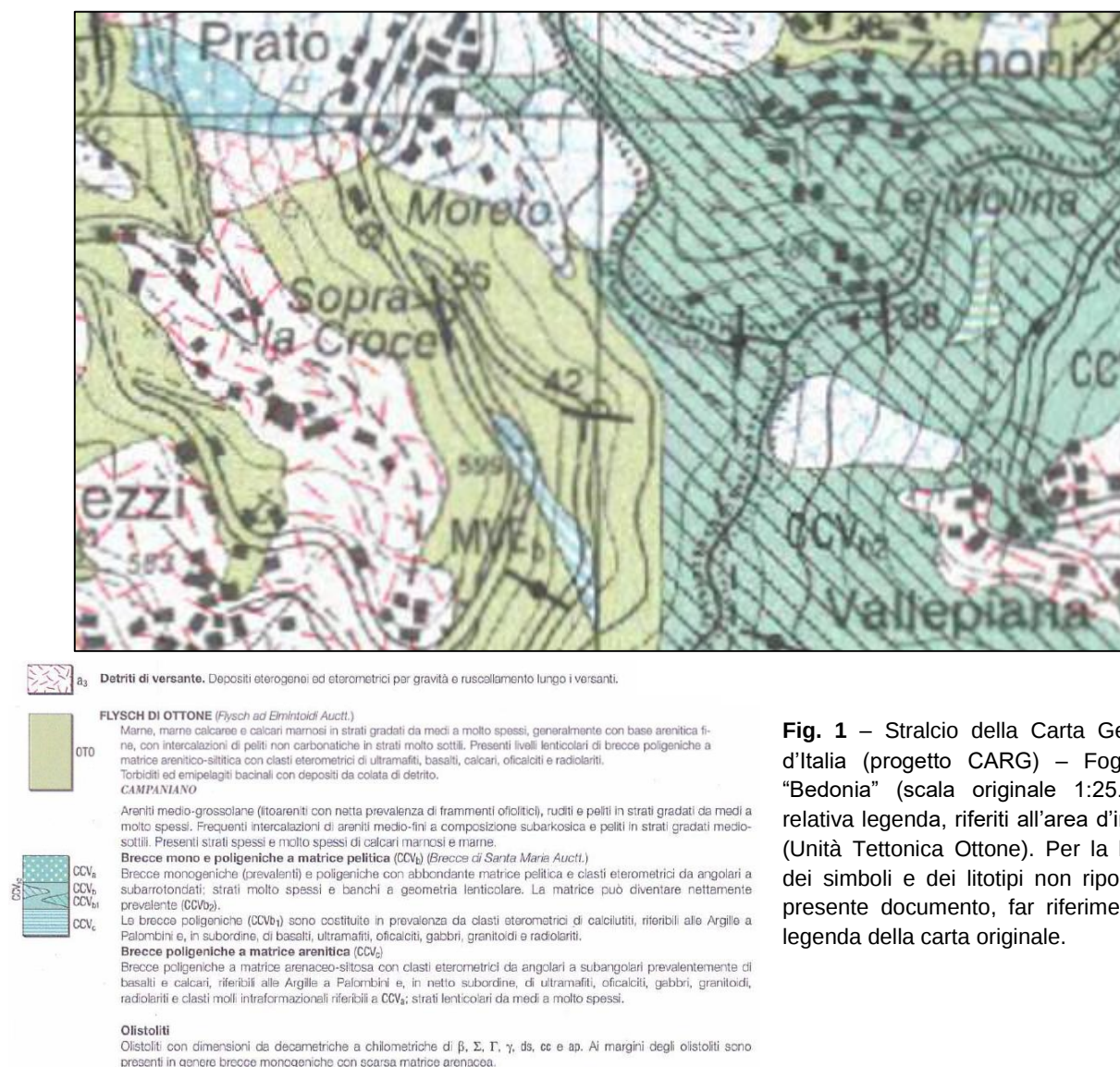


GE031 Prato Sopralacroce - Borzonasca (GE)

1. Inquadramento del sito

Il centro abitato di Prato Sopralacroce (Comune di Borzonasca, Città Metropolitana di Genova) è inquadrato, dal punto di vista geologico-geomorfologico, in cui contesto complesso, caratterizzato dalla presenza di diversi litotipi appartenenti all'Unità tettonica Ottone (Unità tettoniche liguri esterne): nell'intorno dell'area affiorano infatti le marne e i calcari marnosi del flysch di Ottone, e i depositi marini profondi del Complesso di Monte Veri e del Complesso di Casanova. Tale substrato roccioso è ricoperto da estesi depositi detritici costituiti da corpi rocciosi eterometrici, immersi in una matrice molto eterogenea dal punto di vista sia compositazionale che granulometrico. (Fig. 1).



Nel 2016 è stata eseguita una campagna consistente in prospezioni geognostiche, prove in sito, analisi geotecniche, indagini geofisiche, installazione di presidi di monitoraggio, con l'intento di approfondire le conoscenze sul fenomeno in atto, monitorarlo nel tempo e realizzare interventi di mitigazione della pericolosità geomorfologica del corpo di frana mediante opere di regimazione delle acque superficiali e sub-superficiali (*Geosarc 2016, studio e monitoraggio del corpo di frana in località prato Sopralacroce – comune di Borzonasca (Ge)*).

Le prospezioni hanno confermato che, soprattutto nelle porzioni di versante in cui la coltre detritica è più potente e pur in un quadro di reiterato incontro con coltri ad abbondante matrice limoso-argillosa, sono presenti anche ripetuti livelli metrici e plurimetrici di coltri sabbioso-ghiaiose con suvalente matrice pelitica e pertanto permeabili e permeati.

I mega-blocchi che costellano la superficie del terreno (sia appoggiati sia “emergenti”) possono essere interpretati come testimoni o relitti di frane di crollo e rotolamento “relativamente recenti” e non come aspetti della fenomenologia “originaria”. La rilevanza di questo aspetto è di tutta evidenza, per i risvolti che ha sulla circolazione delle acque profonde e sub-superficiali.

Nei corpi di frana, prevalgono, dunque, i materiali incoerenti o ben poco coerenti, caratterizzati da:

- alte percentuali di frazione clastica di granulometria media,
- alte percentuali di matrice, raramente francamente pelitico limosa più spesso limoso argilloso sabbiosa finemente detritica;
- non rari, ma dispersi, inclusi clastici grossolani da decimetrici a sub metrici persino metrici;
- tessiture e strutture caotiche o solo a tratti in qualche modo organizzate.

