

GE026 - Cassingheno - Fascia (GE)

1. Inquadramento del sito

Nell'area ove sorge l'abitato di Cassingheno si possono distinguere i depositi torbiditici dell'Unità Portello (F.Ronco), dell'Unità Vermallo (F.Cassingheno) e dell'Unità Due Ponti (F.Canale). L'assetto strutturale è dato dalla sovrapposizione tettonica dell'Unità Portello su quella Vermallo e di quest'ultima su quella Due Ponti (Fig.1).

L'abitato di Cassingheno è situato sulla testata dell'unità geomorfologica più antica, appartenente ad una successione di fenomeni franosi complessi, dovuti a prevalenti meccanismi di scorrimento roto-traslattivo. Le grandi dimensioni e la forma della frana sono da mettere in relazione, oltre che all'energia di rilievo, al comportamento plastico della formazione argillitica, nonché all'esistenza di una fascia di terreno a caratteristiche molto degradate, in corrispondenza del sovrascorrimento tettonico tra la Formazione di Canale e quella di Cassingheno (*"Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria"* – CNR- Prov. Genova, 2004).

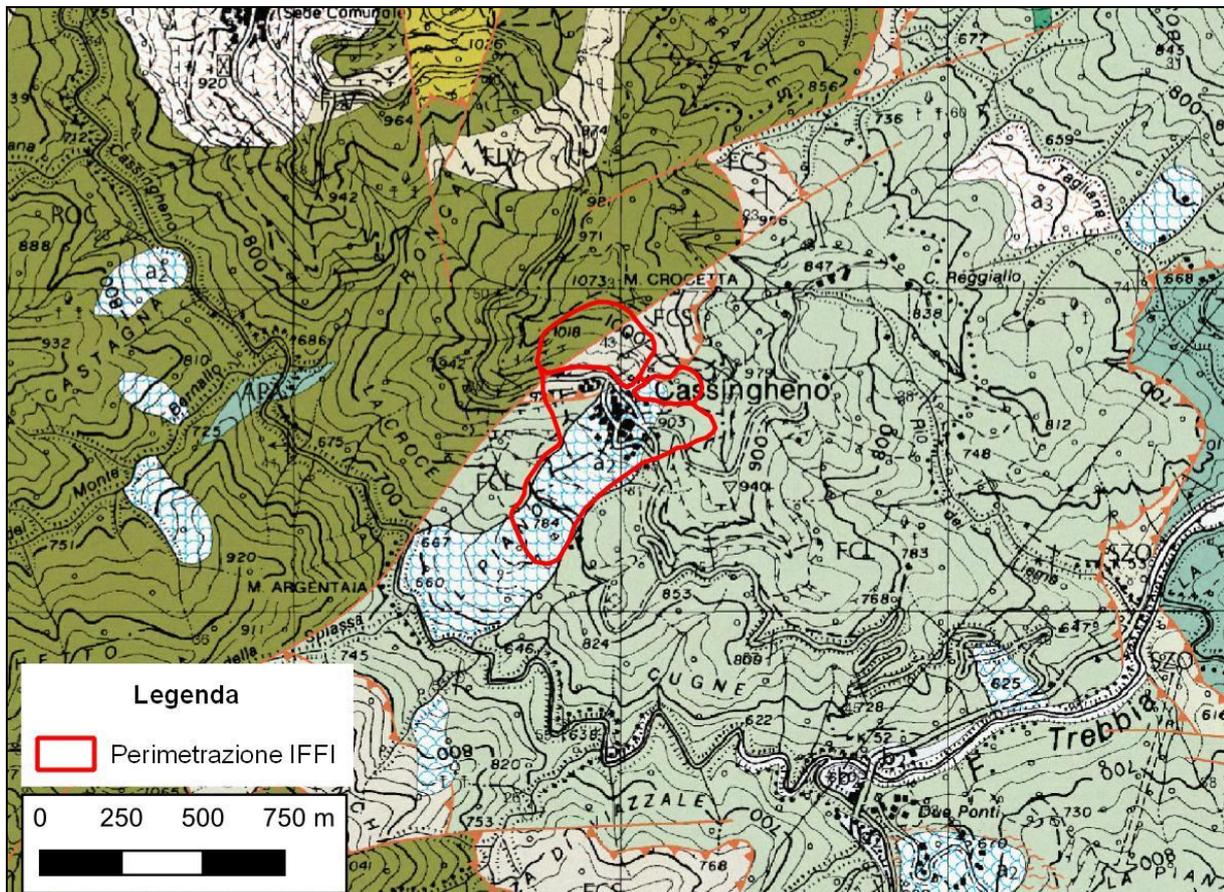


Fig.1 - Stralcio Carta Geologica d'Italia (scala originale 1:5.000)

2. Campagne di indagine 1993-2023

Su incarico della Comunità Montana Alta Val Trebbia nel 1993 è stato redatto uno studio geologico per definire le caratteristiche del dissesto e lo stato di attività della frana con interventi di sistemazione, a seguito di indagini geognostiche e monitoraggio inclinometrico negli anni '80. Nel 2005 con una relazione tecnica la Comunità Montana Alta Val Trebbia sottolineava come nel '99 si sia proceduto ad eseguire un'ulteriore campagna geognostica e interventi di sistemazione di una importante opera di sostegno.

Facendo riferimento all'elaborato del 2005 prodotto dalla Comunità Montana Alta Val Trebbia si può sintetizzare quanto segue: a metà degli anni 80 con una serie di finanziamenti regionali e statali vennero realizzati interventi quali opere trasversali sull'impluvio sottostante il cimitero, una serie di drenaggi a tergo di Cassingheno e canalizzazioni atte alla raccolta delle acque meteoriche a seguito dell'esecuzione di una campagna geognostica nel 1982 e consistita nella perforazione di sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 15 m e attrezzati a inclinometri e piezometri.

Le caratteristiche della grande frana sono da mettere in relazione *“all'energia del rilievo, al comportamento plastico della formazione argillitica, nonché all'esistenza di una fascia di terreno a caratteristiche molto degradate in corrispondenza del contatto tettonico tra la Formazione di Canale e quella di Cassingheno”* (Figg.2 e 3).

Successivamente venne prodotta una relazione *“Indagine geologico tecnica a supporto del progetto per la sistemazione della frana di Cassingheno”* (Dott. Canepa, 1993) in cui i dati raccolti per il sito in esame identificavano alcune criticità relative al dissesto in atto e in particolare a seguito delle intense piogge del 1992 si aggravarono delle lesioni presenti negli edifici e nelle opere di sostegno. Il professionista ipotizzò un intervento correttivo al fine del recupero delle condizioni di stabilità con la messa in opera di un *“cordolo in calcestruzzo, fondato su pali e adeguatamente tirantato tale da creare una controspinta sufficiente a contrastare la tendenza allo scivolamento della porzione di versante”*. Tale opera venne realizzata nel 2002.

Nella relazione inoltre si conclude che la paleofrana presenta condizioni generali di stabilità nella parte basale mentre in corrispondenza della parte della testata si manifestano lenti ma evidenti fenomeni di instabilità. Il basamento roccioso è caratterizzato dal contatto di due litotipi differenti a sui quali poggia l'accumulo di paleofrana: tale situazione è visibile nell'anfiteatro presente a monte dell'abitato che risulta caratterizzato nella parte più orientale dal deposito torbiditico con brecce poligeniche, mentre a occidente affiora la formazione di Ronco (Figg.4 e 5).

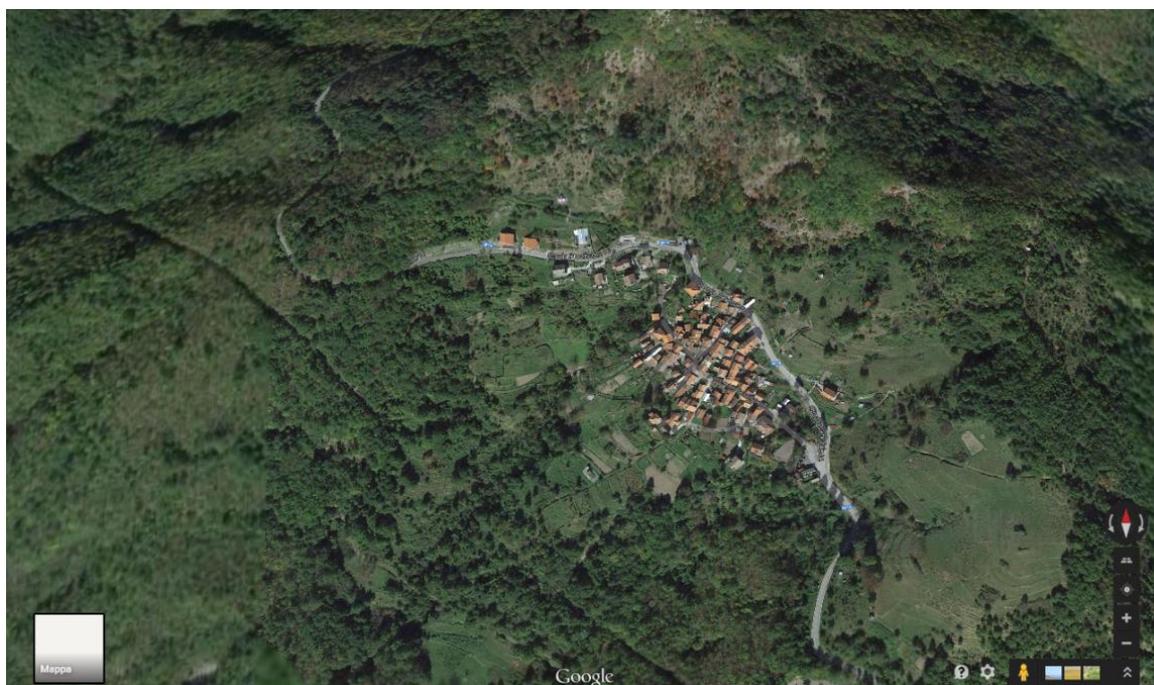


Fig. 2 - Pendio dell'abitato di Cassingheno con l'evidente corona nella zona di monte.

