

SP011 - Carlotta-Castelnuovo Magra (SP)

1. Inquadramento del sito

Il sito di Carlotta si colloca nel Comune di Castelnuovo Magra - SP (Fig.1) in un'area dove il versante, soggetto a locali cedimenti, è interessato da alcuni movimenti che coinvolgono la coltre detritica. Sono presenti, inoltre, fenomeni di saturazione dovuti al contatto litostratigrafico tra le diverse formazioni del substrato che risultano tra loro non omogenee dal punto di vista idrogeologico.

Il corpo di frana oggetto del monitoraggio inclinometrico occupa la parte occidentale del versante su cui si sviluppa l'abitato di Castelnuovo Magra (loc. Carlotta) e dal punto di vista geologico la coltre franosa giace su un basamento composito rappresentato dalle Arenarie del M. Gottero, dagli Scisti della Val Lavagna e dalle brecce di S. Maria del Complesso di Casanova (Fig.1-2).

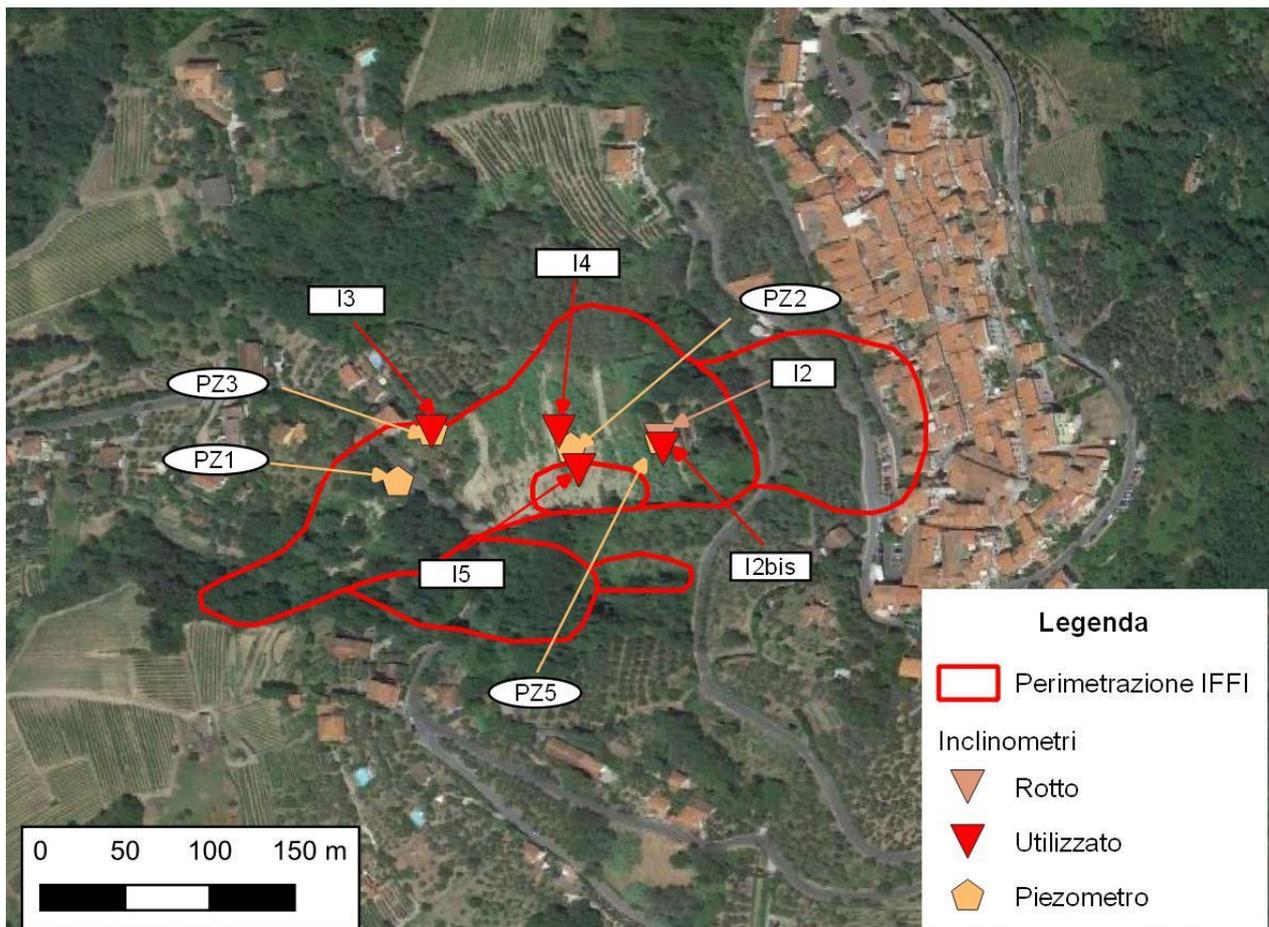


Fig. 1 – Perimetrazione di frana IFFI e punti di indagine (inclinometri e piezometri) all'interno del corpo di frana.

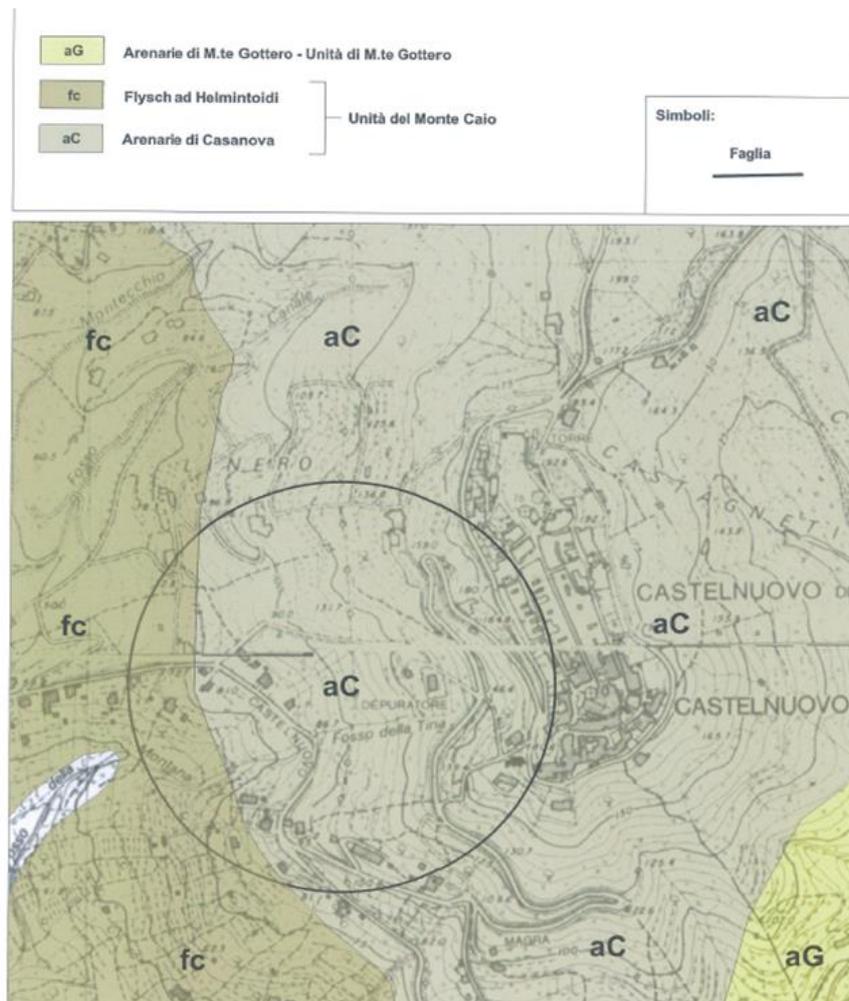


Fig. 2 – Stralcio carta geologica dell'area in esame (non in scala).

2. Campagne di indagine 2012

Su incarico del Comune di Castelnuovo Magra nel 2012 è stato redatto uno studio geologico con indagini geognostiche e relativo monitoraggio inclinometrico condotto per i primi due anni dal Dott. Morachioli per definire le caratteristiche del dissesto e lo stato di attività della frana (*“Relazione geologica finale inerente i sondaggi geognostici e relativo monitoraggio della pendice in frana Loc. Carlotta-Centro Storico di Castelnuovo Magra (SP), maggio 2012”*).

Nel corso dell'anno 2013 sono stati presi in carico da parte di ARPAL gli inclinometri I2, I3 e I4 oggetto del monitoraggio dal 2010. Nel corso del 2014 non essendo pervenuta risposta da parte del Comune alle richieste di ARPAL per rendere idoneo il sito al monitoraggio mediante opere di pulizia e falciatura del manto vegetativo e per poter accedere al sito, non sono state seguite misure nel 2014, 2015 e 2016. Le letture sono riprese nel 2017 per I3 e I4, mentre I2 non risultava più utilizzabile.

3. Campagne di indagine 2017

Nel 2017, in sostituzione di I2 è stato installato un nuovo inclinometro *I2 bis* nella stessa zona mentre nella zona mediana è stato messo in opera l'inclinometro I5. Per le nuove installazioni sono stati effettuati due cicli di letture (aprile e dicembre 2018), ma nella campagna di dicembre, non sono state seguite misure dell'inclinometro I5 a causa della fitta vegetazione. Nel corso del 2019 e 2020 non sono state eseguite letture sul sito nonostante le richieste di ARPAL per rendere accessibile il versante. Il monitoraggio è stato ripristinato nel corso del 2021, ad eccezione della lettura dell'inclinometro I5 poiché in posizione del versante in cui non è stata effettuata pulizia da parte del proprietario. Tale situazione si è ripetuta anche nell'anno 2022 in cui non è stato possibile effettuare la misura.

Per quanto riguarda la classificazione dell'Inventario dei fenomeni franosi (Progetto IFFI-Idrogeo) si propone di seguito la perimetrazione della zona soggetta a movimenti a valle dell'abitato (Fig.2).