Il corpo di frana monitorato è individuato nel catalogo IFFI (piattaforma IdroGEO):

Tipo	Complesso
Stato	Attivo/riattivato/sospeso
Identificativo	0100142800
Area [mq]	191.378,71

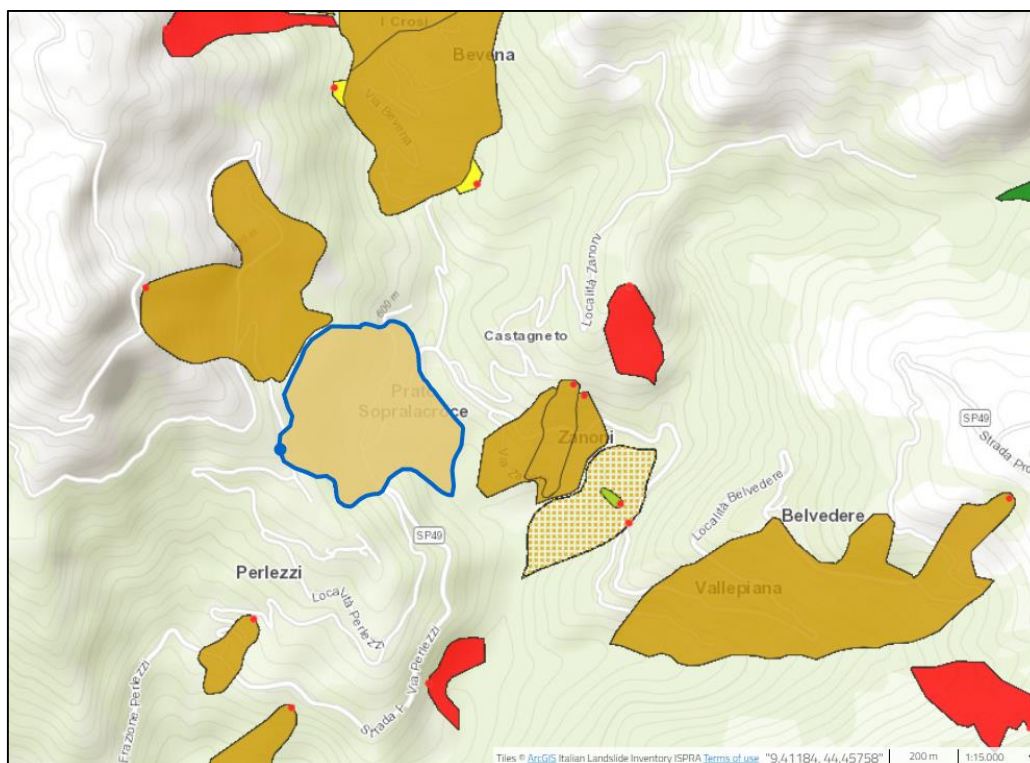


Fig. 2 - Stralcio della cartografia tratto dalla piattaforma Idrogeo (<https://idrogeo.isprambiente.it/>) - inventario frane IFFI.

2. Indagini geognostiche 2016

Il documento redatto da geoSARC nel 2016 (*Relazione finale all. 4 - monografie inclinometri - dati delle letture inclinometriche - misure spiralometriche*), illustra le principali caratteristiche, dati e caratteristiche dei sondaggi (cartografia, stratigrafie, fotografie carote, etc) di 2 tubi inclinometrici installati nei fori di sondaggio S3, S5 eseguiti nell'ambito della campagna finalizzata alla diagnosi e al successivo programma di interventi per il consolidamento del versante in frana su cui sorge il nucleo abitato della frazione Sopralacroce in Comune di Borzonasca (GE).

La lettura zero è stata eseguita da geoSARC in data 06/02/2016, anche su un terzo inclinometro S6 già esistente, effettuando letture su tutte e 4 le guide con passo 1 metro e procedendo dal basso verso l'alto. Le letture di esercizio sono state eseguite, con passo 1 m sulle guide A1B1-A3B3, alle cadenze prefissate a copertura di un intero anno solare.

La collocazione dei 3 sondaggi e le indagini eseguite nel 2016 sono riportate in figura 3.

Di seguito sono riassunti i dati dello spostamento riferiti alle letture di esercizio effettuate in un anno sui tre inclinometri installati rispetto alla lettura zero (06/02/2016, cfr All/4 sopracitato):

- S3, lungo la strada per il cimitero, mostra un piano di scivolamento attorno a -9 m dal p.c. con spostamento di 12 mm in 4 mesi, in direzione SE.
- S5, nel campo sportivo a valle delle case, mostra in corrispondenza del piano profondo (a circa -30 m dal p.c.) uno spostamento relativo di circa 4 mm in direzione SE e in corrispondenza

del piano relativamente superficiale a circa -17/18 m dal p.c. uno spostamento relativo di ulteriori 4 mm per un totale complessivo del corpo della subunità, nel suo assieme, di circa 8 mm.

- S6, eseguito a fianco della Chiesa, segnala un sostanziale assetto stabile; probabilmente il sondaggio non avrebbe raggiunto il substrato saldo (sebbene i dati pubblicati e sui quali ci si è basati per la programmazione delle prospezioni indicassero il substrato tra circa 12 e 14 m dal p.c. rilevato presso l'adiacente sondaggio A).