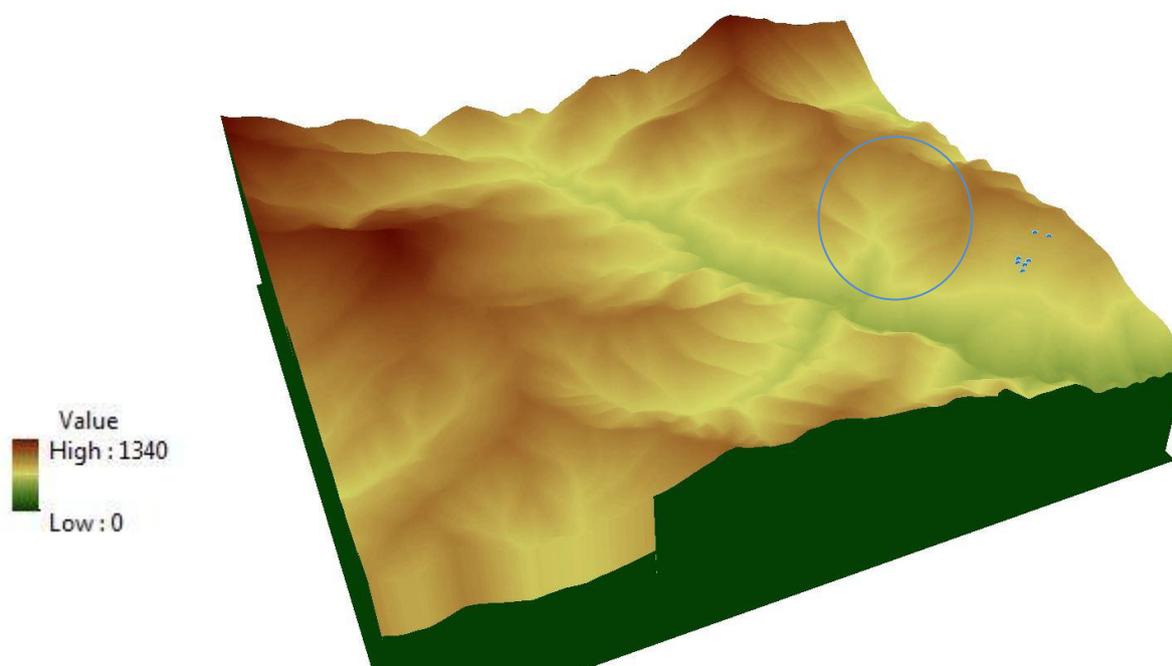


Fig.3 - DTM del pendio che interessa l'abitato di Cassingheno: il dissesto si sviluppa a partire dal crinale per interessare la zona sottostante in direzione dell'asta torrentizia

Nel 1999 si svolse una ulteriore campagna geognostica “con la realizzazione di quattro sondaggi a carotaggio continuo, fino alla profondità massima di 32 m attrezzati ad inclinometro”, le cui letture hanno confermato la presenza di “modesti scostamenti tra le profondità comprese tra 15 e 26 m nei tubi più a sud e nessun scostamento in quelli più settentrionali”.



Fig. 4 - Anfiteatro morfostrutturale a monte dell'abitato.

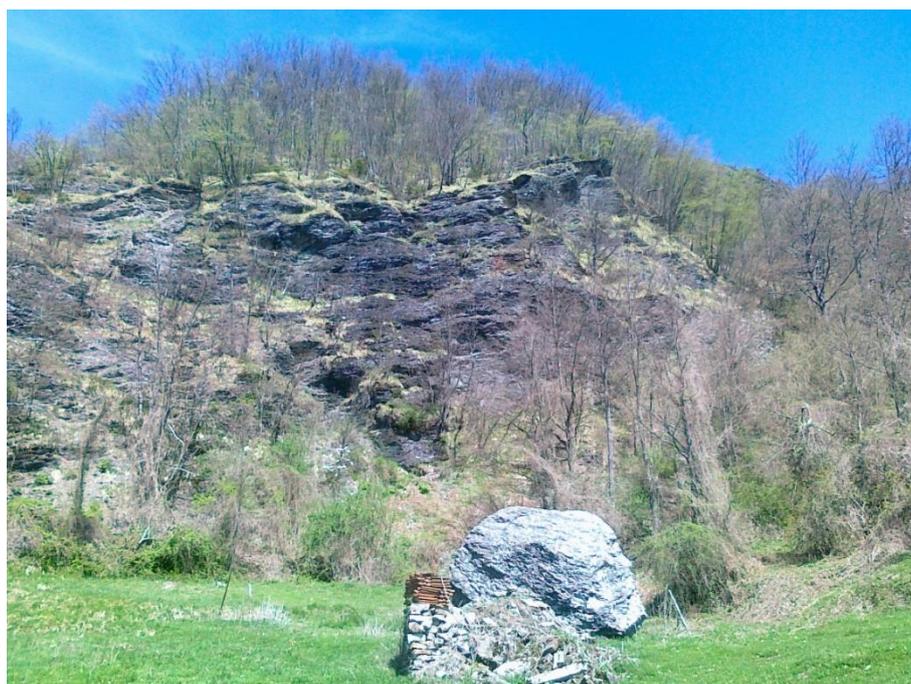


Fig. 5 - Substrato affiorante nella testata della paleofrana.

L'abitato sorge quindi in una zona in cui la tettonica si è manifestata con faglie che hanno determinato l'innescò della paleofrana: lo sviluppo della frana si è determinato a partire dalla testata ad elevata pendenza, mentre nella zona inferiore si verifica una diminuzione dell'acclività che torna ad aumentare in corrispondenza della base.

Nel corso dell'anno 2014 sono stati presi in carico da parte di ARPAL gli inclinometri S6, S2 e S7bis (Fig.6) all'interno della perimetrazione dell'Inventario dei fenomeni franosi (Progetto IFFI).

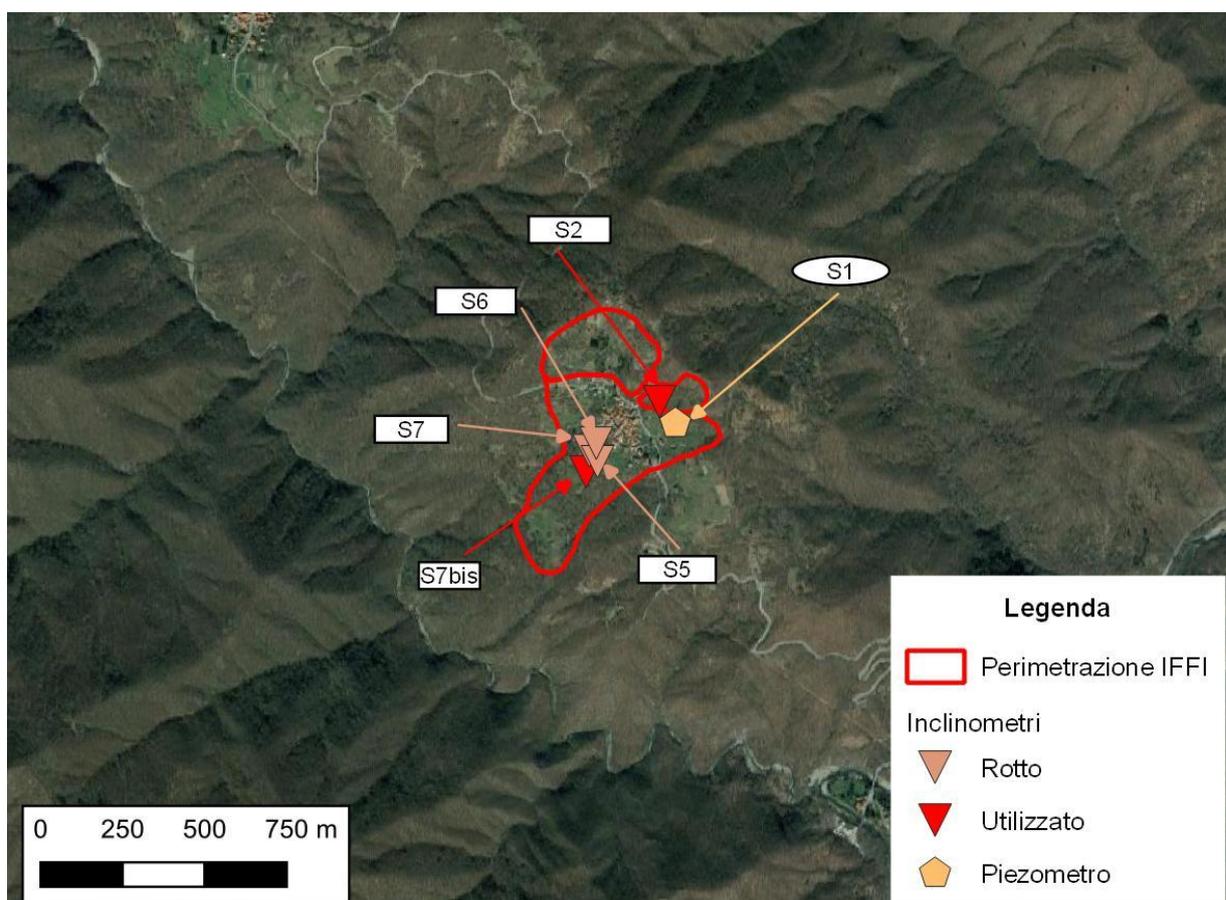


Fig. 6 - Posizione e stato degli inclinometri S6, S2, S7bis e del piezometro S1 (risalente al 2014).

