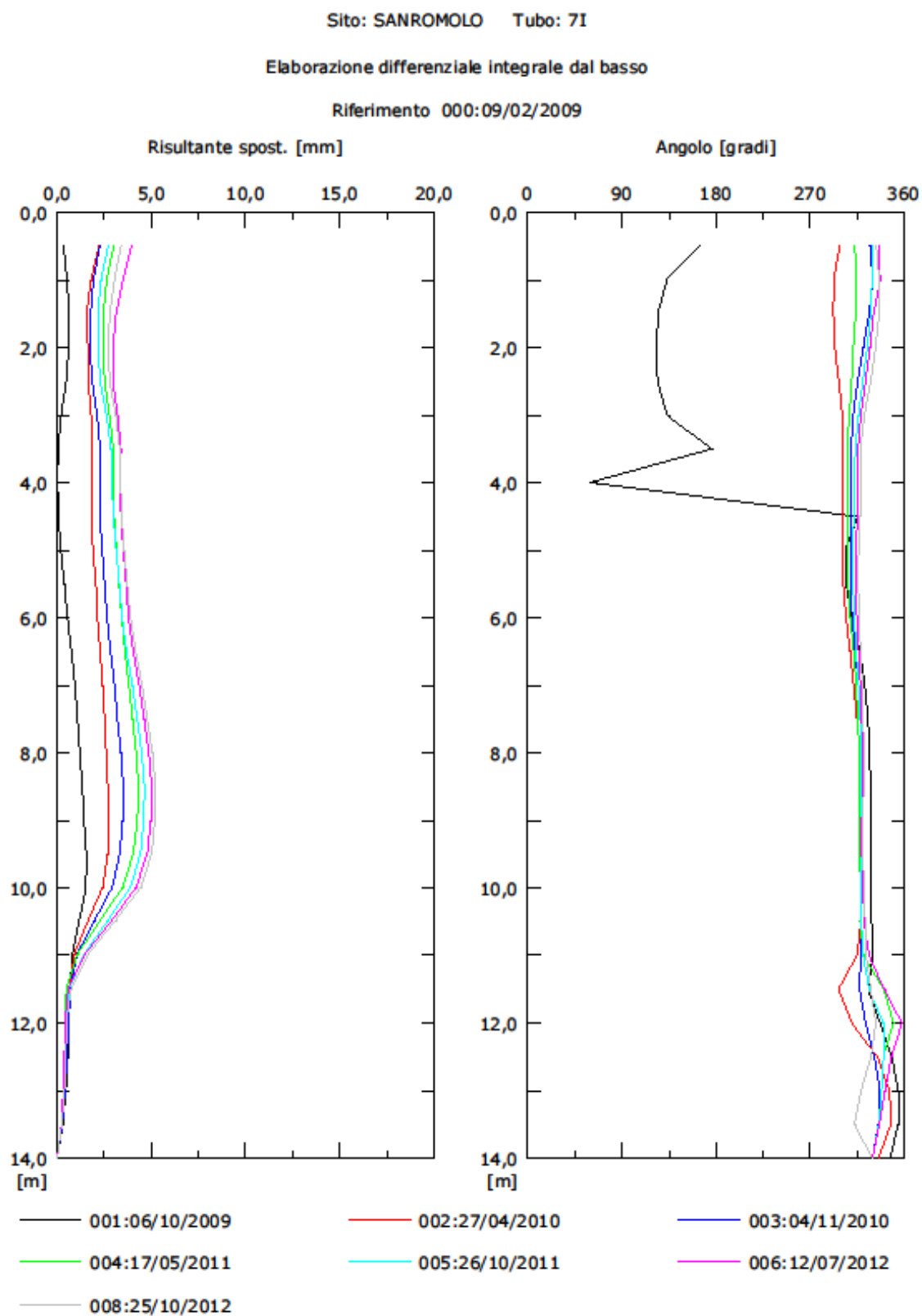


SOCIETA'

Fig. 7 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro 2I

Inclinometro 7I (14 m) – zona di monte della frana e dell'abitato

L'elaborazione differenziale integrale evidenzia uno spostamento globale trascurabile in tre anni e otto mesi di monitoraggio con valori inferiori a 5 mm e quindi ampiamente all'interno dell'incertezza strumentale. Tuttavia il grafico relativo all'elaborazione differenziale locale evidenzia una zona tra 10 e 11 m di profondità che potrebbe indicare deboli movimenti, nonostante la profondità dell'inclinometro risulti limitata e verosimilmente non sia in grado di rilevare con sufficiente affidabilità tutte le deformazioni presenti nel corpo di frana. Le letture vengono sospese a causa della lunghezza limitata e verosimilmente insufficiente dell'inclinometro.



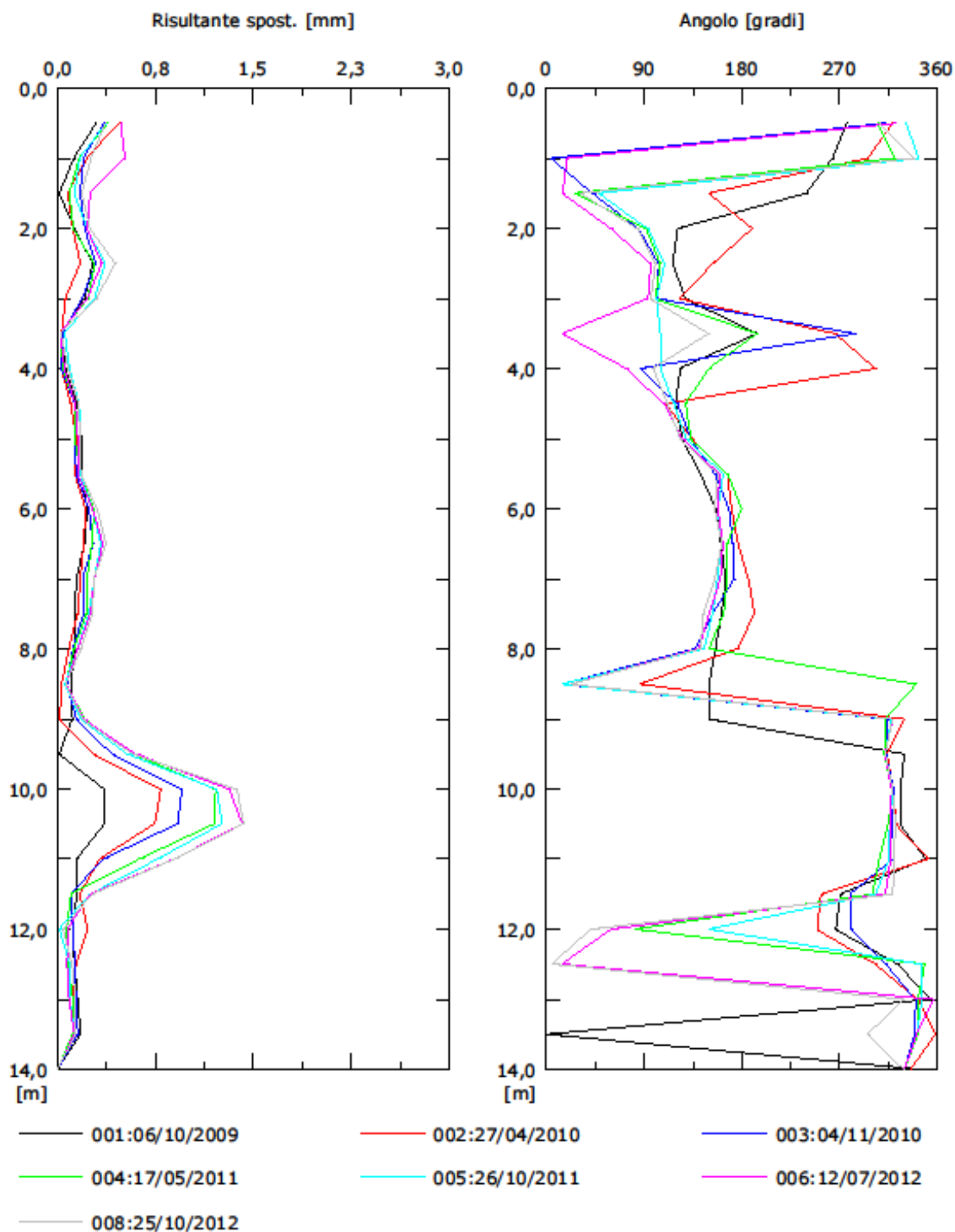
SOCIETA'

Fig. 8a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro 71

Sito: SANROMOLO Tubo: 71

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:09/02/2009



SOCIETA'

Fig. 8b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 71

Sito: SANROMOLO Tubo: 7I

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:09/02/2009

Diagramma polare della deviazione

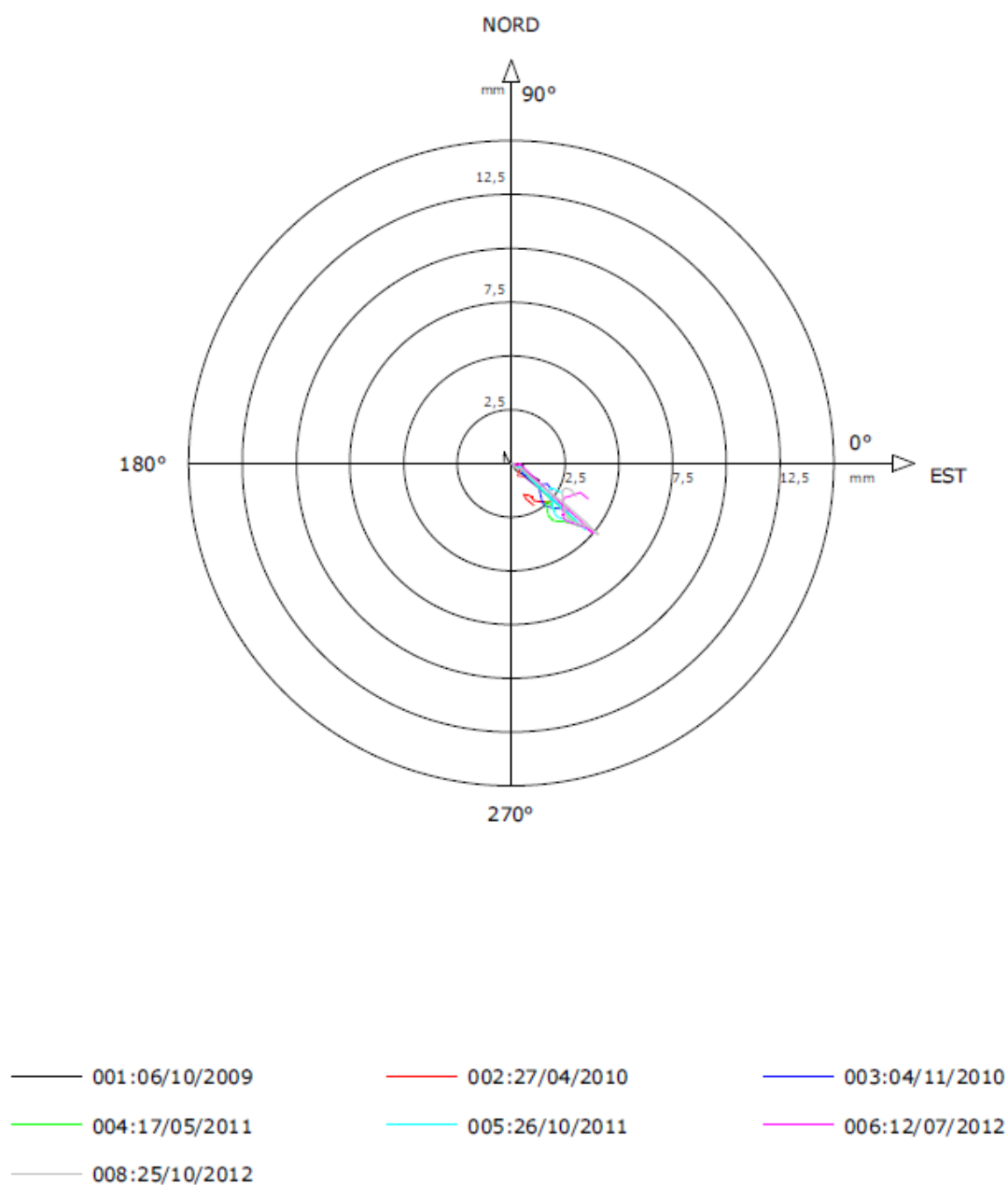
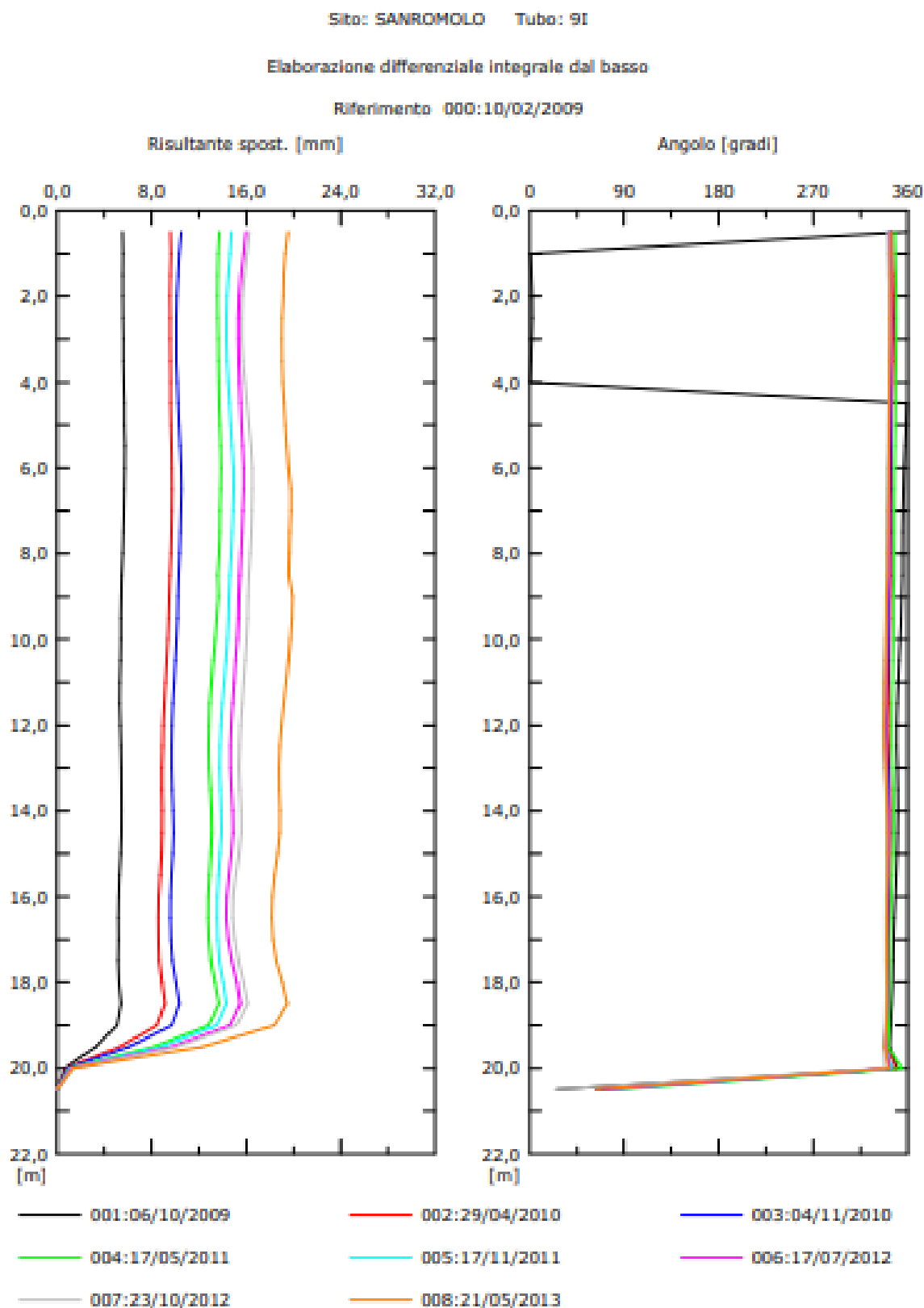