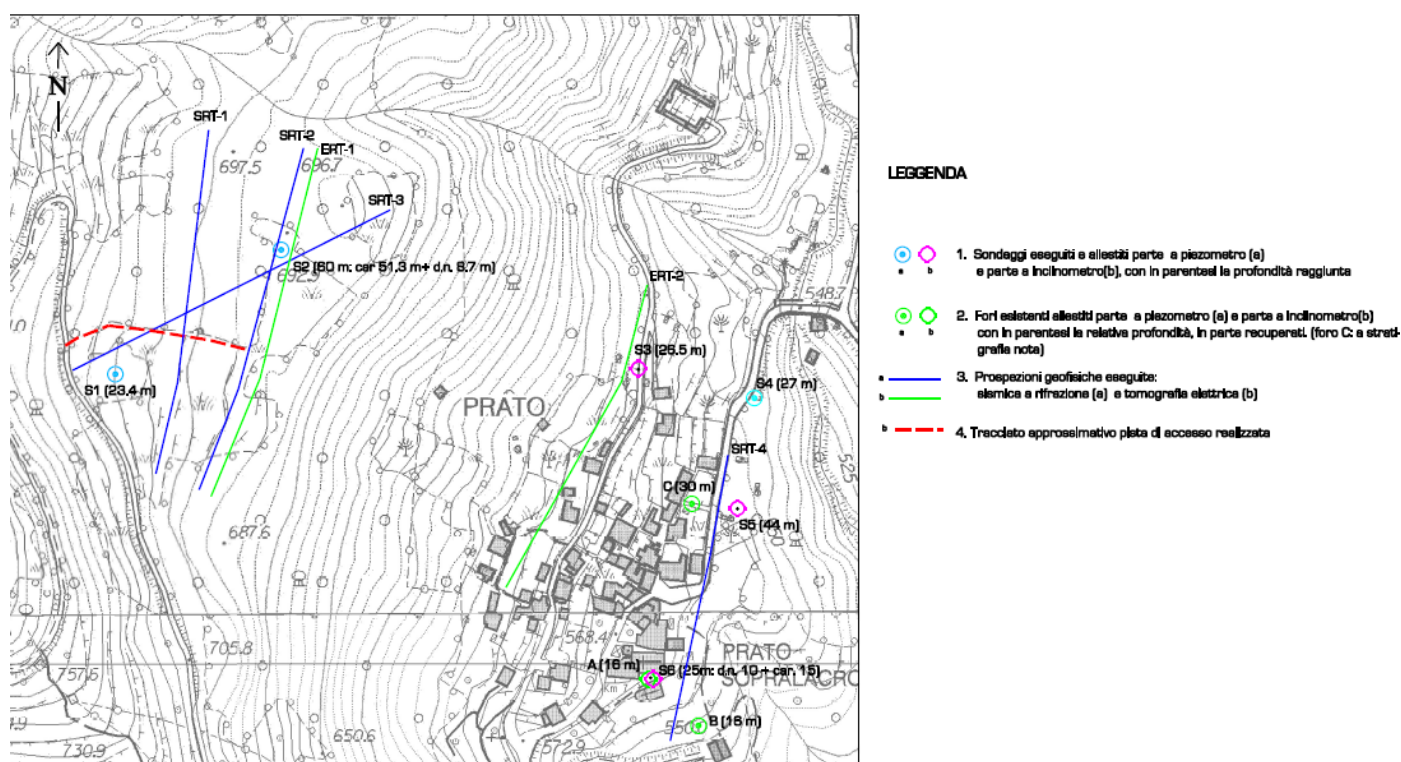


Fig. 3 - Ubicazione inclinometri realizzati nella campagna geognostica del 2016.

3. Indagini geognostiche 2022

Nel 2022 l'Amministrazione Comunale del comune di Borzonasca ha attuato un progetto di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico nella frazione di Sopralacroce. Tra le varie opere progettate e approvate, il comune ha dato mandato alla società geoSARC di eseguire due sondaggi a rotazione e a carotaggio continuo allestiti, entrambi, con tubazioni inclinometriche in alluminio (S7, profondo 48 m – S8, profondo 32 m) ubicati come in figura 4, per dare più ampia conoscenza delle caratteristiche del corpo di frana e per verificare l'efficacia nel tempo delle opere di consolidamento recenti e attuali.

Uno dei due inclinometri (S7) è stato allestito per la trasmissione a distanza dei dati di movimento su quattro posizioni significative ed è stato preso in carico dalla Ditta SIM Strumenti S.n.c. via Merendi 42, 20010 CORNAREDO (MI), la quale ha avuto in programma di allestire e

gestire il monitoraggio strumentale con tele-trasmissione, raccolta ed elaborazione in continuo dei dati per l'iniziale durata di un anno.

L'attività di monitoraggio manuale è stata invece programmata sul sondaggio S8.

La stratigrafia, desunta dai sondaggi, può essere così riassunta:

- fino a 10 m circa presenza di frazione grossolana (ciottoli e ghiaia) in matrice ghiaiosa e sabbiosa,
- da circa 10 m Breccie di Santa Maria con inclusi calcari e breccie ofiolitiche,
- da circa 47 m Formazione delle Argille a Palombini.

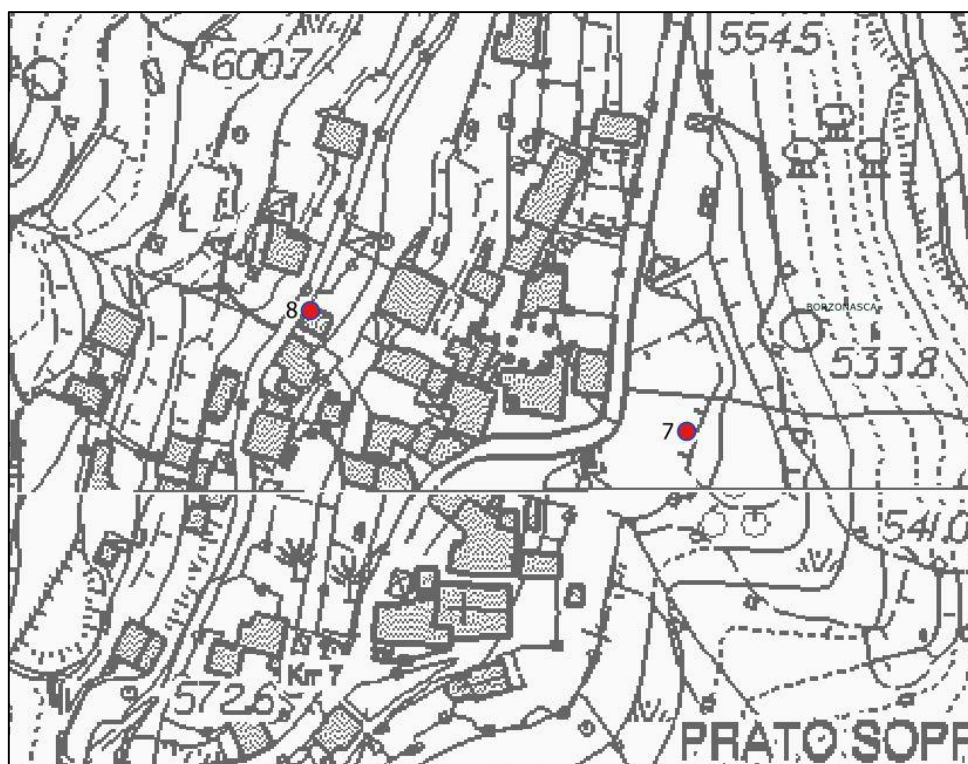


Fig. 4 - Ubicazione inclinometri S7 ed S8 realizzati nella campagna del 2022.

3. Analisi dei dati inclinometrici (monitoraggio attivo)

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

Data	Attività	Strumentazione	Sistema di misura
17/06/2024	lettura di esercizio A1A3/B1B3	Inclinometri S3, S8	Sonda servoaccelerometrica biax. S222643
07/08/2024	Scarico dati	Inclinometro S7	

Tab. 1- Misure effettuate nel 2024 nel sito di Prato Sopralacroce.

Inclinometro S3 (48 m)

I risultati delle elaborazioni ricavate dalla prima lettura di esercizio indicano spostamenti apprezzabili: la risultante della cumulata mostra uno spostamento totale in testa tubo di 17,3 mm rispetto alla misura di zero effettuata a novembre 2023.

