



Contrada Valle Cena
66051 Cupello (CH)

LAVORI DI REALIZZAZIONE INCLINOMETRI E LETTURE INCLINOMETRICHE

CONSORZIO INTERCOMUNALE
C.I.V.E.T.A.

RELAZIONE TECNICA SUL MONITORAGGIO N°1

Data 09/01/2020



Il Direttore
Dott. Geol. Luca Di Matteo

INDICE

1. PREMESSA...	...	...	...	...	...	...	...	...	pag. 2
2. REALIZZAZIONE DEI FORI DI SONDAGGIO..	...	...	...	...	...	...	...	...	pag. 2
3. INSTALLAZIONE DEI TUBI INCLINOMETRICI...	...	...	...	...	...	...	...	...	pag. 4
4. SPECIFICHE TECNICHE...	...	...	...	...	...	...	...	...	pag. 6
5. MODALITÀ ESECUTIVE ED ELABORAZIONE DELLE MISURE...	...	...	...	...	...	...	...	...	pag. 7

Allegati

- Ubicazione Inclinatori
- Stratigrafie
- Elaborazione letture inclinometriche

1. Premessa

La presente relazione tecnica sulle indagini è redatta al fine di illustrare le procedure tecniche adottate ed i risultati ottenuti dai "Lavori di Realizzazione Inclinatori e Letture Inclinatorie" eseguiti a nome e per conto del Consorzio Intercomunale C.I.V.E.T.A. presso l'impianto sito in Contrada Valle Cena di Cupello, dalla scrivente GEA S.a.s. con sede in Spoltore (PE) Via Cagliari, 3 di seguito indicata come ditta esecutrice. Il programma di indagine, prevedeva l'installazione di n° 2 inclinatori in foro di sondaggio aventi profondità minima di 20,00 m.l., verifica ed eventuale ripristino di n°1 tubo inclinometrico realizzato nell'anno 2009 ed avvio del monitoraggio inclinometrico come da seguente programma:

- lettura dello "zero" trascorso il tempo tecnico necessario alla presa del tubo inclinometrico nel foro cementato (almeno 30 giorni)
- letture di esercizio eseguite a cadenza settimanale.

Di seguito si descriverà quanto realizzato al termine del **prima fase** lavorativa iniziata in data 01/10/2019 e terminata in data 20/12/2019 che ha visto realizzazione dei fori di sondaggio e l'avvio del monitoraggio inclinometrico.

2. Realizzazione dei fori di sondaggio

Per la posa in opera dei nuovi tubi inclinometrici è stato necessario realizzare n°2 fori di sondaggio mediante apposita sonda perforatrice idraulica adeguatamente equipaggiata per raggiungere e superare la profondità minima di 20,00 m e rispettare così il programma di indagine. Le manovre di perforazione e le operazioni di installazione dei tubi inclinometrici sono state eseguite in conformità a quanto previsto dalle *"Raccomandazioni Sulla Programmazione Ed Esecuzione Delle Indagini Geotecniche"* - A.G.I. del giugno 1977. Al fine di ricostruire in modo preciso ed inequivocabile il passaggio tra le coltri di copertura ed il substrato inalterato si è ritenuto opportuno perforare a rotazione con carotaggio continuo. Per ogni postazione si è effettuato uno spostamento con ausilio dei mezzi del Consorzio e propri della ditta appaltatrice, realizzando così le piazzole operative per la idonea esecuzione delle manovre. Prima di operare la perforazione si è accertata

la corretta ubicazione delle attrezzature in contraddittorio con il personale tecnico del Consorzio C.I.V.E.T.A..

Per ogni punto di indagine è stato realizzato un foro del diametro $\Phi=120$ mm, e profondità $>20,00$ m.l.

I fori di sondaggio realizzati *ex novo* sono stati nominati rispettivamente SI1 e SI3 mentre l'inclinometro esistente realizzato nel 2009 precedentemente numerato come SI6 è stato ripristinato e rinominato SI2.

In allegato si riportano le stratigrafie ottenute.



Foto 1. Panoramica Sondaggio SI1

3. Installazione dei nuovi Tubi Inclinatorici e Ripristino dell'Esistente

Al termine della perforazione si è proceduto con la posa in opera dei tubi inclinometrici. Questi sono costituiti da aste in alluminio a quattro guide ortogonali del diametro interno $\Phi=76$ mm e lunghezza 3,00 m.l. raccordate da manicotti di giunzione in alluminio. Il fissaggio delle giunzioni e del tappo di fondo sono state realizzate mediante utilizzo di rivetti $\Phi=3,00$ mm, silicone e nastro isolante onde evitare l'infiltrazione all'interno del tubo della boiaccia cementizia di fissaggio e/o di altri fluidi o materiali che possano compromettere il passaggio della sonda inclinometrica in fase di esecuzione delle letture. L'intercapedine esterna tra il foro e le pareti dell'inclinometro è stata cementata mediante utilizzo di boiaccia cementizia iniettata con apposito tubicino fissato sulla parete laterale del tubo in alluminio, facendo procedere il flusso dal fondo foro verso la testa. In questo modo si è favorito il riempimento dell'intercapedine e dei vuoti lungo le pareti del foro, così come previsto dalle norme tecniche di esecuzione precedentemente menzionate (A.G.I. 1977). Va inoltre aggiunto che, per facilitare la discesa dell'inclinometrico verso il fondo foro e per verificarne l'effettiva ermeticità, è stata introdotta acqua all'interno di ogni inclinometro. Ad oggi, in entrambe i fori realizzati, il livello di riempimento è rimasto stabile a testimonianza di un corretto posizionamento ed efficace isolamento del tubo inclinometrico. A protezione degli inclinometri è stato installato un apposito chiusino ispezionabile con lucchetto.

Ultimate le operazioni di posa in opera dei nuovi inclinometri, si è provveduto ad effettuare il ripristino di un tubo inclinometrico preesistente precedentemente identificato con il numero SI6. All'interno della tubazione inclinometrica si è calata la sonda testimone per verificare la funzionalità e integrità della postazione. All'interno del foro è stata riscontrata la presenza dell'acqua di installazione (a riprova dell'assenza di avvenute rotture e/o dispersioni) e non sono state riscontrate disfunzioni o alterazioni delle guide sino alla quota di fondo foro misurata a - 20,00 m dal p.c. Tale verifica ha consentito di ritenere l'ex SI6 come funzionante e idoneo al proseguimento del monitoraggio. Si è così potuto ripristinare il monitoraggio del tubo inclinometrico preesistente, nell'occasione rinominato come inclinometro n° SI2

Segue lo schema riassuntivo delle profondità raggiunte e i riferimenti relativi ad ogni inclinometro monitorato.

Inclinometro n° SI1...	...	...	...	...	profondità 20,00 metri
Inclinometro n° SI2...	...	...	...	...	profondità 20,00 metri
Inclinometro n° SI3...	...	...	...	...	profondità 20,00 metri



Foto 2. Misura inclinometro SI1



Foto 3. Misura inclinometro SI2



Foto 3. Misura inclinometro SI3

4. Specifiche Tecniche

Nel seguente paragrafo si riportano alcune informazioni tecniche relative alla strumentazione utilizzata per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati.