Fig. 9 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro 7I

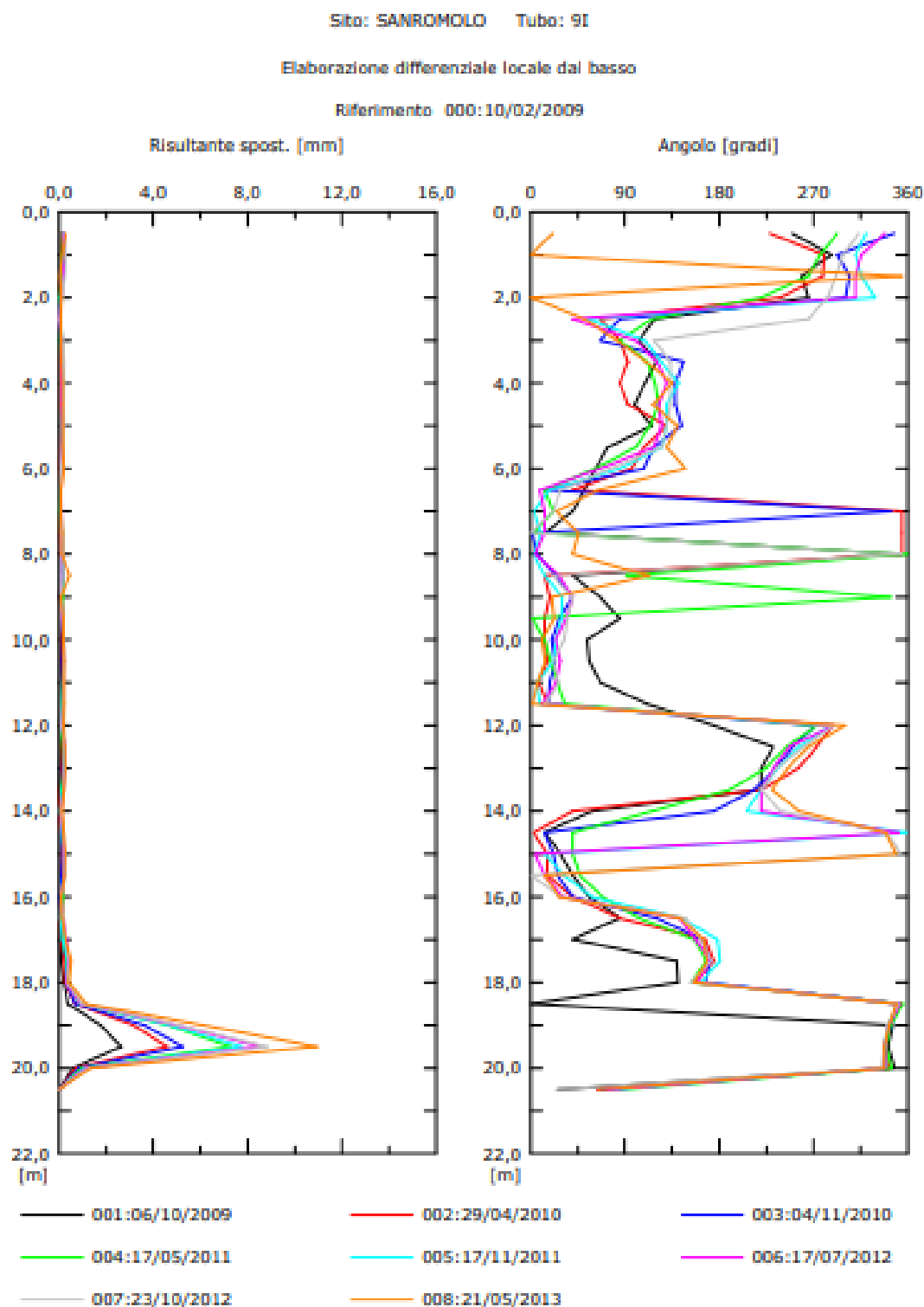
Inclinometro 9I (20.5 m) – zona mediana della frana

Il monitoraggio dell'inclinometro è stato eseguito nel periodo 2009-2013 utilizzando solo il sensore B e conseguentemente la lettura è stata acquisita sulle 4 guide, per problemi sorti all'inizio del monitoraggio sul sensore A. L'elaborazione differenziale integrale ha rilevato una deformazione profonda a circa 20 m e con uno spostamento globale di 20 mm. I valori dello spostamento rilevato a maggio 2013 (ultima lettura) hanno mostrato un debole incremento pari a 4 mm, confermati anche dall'elaborazione differenziale locale che registra il picco di deformazione di 12 mm a 19.5 m di profondità (Figg. 10 e 11). Le letture sono sospese nel 2013 per l'installazione a profondità superiori nella zona dell'inclinometro 18I.



SOCIETA'

Fig. 10a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro 91.



SOCIETA'

Fig. 10b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 91.

REMOVED 2008-2024

Sito: SANROMOLO Tubo: 9I

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:10/02/2009

Diagramma polare della deviazione

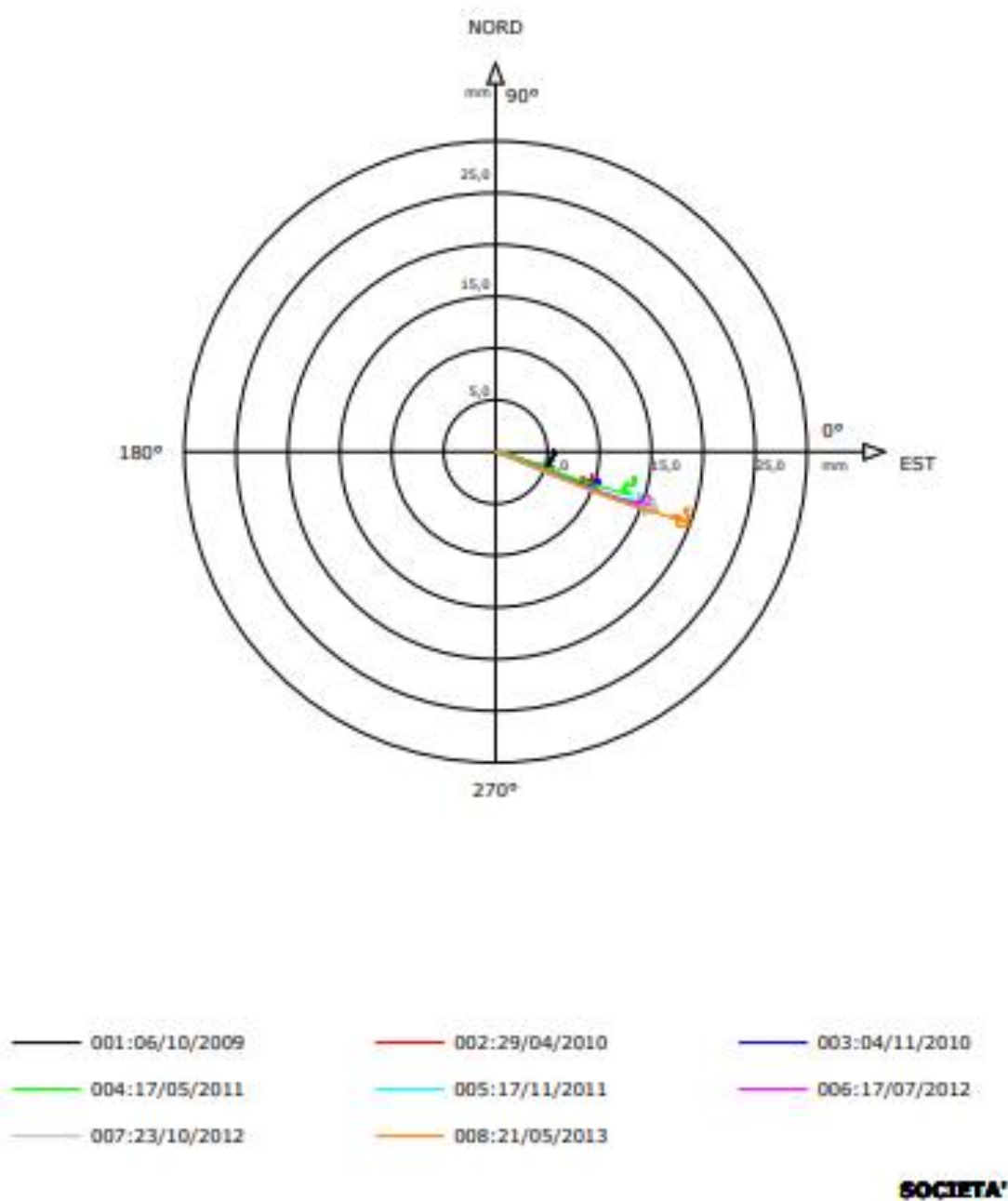


Fig. 11 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro 9I

Inclinometro 16I (13 m) – zona centrale della frana

La verifica dei *dataset* nell'anno 2021 attraverso i “*checksum*” e la “*deviazione standard*” non ha evidenziato anomalie strumentali nei cicli di letture effettuate. L'elaborazione differenziale integrale ha evidenziato deboli incrementi e lo spostamento globale risulta pari a 74 mm in direzione E (coerente con l'orientazione del versante) con una deformazione principale localizzata tra 8 e 12 m. I valori dello spostamento sono confermati dall'elaborazione differenziale locale che rileva il picco massimo di deformazione a -9 m pari a 15 mm (Figg. 13 e 14).

Lo spostamento maggiore si è osservato nel periodo ottobre 2013 - maggio 2014 (15 mm) seguito da una successiva decelerazione. A causa della limitata lunghezza dell'inclinometro non si possono escludere scorrimenti a profondità verosimilmente uguali o superiori a 14 m, dato che gli inclinometri di 20 m hanno registrato deformazioni a fondo foro.

In data 15/11/2018 era stata riscontrata, mediante ispezione con telecamera da foro, una deformazione della tubazione a partire dalla profondità di 9,45 m, deformazione che, però, era ancora superabile (Fig.12).

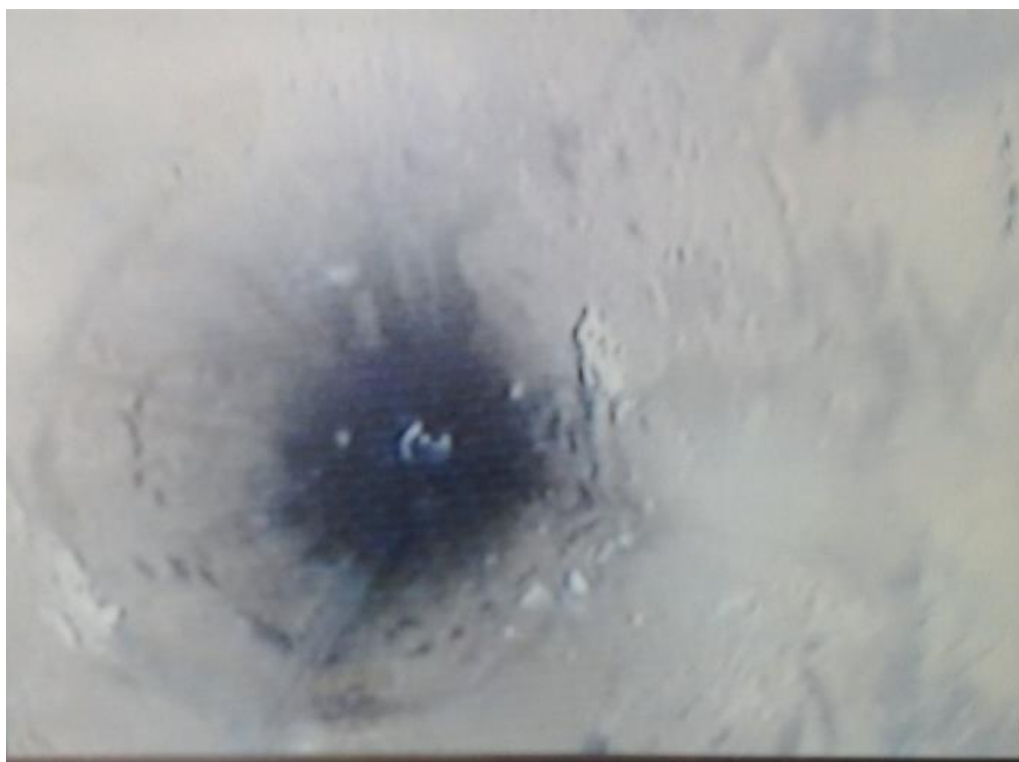


Fig. 12 - deformazione in 16I estesa in profondità a partire da 9,45.m.

In data 02/12/2022 l'inclinometro è risultato ostruito a circa 3 m da p.c., di conseguenza sono state sospese le letture di esercizio.