La massima variazione locale, rilevata alla profondità di 9,5 m da p.c., è di 6 mm, ma la deformazione interessa il tubo inclinometrico nel range di profondità 8,5-11,5 m da p.c. Lo spostamento polare ha direzione media di 100° in accordo con l'orientazione del versante.

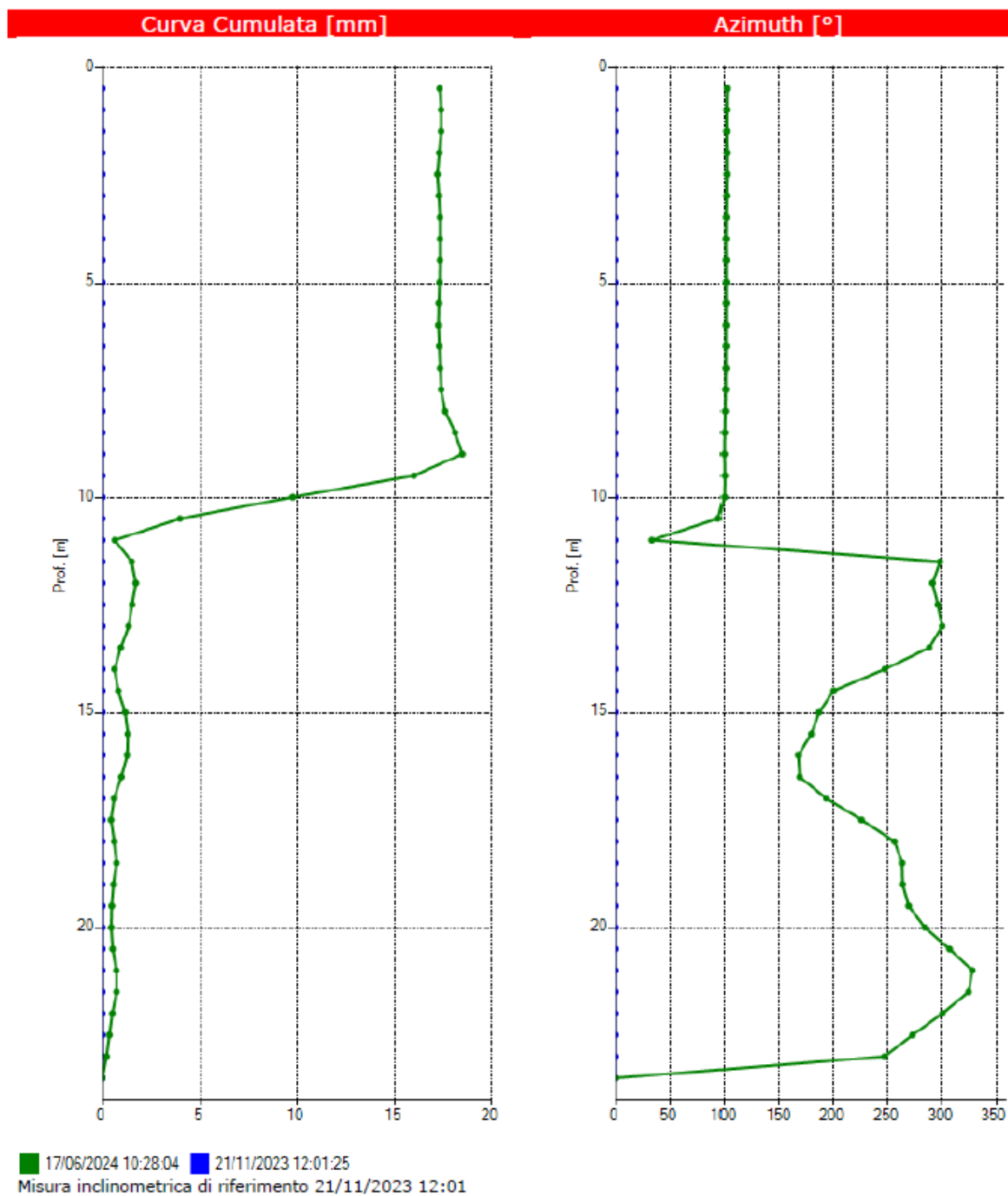


Fig. 5a – Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S3.