Le sonde inclinometriche vengono impiegate sia per la misura dei movimenti orizzontali del terreno (sonde verticali nel presente caso) sia per monitorare i cedimenti in fondazioni e rilevati (sonde orizzontali). Sono essenzialmente costituite da un corpo cilindrico in acciaio munito di due carrelli ed un sensore inclinometrico. Il modello utilizzato è il



SISGEO S242SV equipaggiato con un sensore servo-accelerometrico biassiale ad alte prestazioni; questa sonda può essere utilizzata in qualunque tipo di tubo inclinometrico verticale con diametro interno da 38 a 84 mm. Per

l'acquisizione delle letture è utilizzato il sistema automatico con Datalogger portatile Modello Archimede della SISGEO S.r.l.

Si allegano i certificati di conformità e di taratura della strumentazione adoperata.

5. Modalità Esecutive ed Elaborazione delle Misure

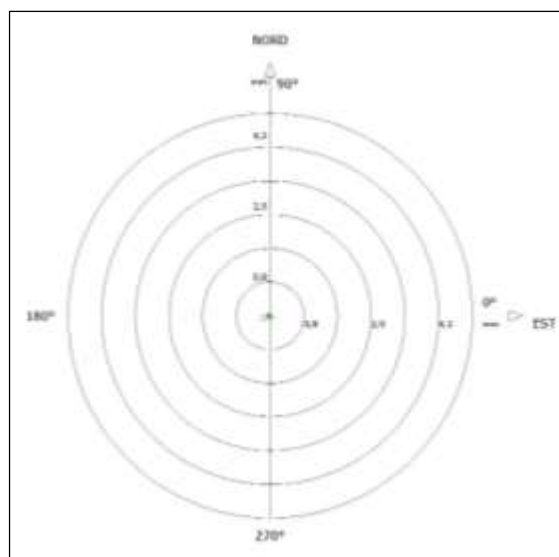
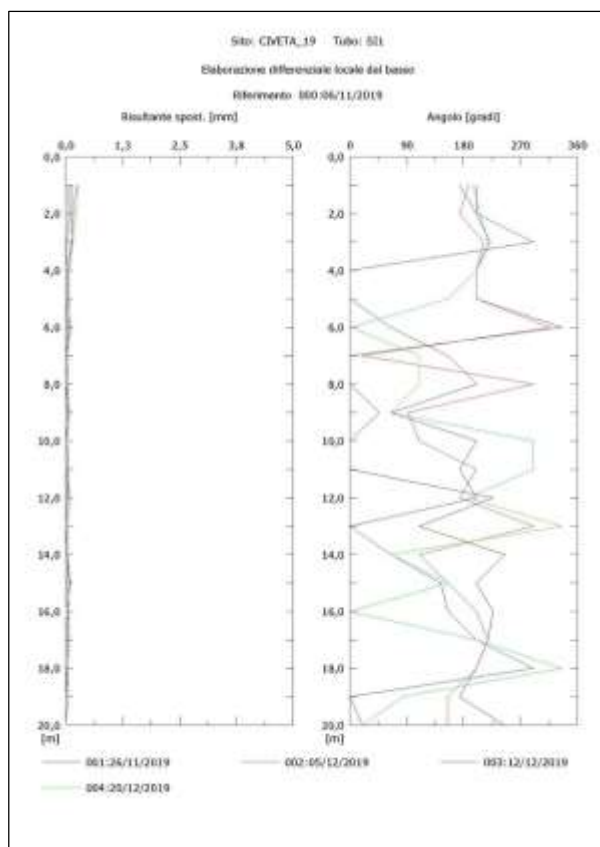
La misura consiste nel rilievo lungo tutta la colonna inclinometrica della inclinazione ~~rispetto alla verticale, su due piani tra loro ortogonali individuati dalle guide del tubo~~ inclinometrico. Il passo delle misure è pari all'interasse tra le due rotelle della sonda (50 cm o 2 piedi) e quindi sul cavo le tacche tattili sono posizionate ogni 0,5 m o 2 piedi. La prima lettura in opera, lungo tutta la tubazione, è detta "lettura di zero", nel senso che è la lettura di riferimento rispetto alla quale si calcoleranno nel tempo gli spostamenti della tubazione inclinometrica; le letture successive sono definite "letture di esercizio". È fondamentale eseguire le successive letture di esercizio nelle linee guida su cui è stata effettuata la lettura di zero (Es. 1-3) sempre in modo coniugato ossia ruotate di 180°. Prima di calare nel tubo la sonda inclinometrica viene controllato lo stato della tubazione per mezzo della "sonda testimone". Tale sonda è costituita da un semplice carrello non strumentato, di basso costo, avente la stessa meccanica esterna della sonda inclinometrica munita di un cavetto di acciaio. Viene fatta scorrere preventivamente lungo le guide della tubazione per tutta la sua lunghezza, in modo da verificare l'accessibilità e valutare il rischio di una possibile perdita della sonda di misura per la presenza di eventuali ostruzioni all'interno della tubazione. Successivamente si procede con l'acquisizione dal basso verso l'alto delle misure mediante *datalogger* di registrazione automatico che memorizza su di una memoria interna i valori da elaborare con *software* dedicato. Gli spostamenti laterali del tubo possono essere calcolati ad ogni profondità. Questo valore calcolato è chiamato "deviazione incrementale". La somma di successive deviazioni incrementali in funzione della profondità è detta "deviazione cumulativa". Cambiamenti nelle deviazioni cumulative definiscono lo "spostamento" del tubo inclinometrico. I valori ottenuti sono stati processati adottando il criterio dell'Elaborazione Differenziale dal basso

verso l'alto facendo particolare riferimento al contributo differenziale locale che consente di individuare la quota dal piano campagna di eventuali movimenti gravitativi. I risultati ottenuti per ogni tubo inclinometrico sono riportati negli appositi grafici in allegato insieme al grafico dell'Azimuth di spostamento che indica la direzione dello spostamento.

Nella tabella n.1 è riportato il cronoprogramma delle letture effettuate.