Inclinometri : I2 (ex), I3, I4, I2bis e I5

Tipo	Complesso
Stato	Quiescente generico
Identificativo	0111092301
Area [mq]	23863

4. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio non attivo)

Inclinometro I2 (19 m) – parte alta della frana

La tubazione è stata rinvenuta nel maggio 2017 ostruita e pertanto inutilizzabile. Dopo la prima lettura di esercizio del 2013 si era evidenziato un piano di taglio alla profondità di 4 m con spostamento pari a 4 mm nel periodo maggio 2013 - novembre 2013.

Considerando che il monitoraggio era stato eseguito nel periodo estivo, generalmente associato ad una assenza di movimento, la prima lettura di esercizio eseguita 6 mesi dopo la lettura di zero aveva già dato indicazioni circa la presenza del piano di taglio a 4 m di profondità ed uno spostamento pari a 5 mm. Dalle letture pregresse infatti si era individuata una zona che mostrava una deformazione in atto pari a 37 mm in circa 3 anni di tempo: questo sembra essere in accordo valutando l'elaborazione differenziale integrale che l'elaborazione differenziale locale con una direzione azimutale verso ovest (Figg.3 e 4).

I dati inclinometrici acquisiti nel corso del 2013 hanno fatto osservare uno sviluppo del piano di taglio in I2 a 4 m di profondità (4 mm di spostamento) confermando quanto rilevato nel passato: nel maggio del 2017 a questa profondità si è riscontrata la rottura del tubo inclinometrico.

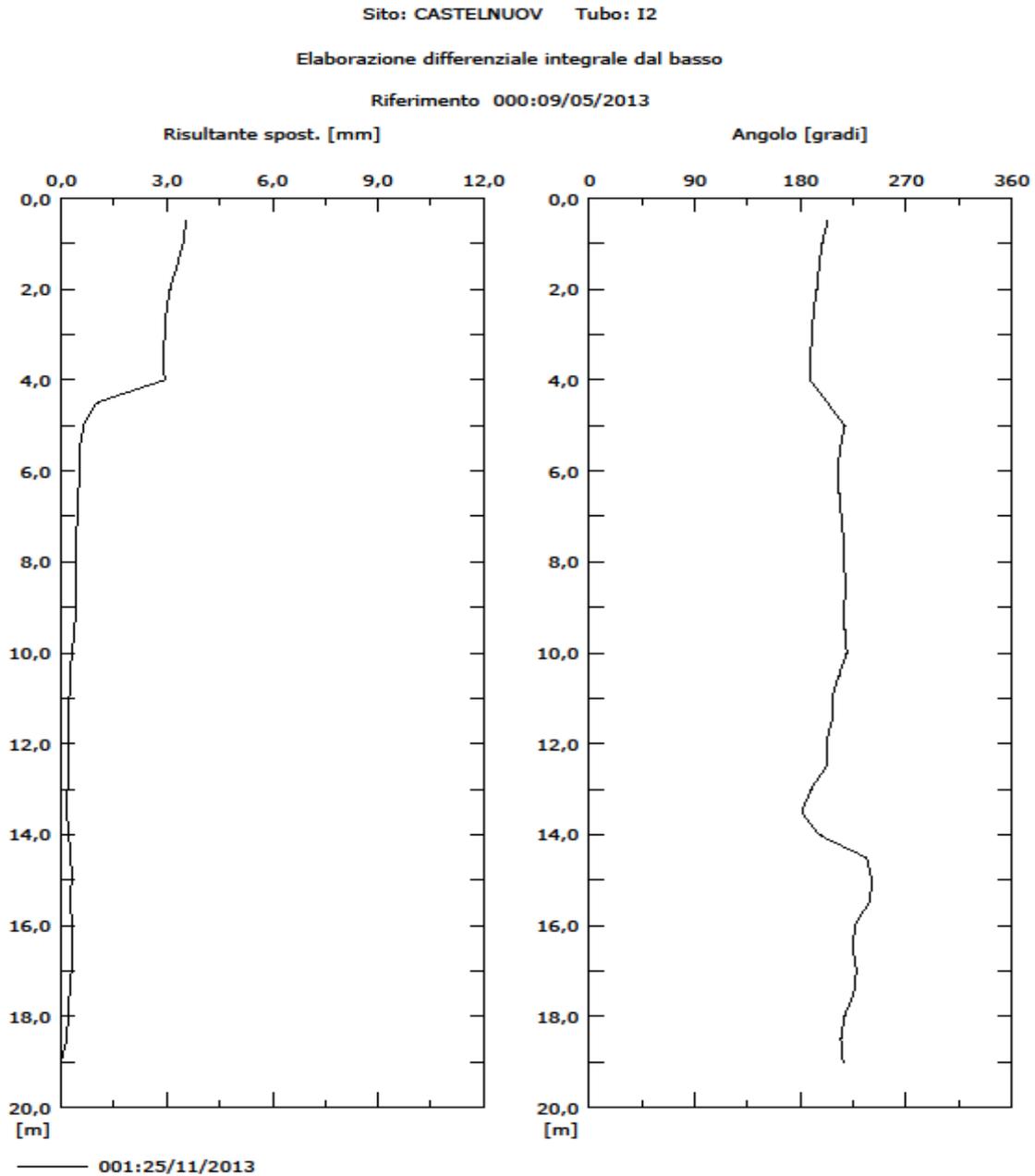


Fig. 3a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro I2

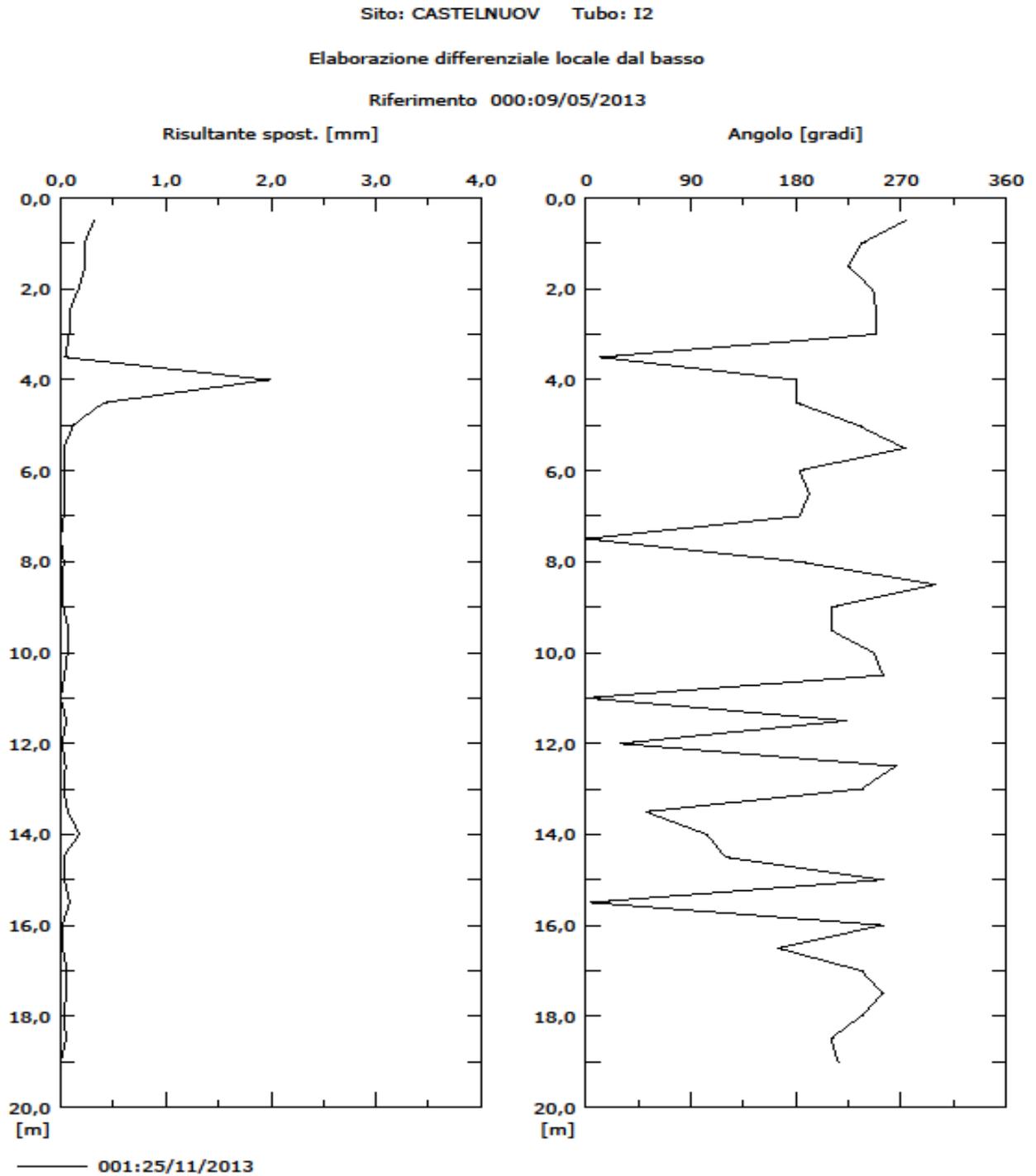


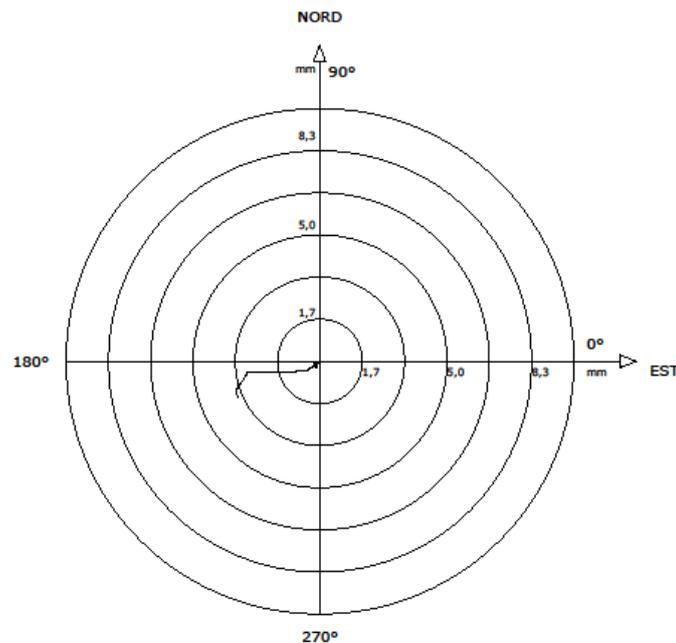
fig. 3b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro I2