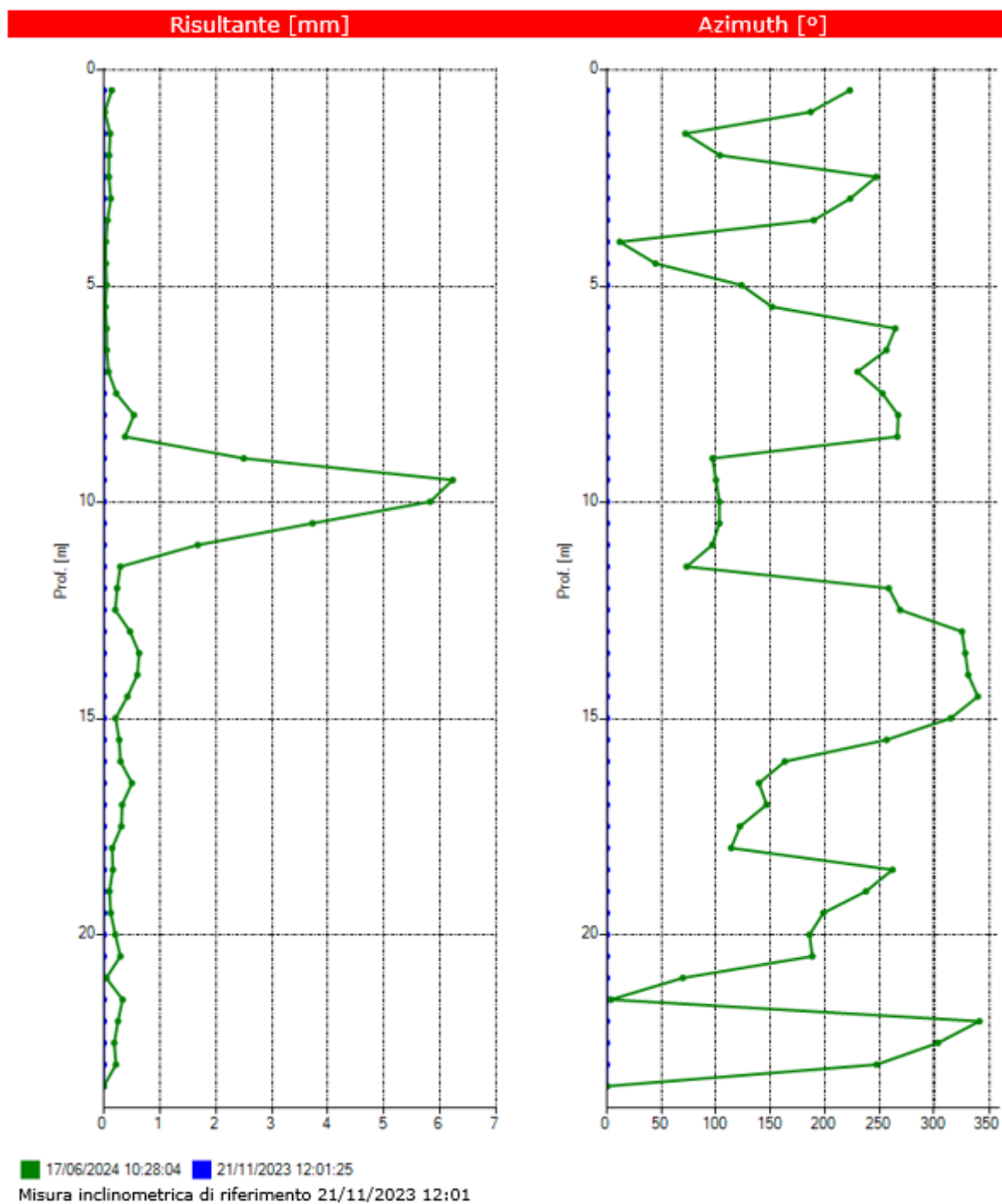


Fig. 5b – Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S3.

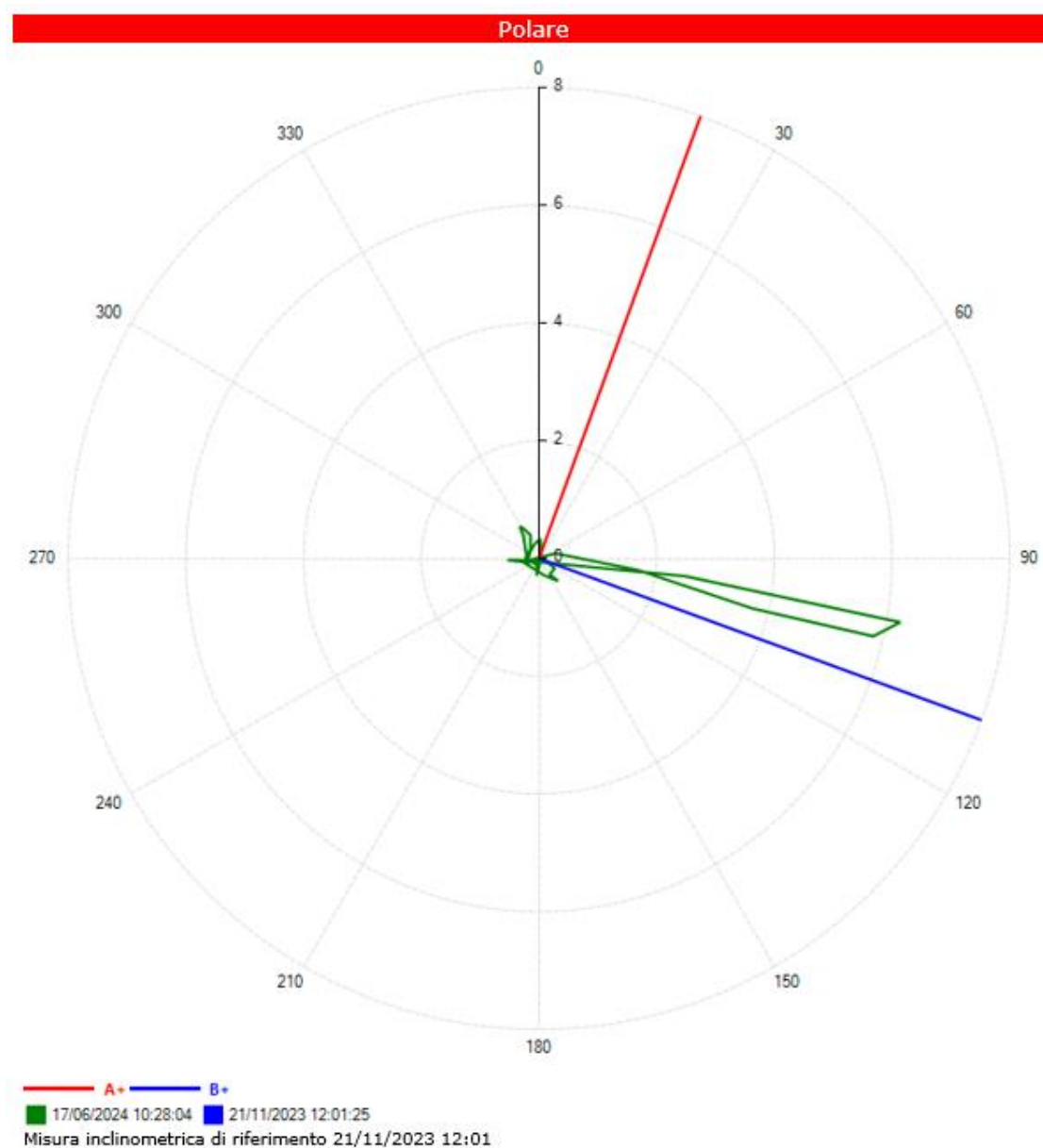


Fig. 6 – Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S3.

Inclinometro S7 (48 m)

L'inclinometro è dotato di sonde fisse dal 2022, poste a profondità rispettivamente di -22.00 m, -26.40 m, -35.80 m e -37.30 m da p.c.. In data 31/03/2023 è stato eseguito il primo scarico dei dati con registrazione dei movimenti a cadenza giornaliera. Per quanto concerne i dati scaricati nell'agosto 2024, si osserva che la risultante degli spostamenti, a -22 m di profondità da p.c., è prossima a 9 mm, con un incremento di 4 mm rispetto alla lettura del settembre 2023. I valori più elevati di spostamento locale sono registrati dalla sonda a -35.80 m e sono pari a circa 2.7 mm. La localizzazione temporale dei movimenti è evidenziata nella figura 7.