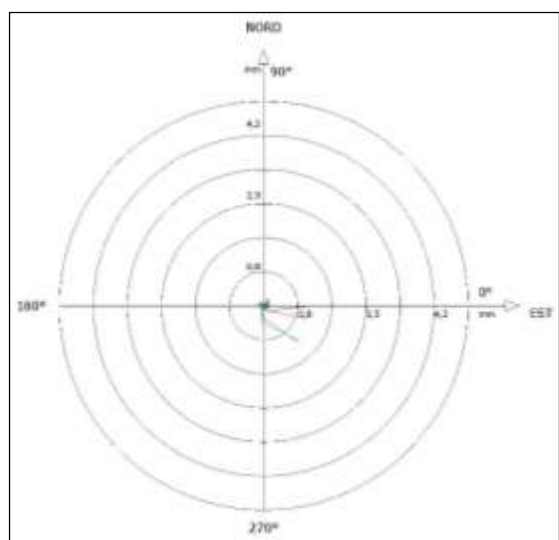
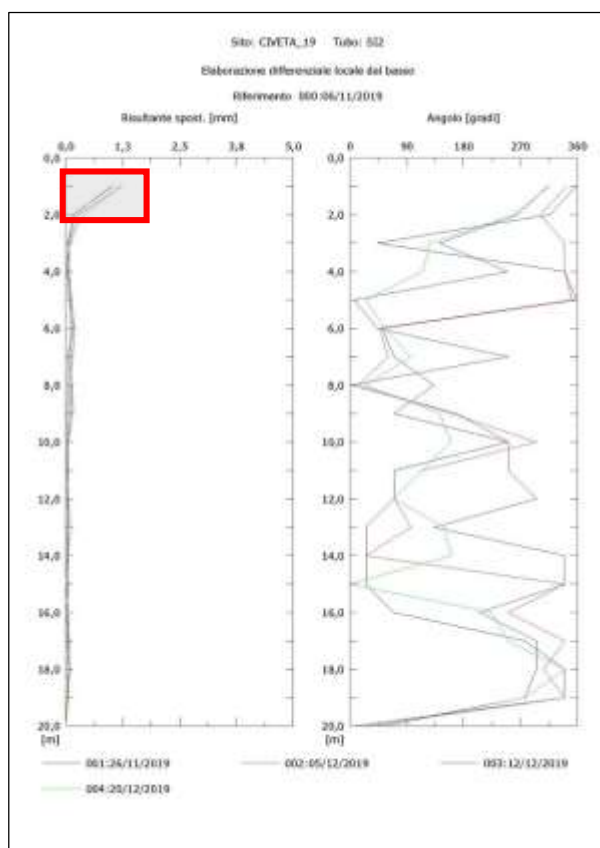
N° Lettura	Giorno	Indicativo e Profondità del Tubo Inclinometrico
"Zero"	06/11/2019	
1	26/11/2019	SI1 20,00 metri
2	05/12/2019	SI2 20,00 metri
3	12/12/2019	SI3 20,00 metri
4	20/12/2019	

Tab. n° 1 Cronoprogramma letture inclinometriche



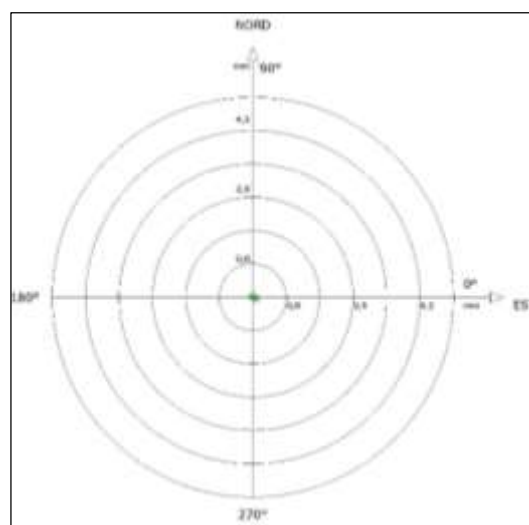
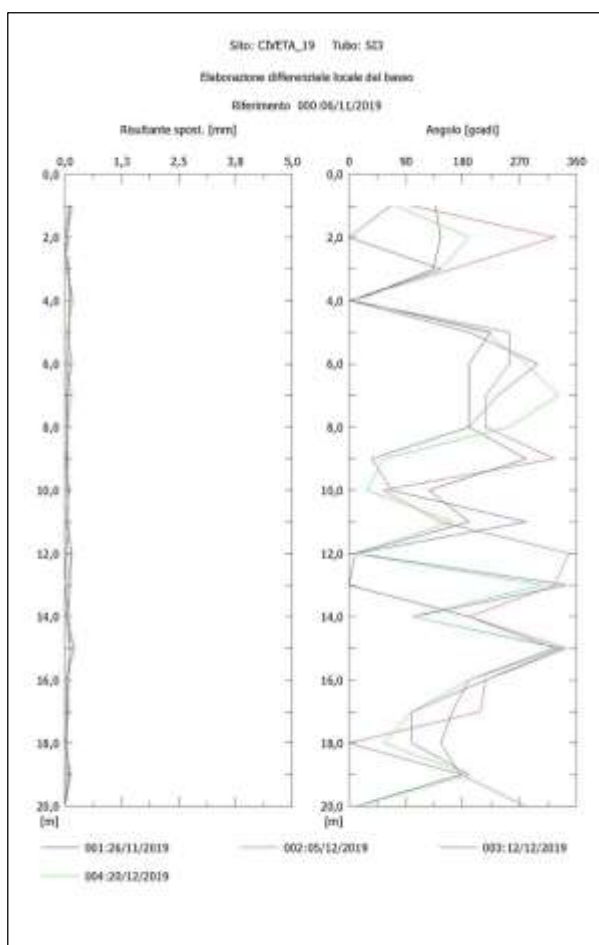
Inclinometro SI1

Spostamento Massimo Rilevato: 0,3 mm
Interpretazione: **Inclinometro stabile**



Inclinometro SI2

Spostamento Massimo Rilevato: 1,3 mm
Interpretazione: **Movimento superficiale della scarpata antropica**