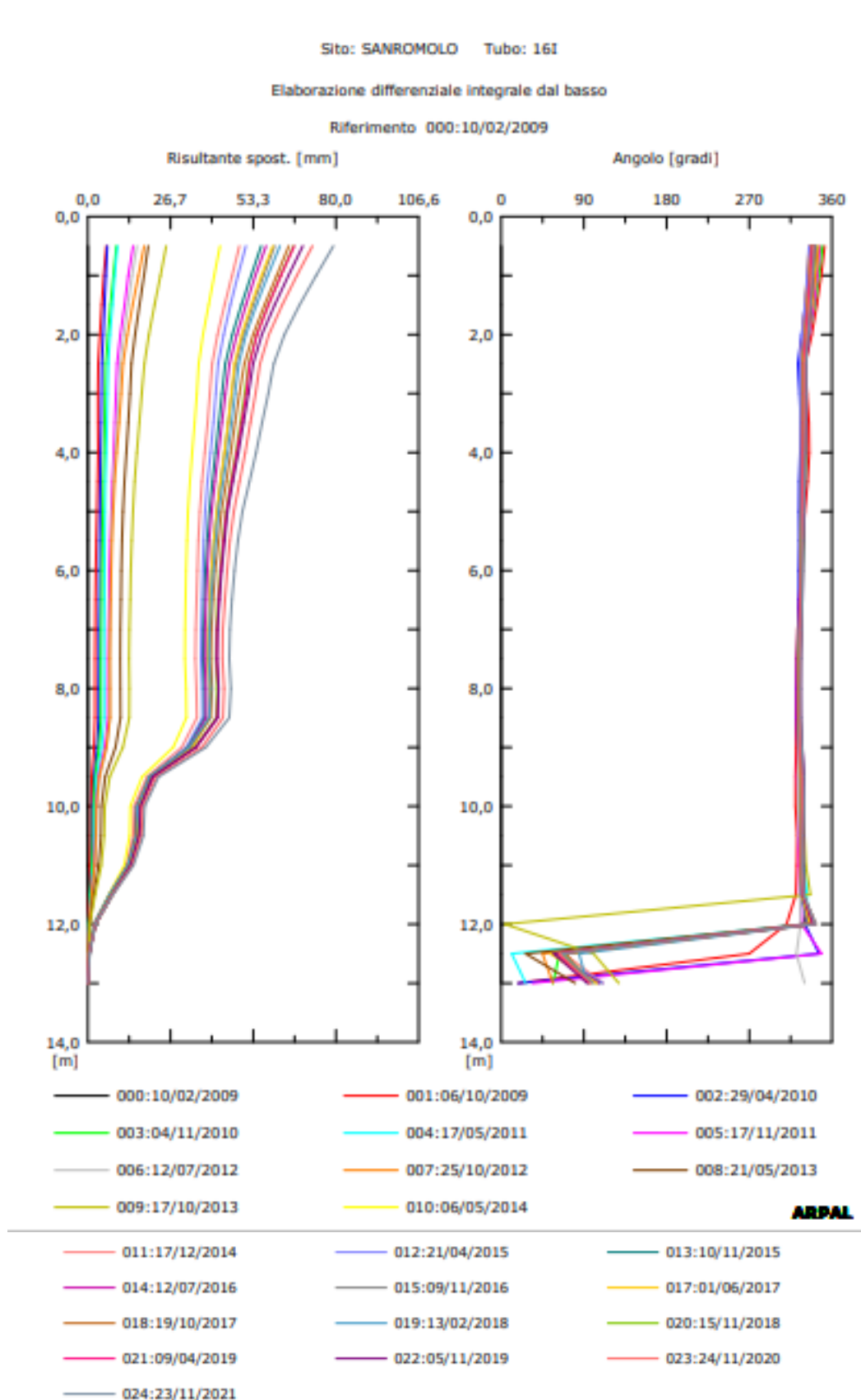


Fig.13a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro 161

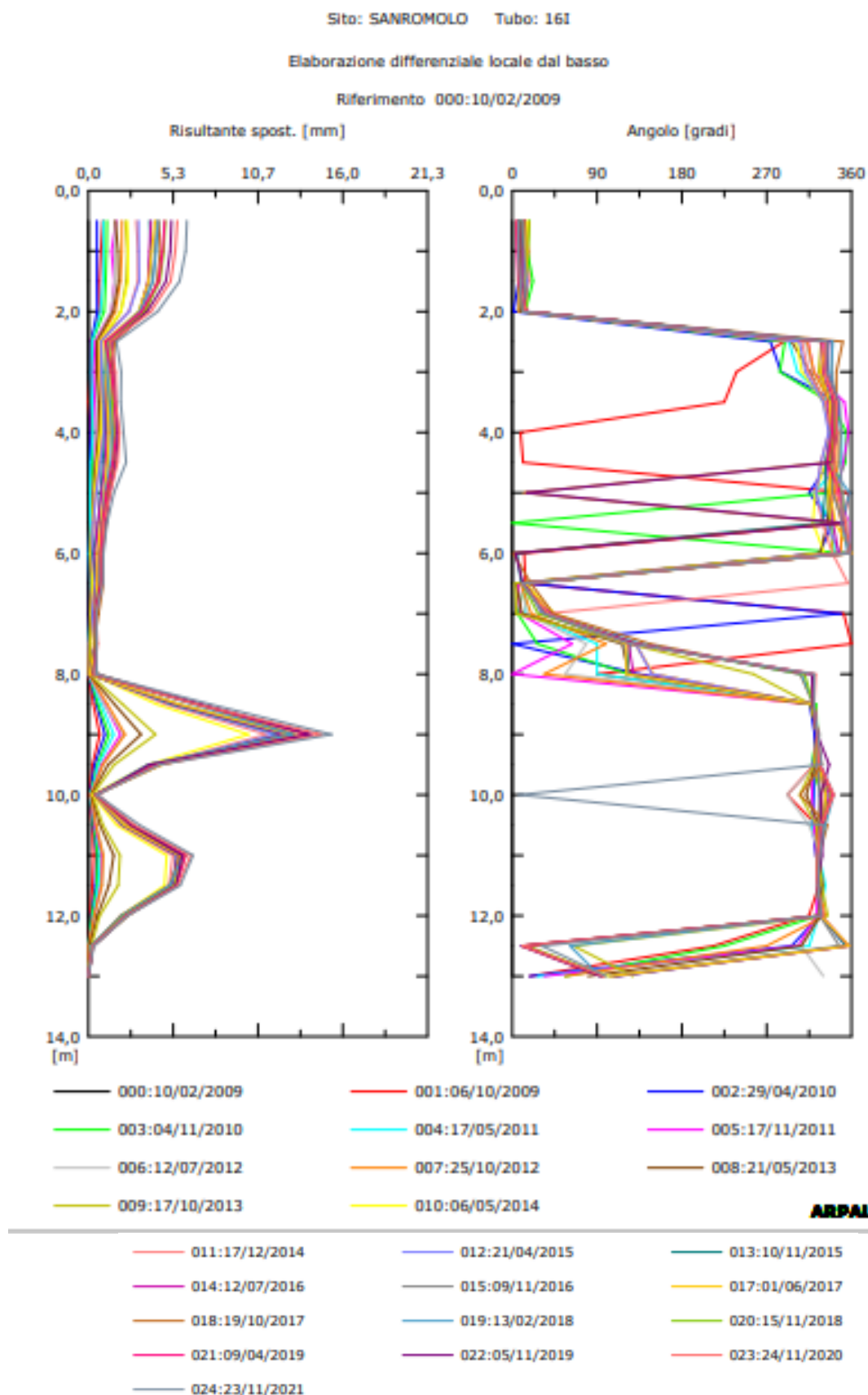


Fig.13b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 161

REMOVED 2008-2024

Sito: SANROMOLO Tubo: 161

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:10/02/2009

Diagramma polare della deviazione

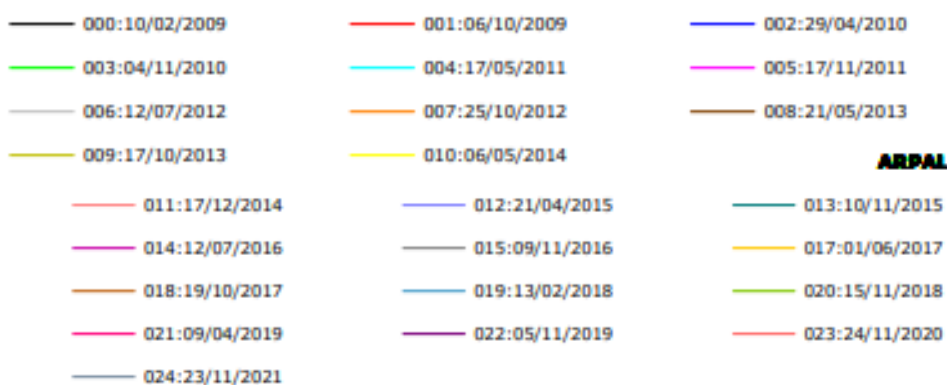
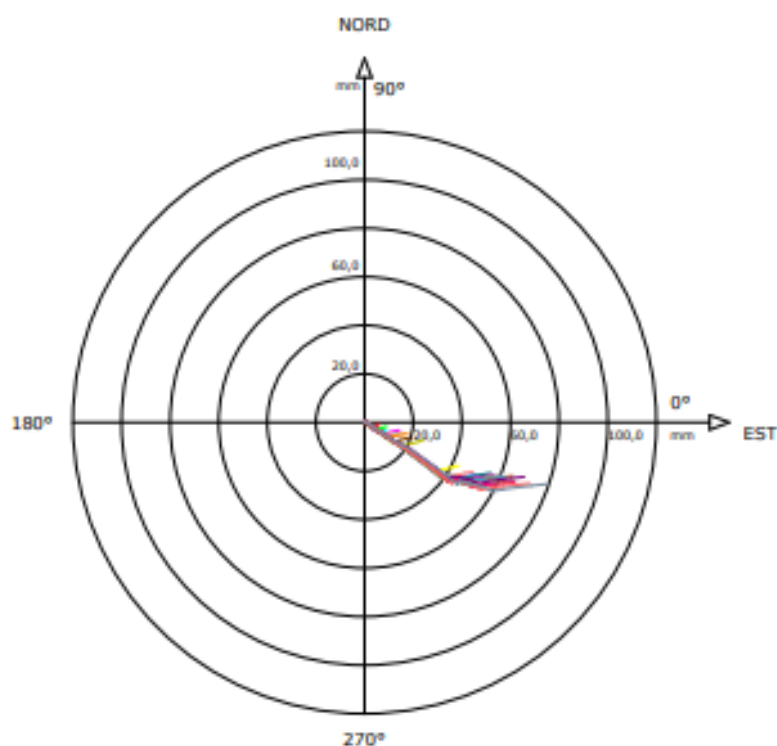


Fig. 14 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro 161

Inclinometro 19I (25 m) – zona mediana della frana

L'elaborazione differenziale integrale, effettuata nel 2018, ha evidenziato uno spostamento globale di 38 mm in direzione E-SE (coerente con l'orientazione del versante) ed una deformazione principale localizzata a 8 m. I valori dello spostamento sono confermati dall'elaborazione differenziale locale che rileva il picco massimo di deformazione pari a 23 mm (Figg.16 e 17). In questa zona si è osservato il maggiore spostamento nel periodo ottobre 2013 - maggio 2014 seguito da una decelerazione registrata in autunno e una successiva quiescenza fino a tutto il 2017.

In data 15/11/2018 era stata accertata, mediante videoispezione, la rottura del tubo inclinometrico a una profondità di 8,45 m con la conseguente sospensione delle letture (Fig.15)

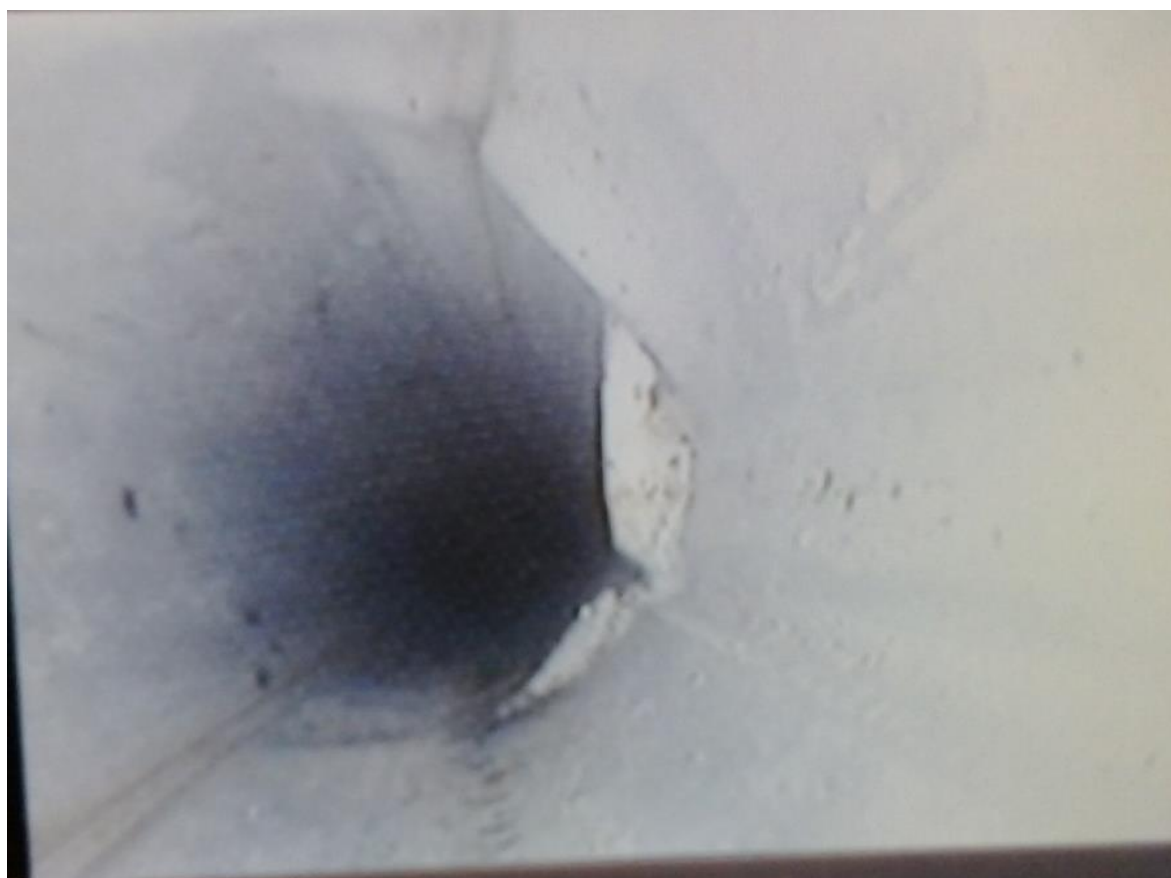


Fig. 15 - rottura dell'inclinometro 19I alla profondità di 8,45m.