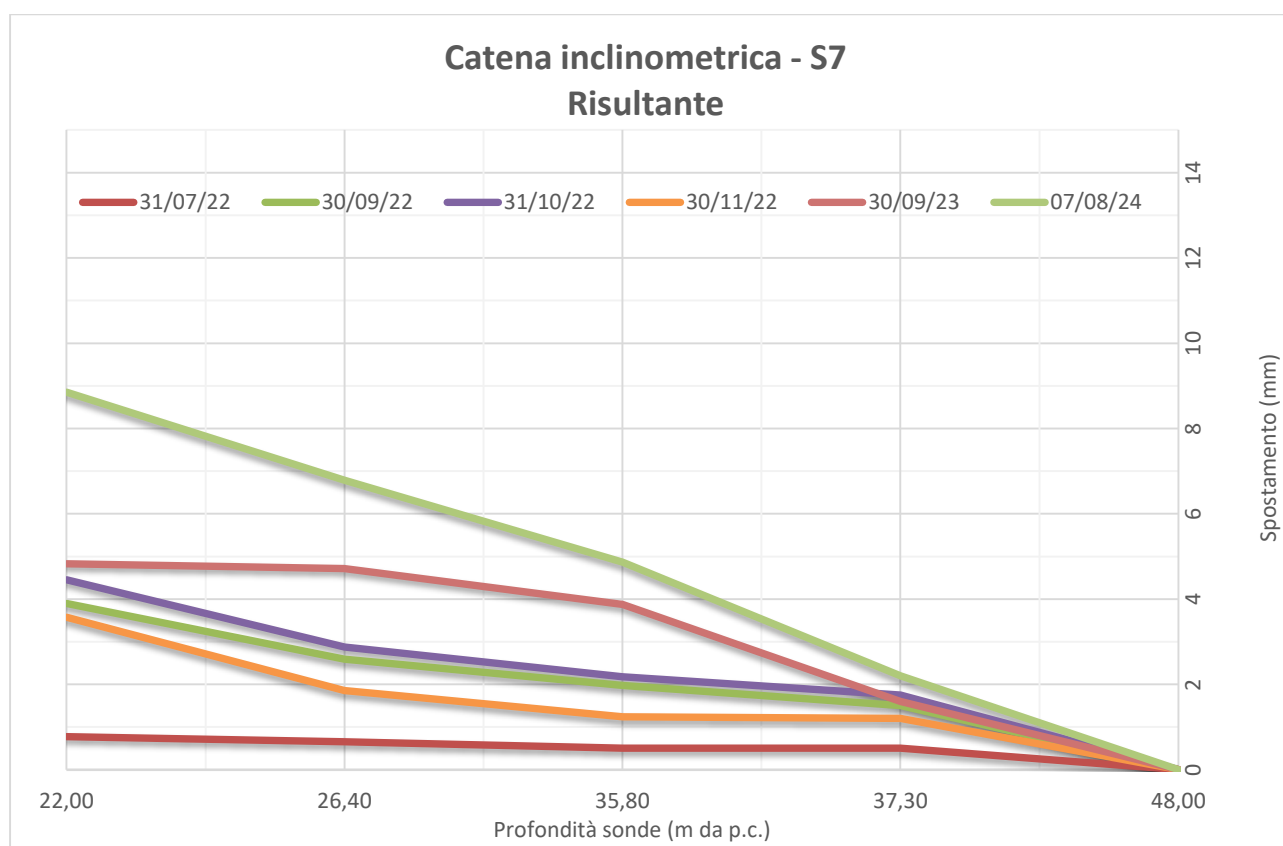


Fig. 7 – Movimento risultante di ciascuna delle quattro sonde inclinometriche fisse posizionate in S7.

Inclinometro S8 (32 m)

I risultati delle elaborazioni indicano spostamenti limitati che rientrano nel margine di errore della sonda: rispetto alla lettura 2023 la risultante cumulata mostra un incremento di circa 1,5 mm; lo spostamento totale a testa tubo è di poco inferiore a 5 mm. La variazione locale mostra deformazioni più pronunciate tra -10 e -15 metri da p.c., con un massimo a -14,5 m, dove il valore totale è comunque inferiore al millimetro. Lo spostamento polare ha direzione media di 110°, in accordo con la direzione di perdita di quota del versante.

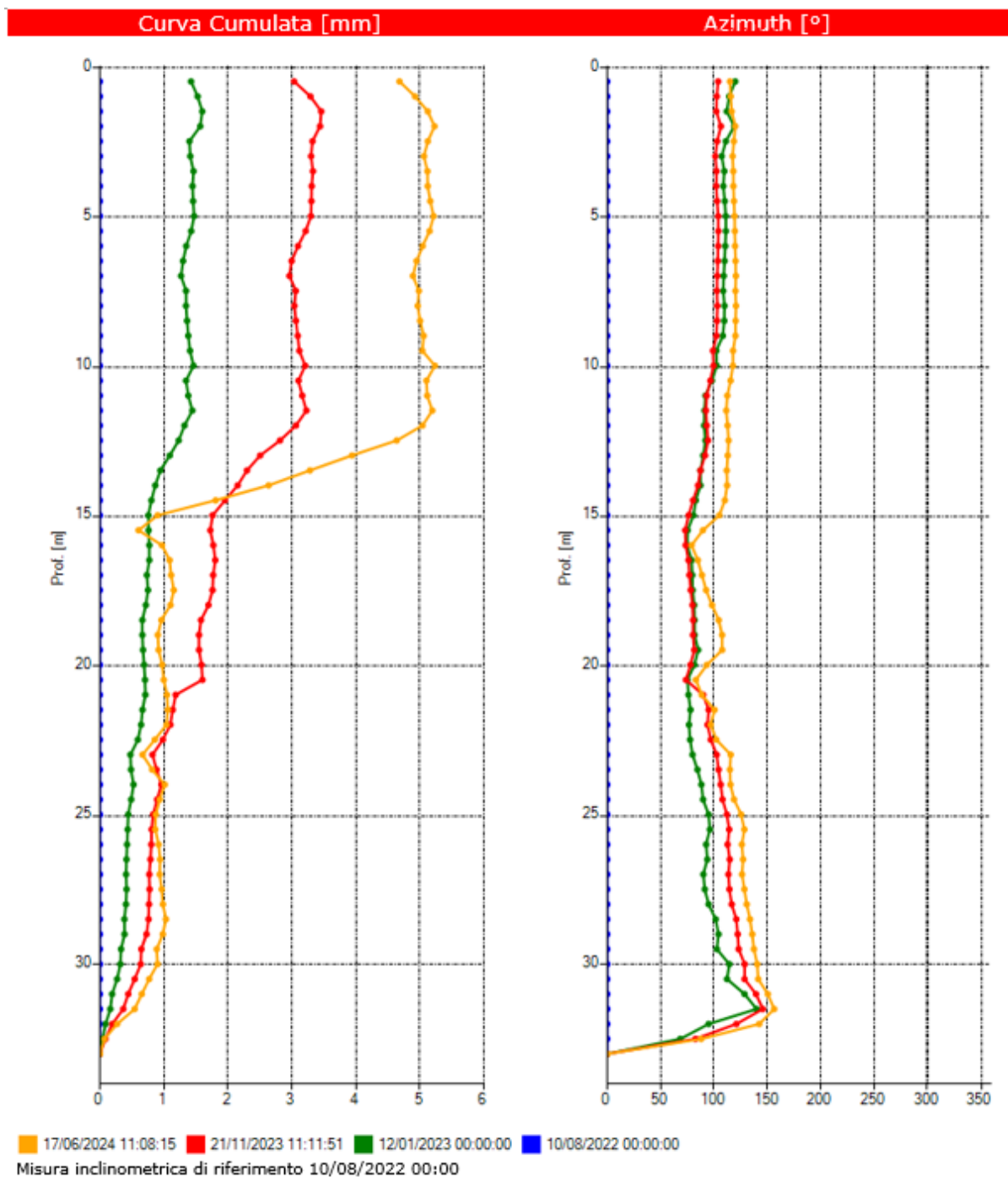


Fig. 8a – Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S8.