Inclinometro SI3

Spostamento Massimo Rilevato: 0,1 mm

Interpretazione: **Inclinometro stabile**

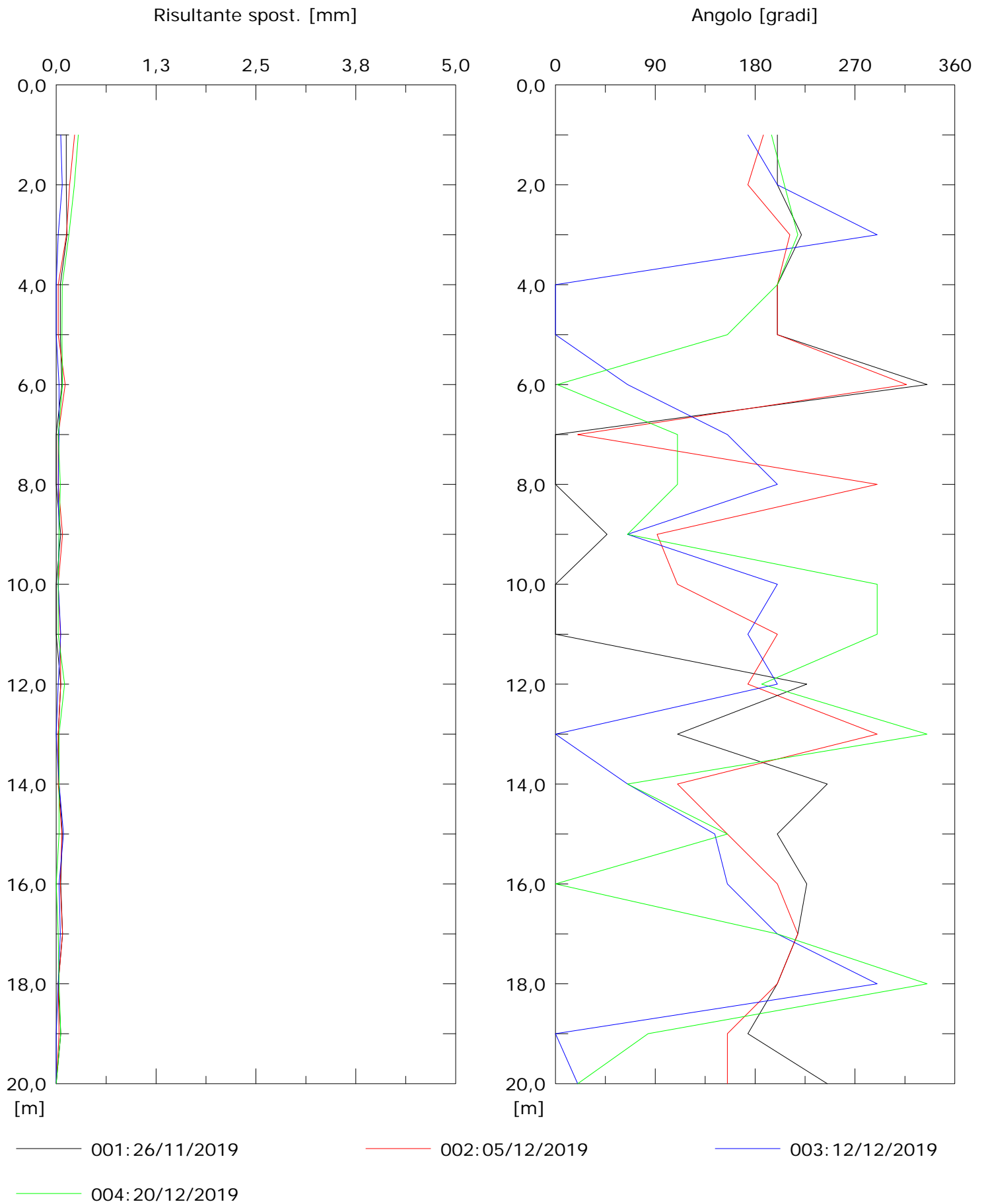
UBICAZIONE INCLINOMETRI



Sito: CIVETA_19 Tubo: SI1

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

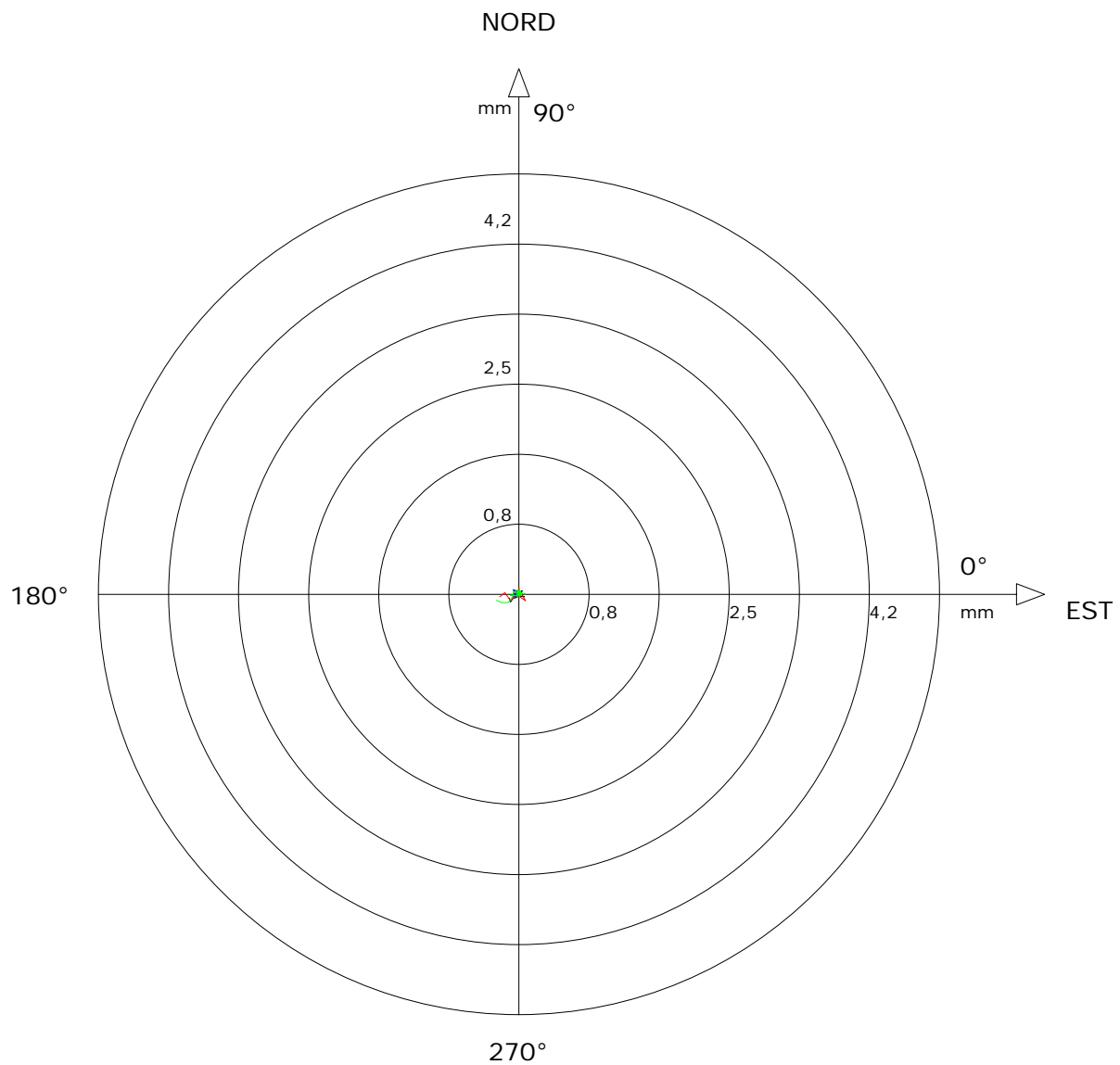


Sito: CIVETA_19 Tubo: SI1

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Diagramma polare della deviazione