Sito: CASTELNUOV Tubo: 12

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:09/05/2013

Diagramma polare della deviazione



001:25/11/2013

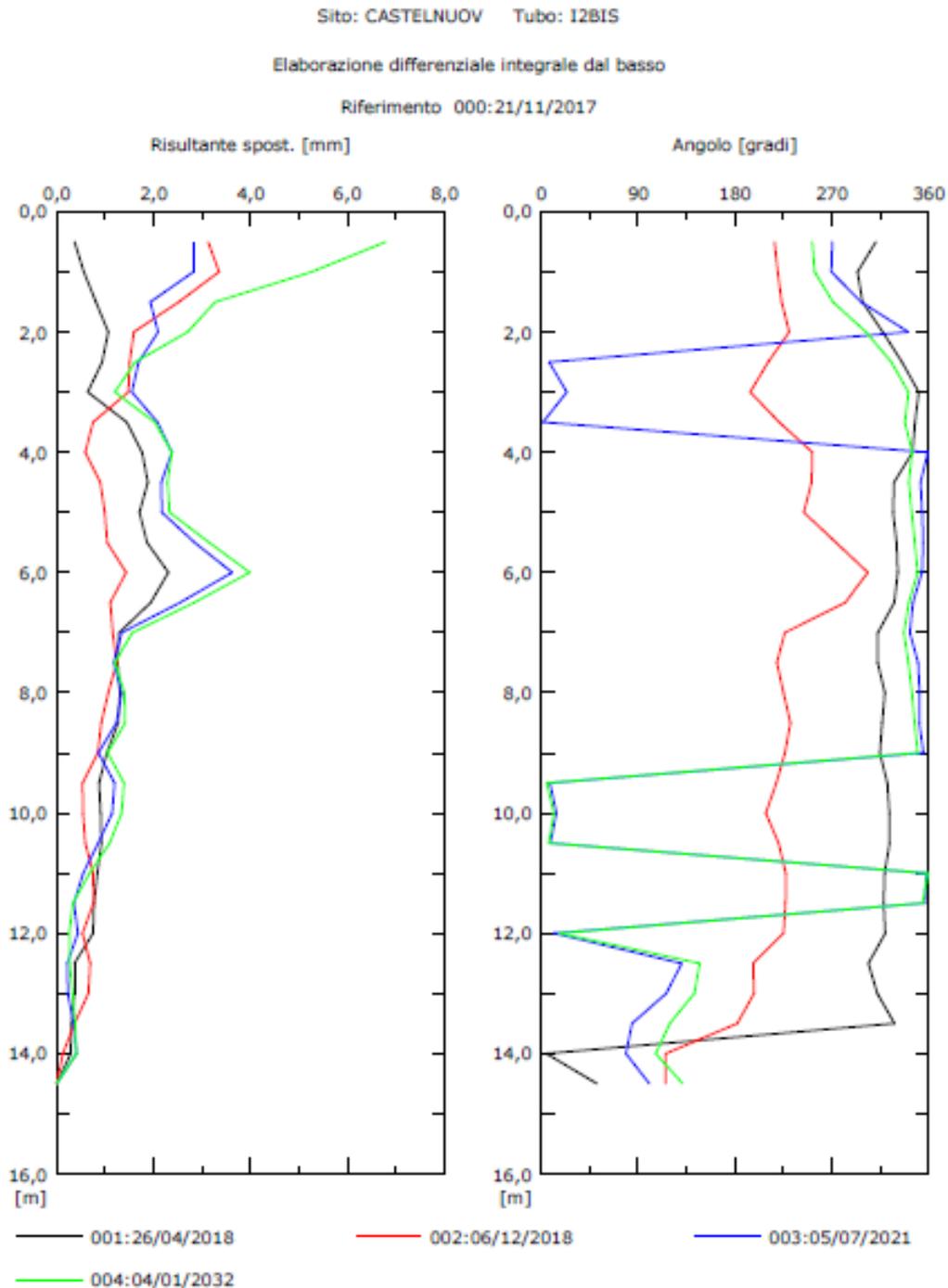
ARPAL

Fig. 4 -Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro I2

Inclinometro I2bis (14.5 m) – parte mediana della frana

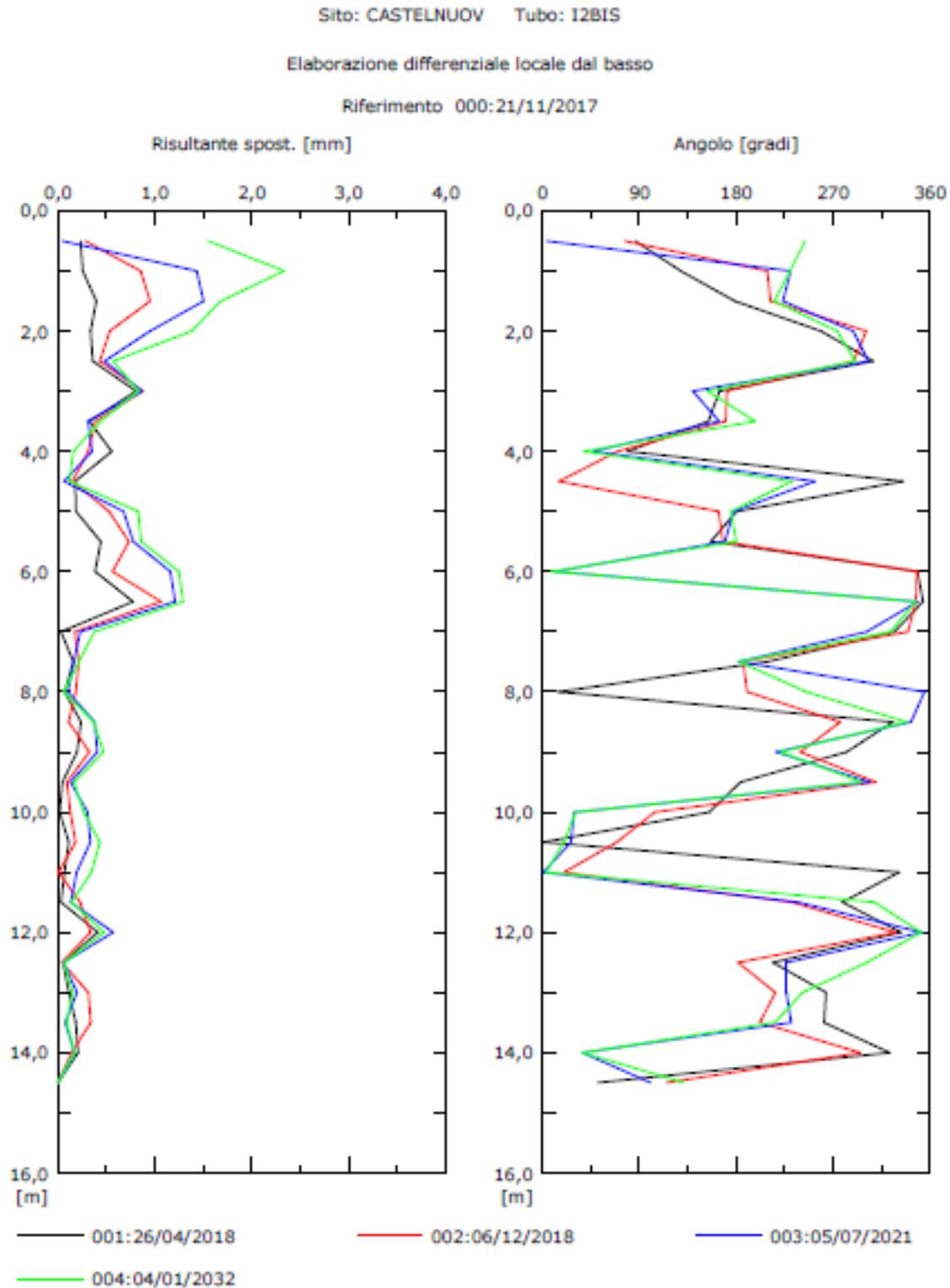
Durante la campagna di letture del 2023 la tubazione è stata rinvenuta ostruita e pertanto inutilizzabile. Si riporta pertanto l'ultima lettura effettuata nell'anno 2022, dove nell'elaborazione sul differenziale integrale, rispetto alla lettura 2021, è stato riscontrato un incremento degli spostamenti, pari a circa 4 mm, in corrispondenza della fascia di terreno più superficiale (fino a circa 3 m da p.c.) con risultante prossima ai 7 mm. Il differenziale locale conferma un'evoluzione delle deformazioni più marcata nei primi metri da piano campagna. Dal diagramma polare la direzione di movimento osservata indica una componente SSW in accordo con le precedenti misure. Tuttavia, stante la

scarsità dei dati ad oggi disponibili, sarà necessario effettuare ulteriori letture per chiarire la presenza o meno di un cinematismo e le sue caratteristiche (Figg. 5-6).



ARPAL

Fig. 5a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale e locale dell'inclinometro I2bis. Nel grafico i valori per l'anno 2022 sono riportati con data errata corrispondente al 2032.