Per quanto riguarda gli altri tubi inclinometrici S4, S5 e S7 si sono riscontrati problemi nella discesa della sonda inclinometrica a causa della presenza a varie profondità di detrito e pietrame che ne hanno determinato l'inutilizzabilità (Figg.7 e 8). Le foto seguenti mostrano la presenza delle ostruzioni negli inclinometri.

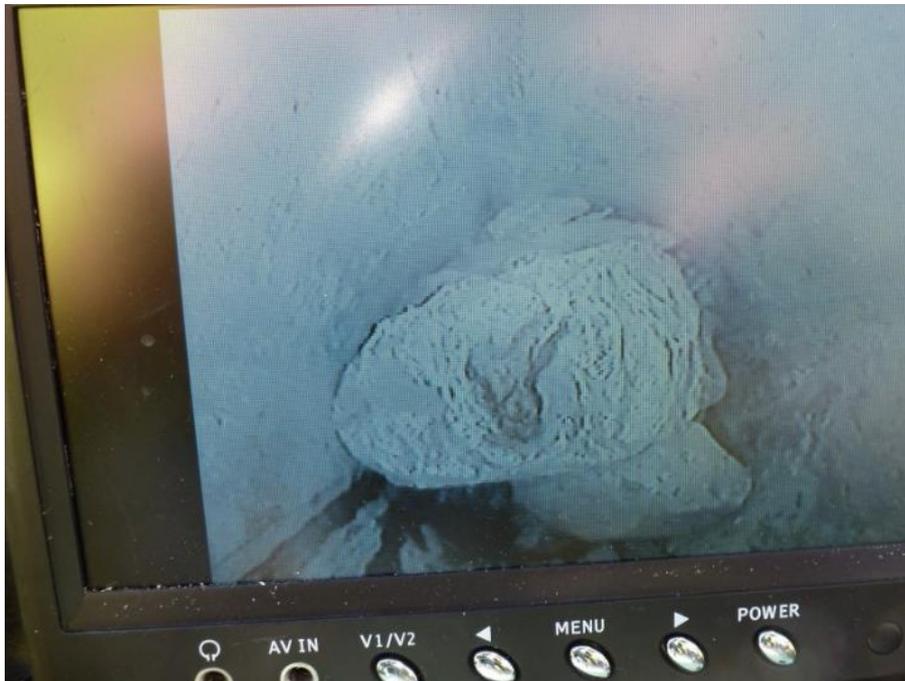


Fig. 7 - Inclinometro S4: si può osservare la presenza di terra e pietre all'interno dell'inclinometro. Il detrito ostruisce completamente l'interno e pertanto la tubazione non risulta più utilizzabile.



Fig. 8 - Inclinometro S7. Anche in questo caso la foto mostra la presenza di pietrame all'interno della tubazione alla profondità di -8.6m: le pietre ostruiscono completamente l'interno della tubazione che pertanto non risulta più utilizzabile.

Il monitoraggio dei tubi inclinometrici, ancora funzionanti (S2 e S7bis), su richiesta del Comune di Fascia, aveva consentito di verificare dal 2015 la presenza di spostamenti per il momento limitati intorno alla profondità 15-16 m e 20 m nell'inclinometro S6, localizzato nella parte mediana del pendio. Nel corso del 2018 si è verificata la rottura della tubazione S6, indice di una ripresa importante del movimento a -20 m e nel 2020 di S2 a -12m di profondità. L'inclinometro S7bis ubicato nella parte basale del versante ha dato indizi di movimento già a fondo foro, deformazioni che potrebbero coinvolgere il pendio a profondità superiori alla profondità di installazione degli stessi inclinometri, in accordo con il piano di taglio principale riscontrato a -20 m in S6.

A questo proposito si vuole sottolineare che solo S6 ha mostrato una profondità di utilizzo consona al monitoraggio della paleofrana in oggetto, mentre gli altri risultano intestati a 15 m, profondità che non può garantire un ottimale funzionamento e una intercettazione della superficie di scorrimento. Dalle stratigrafie infatti emerge che alla profondità compresa tra 10 e 15 m si incontra il substrato roccioso con caratteristiche assimilabili agli argilloscisti e conseguentemente l'assenza riscontrata di spostamenti potrebbe essere imputabile a un mancato riconoscimento del piano di taglio.

Inclinometri: S6 ex, S2 e S7bis

Tipo	Complesso
Stato	Attivo/riattivato/sospeso
Identificativo	0100346701
Area [mq]	171525

3. Analisi dei dati inclinometrici

Nel 2020 non è stato possibile leggere l'inclinometro S2 a causa di una forte deformazione; nel corso del 2021 e 2022, in accordo con Regione Liguria l'attività di lettura degli inclinometri è stata sospesa.

Durante l'ultimo sopralluogo presso l'unico inclinometro fino ad allora ancora sfruttabile (S7bis – anno 2023), è stata evidenziata la non percorribilità del tubo inclinometrico a causa di una deformazione a -3.5 m, rendendo tale inclinometro non più operativo.

Di seguito si riassumono le ultime attività di monitoraggio possibili per ogni inclinometro presente in loco.

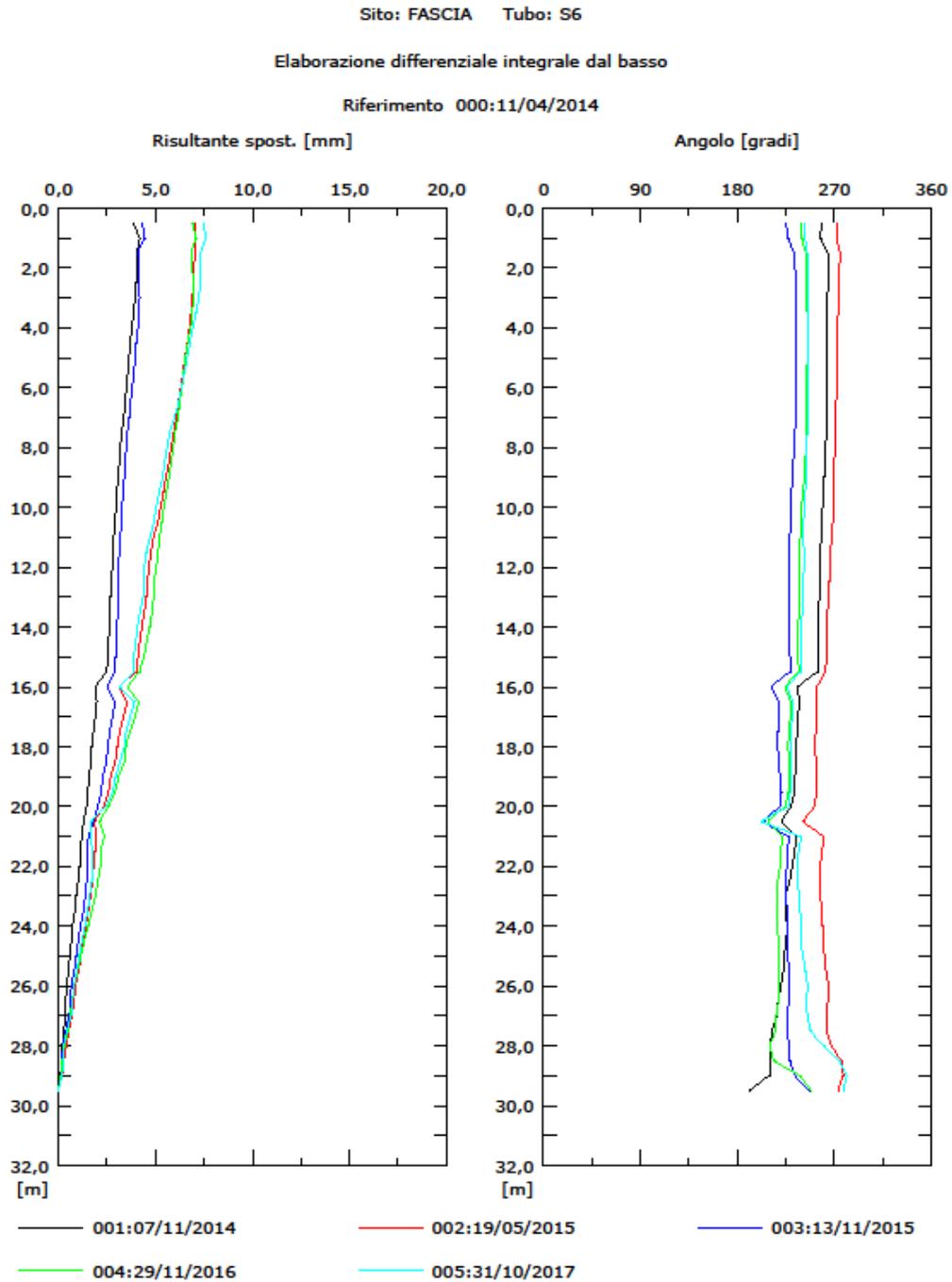
Data	Attività	Strumentazione	Sistema di misura
03/04/2023	lettura di esercizio sulle guide A1/A3	Inclinometro S7bis	Sonda servoaccelerometrica biax. S091260