Sito: SANROMOLO Tubo: 19I

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:12/06/2013

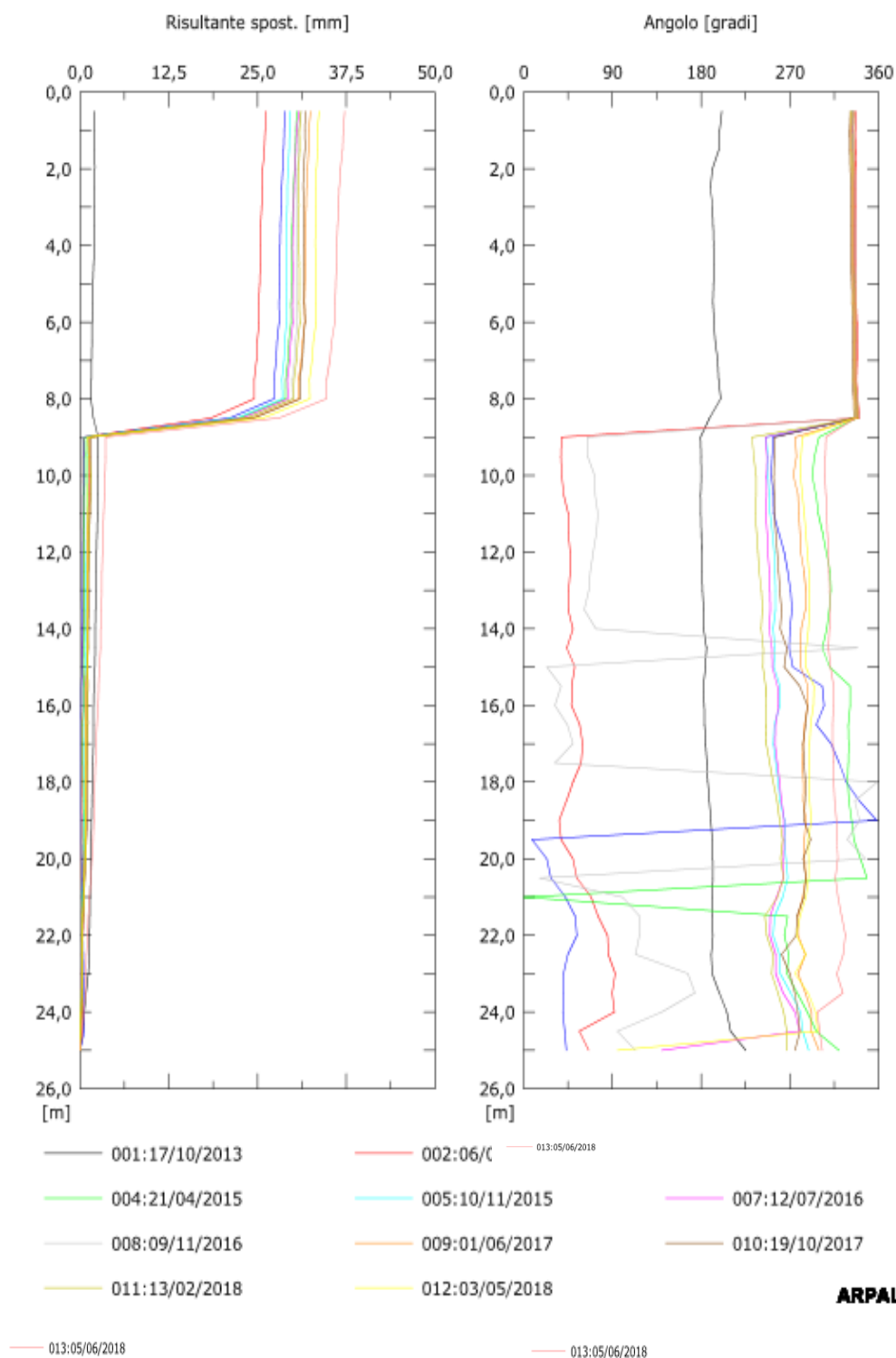


Fig. 16a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro 19I

Sito: SANROMOLO Tubo: 19I

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:12/06/2013

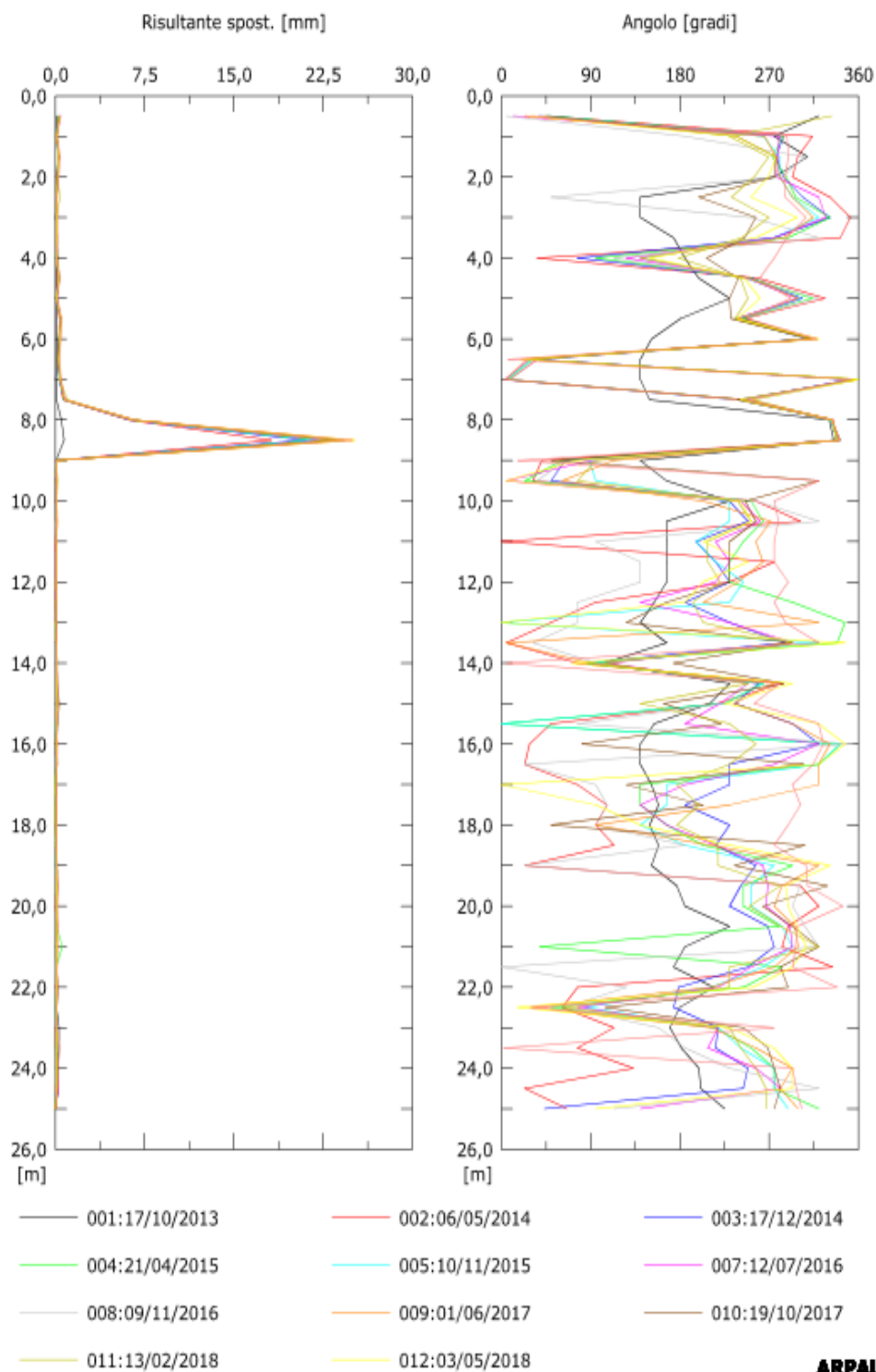


Fig. 16b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 19I

Sito: SANROMOLO Tubo: 19I

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:12/06/2013

Diagramma polare della deviazione

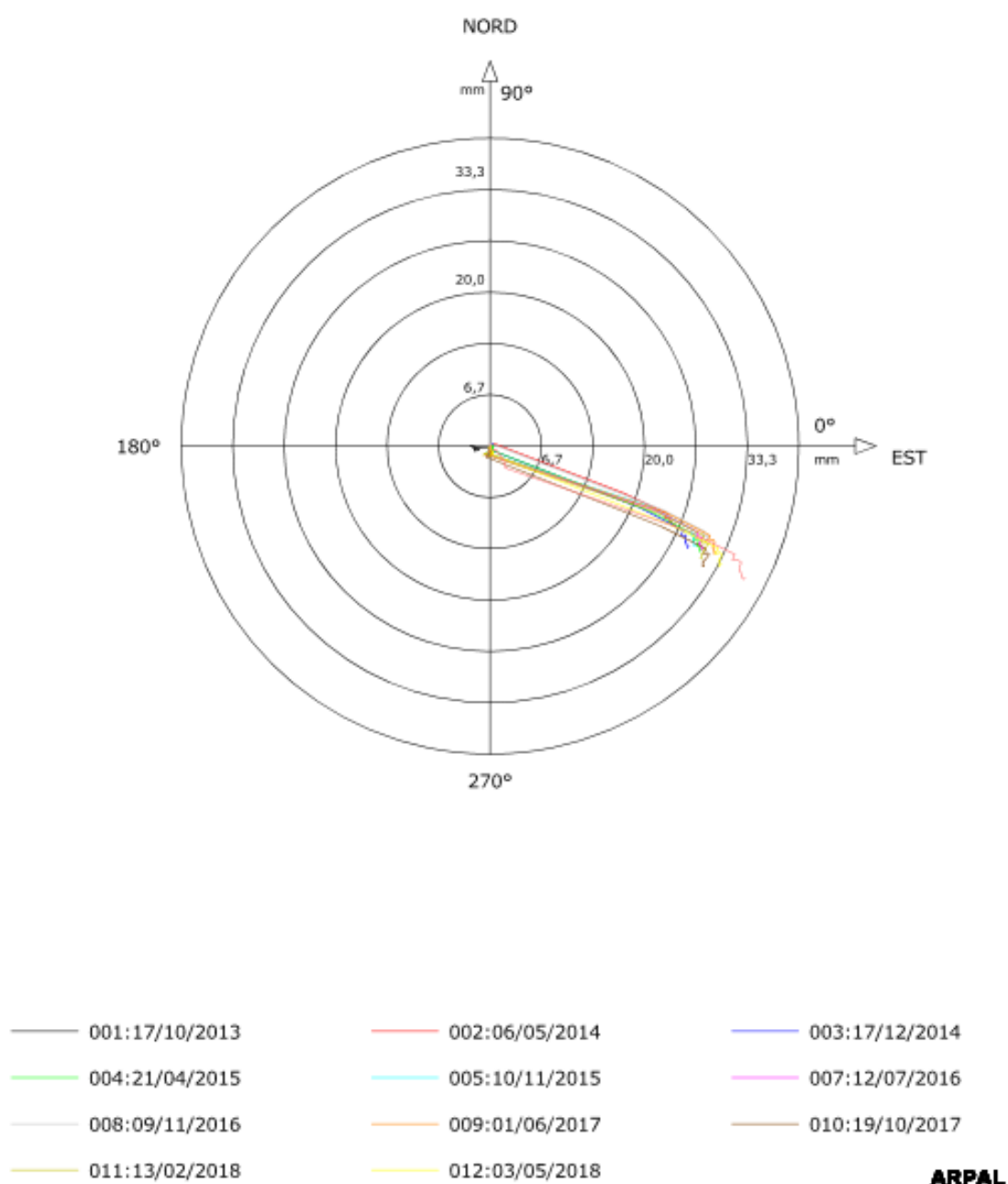


Fig. 17 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare) dell'inclinometro 19I

6. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio attivo)

Di seguito si riassume l'attività di monitoraggio del 2024.

Data	Attività	Strumentazione	Sistema di misura
19/11/2024	lettura di esercizio sulle guide A1/A3	Inclinometri 8I, 18I, S20I e S21I	Sonda servoaccelerometrica biax. S222643
	Scarico dati automatici e manuali	Piezometro S20P, S21P	Sonda IN SITU

Tab. 1 - Misure effettuate nel sito di San Romolo.

Inclinometro 8I (14 m) – zona mediana della frana

Differenziale integrale: dalla lettura precedente non è stato riscontrato alcun incremento degli spostamenti osservati a testa tubo con risultante di circa 80 mm. Differenziale locale: nel grafico la lettura 2024 è sovrapponibile alla precedente, soprattutto in corrispondenza della quota del piano di scivolamento principale individuata a 12 m da piano campagna. Diagramma polare: si conferma la componente principale del movimento S-SE. Si deve considerare peraltro che a causa della limitata lunghezza dell'inclinometro i valori registrati potrebbero non rappresentare il totale delle deformazioni in atto e quindi verrebbero rilevati gli scorrimenti reali a profondità superiori a 14 m (Figg.18 e 19).

Curva cumulata [mm]

Azimuth [°]

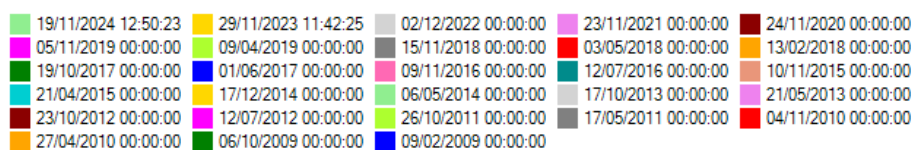
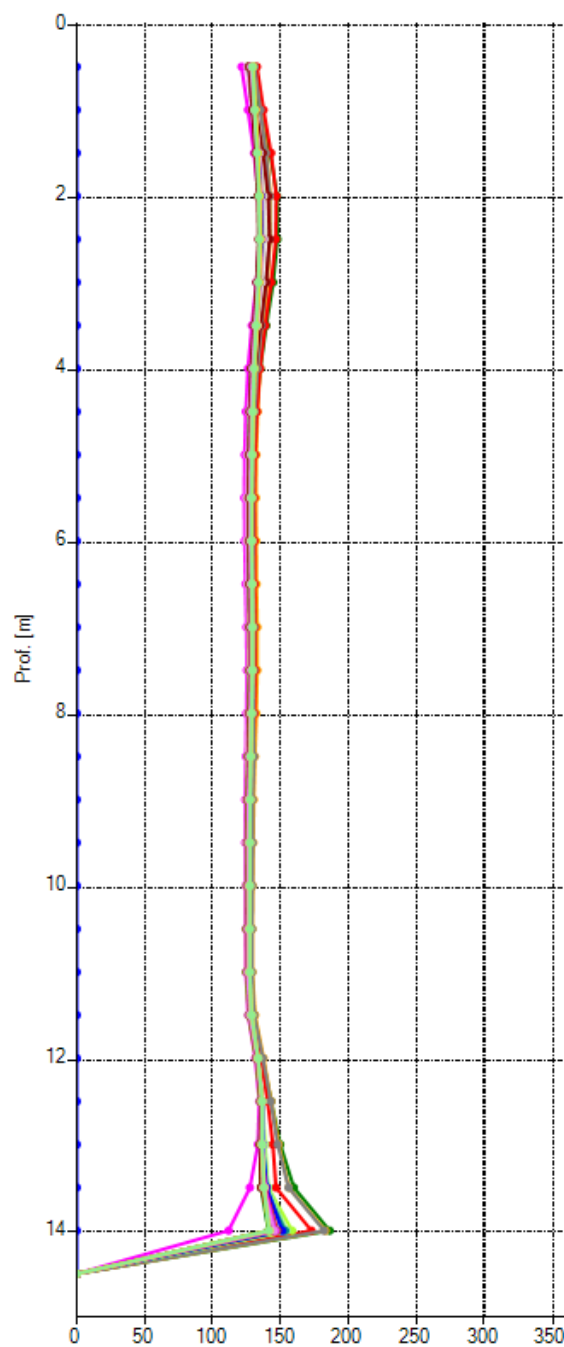
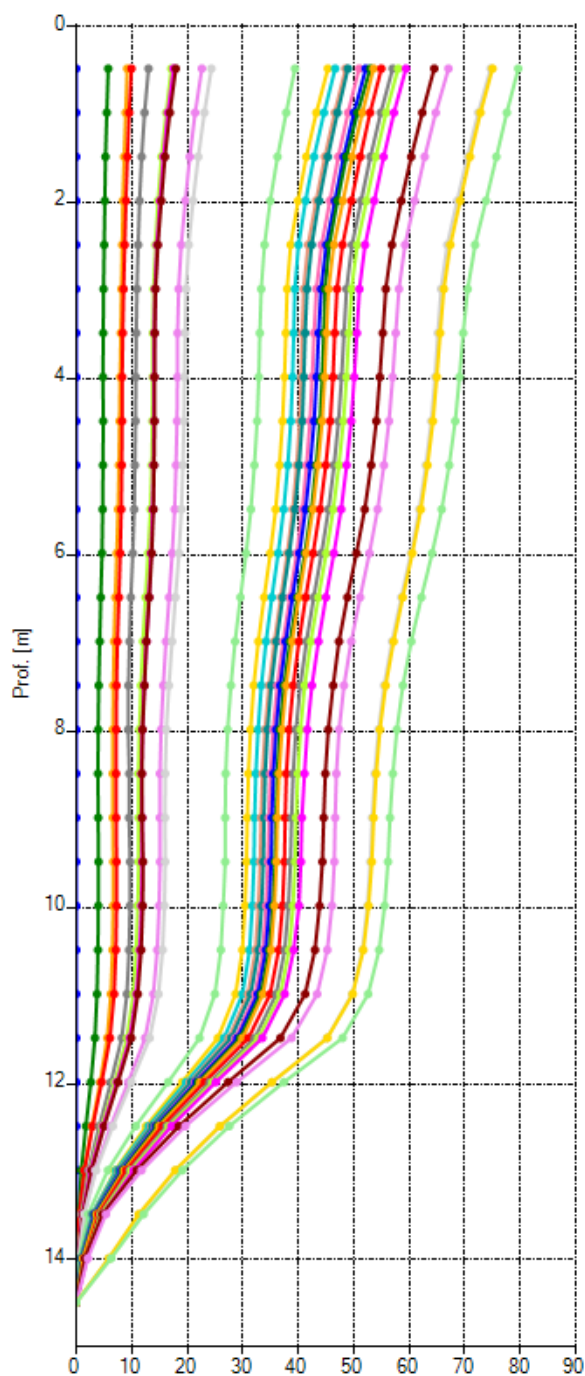


Fig. 18a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro 81

Variazione locale inclinazione [mm]

Azimuth [°]

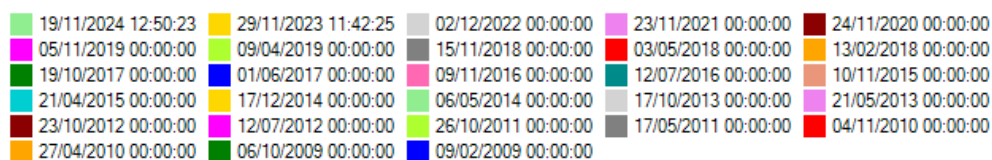
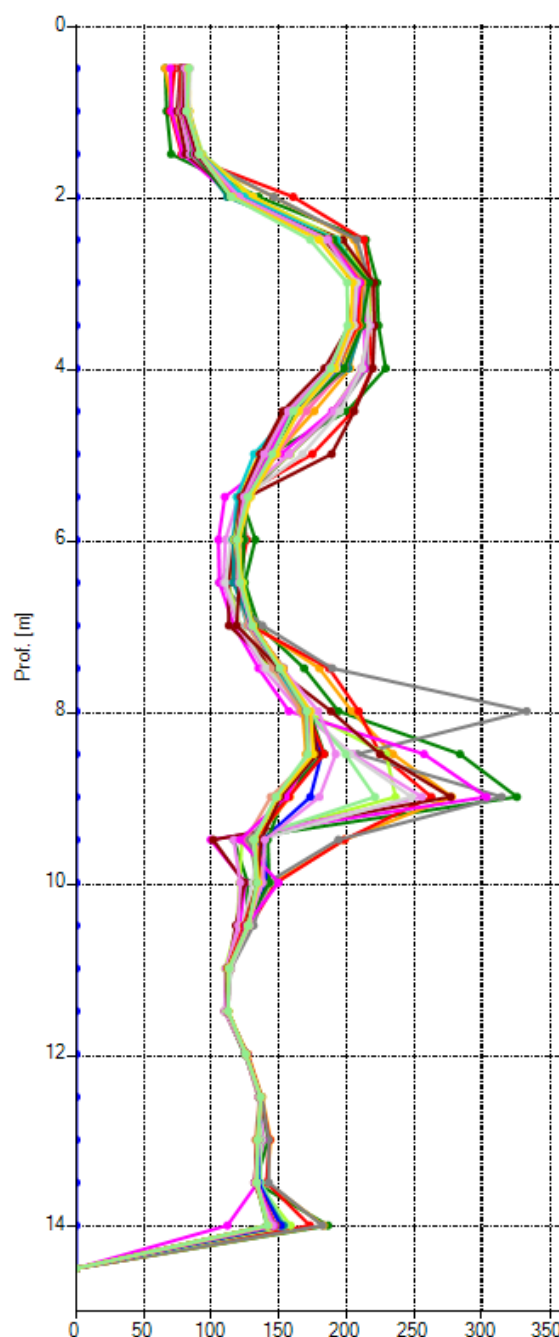
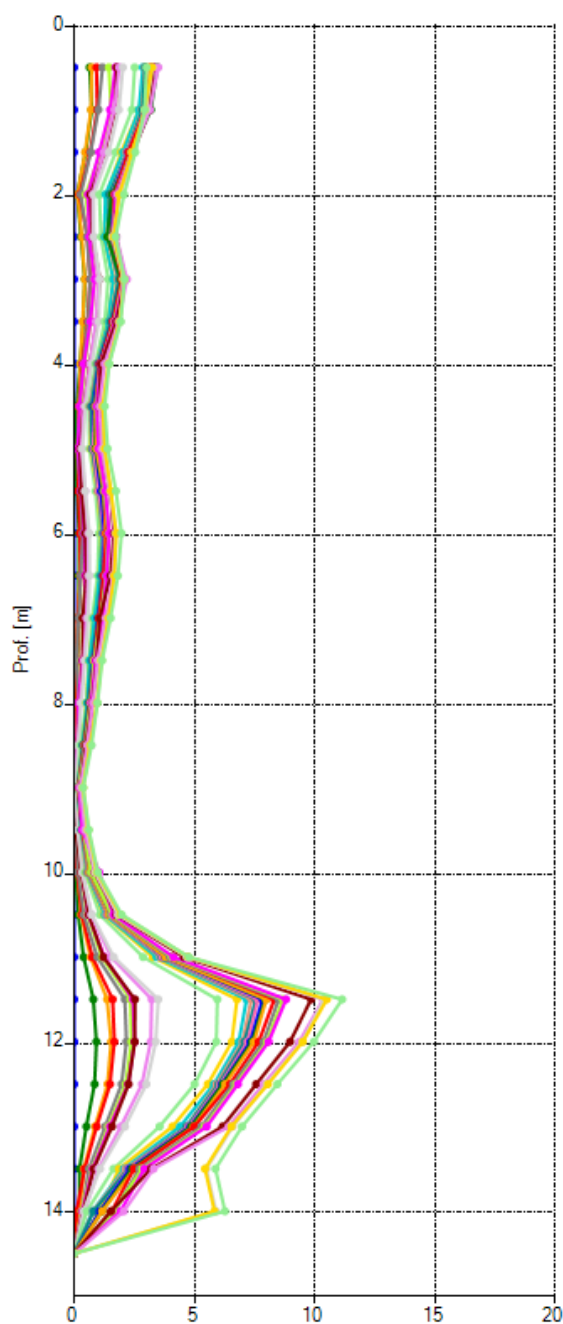