ARPAL

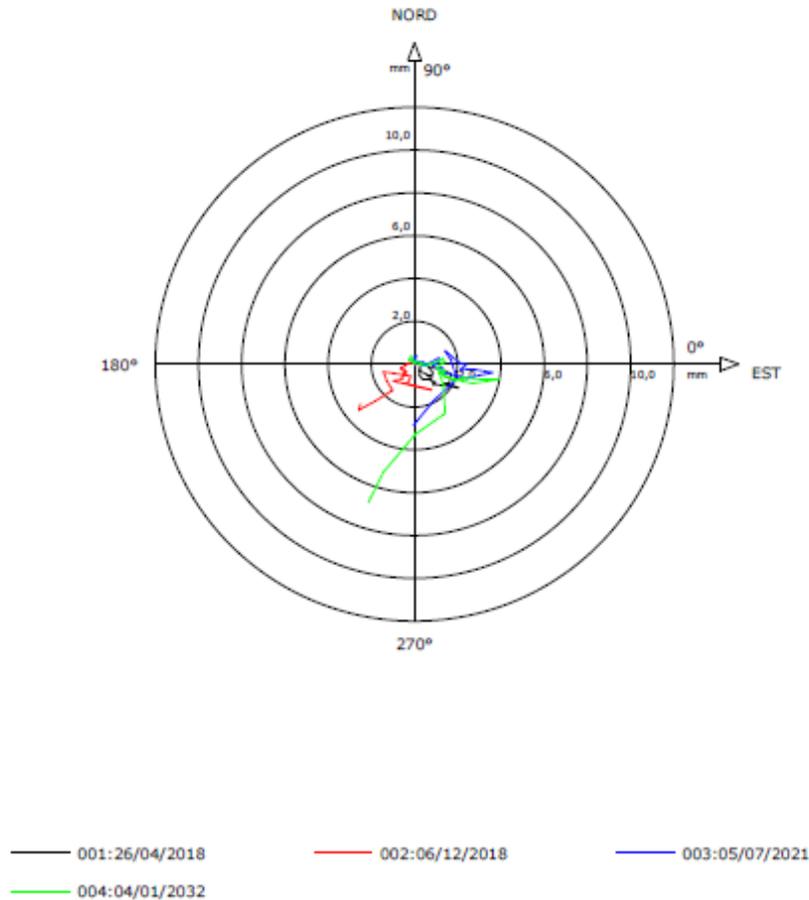
Fig. 5b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale e locale dell'inclinometro I2bis. Nel grafico i valori per l'anno 2022 sono riportati con data errata corrispondente al 2032.

Sito: CASTELNUOV Tubo: I2BIS

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:21/11/2017

Diagramma polare della deviazione



ARPAL

Fig. 6 - Grafico relativo diagramma polare della deviazione dell'inclinometro I2bis. Nel grafico i valori per l'anno 2022 sono riportati con data errata corrispondente al 2032.

Inclinometro I5 (14.5 m) – parte mediana della frana

Così come avvenuto dal 2019, ad oggi la stazione inclinometrica non risulta accessibile a causa della vegetazione. L'unica misura a disposizione (2018), indica la presenza di un piano di taglio a una profondità compresa fra -4 e -5 m, con spostamenti in testa tubo di circa 30 mm, con un picco locale di quasi 10 mm (Figg.7-8).

Il diagramma polare segnala una direzione di movimento orientata a SW (e dunque coerente con quella che è segnalata dagli altri tubi inclinometrici). Tuttavia, per definire in maniera più precisa il cinematismo e le sue caratteristiche, saranno necessarie ulteriori misure.

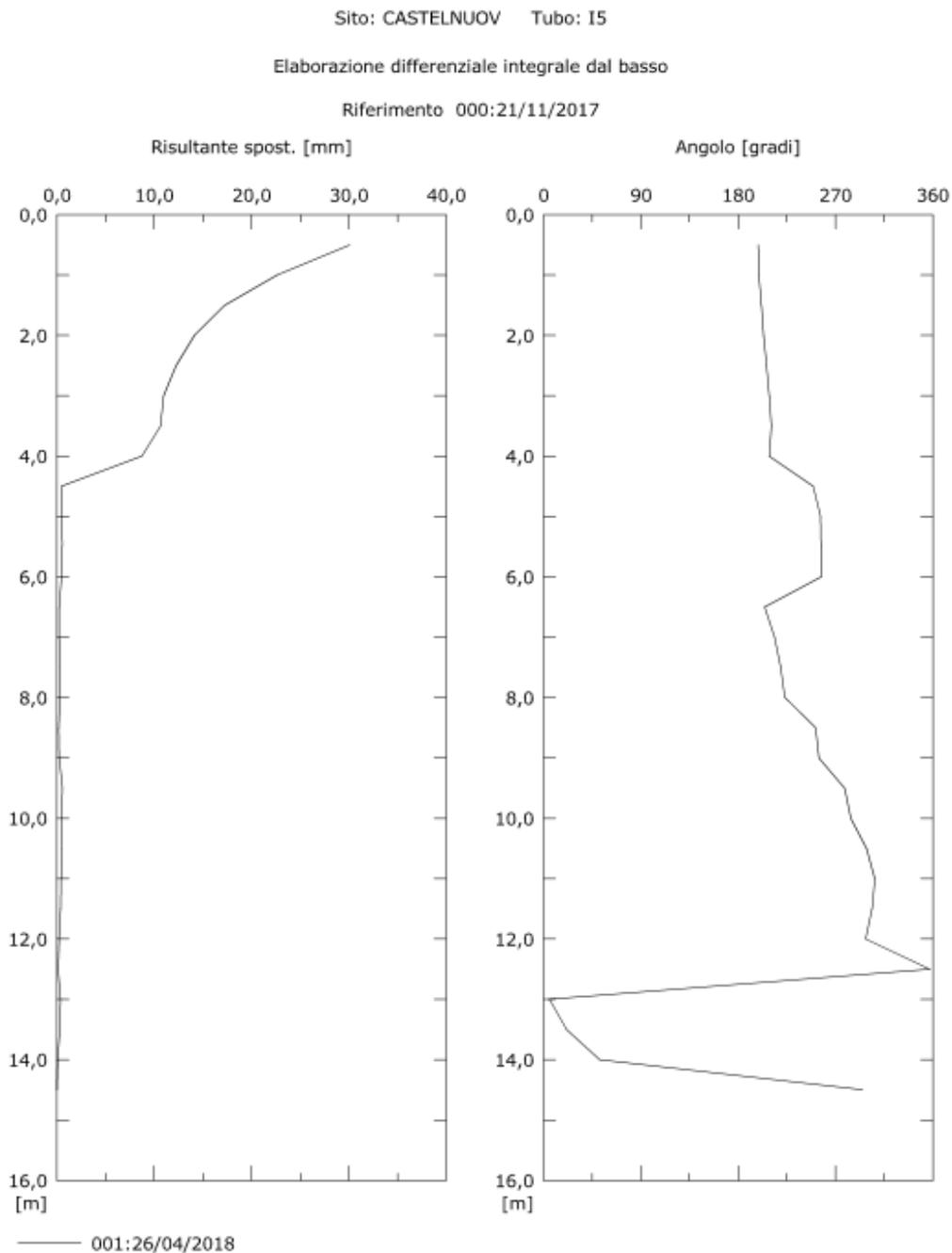
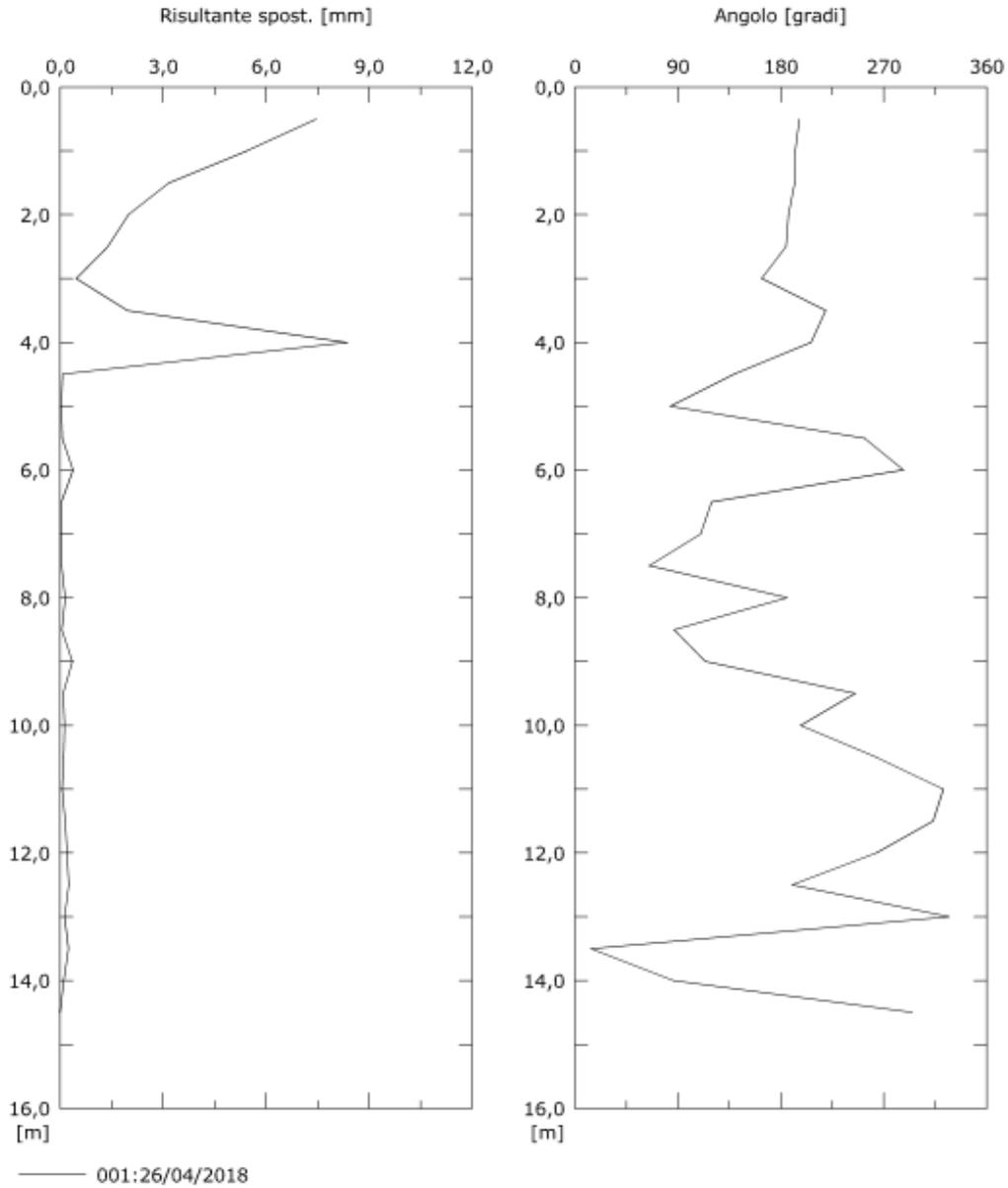


Fig. 7a - Grafici relativi all'elaborazione assoluta dell'inclinometro I5 (2018).