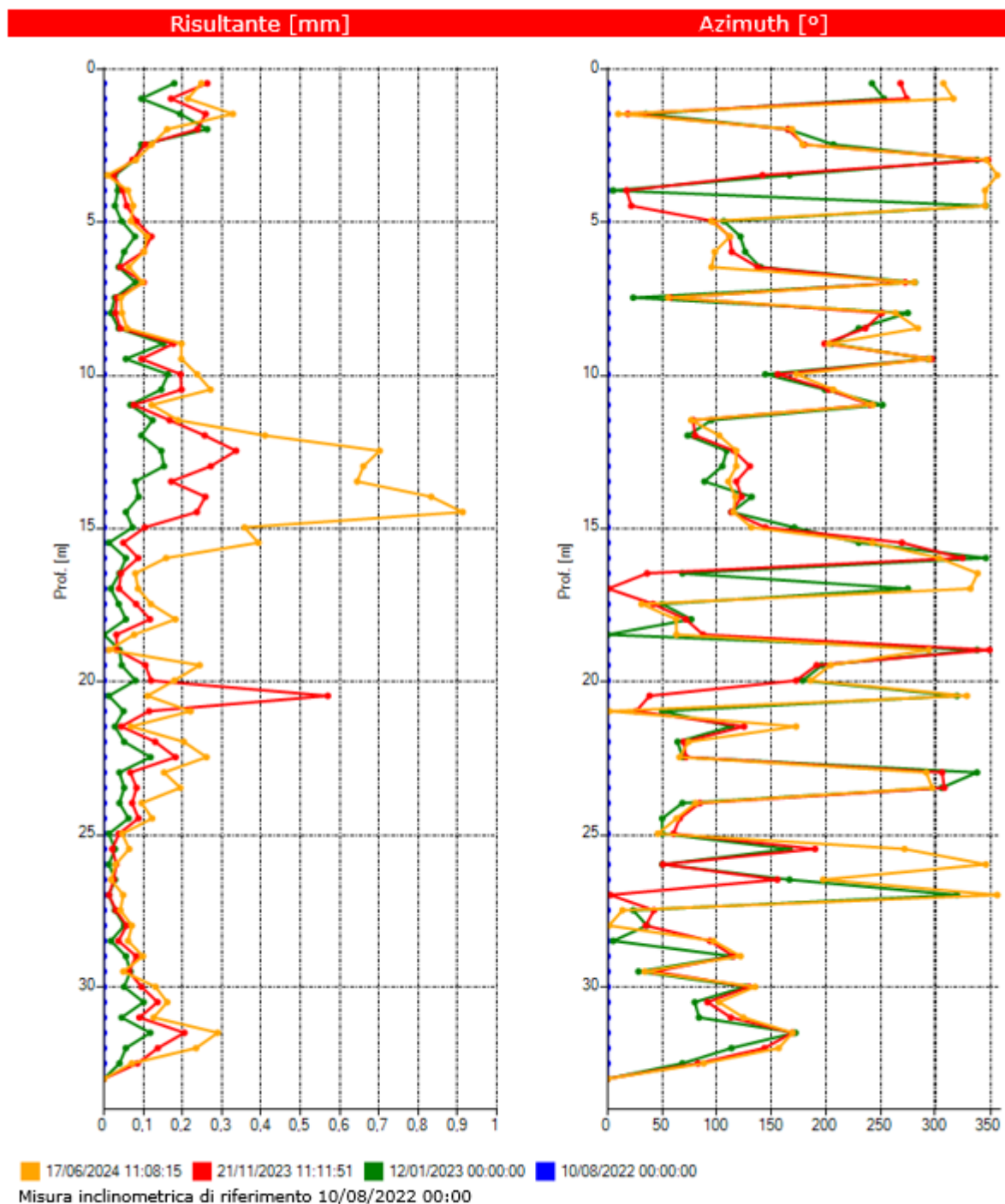


Fig. 8b – Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S8.