Fig. 18b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 81

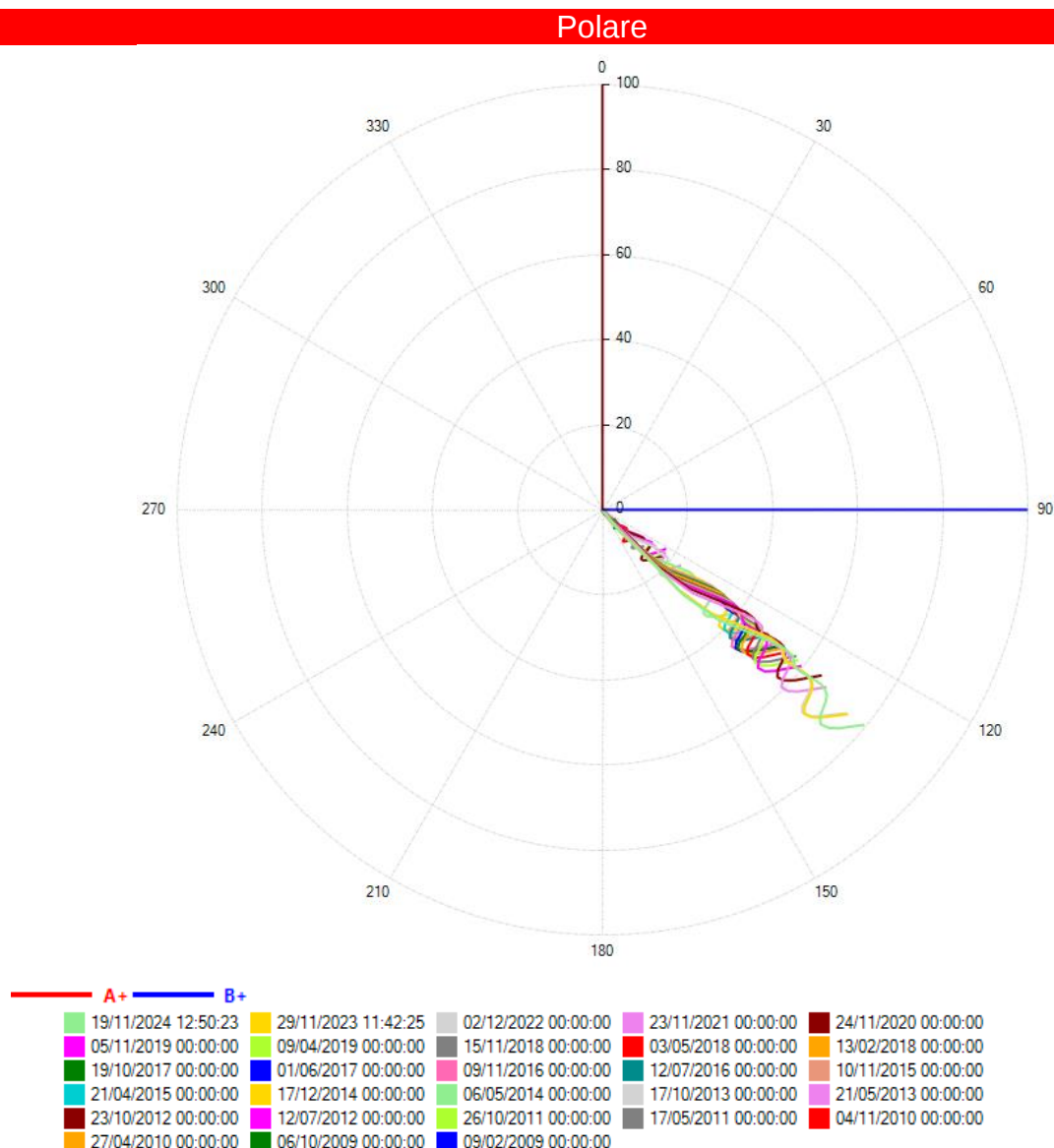


Fig. 19 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro 8I

Inclinometro 18I (29 m) – zona centrale della frana

Differenziale integrale: è stato riscontrato un incremento di 4 mm rispetto al 2023 con risultante degli spostamenti osservati a testa tubo di circa 42 mm. Differenziale locale: nel grafico la lettura 2023 ricalca la precedente soprattutto in corrispondenza della quota del piano di scivolamento principale (16 m) sul quale non si osservano incrementi dal 2022. Diagramma polare: si conferma la componente principale del movimento SE (Figg. 20 e 21). In questa zona si è osservato il maggiore spostamento nel periodo ottobre 2013 - maggio 2014, cui segue una quiescenza durata circa 2 anni fino al 2017, seguita da una riattivazione lenta, ulteriormente rallentata negli ultimi due anni.

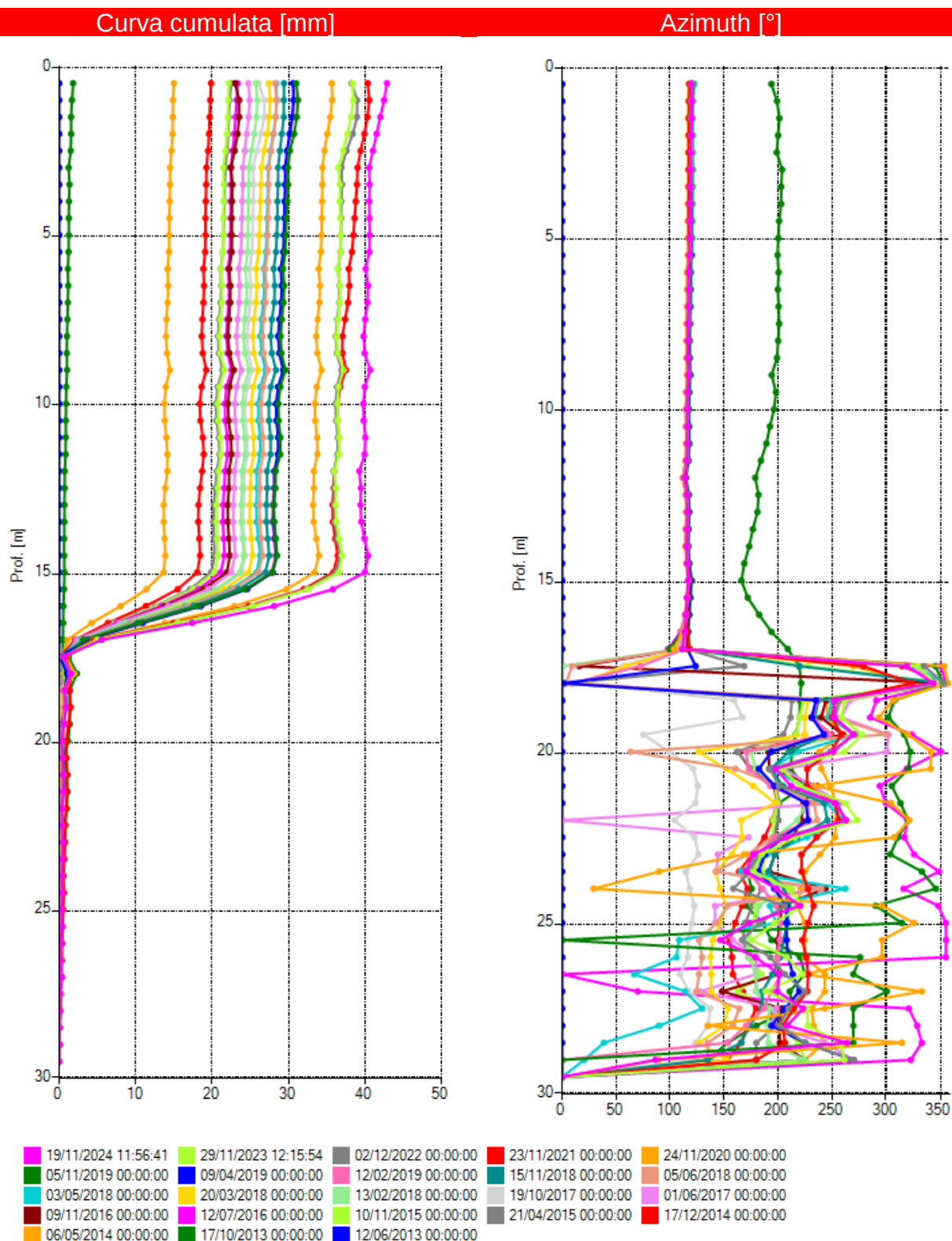
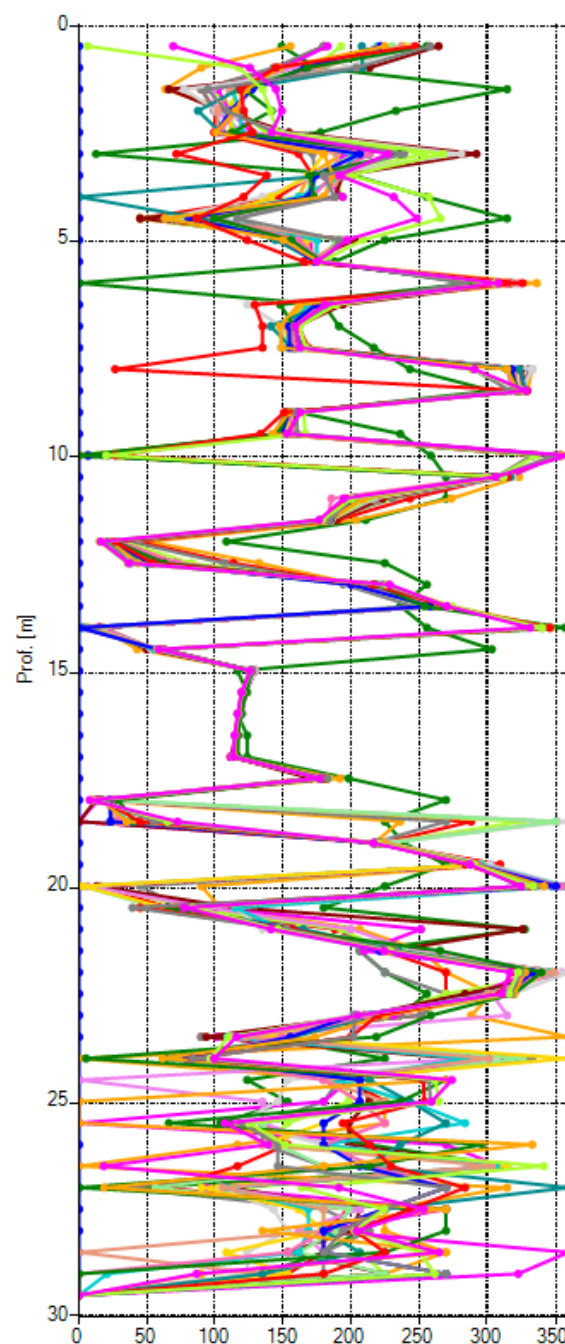
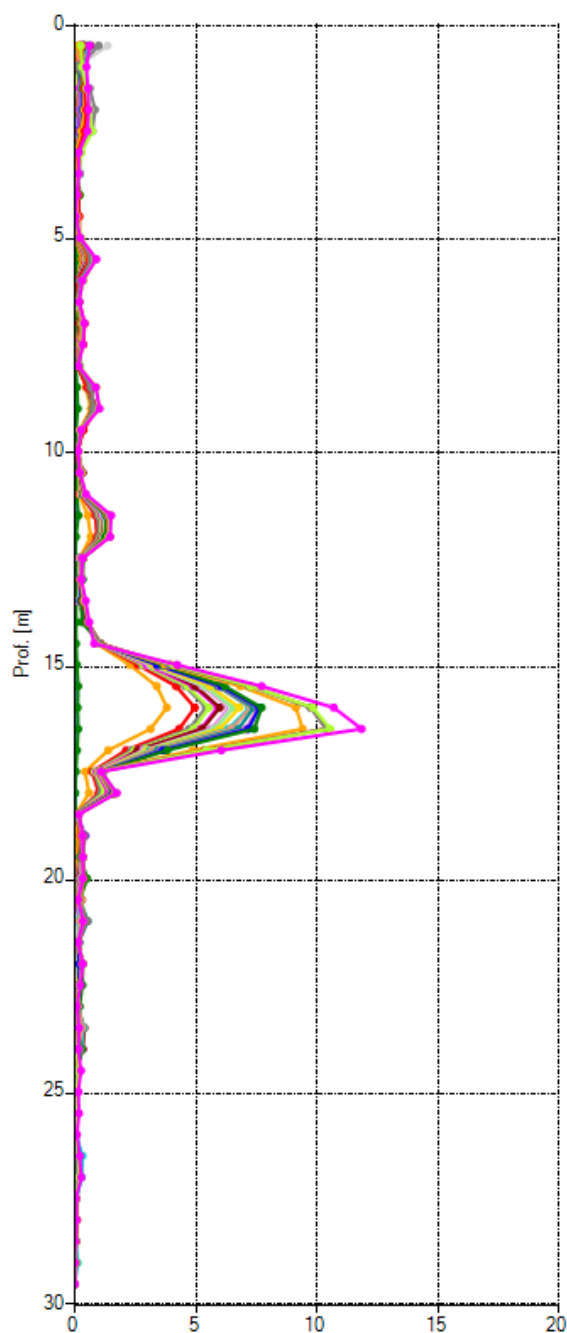


Fig. 20a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale dell'inclinometro 181

Variazione locale inclinazione [mm]

Azimuth [°]



19/11/2024 11:56:41	29/11/2023 12:15:54	02/12/2022 00:00:00	23/11/2021 00:00:00	24/11/2020 00:00:00
05/11/2019 00:00:00	09/04/2019 00:00:00	12/02/2019 00:00:00	15/11/2018 00:00:00	05/06/2018 00:00:00
03/05/2018 00:00:00	20/03/2018 00:00:00	13/02/2018 00:00:00	19/10/2017 00:00:00	01/06/2017 00:00:00
09/11/2016 00:00:00	12/07/2016 00:00:00	10/11/2015 00:00:00	21/04/2015 00:00:00	17/12/2014 00:00:00
06/05/2014 00:00:00	17/10/2013 00:00:00	12/06/2013 00:00:00		

Fig. 20b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro 18I

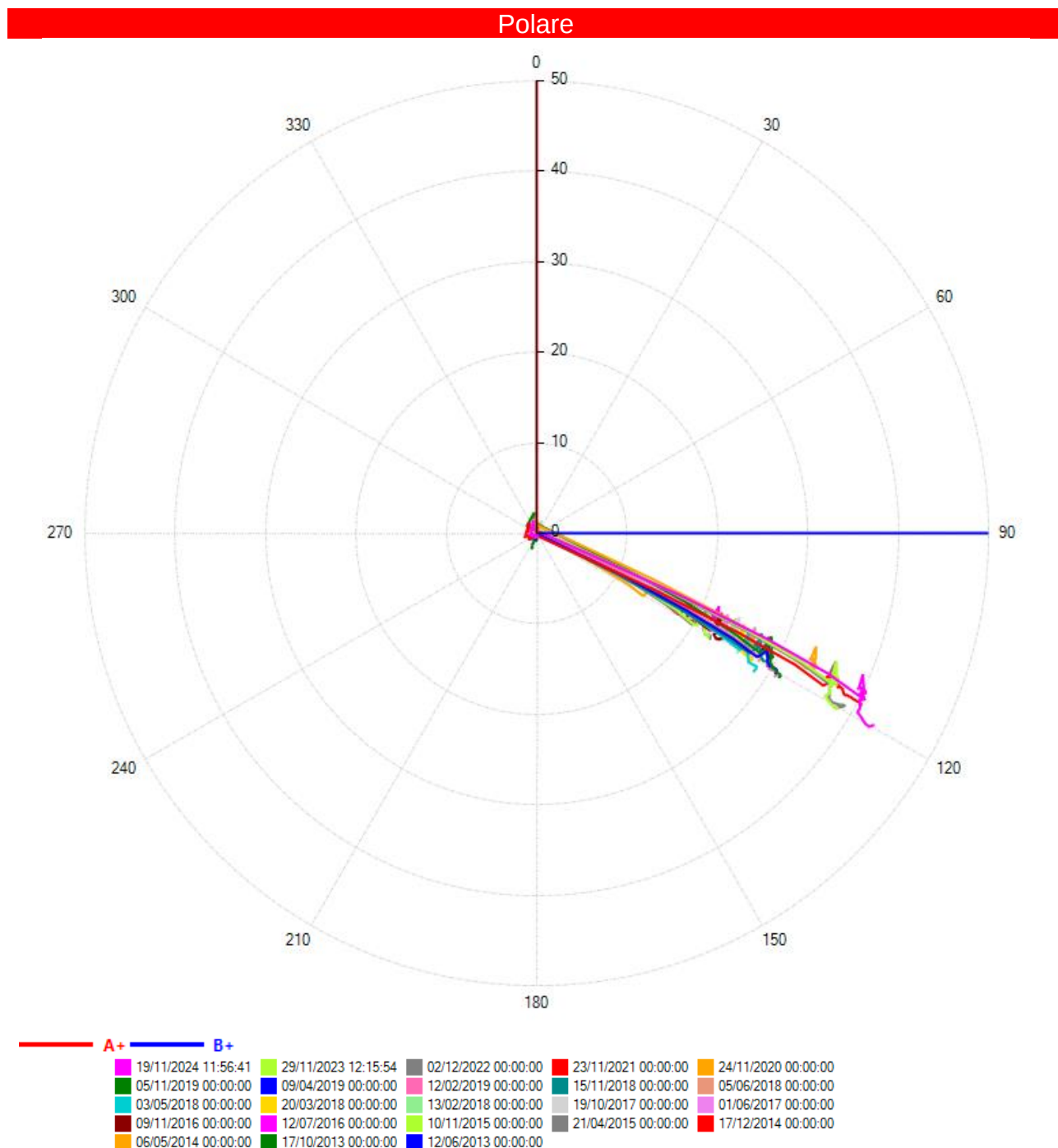


Fig. 21 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro 18I

Inclinometro S20I (41 m) – parte alta della frana

Sul differenziale integrale dalla lettura 2023 è stato riscontrato un incremento di circa 7 mm degli spostamenti osservati a testa tubo con risultante a circa 20 mm. Nel grafico relativo all'elaborazione differenziale locale, la lettura in corrispondenza della quota del piano di scivolamento principale (a -20 m) mostra uno spostamento di circa 6 mm. Diagramma polare: si conferma la componente principale del movimento a S-SE (Figg.22 e 23).