Tab. 1 - Misure effettuate nel 2023 nel sito di Cassingheno

Inclinometro S6 (29.5 m) – zona inferiore dell'abitato

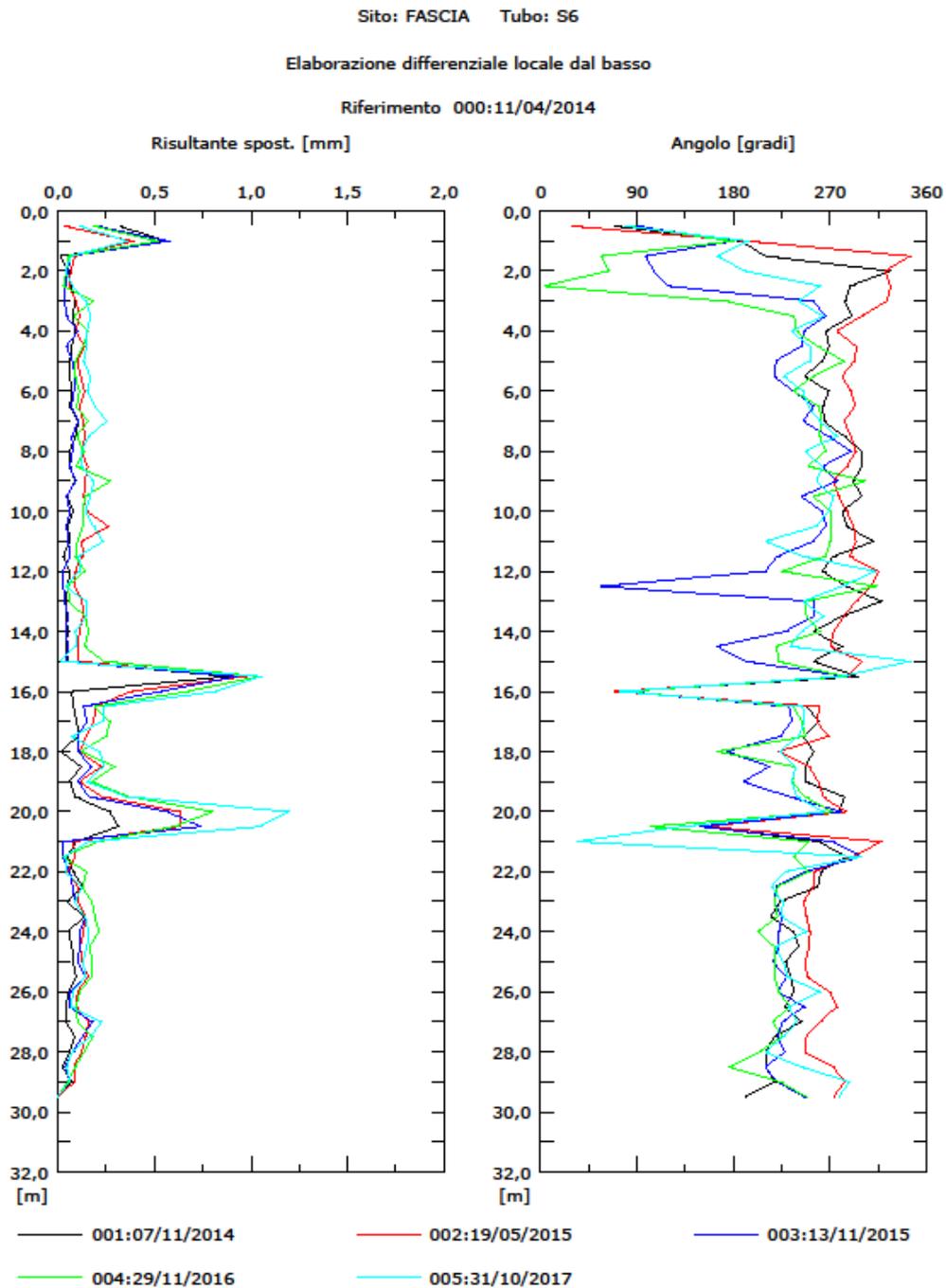
Le letture eseguite durante il monitoraggio del 2017 hanno mostrato che lo spostamento totale, pur rimanendo contenuto entro i 7 mm, sembrava delinearsi con deformate inclinometriche che mostravano una debole progressione: infatti sebbene nell'elaborazione integrale non fosse ancora chiara la zona di deformazione, dall'elaborazione locale si potevano rilevare due picchi, il più superficiale a 15-16 m di profondità e il secondo a circa 20 m. Quest'ultimo picco più profondo nell'ultima lettura mostrava un valore di spostamento superiore ai picchi precedenti, sebbene ancora non particolarmente rilevante in valore assoluto (Figg.9 e 10).

In data 13/11/2018 si è constatata, mediante videoispezione, la presenza di una deformazione che non consente più il passaggio della sonda inclinometrica a -20.20 m e quindi risulta inutilizzabile (Figg.5 e 6). Tale situazione sarebbe il risultato di un incremento dei movimenti del versante.



ARPAL

Fig. 9a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S6



ARPAL

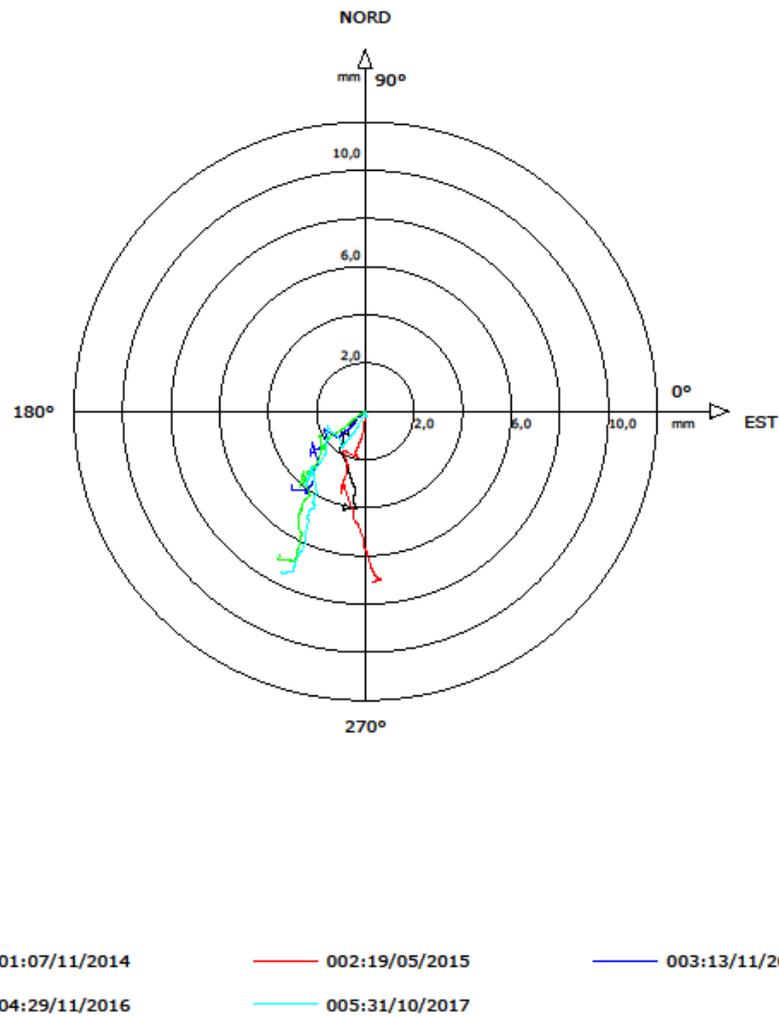
Fig. 9b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S6.