— 001:26/11/2019

— 002:05/12/2019

— 003:12/12/2019

— 004:20/12/2019

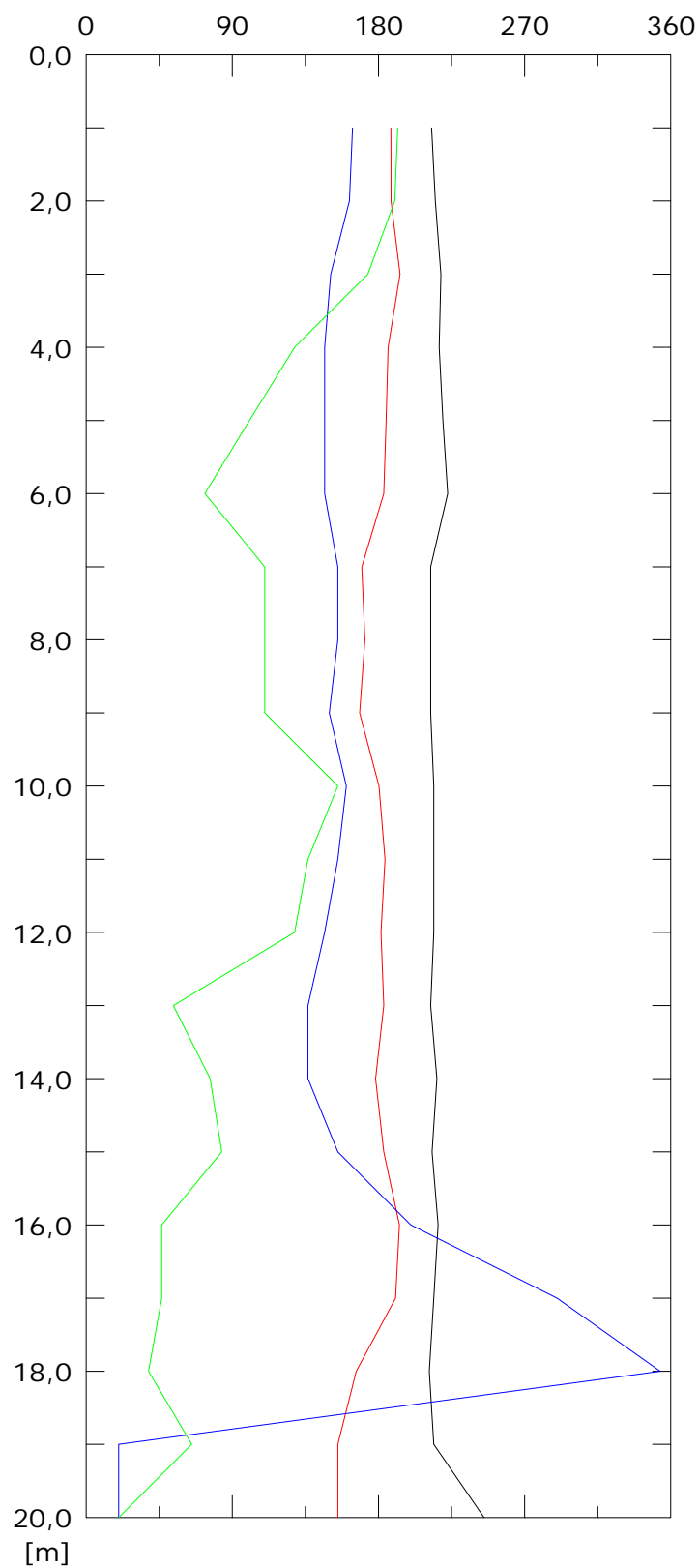
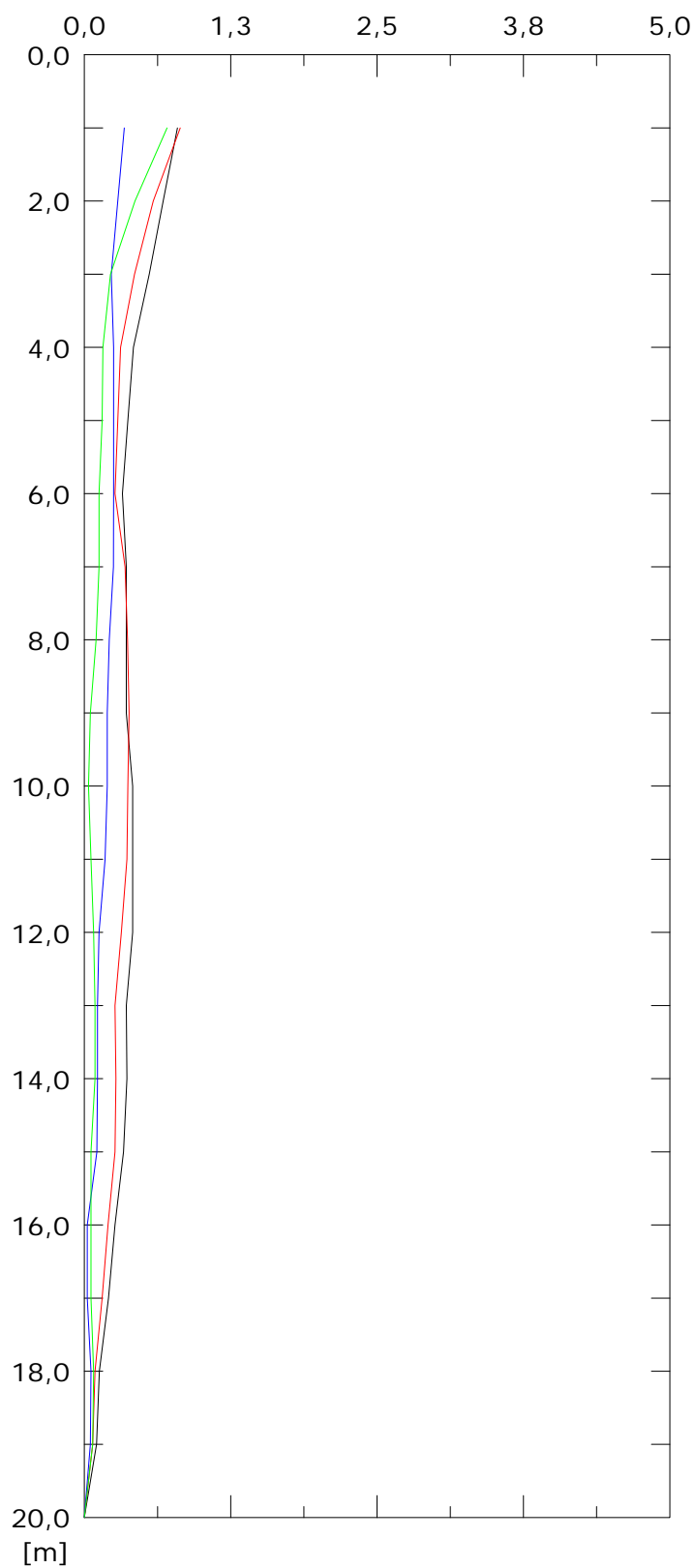
Sito: CIVETA_19 Tubo: SI1

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Risultante spost. [mm]

Angolo [gradi]