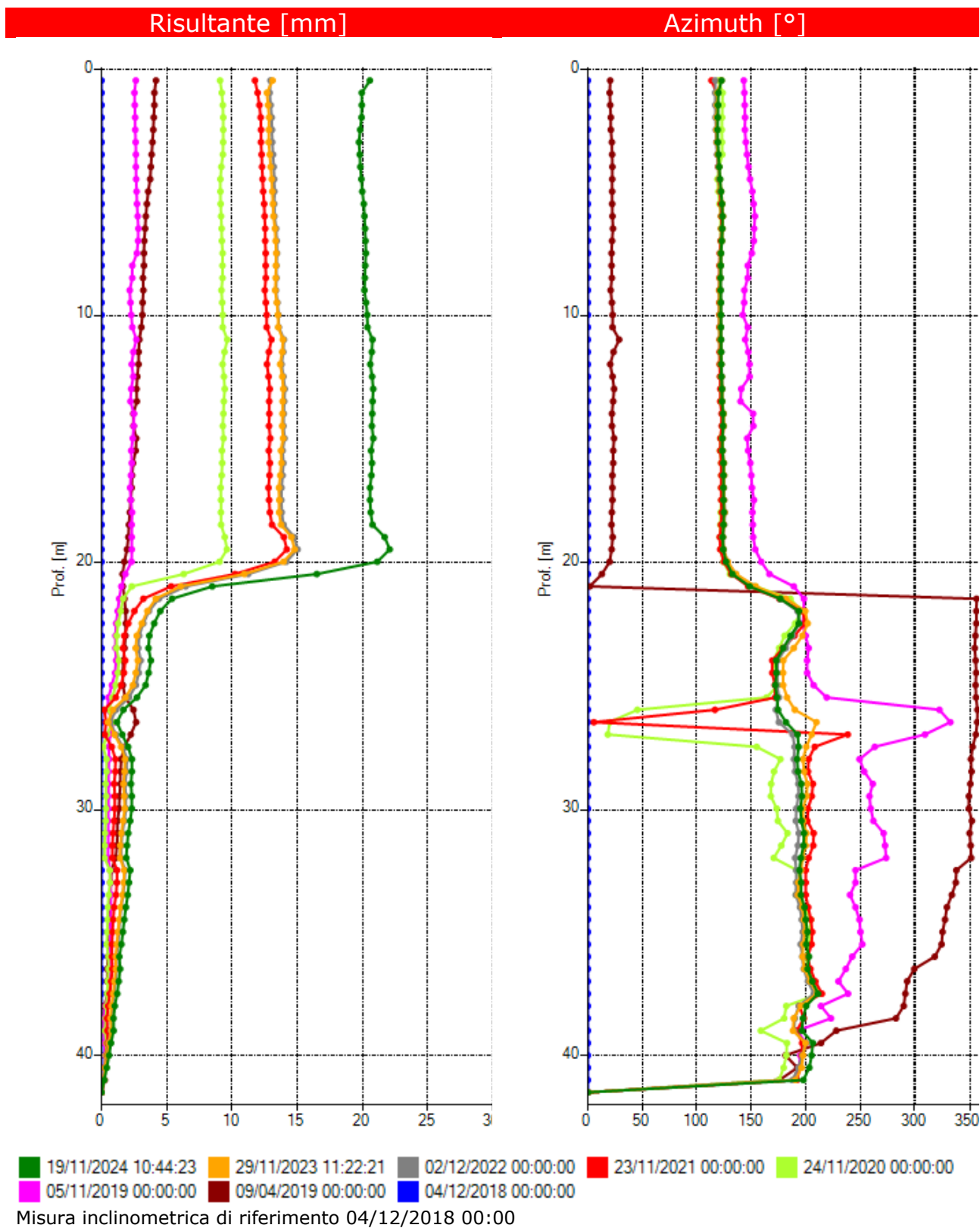


Fig. 22a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale dell'inclinometro S201

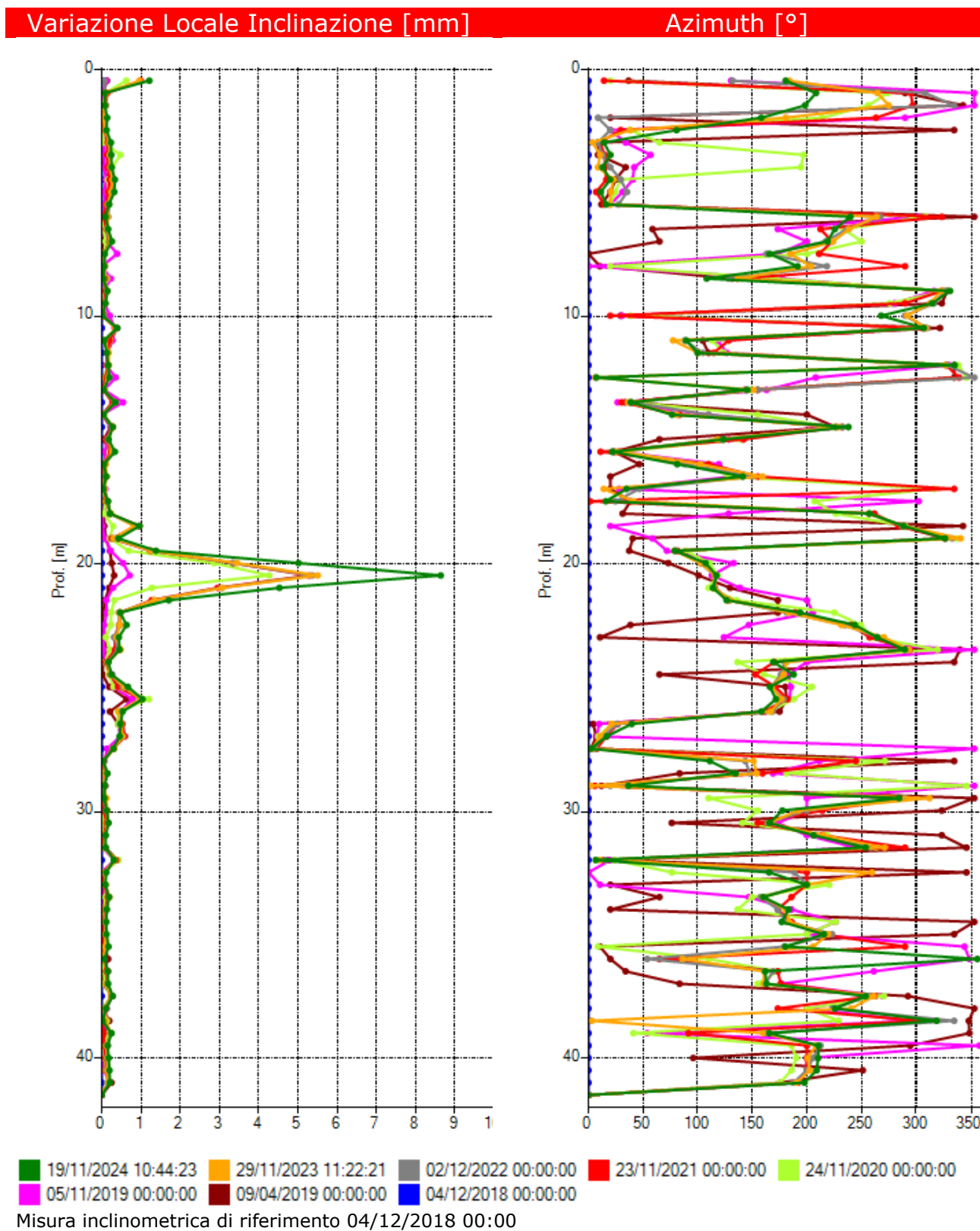


Fig. 22b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S201

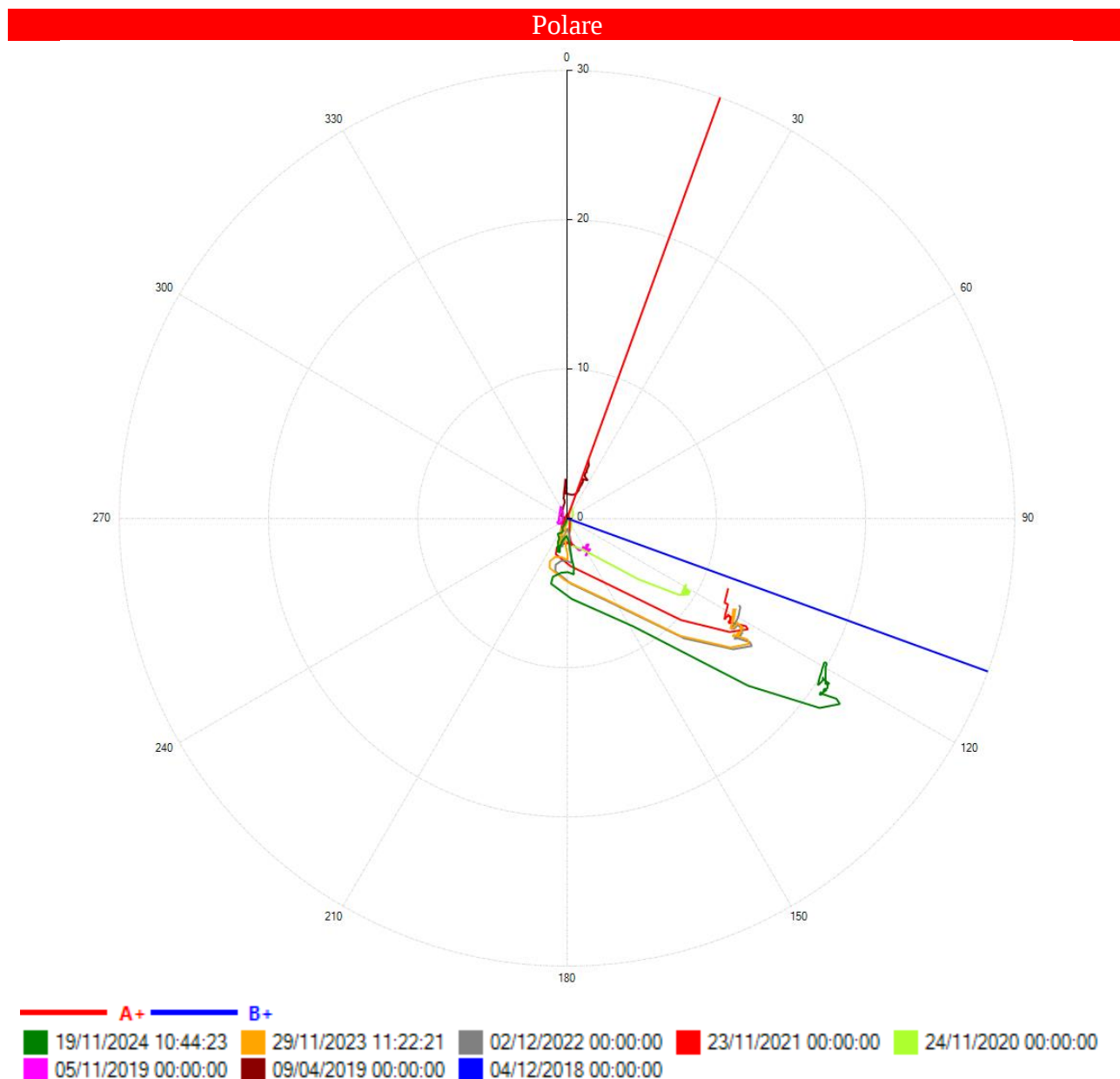


Fig. 23 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S20I

Inclinometro S21I (30 m) – parte inferiore della frana

Dall'ultima lettura è stato possibile individuare uno spostamento totale di 7,7 mm a testa tubo con un incremento di 0,45 mm dalla lettura precedente. Differenziale locale: nel grafico la lettura 2023 non evidenzia la presenza di una superficie di scivolamento ben definita. Nei primi metri da fondo foro i valori locali hanno subito una limitata variazione di entità all'interno del margine di attendibilità strumentale ($<0,1$ mm). Diagramma polare: il tracciato dalle ultime misure delinea una direzione di spostamento a N-NW (ad esclusione del tracciato del 2021). Trattandosi di spostamenti molto modesti si rimanda alle prossime letture l'interpretazione del dato odierno (Figg. 24 e 25).

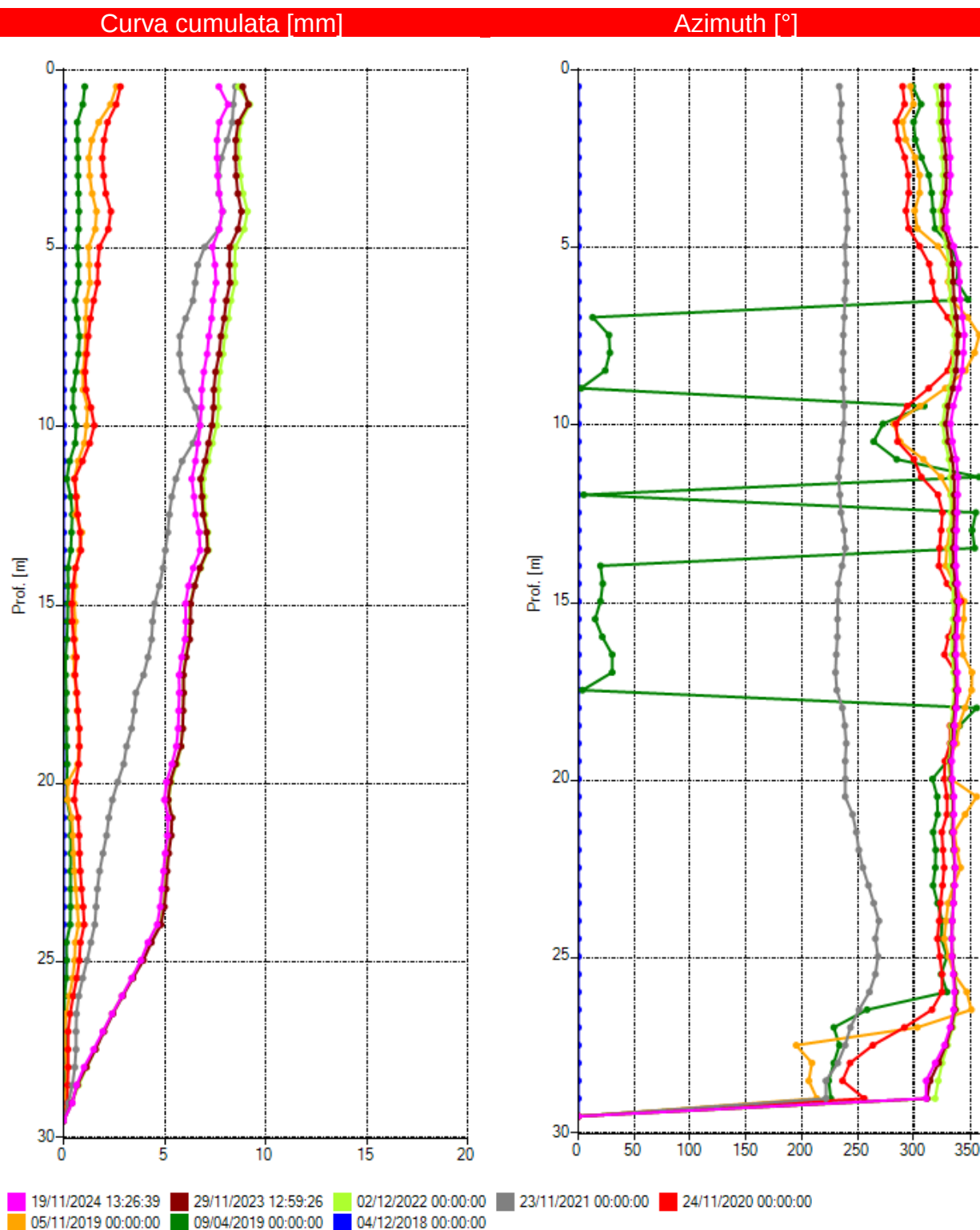


Fig. 24a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S211

Variatione Locale Inclinazione [mm]

Azimuth [°]