Sito: FASCIA Tubo: S6

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:11/04/2014

Diagramma polare della deviazione



ARPAL

Fig. 10- Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S6



Fig. 11 - deformazione a -16m nell'inclinometro S6

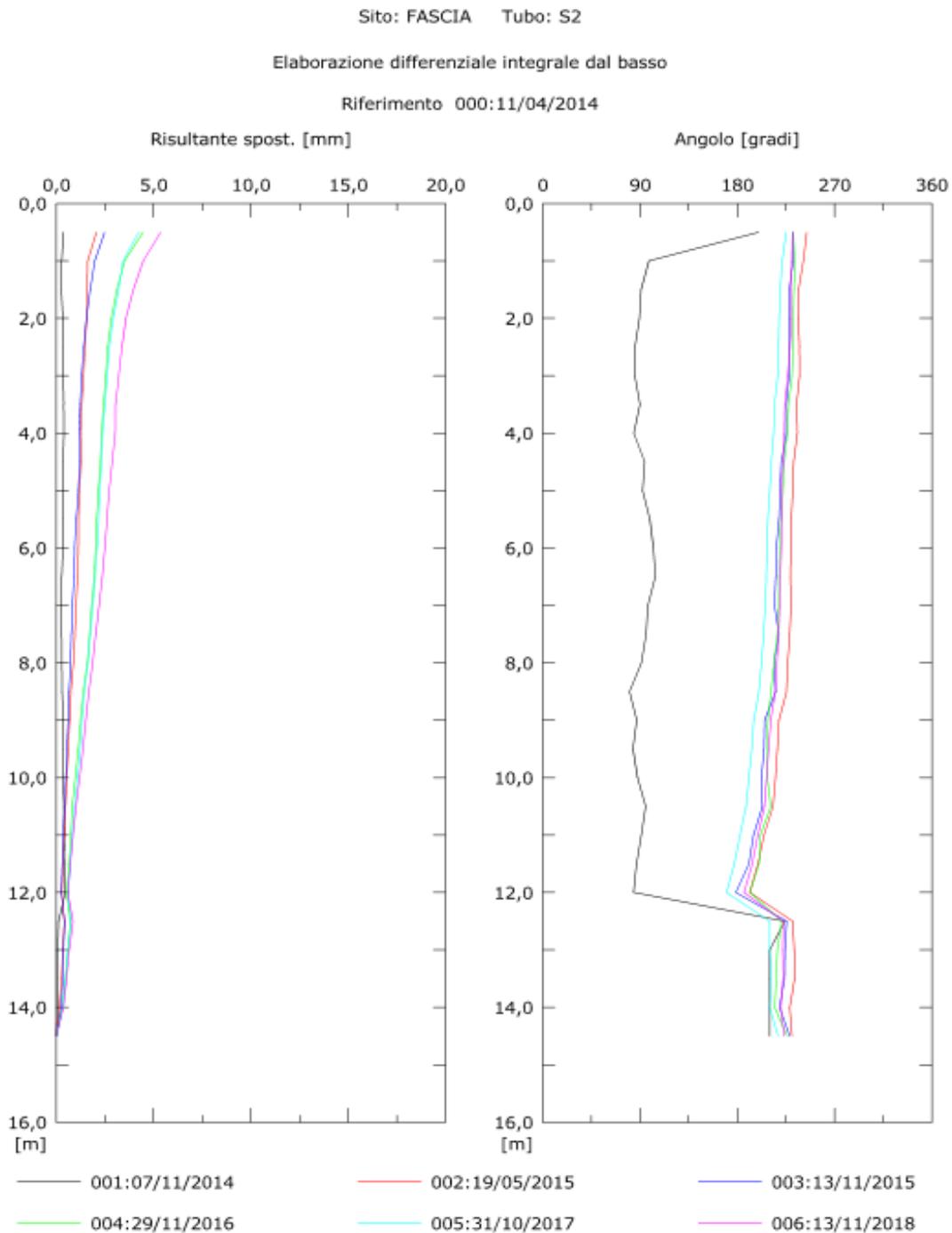


Fig. 12 - Forte deformazione con piano di taglio a -20 m nell'inclinometro S6

Inclinometro S2 (14.5 m) – zona inferiore dell'abitato

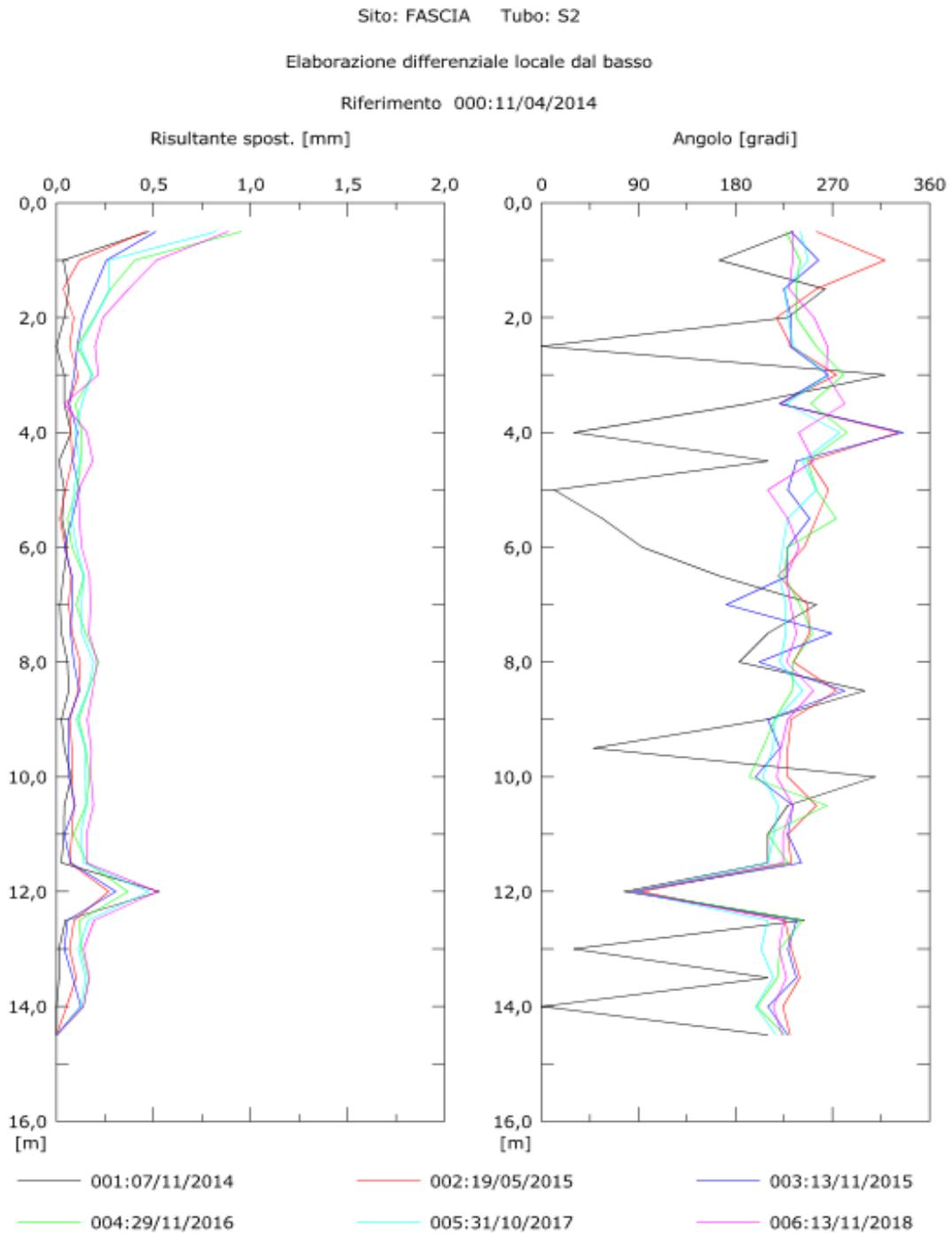
Nel corso del 2020 si è registrata la presenza di una forte deformazione a -12 m che non consente più il passaggio della sonda inclinometrica: la profondità in cui si è registrato il problema nella discesa della sonda corrisponde al picco presente nel grafico dell'elaborazione locale. Il monitoraggio 2018 aveva evidenziato, nell'elaborazione differenziale integrale, uno spostamento totale di 7 mm, con un aumento di 2 mm rispetto al 2017.

La zona potenzialmente in movimento, come si può vedere dall'elaborazione differenziale locale, si trova a -12 m con una direzione di spostamento rivolta in modo concorde verso valle (Figg.13 e 14). Complessivamente si può concludere che nonostante la relativa lunghezza della tubazione inclinometrica, si sia intercettato in parte il movimento lungo il piano di taglio.



ARPAL

Fig. 13a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S2.



ARPAL

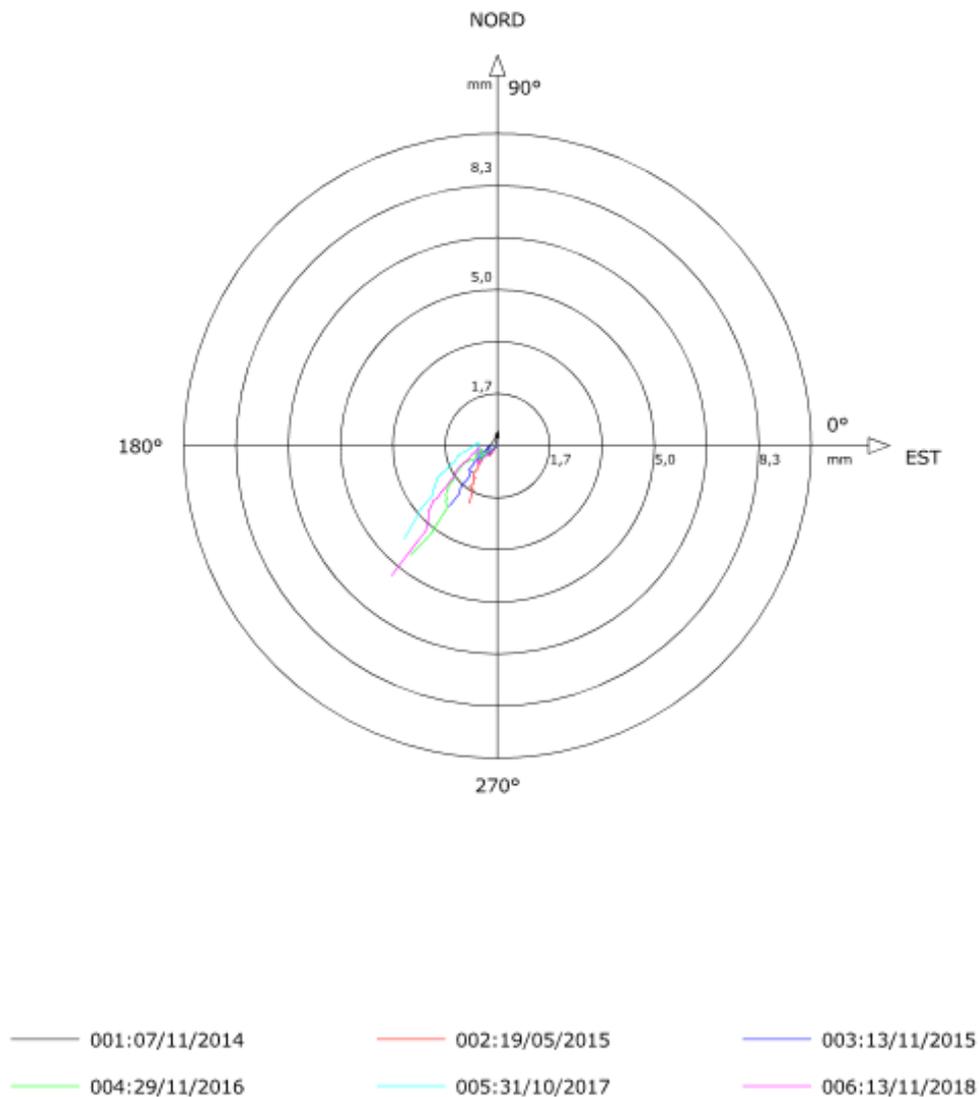
Fig. 13b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S2.