001:26/11/2019

002:05/12/2019

003:12/12/2019

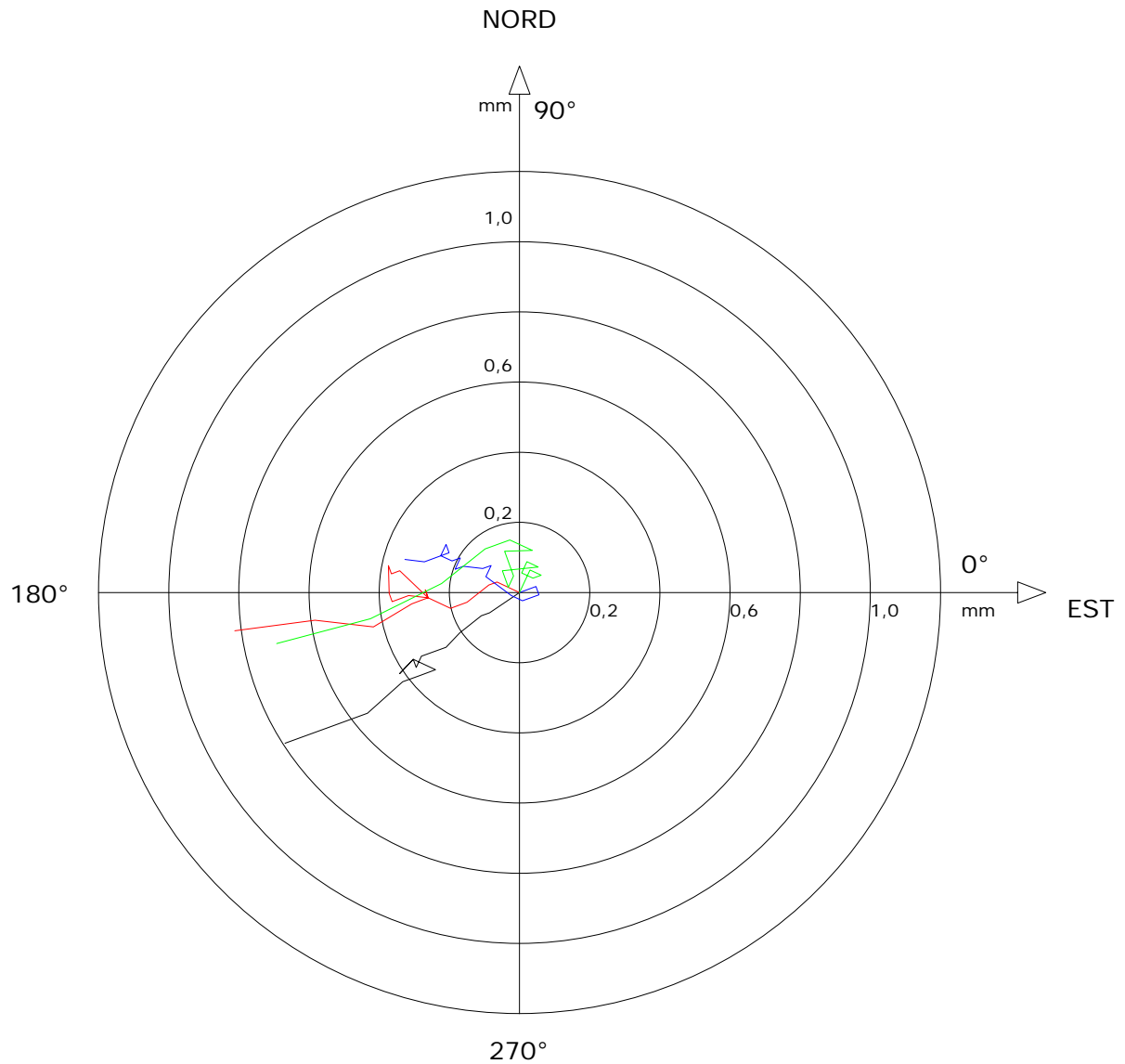
004:20/12/2019

Sito: CIVETA_19 Tubo: SI1

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Diagramma polare della deviazione