Sito: CASTELNUOV Tubo: I5

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:21/11/2017



ARPAL

Fig. 7b - Grafici relativi all'elaborazione assoluta dell'inclinometro I5 (2018).

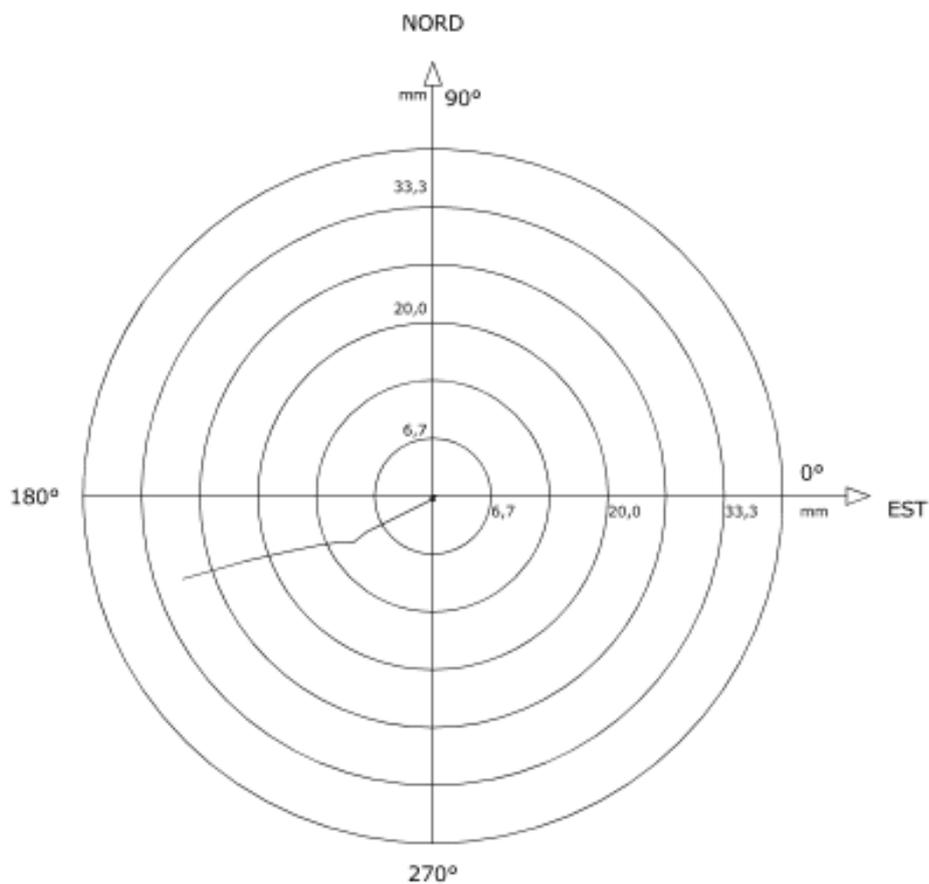


Fig. 8 -Grafico relativo al diagramma polare della deviazione dell'inclinometro I5 (2018).

5. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio attivo)

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

Data	Attività	Strumentazione	Sistema di misura
16/07/2024	lettura di esercizio sulle guide A1/A3	Inclinometri I3 e I4	Sonda servoaccelerometrica biax. S222643
16/07/2024	Lettura piezometrica	Piezometro PZ3	Freatimetro manuale

Tab.1 – Misure effettuate nel sito di Carlotta

Inclinometro I3 (17.5 m) – parte inferiore della frana

Le letture effettuate nel 2024 non hanno evidenziato alcun incremento sul differenziale integrale rispetto alla lettura 2023. Ad oggi gli spostamenti risultano trascurabili. Sul differenziale locale non emerge alcun indicazione riguardo la presenza di superfici di scivolamento nel tratto investigato (17,5 m da p.c.) coerentemente con quanto riportato dall'elaborazione differenziale integrale. Nel diagramma polare la direzione della traccia osservata indica l'assenza di una componente preferenziale del movimento confermando quanto riportato sopra (Figg.9-10).

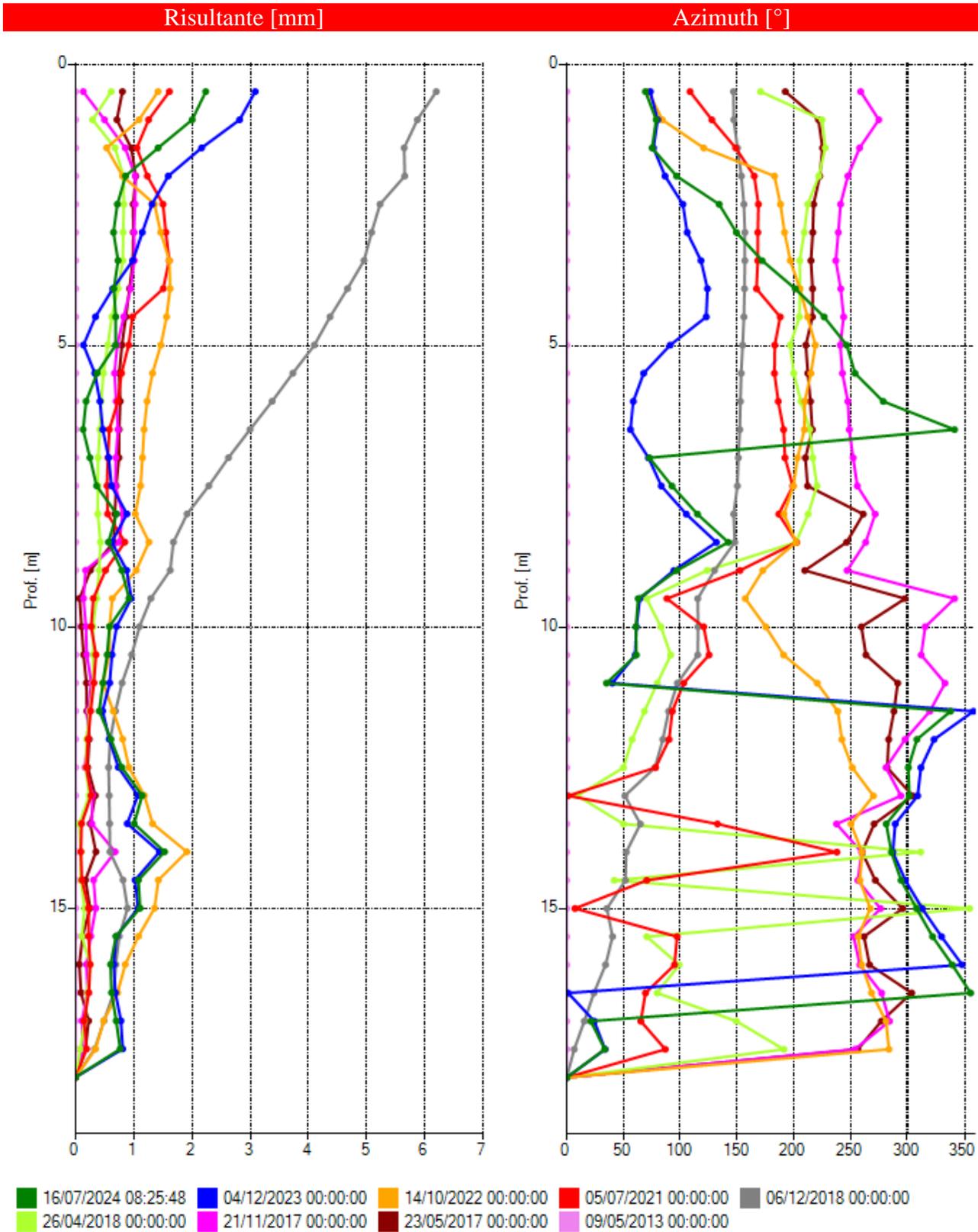


Fig. 9a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti dell'inclinometro I3. Si segnala che la lettura di dicembre 2018 non viene considerata attendibile.