Sito: FASCIA Tubo: S2

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:11/04/2014

Diagramma polare della deviazione



ARPAL

Fig. 14 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S6

Inclinometro S7bis (14.5 m) – parte alta della frana

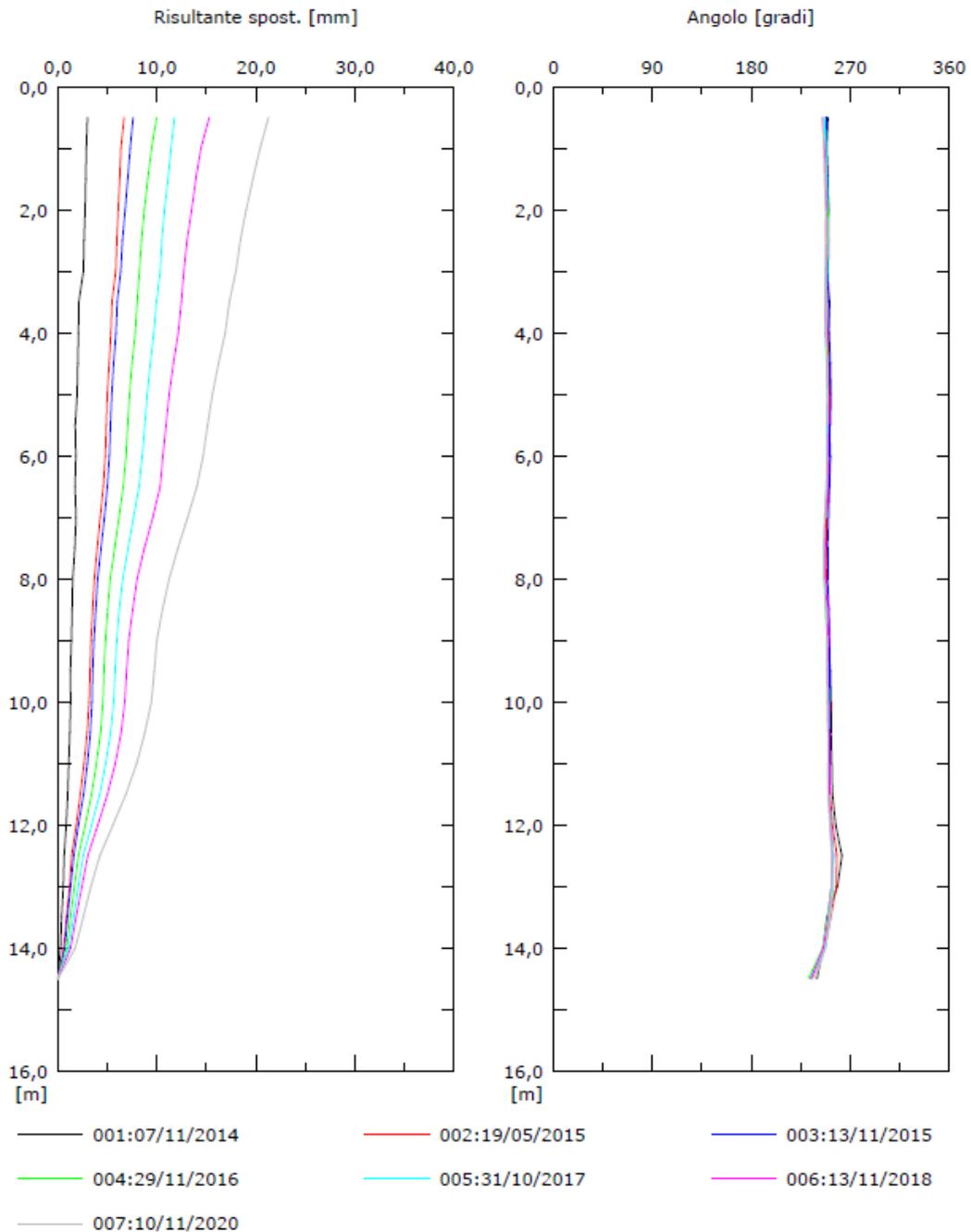
Durante la campagna del 2023 la lettura non è stata eseguita a causa di una deformazione presente a -3.5 m che ha impedito la discesa della sonda, inclinometro non utilizzabile. Si riportano quindi i risultati dell'ultima lettura eseguita nel 2020.

Dall'elaborazione differenziale integrale si evince uno spostamento totale di 23 mm rispetto al 2014, con un aumento di circa 8 mm rispetto al 2018 (Figg.15 e 16). L'elaborazione locale conferma un innalzamento dei valori strumentali specie in profondità con la possibilità che effettivamente tutta la tubazione, data la limitata profondità sia interessata da uno spostamento a partire dal fondo: il movimento rilevato dalla strumentazione sarebbe inoltre concorde con la direzione di pendenza del versante. Le letture future potranno confermare l'una o l'altra ipotesi e in ogni caso rimane il dubbio sulla effettiva funzionalità dell'inclinometro data la limitata profondità di installazione.

Sito: FASCIA Tubo: S7bis

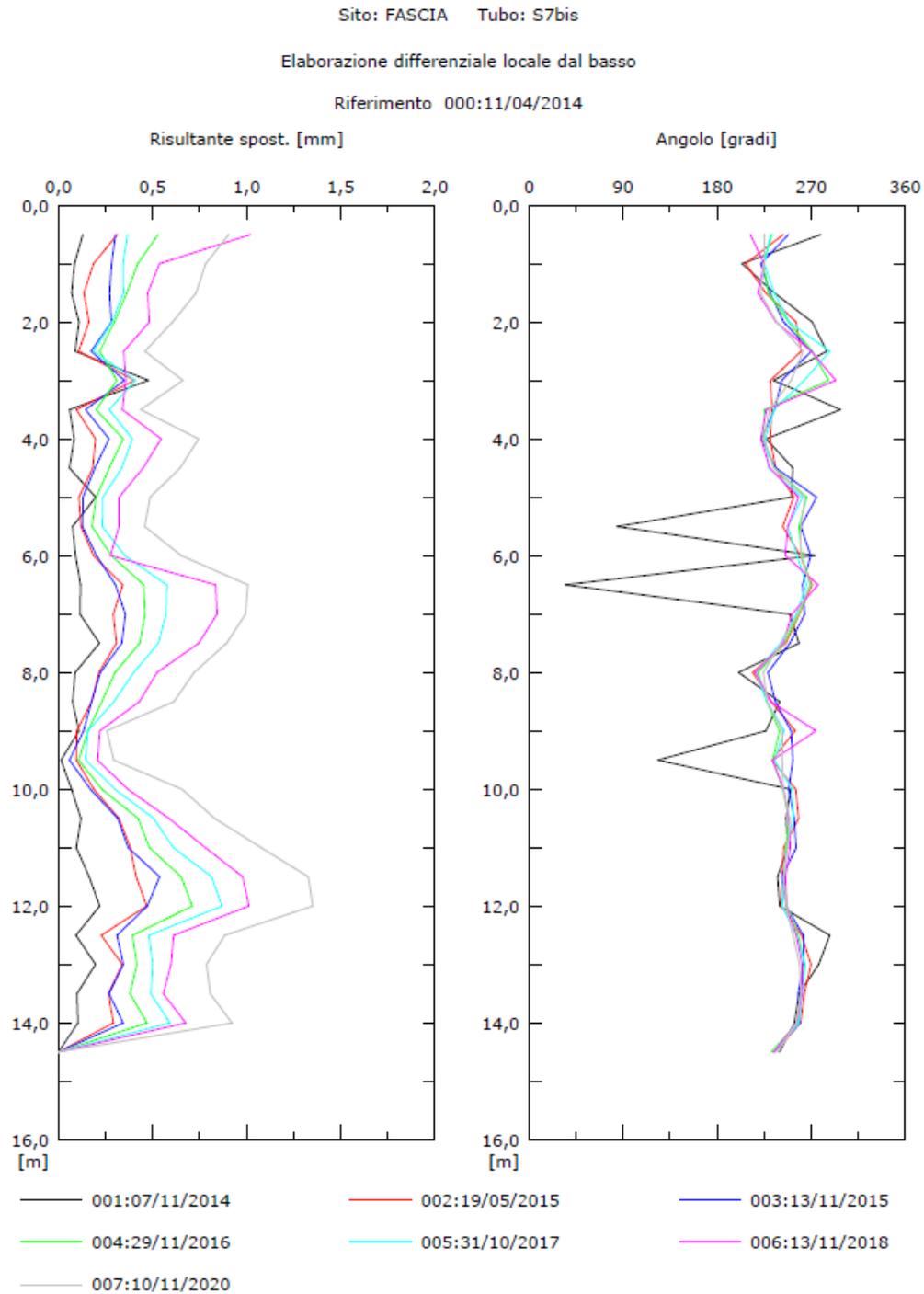
Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:11/04/2014



ARPAL

Fig. 15a - Grafici relativi all'elaborazione differenziale integrale (risultante degli spostamenti) dell'inclinometro S7bis.