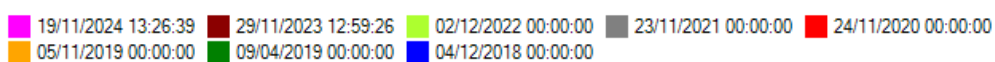
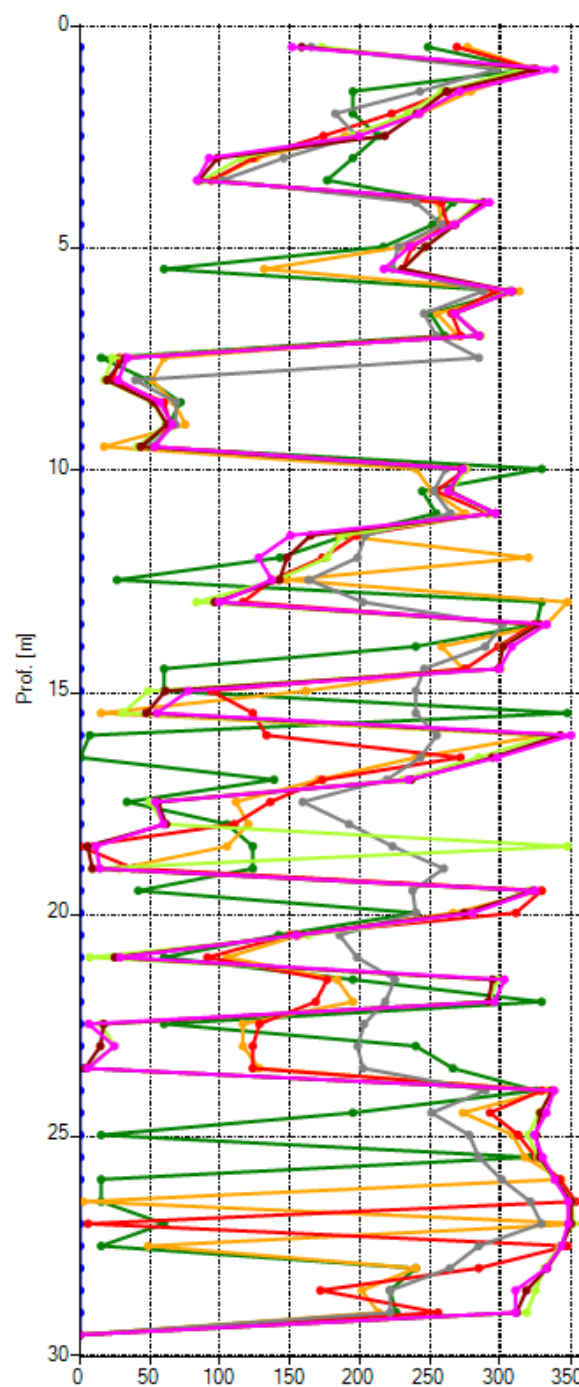
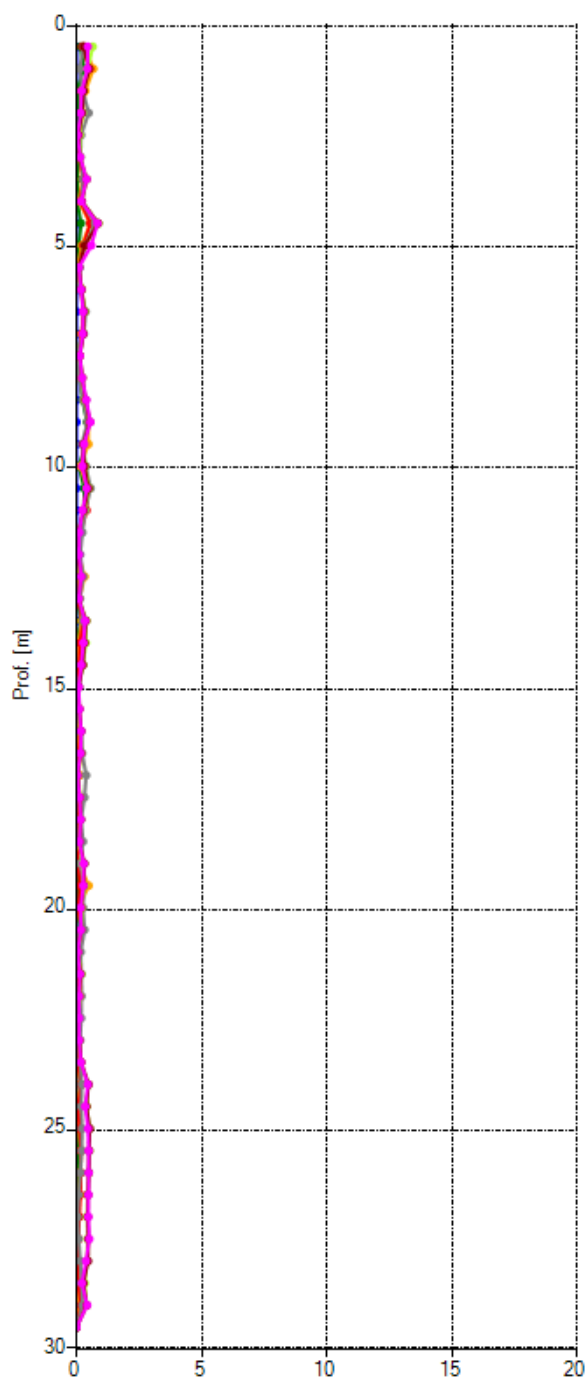


Fig. 24b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S211

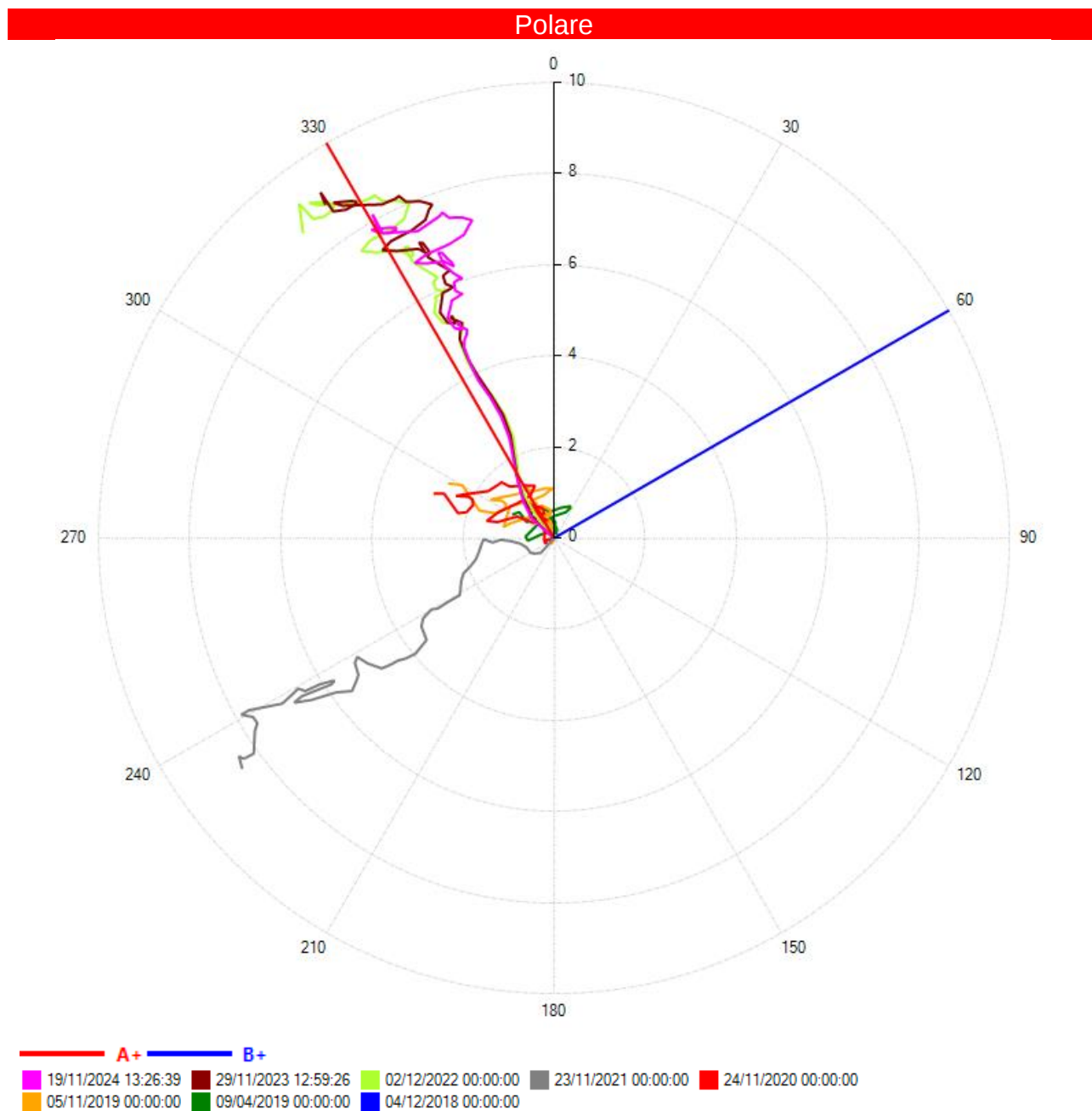


Fig. 25 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S21I

6. Conclusioni

Dall'analisi dei dati raccolti nel corso degli anni durante le diverse campagne di indagini condotte nel sito di S.Romolo è stato possibile osservare il comportamento deformativo del corpo di frana: dal confronto dei dati inclinometrici con le stratigrafie si è potuto verificare che le deformazioni avvengono in prossimità del contatto coltre-basamento roccioso e talvolta più in superficie, in corrispondenza di un livello costituito da blocchi immersi in una matrice più fine.

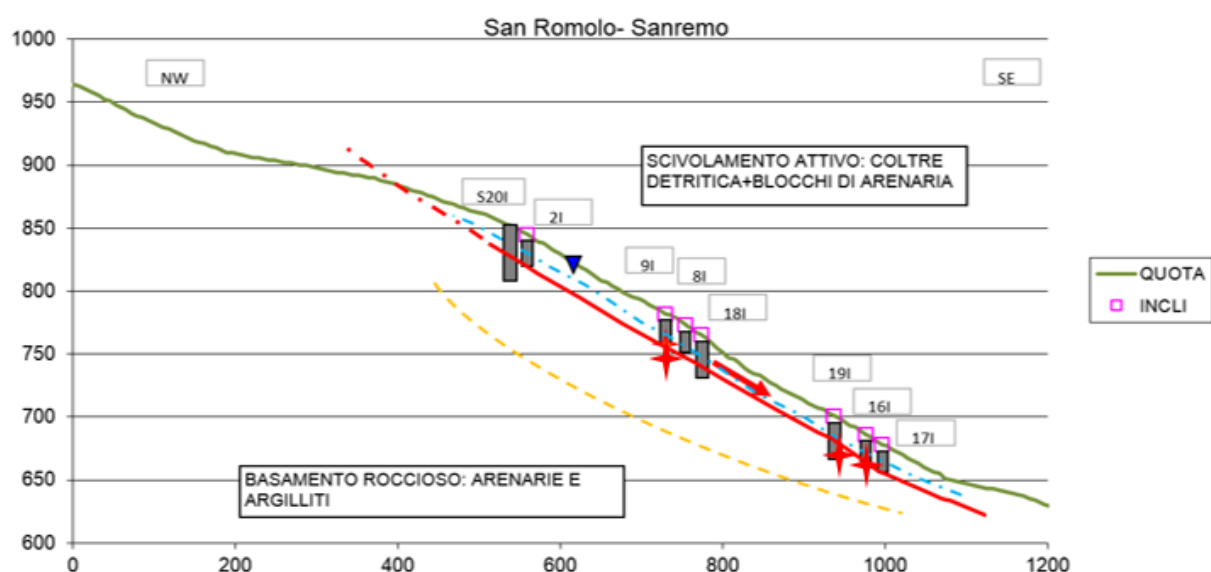


Fig.26 - Sezione della frana che interessa l'abitato di San Romolo (in giallo una ipotetica superficie della DGPV) con le installazioni presenti al 2020

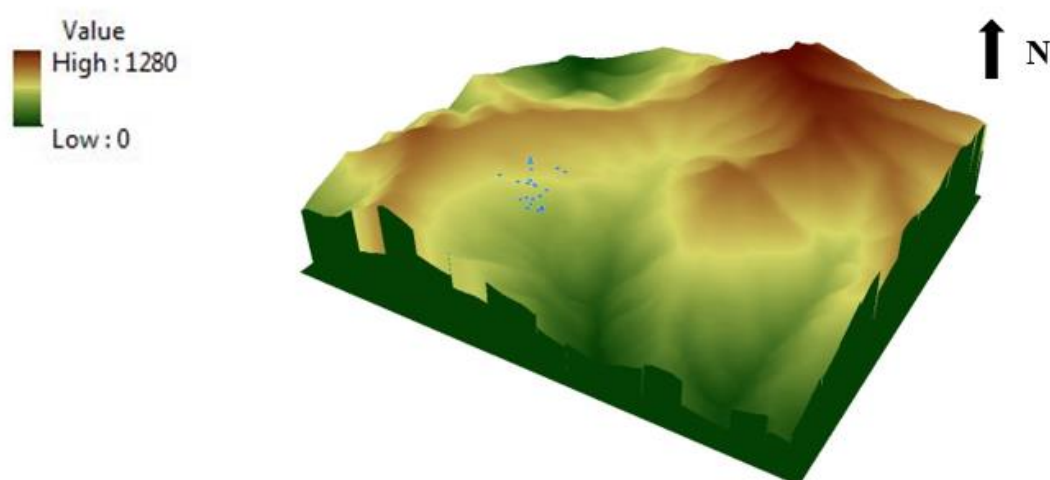


Fig.27 - DTM dell'orografia dell'area circostante il sito con particolare riferimento all'area a monte ad elevata acclività, ove risultano installati gli strumenti di misura. Si noti l'inarcamento del coronamento della DGPV.

Dall'analisi dei dati inclinometrici è stato possibile determinare come la velocità media all'interno del corpo di frana si attesti su circa 5 mm/anno. Entrando nel dettaglio delle elaborazioni derivanti dagli inclinometri nel corso degli anni, appare evidente un trend deformativo piuttosto omogeneo sul lungo periodo, ma localmente tra il 2013 e il 2014 è stato possibile constatare un incremento rilevante degli spostamenti registrati su tutti gli strumenti all'epoca in esercizio (Fig. 28).

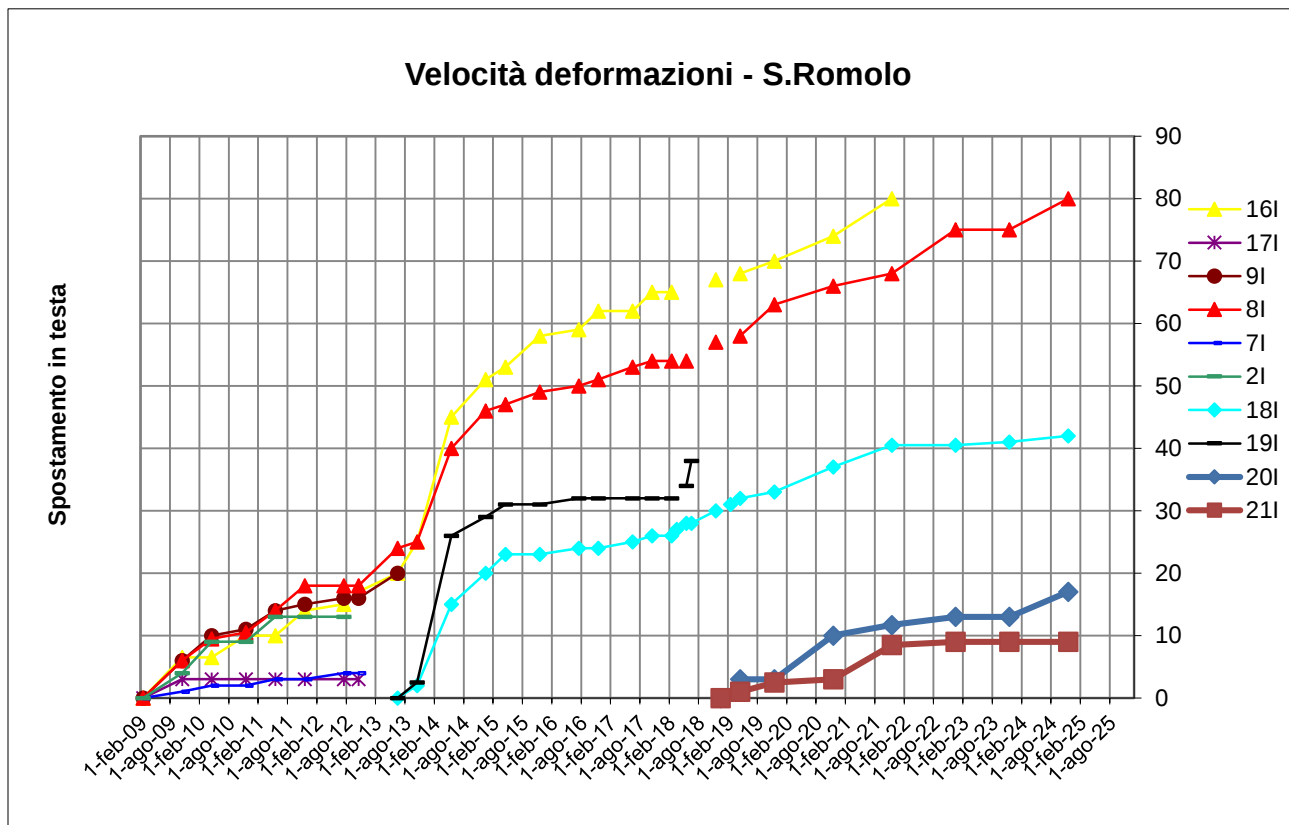


Fig. 28 -Velocità delle deformazioni nel periodo di monitoraggio in esercizio.

Dalla relazione che intercorre tra le piogge e le deformazioni inclinometriche sul differenziale integrale nel tempo, infatti, è possibile elaborare alcune considerazioni in merito alla correlazione tra le due grandezze. Tra il 2013 e il 2014 è stato registrato un regime pluviometrico particolarmente significativo in termini di cumulate mensili durante le stagioni fredde. Gli effetti delle precipitazioni sono visibili dall'elaborazione delle letture inclinometriche seguenti i quali al ridimensionamento delle cumulate di pioggia mensili hanno ripreso il trend deformativo. Nei grafici sottostanti è possibile discriminare l'andamento delle deformazioni sulle singole stazioni di misura durante il periodo di esercizio (figg. 29-30-31).