— 001:26/11/2019

— 002:05/12/2019

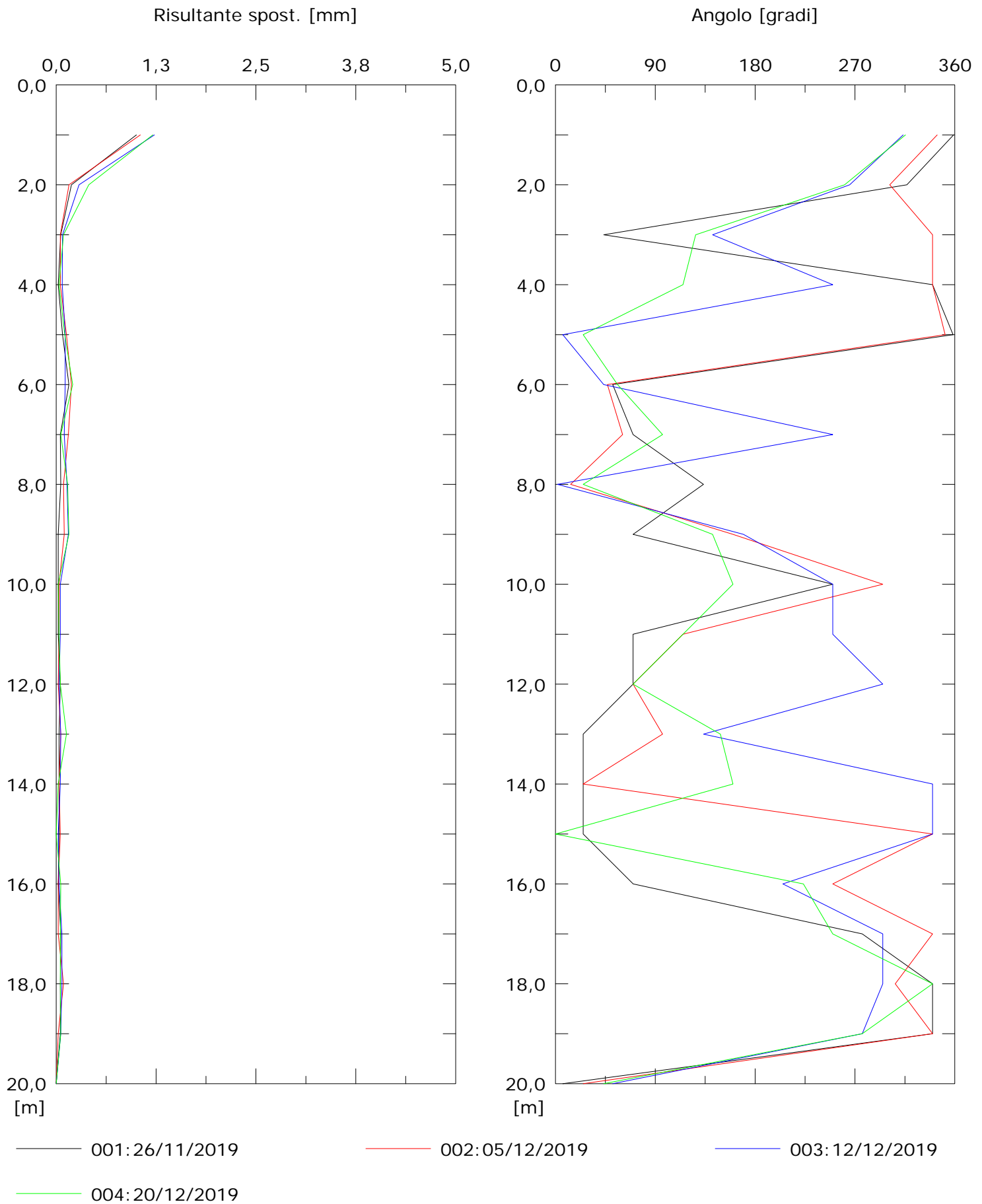
— 003:12/12/2019

— 004:20/12/2019

Sito: CIVETA_19 Tubo: SI2

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

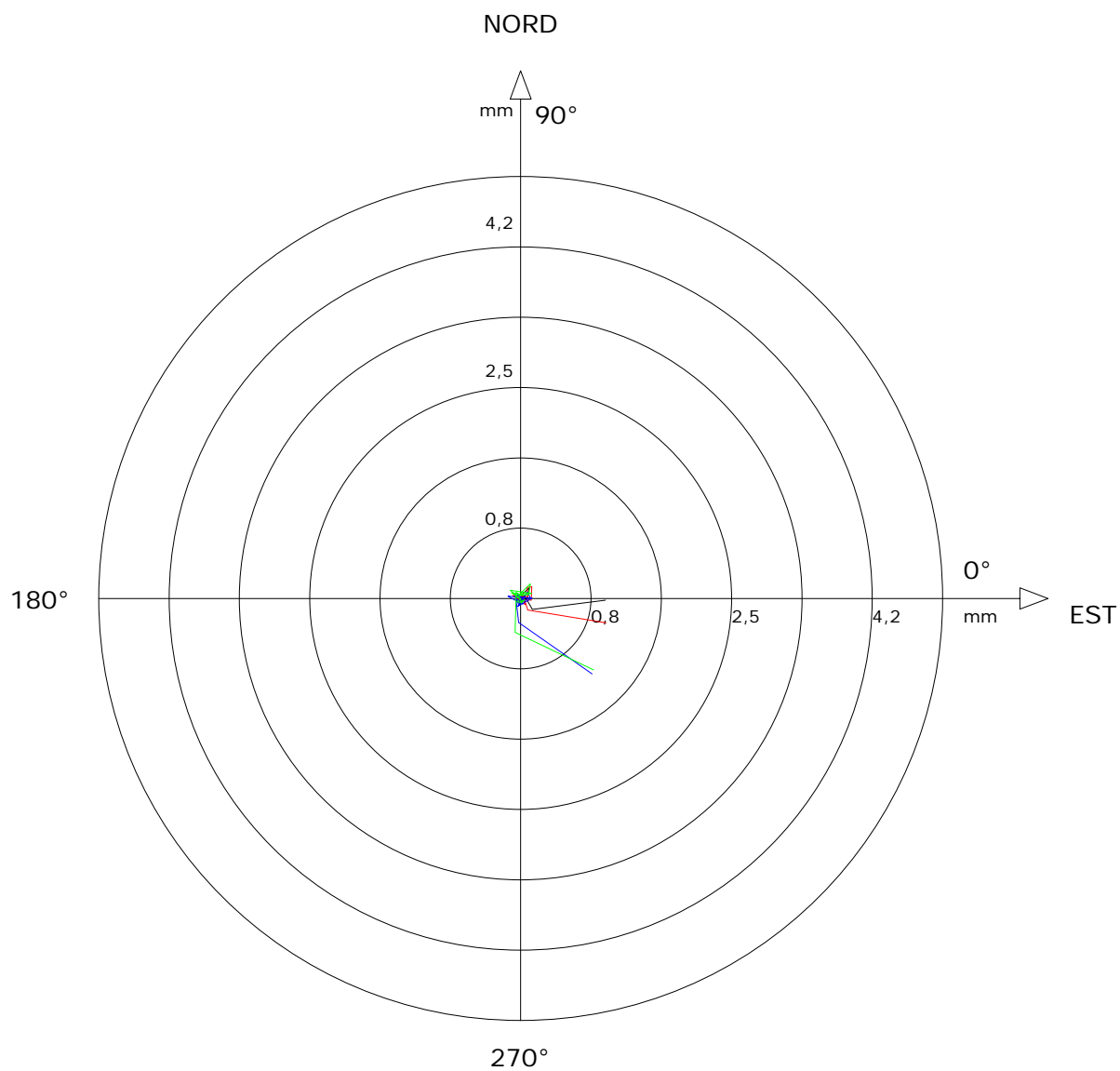


Sito: CIVETA_19 Tubo: SI2

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Diagramma polare della deviazione



— 001:26/11/2019

— 002:05/12/2019

— 003:12/12/2019

— 004:20/12/2019

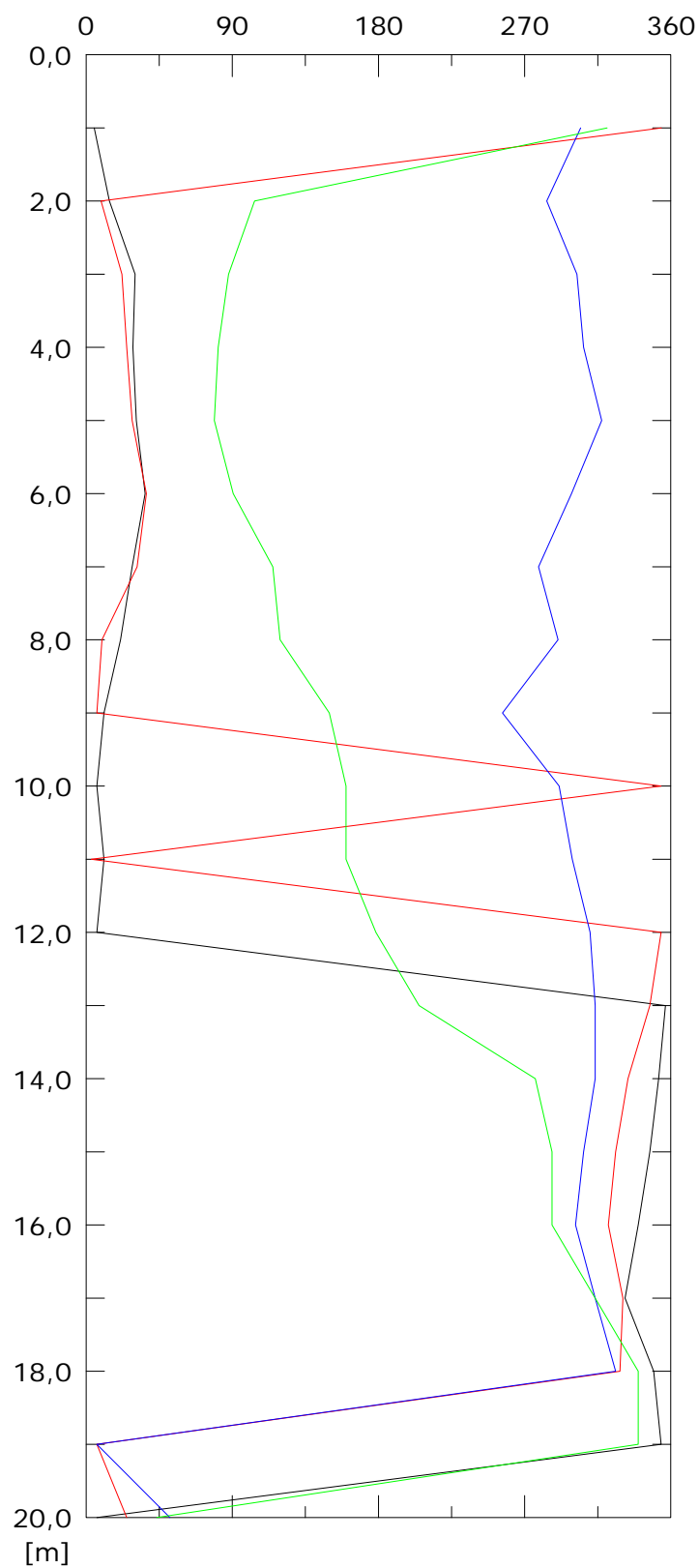
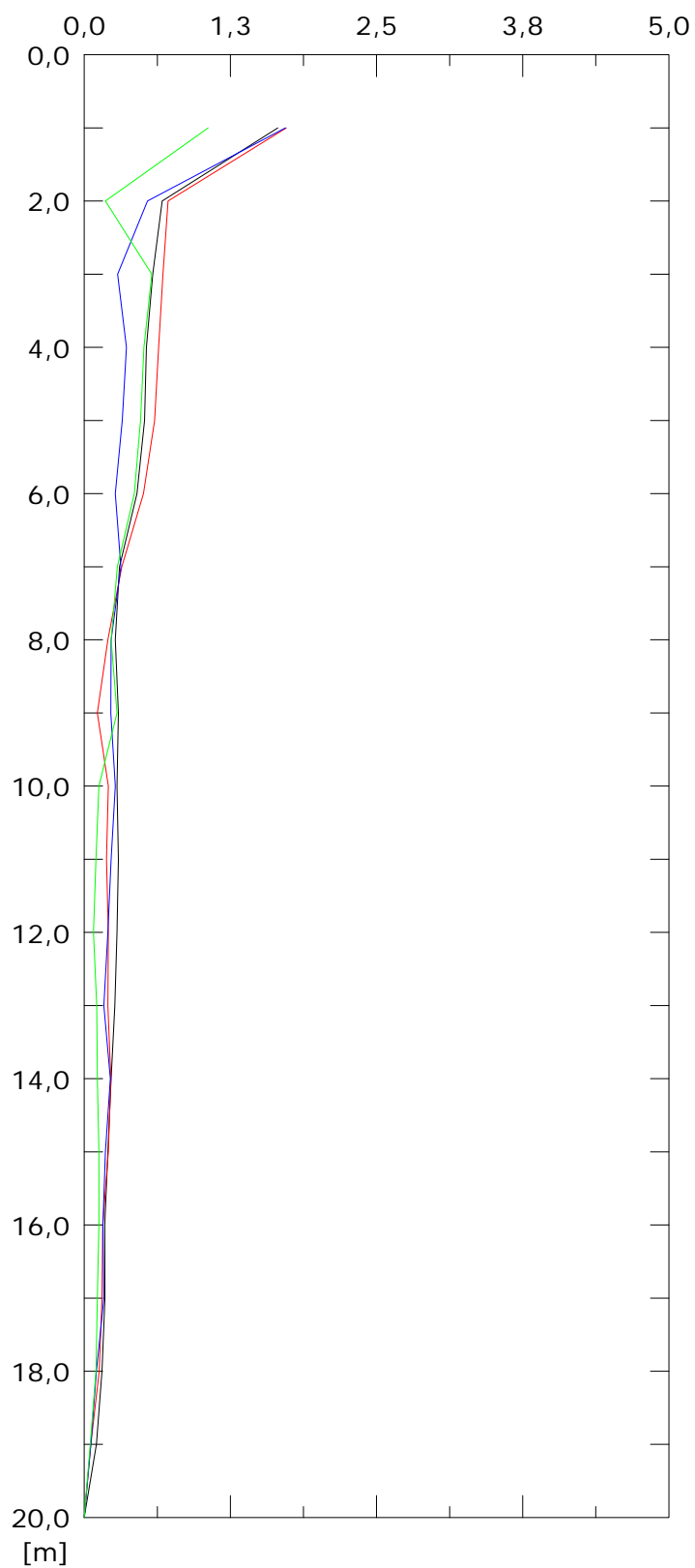
Sito: CIVETA_19 Tubo: SI2