ARPAL

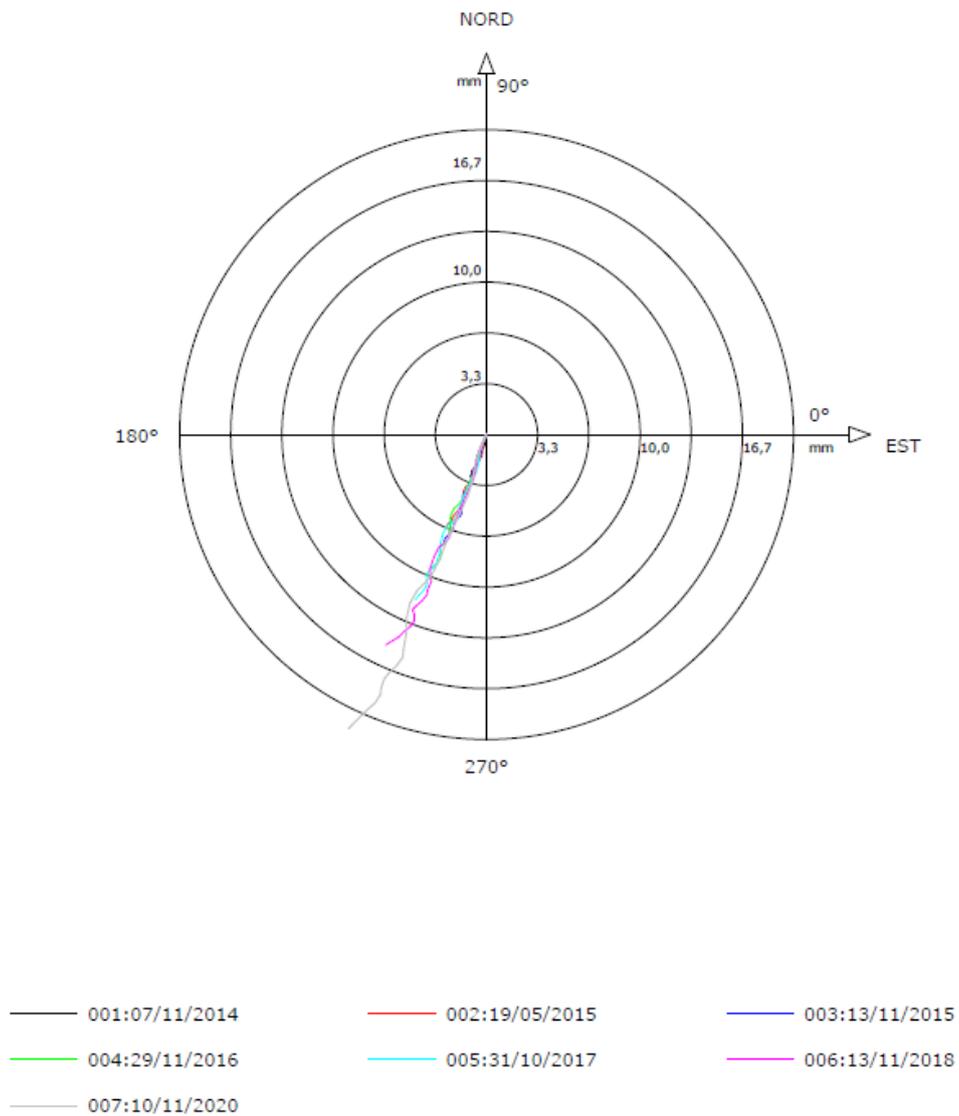
Fig. 15b - Grafici relativi all'elaborazione differenziale locale (spostamenti locali) dell'inclinometro S7bis.

Sito: FASCIA Tubo: S7bis

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:11/04/2014

Diagramma polare della deviazione



ARPAL

Fig. 16 - Grafico relativo all'elaborazione differenziale integrale (diagramma polare della deviazione) dell'inclinometro S6

4. Conclusioni

Per quanto i dati relativi alla soggiacenza della falda, ottenuti da rilievi in tubi inclinometrici, sono da ritenere approssimativi e potenzialmente soggetti a errori: la falda è stata rilevata in 2 inclinometri a circa -10/11 m di profondità.

Per quanto riguarda il rapporto diretto che può intercorrere tra le precipitazioni e gli spostamenti del terreno si può osservare nel corso del 2014 un andamento anomalo con una distribuzione delle piogge concentrata in pochi mesi, gennaio, ottobre e novembre e caratterizzati da cumulate rispettivamente di 700 mm, 725 mm e 845 mm. Gli anni successivi mostrano una maggiore omogeneità nelle cumulate mensili e sostanzialmente sono caratterizzati da periodi modesti come precipitazioni mensili. Risaltano le cumulate mensili di febbraio e novembre 2016 rispettivamente con 489 e 391 mm di pioggia, nell'anno 2017 la cumulata di dicembre con 402 mm e, nel 2018 le cumulate di marzo, aprile e ottobre rispettivamente con 348, 232 e 690 mm.

Un discorso a parte meritano invece gli eventi di una certa intensità e avvenuti in pochi giorni: risaltano nel mese di novembre 2014 eventi pluviometrici di una certa entità, concentrati in 4 giorni con piogge di 500 mm. Per il 2015 si registra l'evento alluvionale che ha colpito la Val Trebbia nei giorni 13 e 14 settembre con 280 mm di pioggia. Inoltre si osservano precipitazioni con 325 mm in 3 gg nel mese di febbraio 2016, con 156 mm nel mese di marzo 2016 e in ultimo nel mese di novembre 2016 da segnalare 5 giorni con 362 mm di pioggia e un picco di 135 mm in un solo giorno (21 novembre). Per quanto riguarda gli eventi estremi del 2018 sono da segnalare le cumulate di marzo, aprile e ottobre rispettivamente con 174, 123 e 618 mm nell'arco di 3gg.

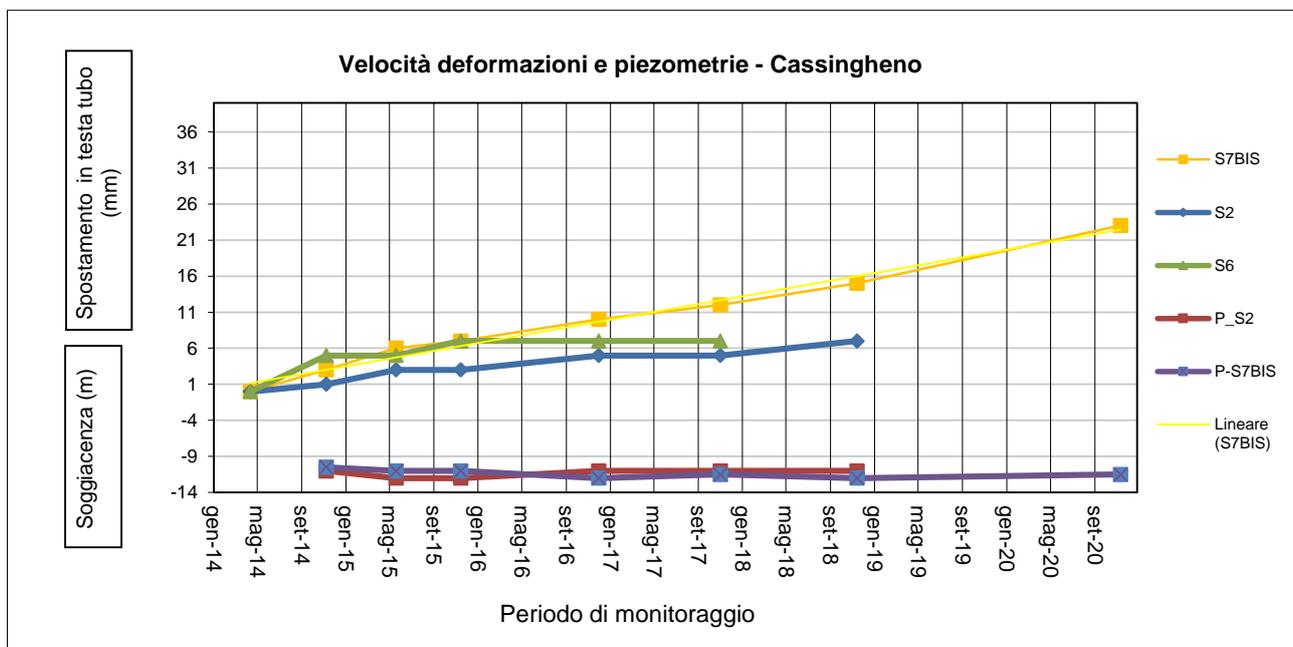


Fig. 17 - Velocità delle deformazioni e soggiacenza della falda. Linea di tendenza S7BIS

Dall'osservazione della Fig.18 si rileva come, nonostante eventi meteo di una certa portata concentrati in pochi giorni, non si siano verificati spostamenti di una certa entità in profondità in S6. Questo potrebbe far pensare ad un cinematismo non tanto dipendente da eventi intensi limitati nel tempo ma piuttosto da periodi lunghi caratterizzati da piogge importanti e prolungate. Si può notare infatti che anche dopo i due mesi di ottobre e novembre 2014 con valori di pioggia pari a 1570 mm non si sia registrato alcun spostamento rilevante. Si deve peraltro notare che periodi lunghi e piovosi comprendenti alcuni mesi non si sono riproposti dal 2014 e quindi allo stato attuale risulta impossibile verificare il cinematismo della frana direttamente dipendente da tali eventi meteo.