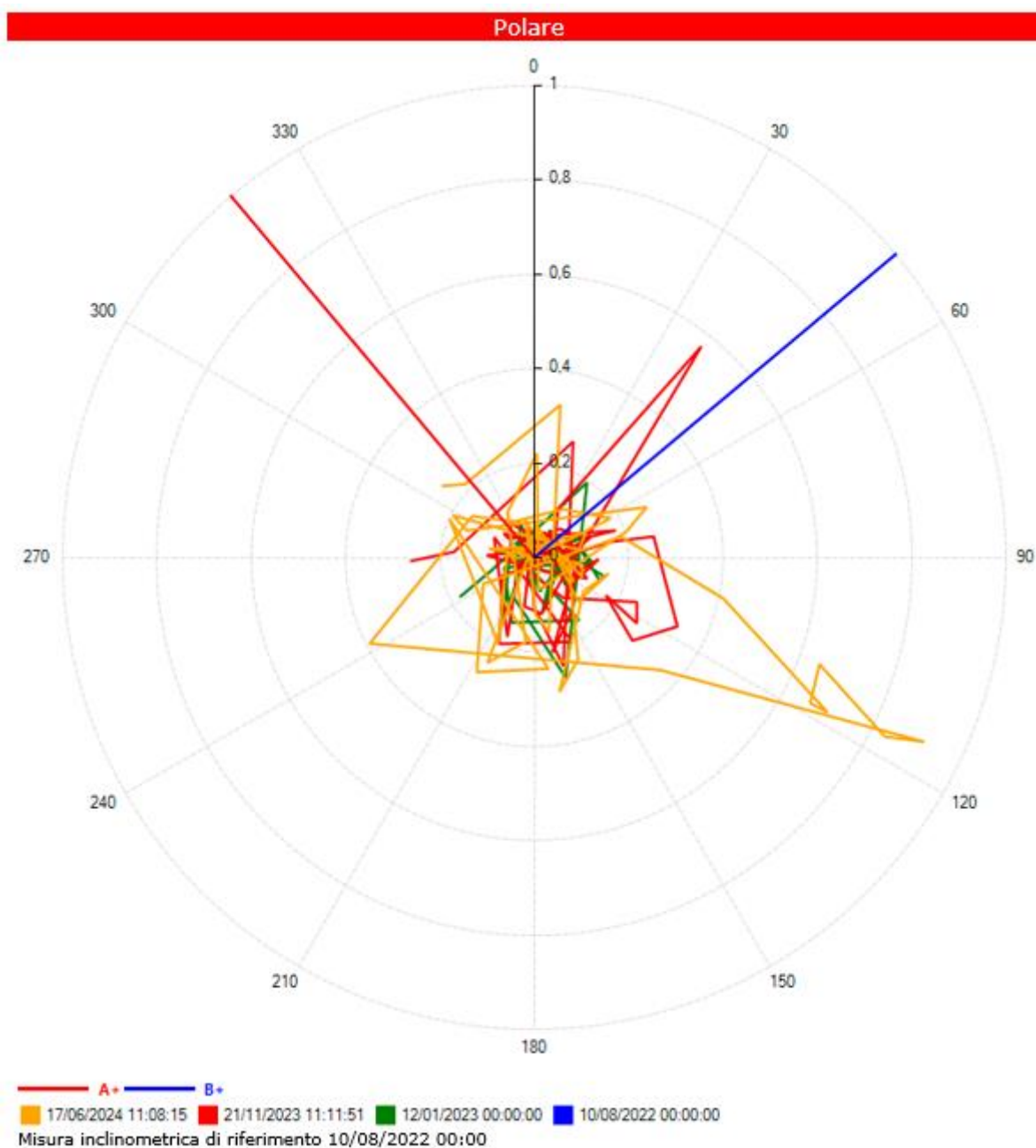


Fig. 9 – Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S8.

4. Conclusioni

Facendo riferimento alla relazione geologica redatta da geoSARC (2016,2019) in merito agli interventi di mitigazione del corpo di frana in località Sopralacroce – Comune di Borzonasca (GE) è stato possibile osservare come la campagna geognostica e le indagini condotte siano state sufficienti a definire le principali caratteristiche litostrutturali e stratigrafiche dell'area di studio.

Dall'interpretazione dei sondaggi si evince come le coltri appaiano rimaneggiate e riconducibili a depositi di frana con potenze nell'ordine dei 10-15 m circa. Per quanto riguarda il substrato, fino alla profondità indagata esso appare da fortemente fratturato fino a cataclasato.

Il monitoraggio in essere sugli inclinometri presenti in loco evidenzia che, ad oggi, la zona a nord del centro abitato, presso la quale è installato l'inclinometro S3, fa registrare movimenti apprezzabili concentrati nel range di profondità 8,5-11 m da p.c., con picchi locali di 6 mm e spostamenti cumulati in testa tubo di 17 mm in 7 mesi. Presso l'inclinometro S7, a valle del centro abitato di Sopralacroce, si registrano movimenti cumulati a -22 m di profondità pari a circa 9 mm in 11 mesi, con un picco di 2.7 mm a -35.80 m da p.c.. Gli altri siti mostrano invece spostamenti poco significativi.

Ad oggi, a causa della scarsità delle misure riconducibile alla ridotta finestra temporale analizzata, non è possibile fare valutazioni in merito al rapporto tra precipitazioni e spostamenti del versante interessato.

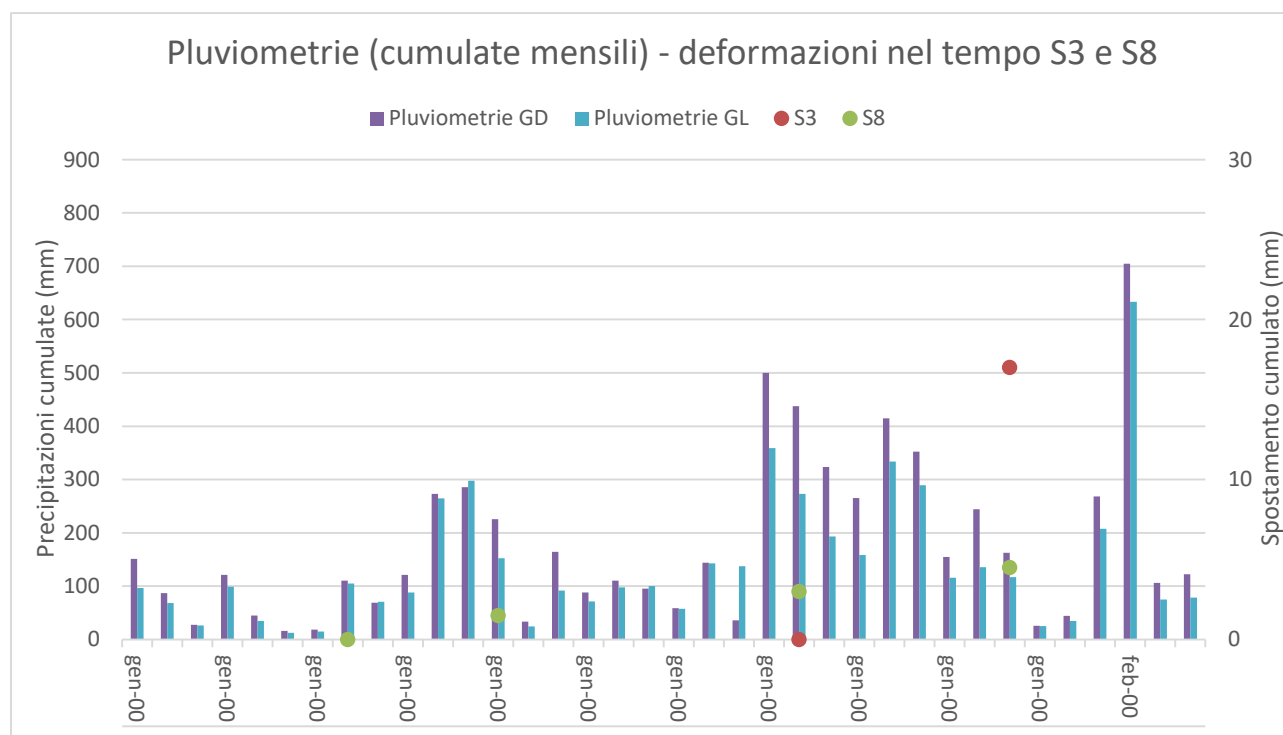


Fig. 10 – Andamento pluviometrico mensile (stazioni Giacopiane Diga GD e Giacopiane Lago GL) e letture inclinometriche S3 e S8, relativi al periodo 2022-2024.