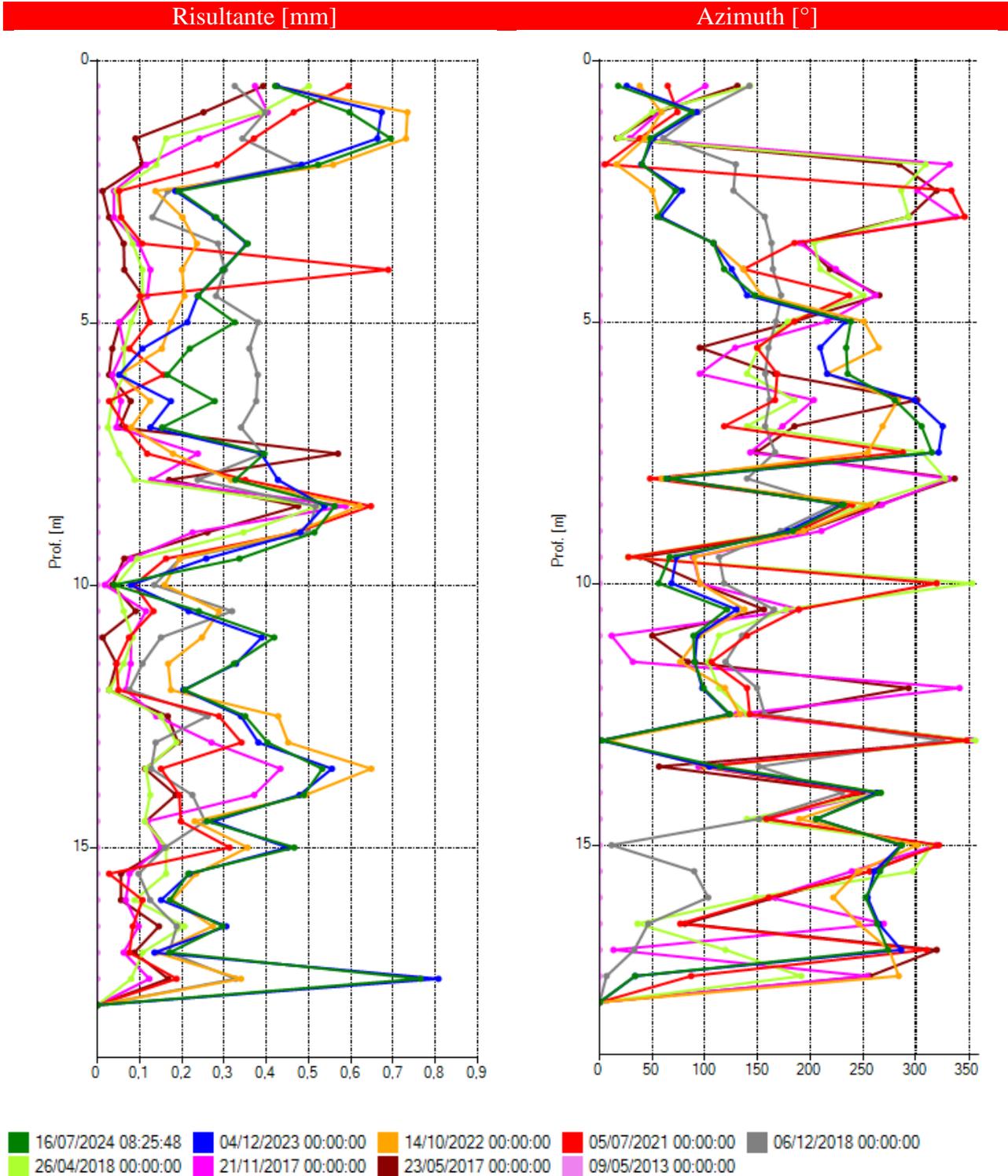


Fig. 9b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale locale degli spostamenti dell'inclinometro I3. Si segnala che la lettura di dicembre 2018 non viene considerata attendibile.

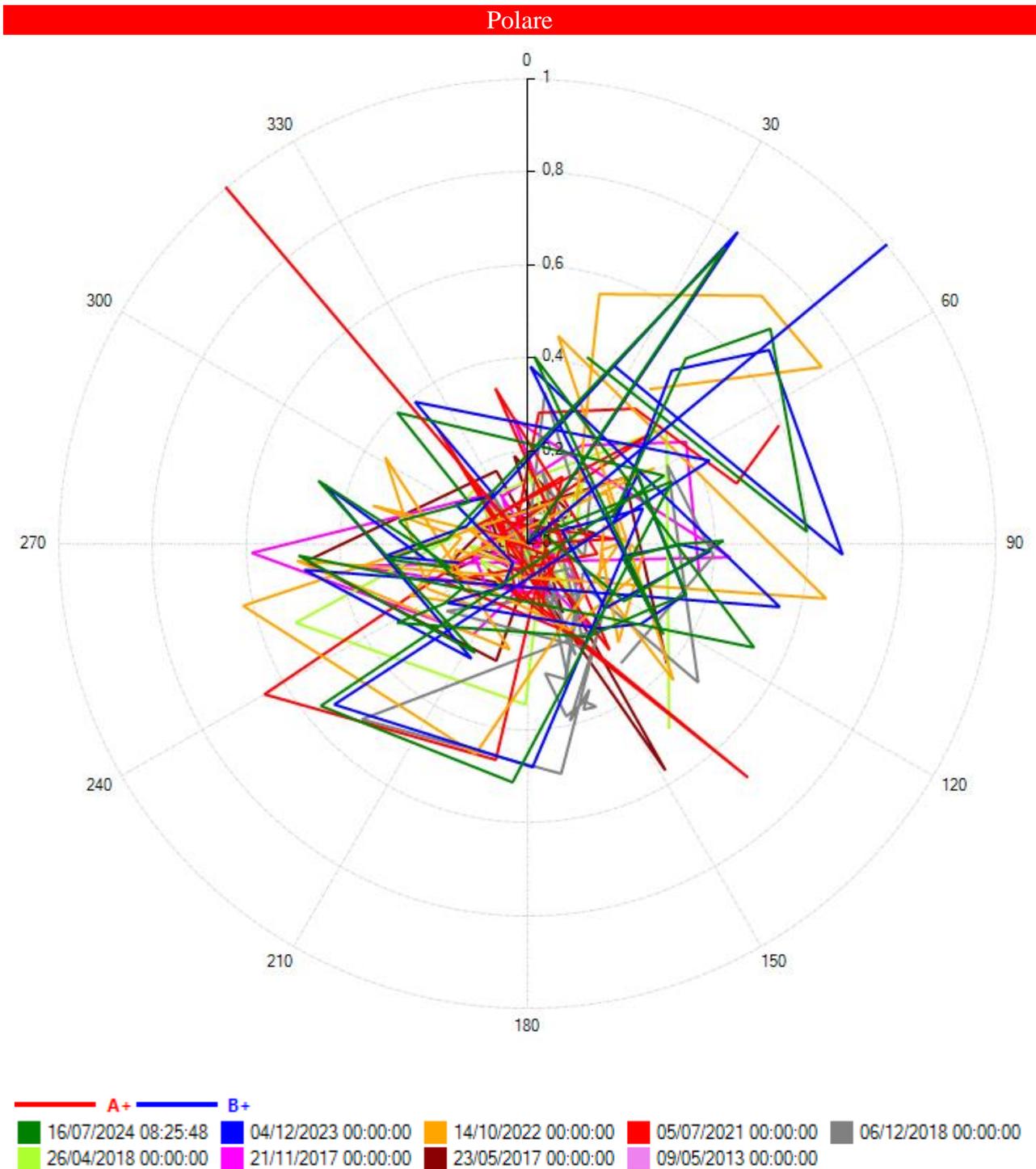


Fig. 10 - Grafico relativo al diagramma polare della deviazione dell'inclinometro I3. Si segnala che la lettura di dicembre 2018 non viene considerata attendibile.

Inclinometro I4 (29.5 m) – parte alta della frana

Nella lettura 2024 non si registrano incrementi rispetto al valore precedente (valore calcolato <1mm, al di sotto della sensibilità della sonda): il totale degli spostamenti a partire dal 2013 è pari a poco meno di 5 mm. Tra 12 e 13 metri da p.c. la cumulata mostra un incremento di circa 1 mm che viene “riassorbito” nel tratto superiore: trattandosi anche in questo caso di valori esigui il significato fisico di questa misura non è immediatamente comprensibile, sarà quindi da rivalutare con le letture successive.

Lo spostamento locale massimo è registrato alla profondità di 13 m per un totale di poco più di 1 mm, anche qui sostanzialmente immutato rispetto alla lettura 2023. La direzione di spostamento è di 210° N, coerentemente con l'esposizione del versante (Figg11-12).

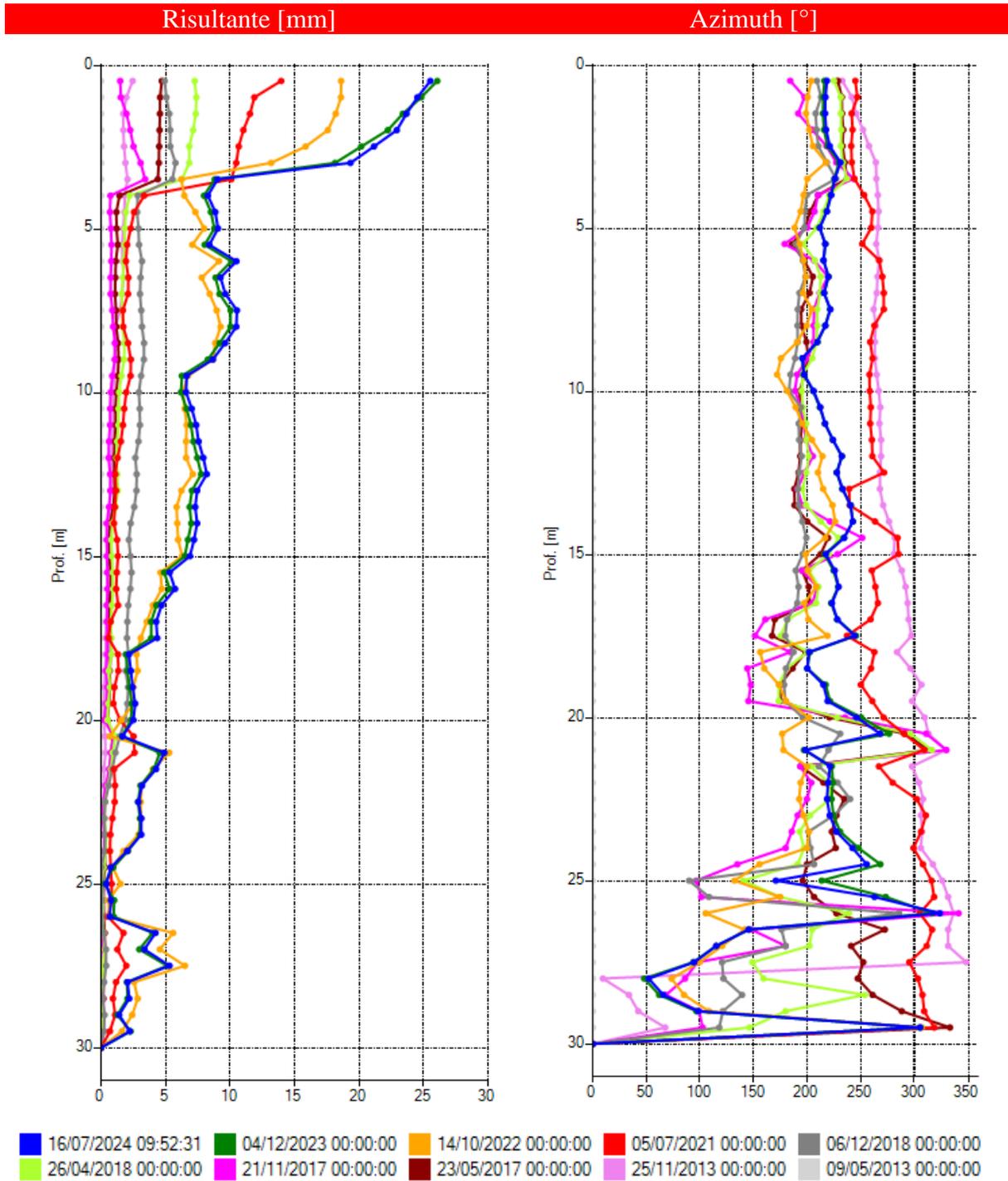


Fig.11a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro I4.