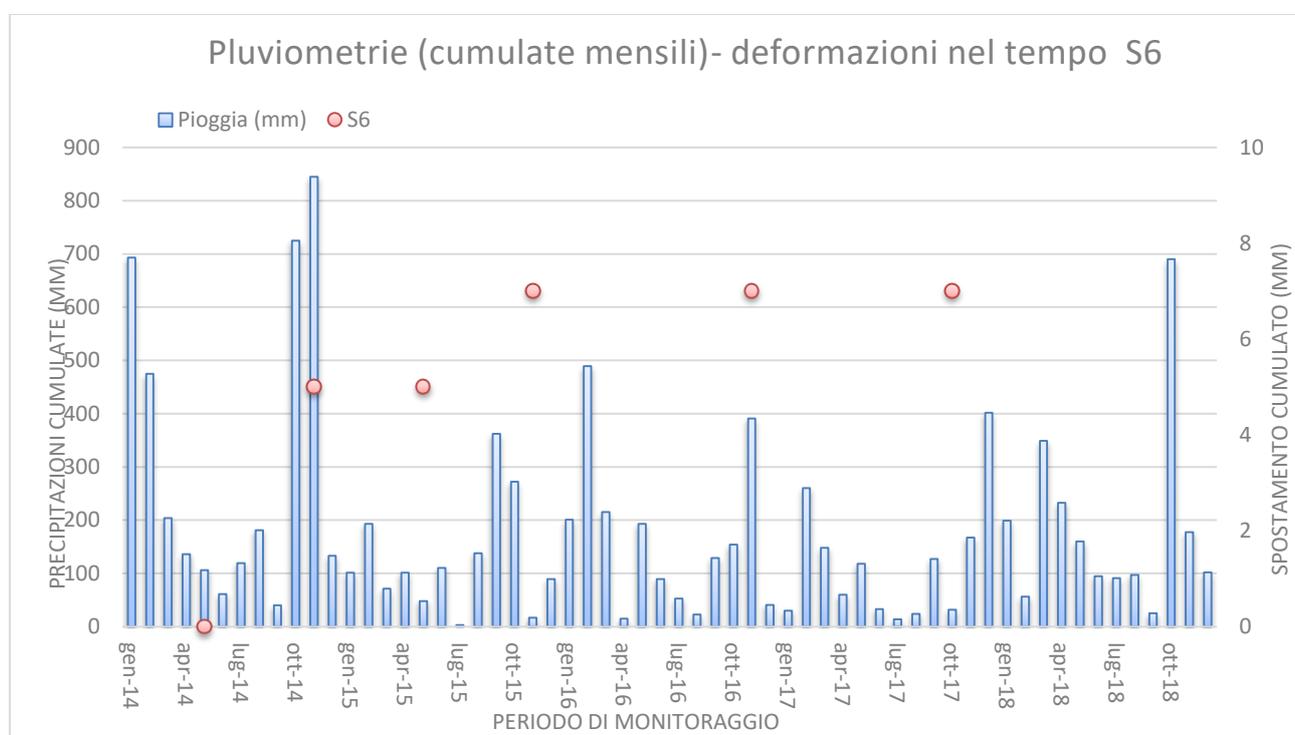


Fig. 18 – Andamento pluviometrico mensile (stazione TORRIGLIA) e letture inclinometriche S6.

Per quanto riguarda invece gli altri inclinometri, di limitata lunghezza rispetto a S6, si registrano lievi movimenti maggiormente dipendenti dalle precipitazioni e localizzati più in superficie.

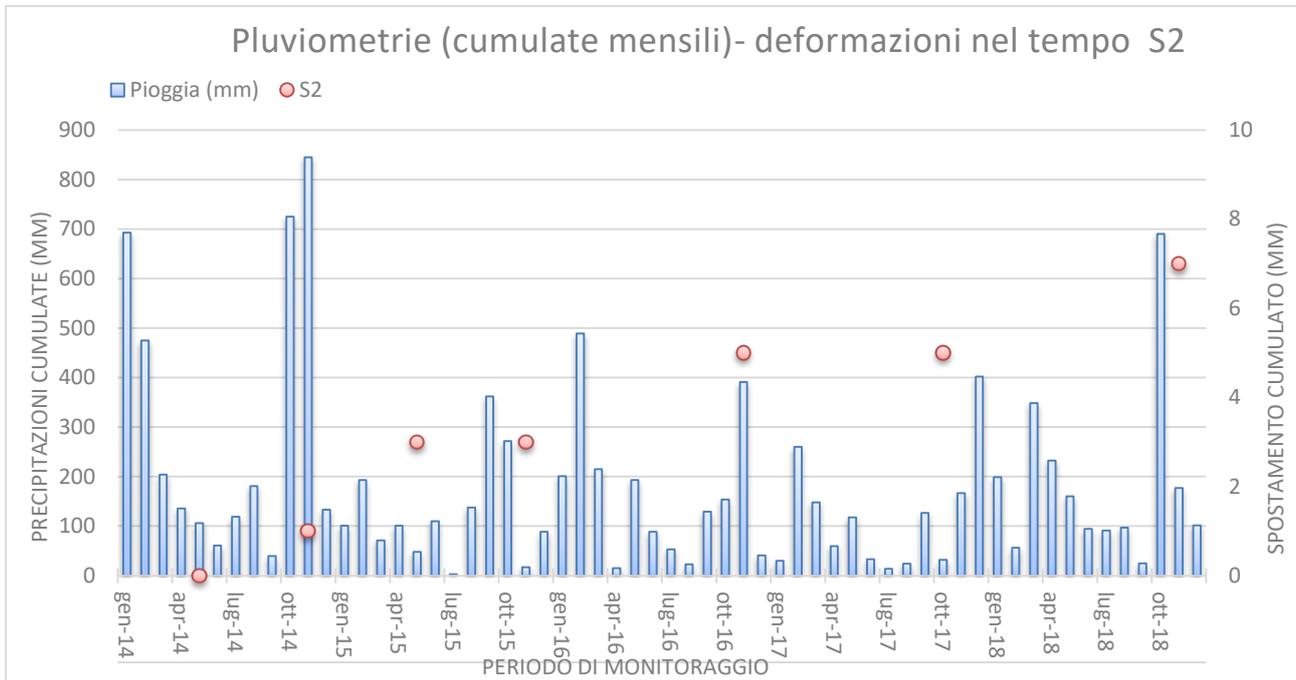


Fig. 19 – Andamento pluviometrico mensile, (stazione TORRIGLIA) e letture inclinometriche S2.

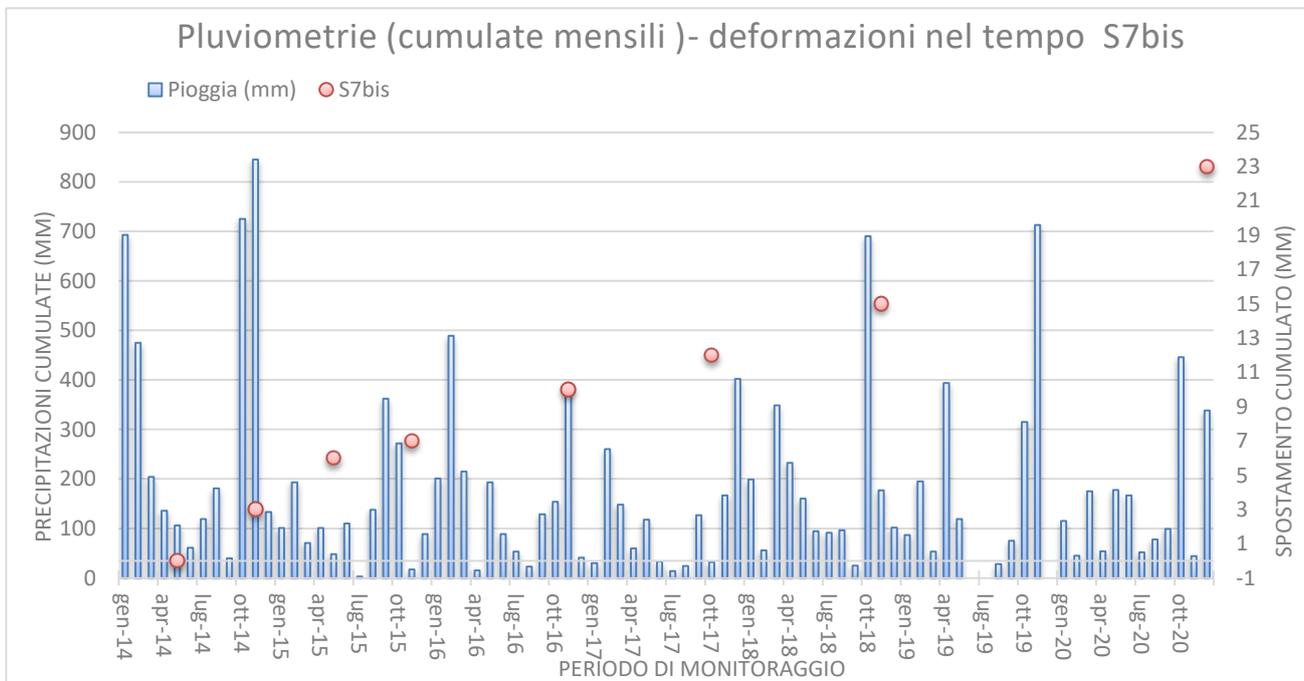


Fig. 20 – Andamento pluviometrico mensile (stazione TORRIGLIA) e letture inclinometriche S7bis.