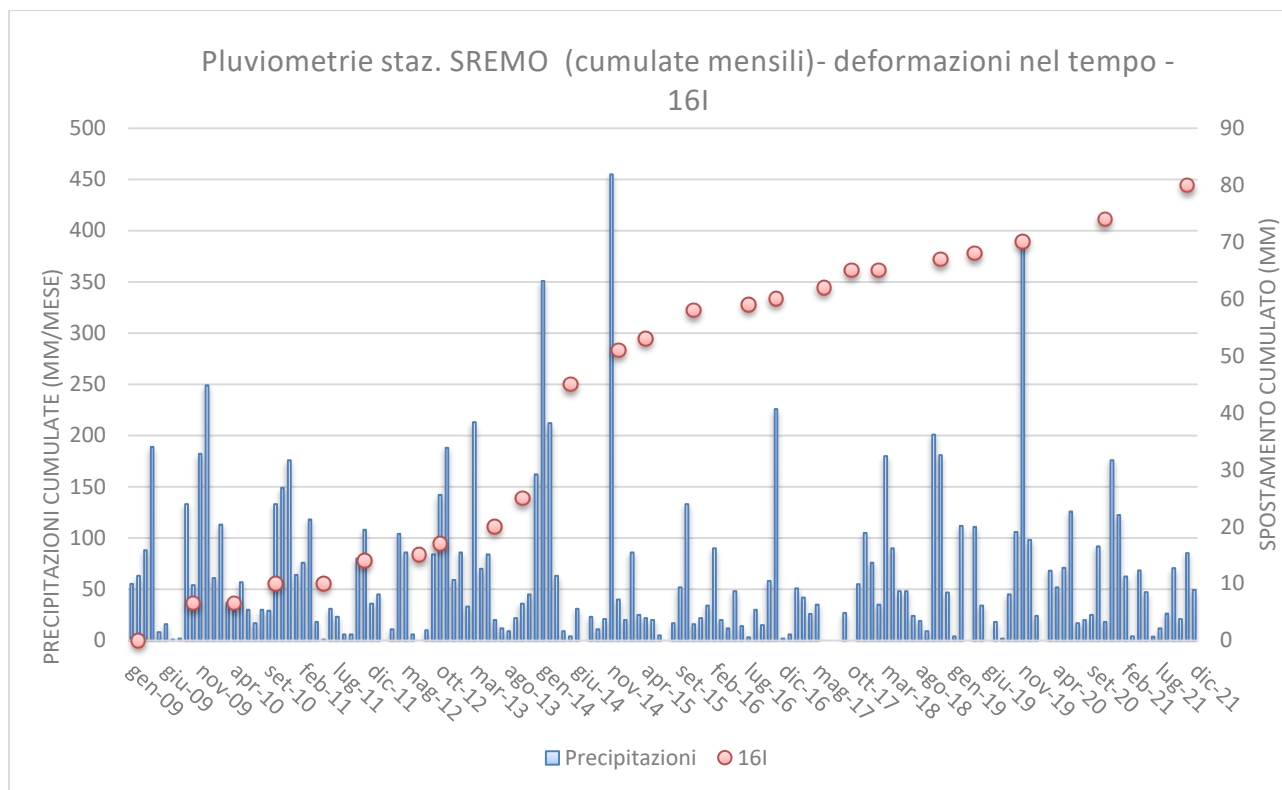


Fig. 29 – Andamento pluviometrico mensile (stazione SREMO) e letture inclinometriche 16I.

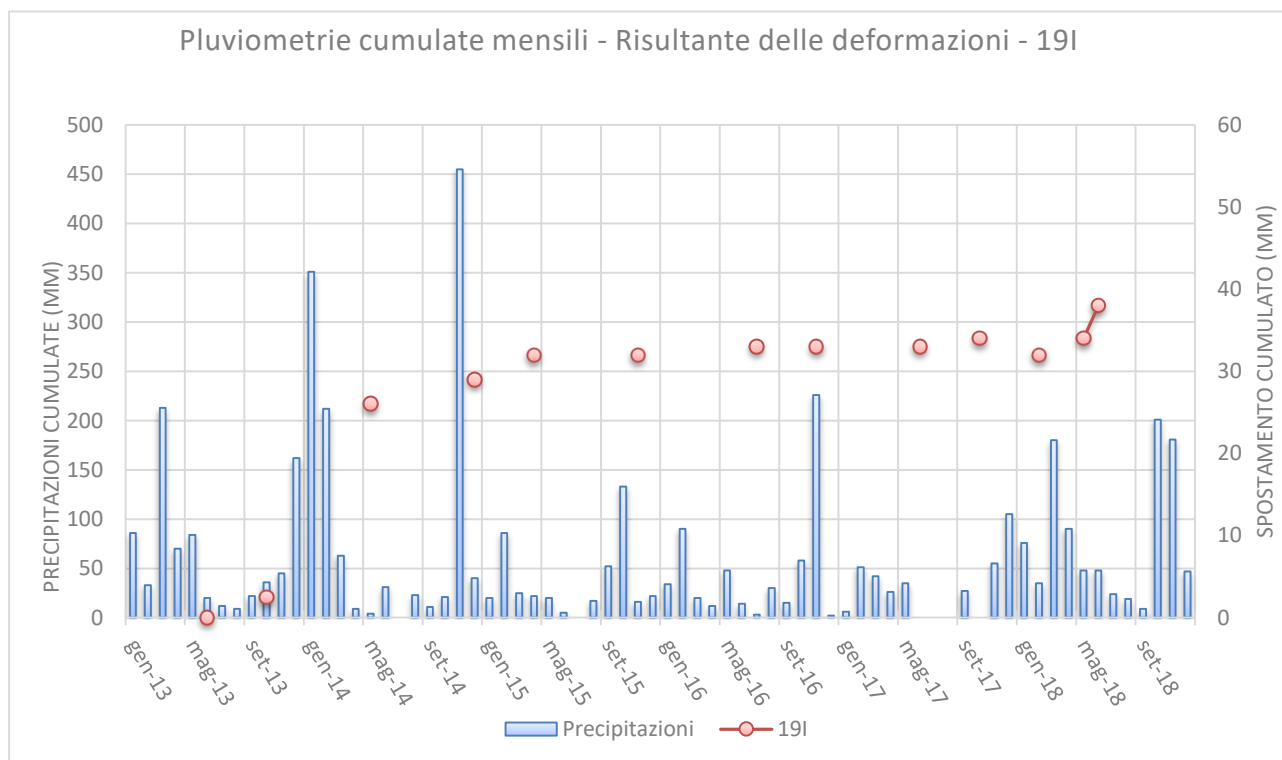


Fig. 30 – Andamento pluviometrico mensile, (stazione SREMO) e letture inclinometriche 19I.

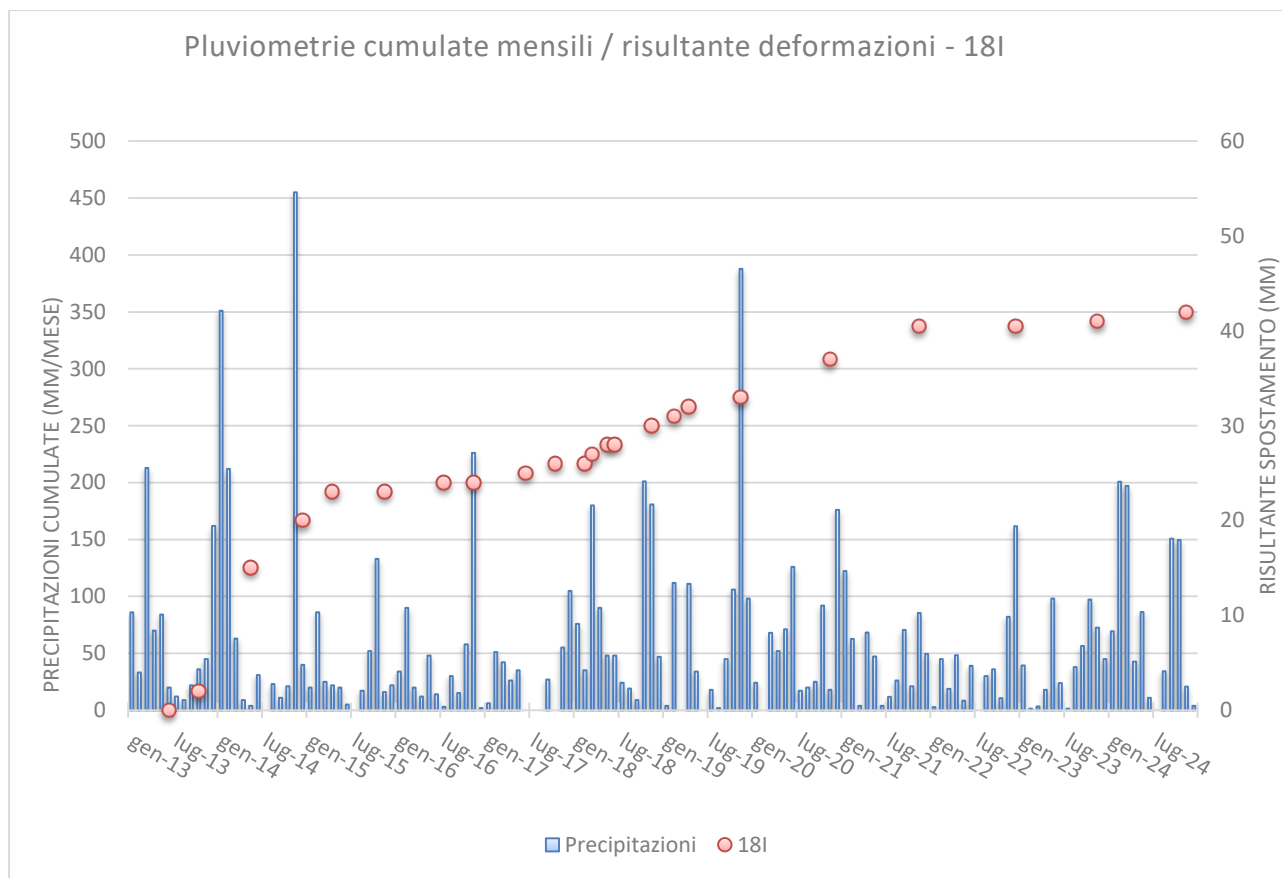


Fig. 31 – Andamento pluviometrico mensile, eventi estremi (stazione SREMO) e letture inclinometriche 18I.

Per quanto riguarda il monitoraggio della falda, le letture manuali sui piezometri nel 2019 sono state integrate con l'installazione nei piezometri S20P e S21P di sonde freatiche automatiche.

L'acquisizione dei dati in continuo ha permesso di rilevare elevate oscillazioni della soggiacenza e fornendo informazioni importanti sul comportamento di saturazione/infiltrazione e successivo drenaggio delle coltri durante tutto l'arco dell'anno. Nello specifico è stato osservato come generalmente a seguito di eventi piovosi non vi siano sempre variazioni rilevanti del livello di falda. Nel contempo la zona di valle del corpo di frana delinea un comportamento in cui la falda tende a stabilizzarsi a profondità inferiori con oscillazioni maggiori, evidenziando una maggiore reattività agli stessi eventi meteorologici, fatto maggiormente evidente da fine del 2022: tale situazione potrebbe essere imputabile ad un deflusso volumetricamente importante che giunge verso valle dai vari settori della frana, in grado far risalire la falda verso la superficie. Il drenaggio avviene con una velocità inferiore rispetto alla ricarica, che può determinare una risalita della falda in pochi giorni (Figg.32-33).

Connessa ad un sistema di DGPV, la frana di San Romolo sembra mostrare un cinematismo soggetto ad una serie di concause, dato che non emerge un unico rapporto diretto causa – effetto. L'innescò principale per questo tipo di fenomeno franoso sembra essere determinato principalmente dalla gravità, date le dimensioni della massa franosa, connessa con le scadenti qualità geomeccaniche del basamento roccioso.

L'intensità dei singoli eventi meteorici, anche estremi, non sembra produrre sempre un effetto diretto sulla frana, lasciando pensare che siano i periodi di media-forte intensità, prolungati nel tempo, ad incrementare il contenuto d'acqua del terreno e a produrre sensibili spostamenti.

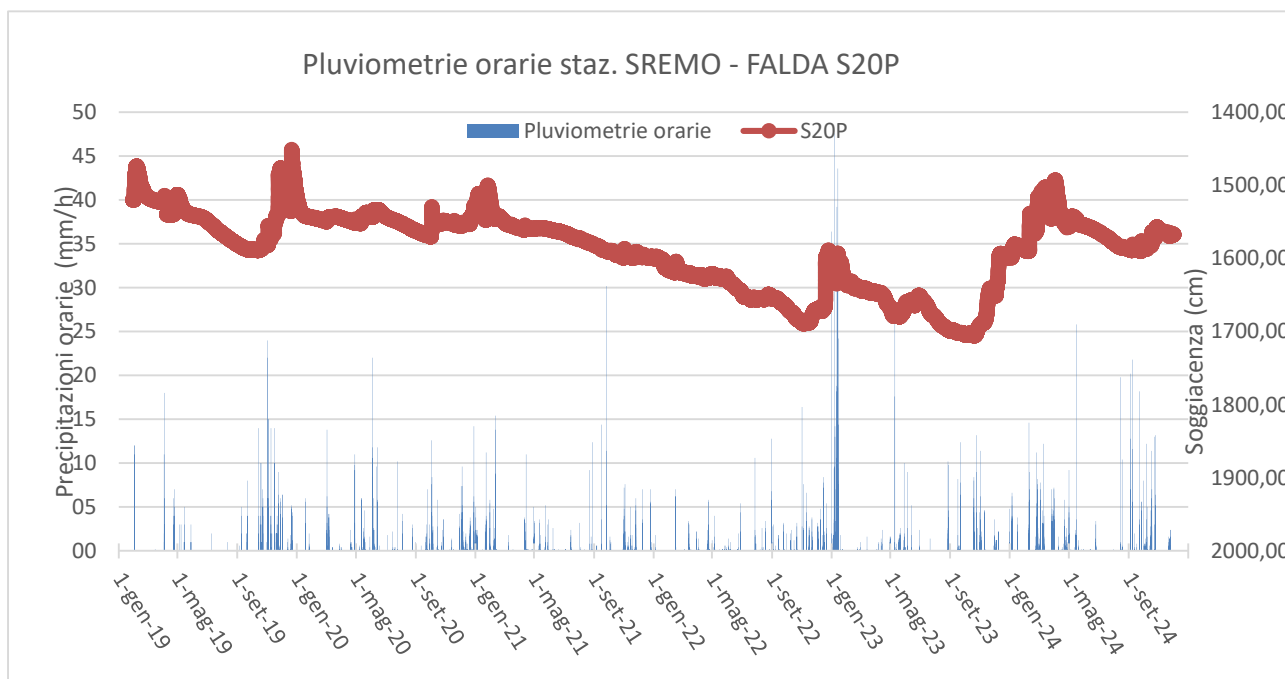


Fig. 32: Grafico della profondità della falda in S20P e delle precipitazioni orarie (stazione SREMO)

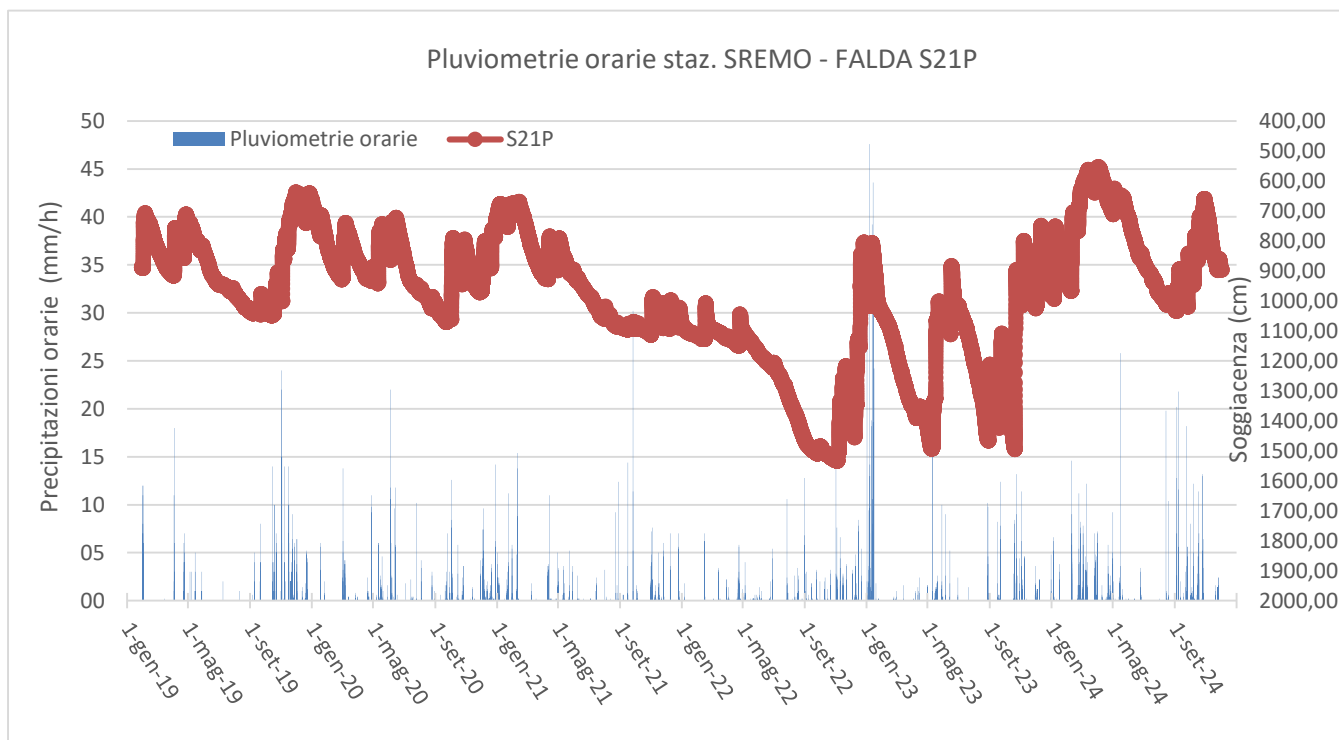


Fig. 33: Grafico della profondità della falda in S21P e delle precipitazioni orarie (stazione SREMO)