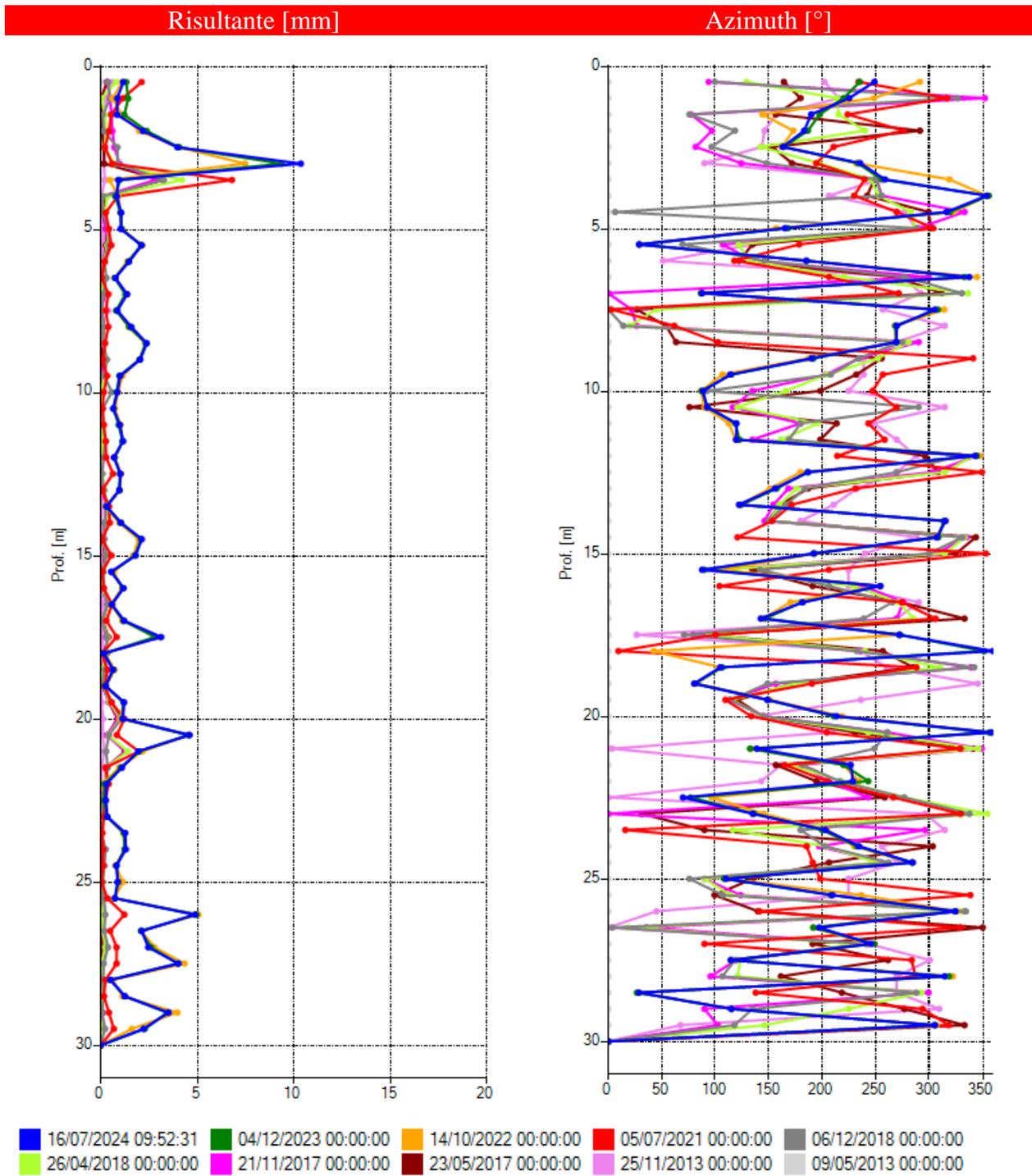


Fig. 11b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro I4.

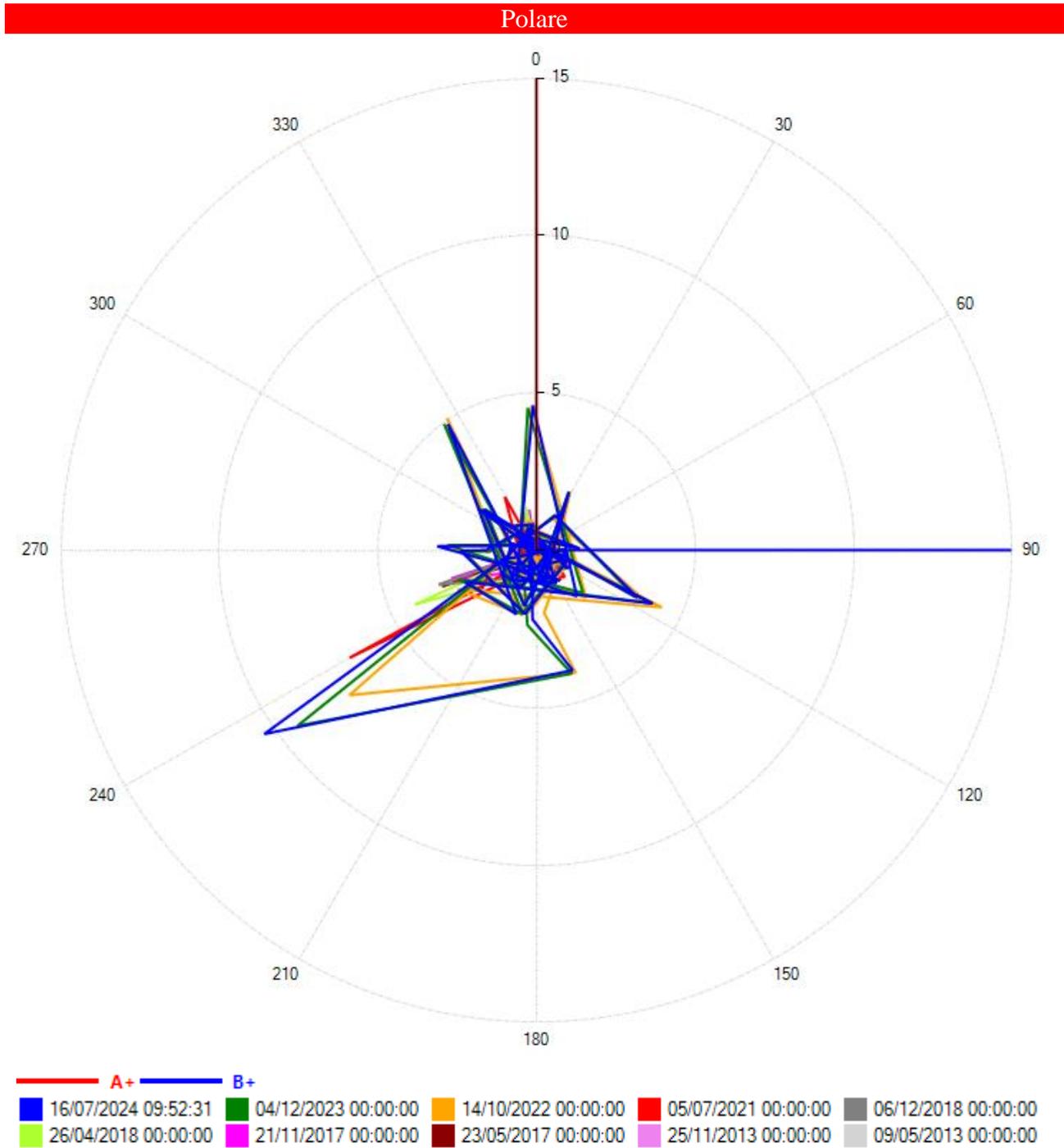


Fig. 12 - Grafico relativo al diagramma polare della deviazione dell'inclinometro I4.

6. Conclusioni

Fatto salvo quanto elaborato nella “Relazione geologica finale inerente i sondaggi geognostici e relativo monitoraggio della pendice in frana Loc. Carlotta - Centro Storico di Castelnuovo Magra (SP)” - (Dott. Morachioli), si segnala che i dati raccolti nel 2013 per il sito in esame, pur essendo limitati, avevano già identificato alcune criticità relative al dissesto in esame. L’abitato di Castelnuovo Magra, in località Carlotta (Fig.13), si trova in posizione sommitale rispetto ad un pendio, esposto ad ovest, caratterizzato dalla presenza di una frana classificata come quiescente.

La presenza di litotipi differenti determina contrasti di permeabilità e saturazione della coltre; tali fattori incidono sulla stabilità del versante così come confermato dai dati piezometrici che indicano un livello di falda prossimo alla superficie (ultima lettura piezometro Pz3 a -1,59 m da p.c.). Dalla verifica dei dati inclinometrici pregressi (lettura di zero del 20/7/2010 per I2 e I3 e del 11/11/2011 per I4) si è potuto osservare che solo una porzione del pendio sembra registrare spostamenti evidenti (zona più a monte con I2), mentre altrove non si rilevano incrementi.

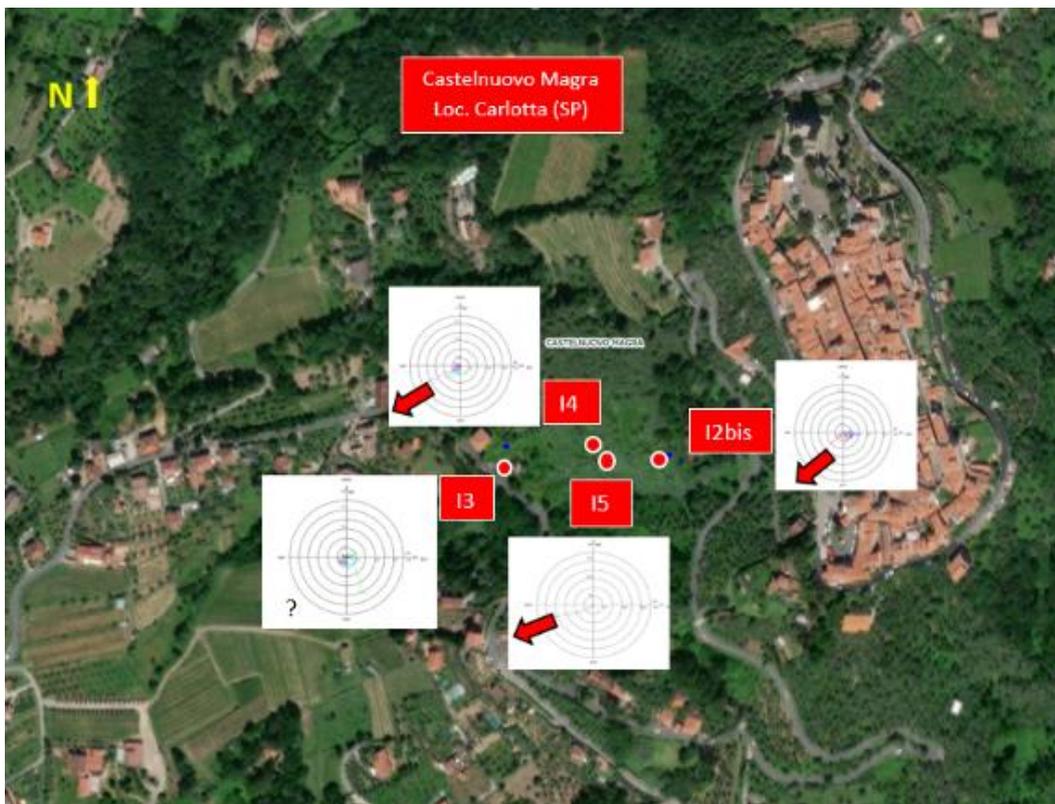


Fig. 13 –
Direzione di spostamento del versante in frana a valle dell’abitato di Castelnuovo Magra evidenziata dai diagrammi polari relativi agli inclinometri monitorati.

Lo spostamento principale avviene in testa del corpo morfologico alla profondità di circa -4 m da p.c. e una direzione verso W. Tuttavia il corpo di frana si può suddividere in tre porzioni corrispondenti alle quote di installazione degli inclinometri: l’evoluzione del dissesto nel tempo non è stata lineare evidenziando incrementi di diversa entità in aree diverse del versante.

Per quanto riguarda il rapporto diretto che può intercorrere tra le precipitazioni e gli spostamenti del terreno si può osservare a partire dal 2014 una relativa scarsità di eventi

pluviometrici, eccezione fatta per l'anomalia del mese di gennaio 2014 cui però sembra non aver seguito alcun tipo di movimento.

Dall'osservazione delle figure sottostanti si rileva come per il momento sia difficile interpretare e correlare i dati di spostamento con i dati pluviometrici: le deboli deformazioni nel terreno sembra non siano collegate agli eventi meteorici, specialmente per quanto riguarda I4, in cui le deviazioni più significative hanno interessato la porzione corticale del terreno ovvero da -4 m alla superficie topografica.

La risultante sul differenziale integrale relativa a I3 mostra ad oggi una situazione di quiescenza a partire almeno dal 2014 che sembra svincolata dal regime pluviometrico che interessa l'area di indagine. Anche per il 2024 non è stato possibile ricavare i dati dell'inclinometro I5 a causa della fitta vegetazione che non ha reso possibile l'accesso allo strumento.

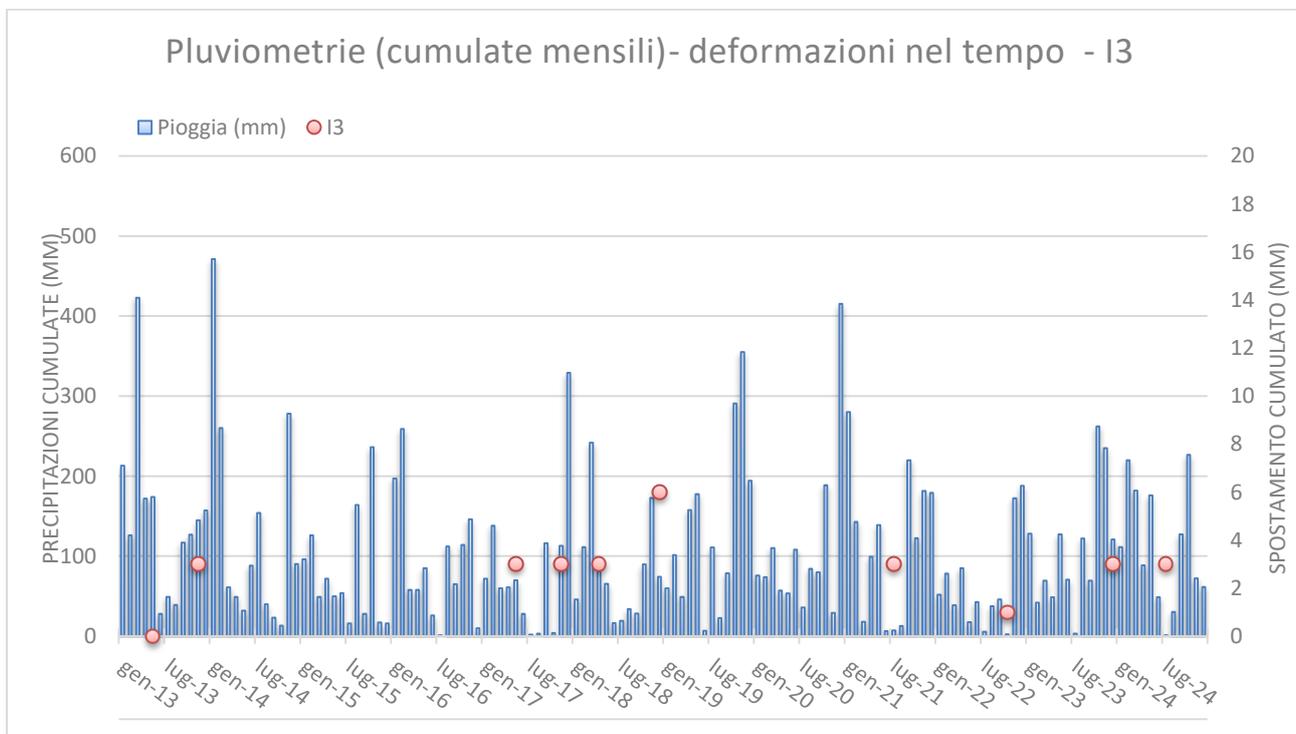


Fig. 14 – Andamento pluviometrico mensile (stazione CASTELNUOVOMAGRA) e letture inclinometriche (I3) – periodo 2013-2024.

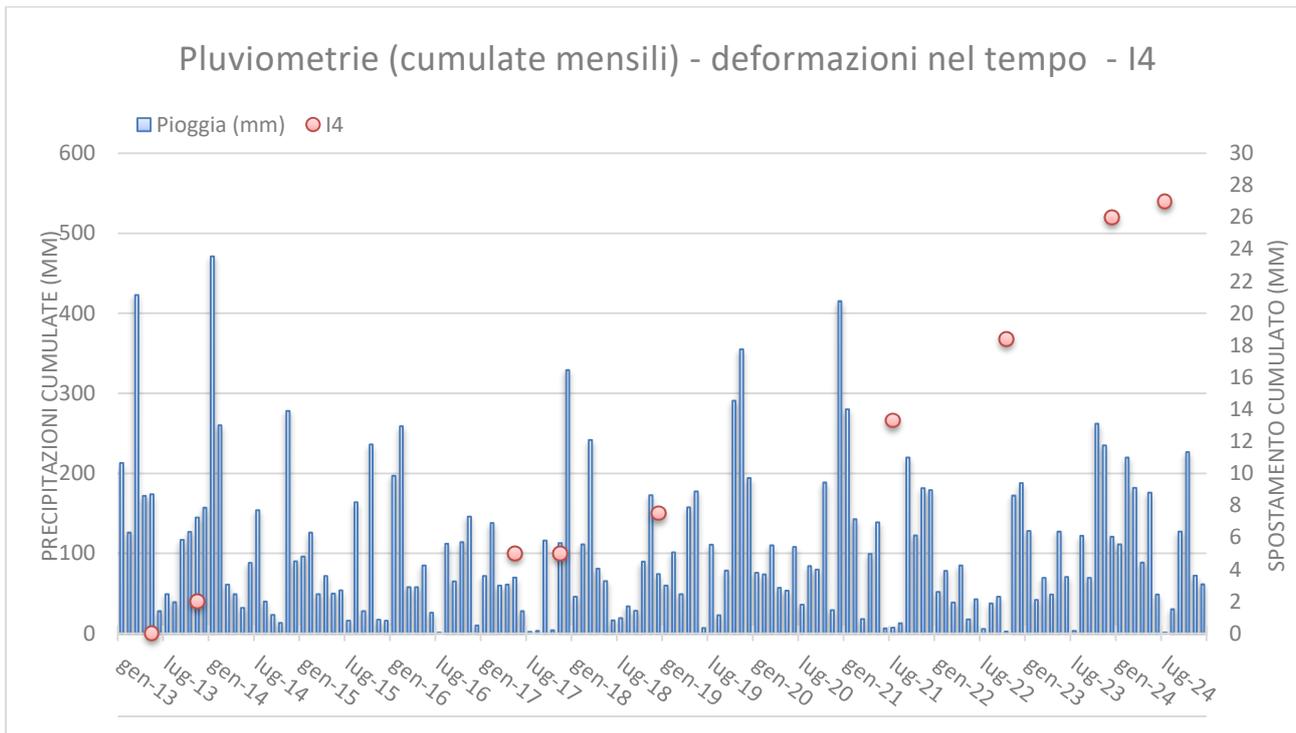


Fig. 15 – Andamento pluviometrico mensile (stazione CASTELNUOVOMAGRA) e letture inclinometriche (I4) – periodo 2013-2024.