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Risultante spost. [mm]

Angolo [gradi]



001:26/11/2019

002:05/12/2019

003:12/12/2019

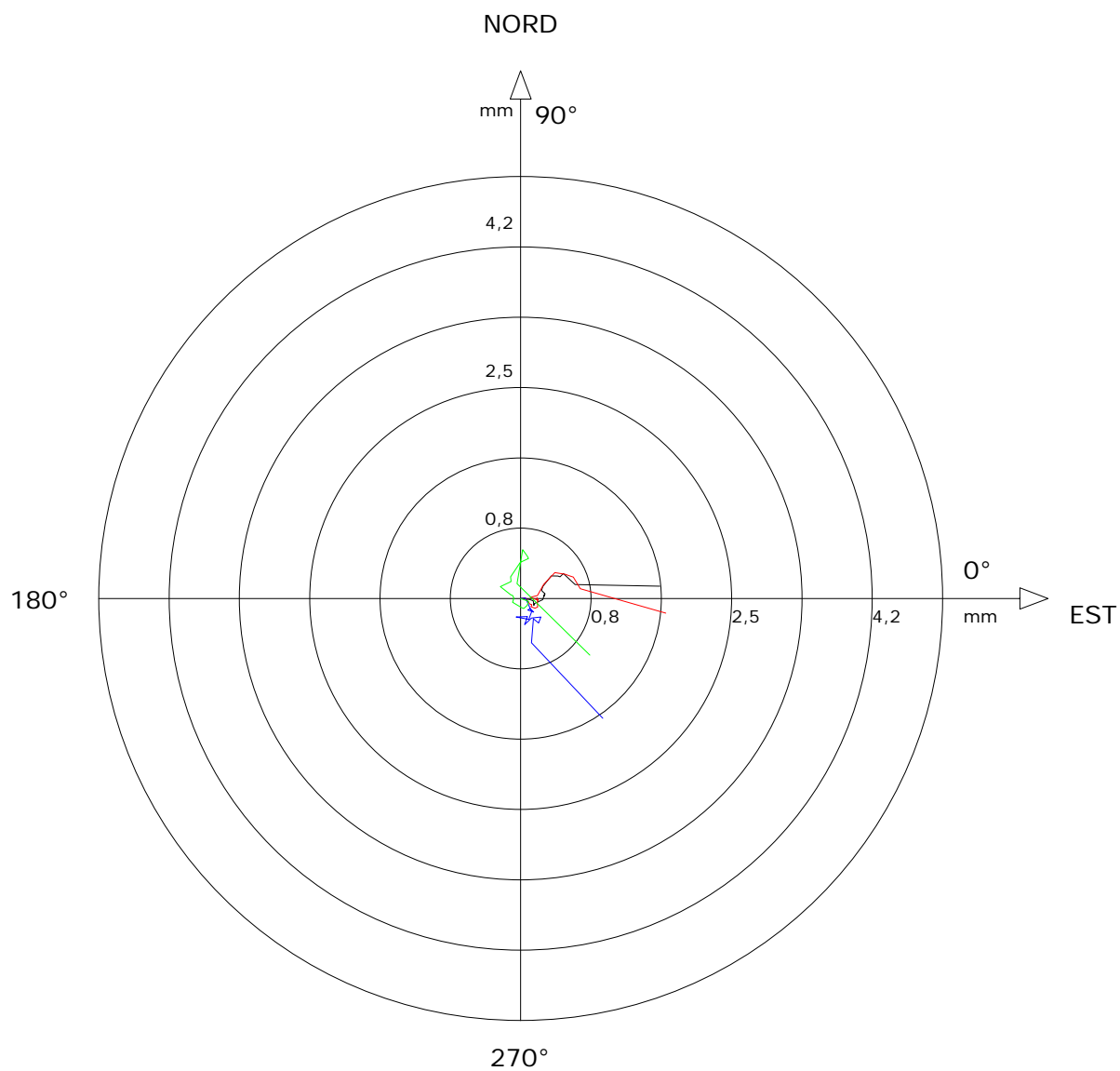
004:20/12/2019

Sito: CIVETA_19 Tubo: SI2

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Diagramma polare della deviazione



— 001:26/11/2019

— 002:05/12/2019

— 003:12/12/2019

— 004:20/12/2019

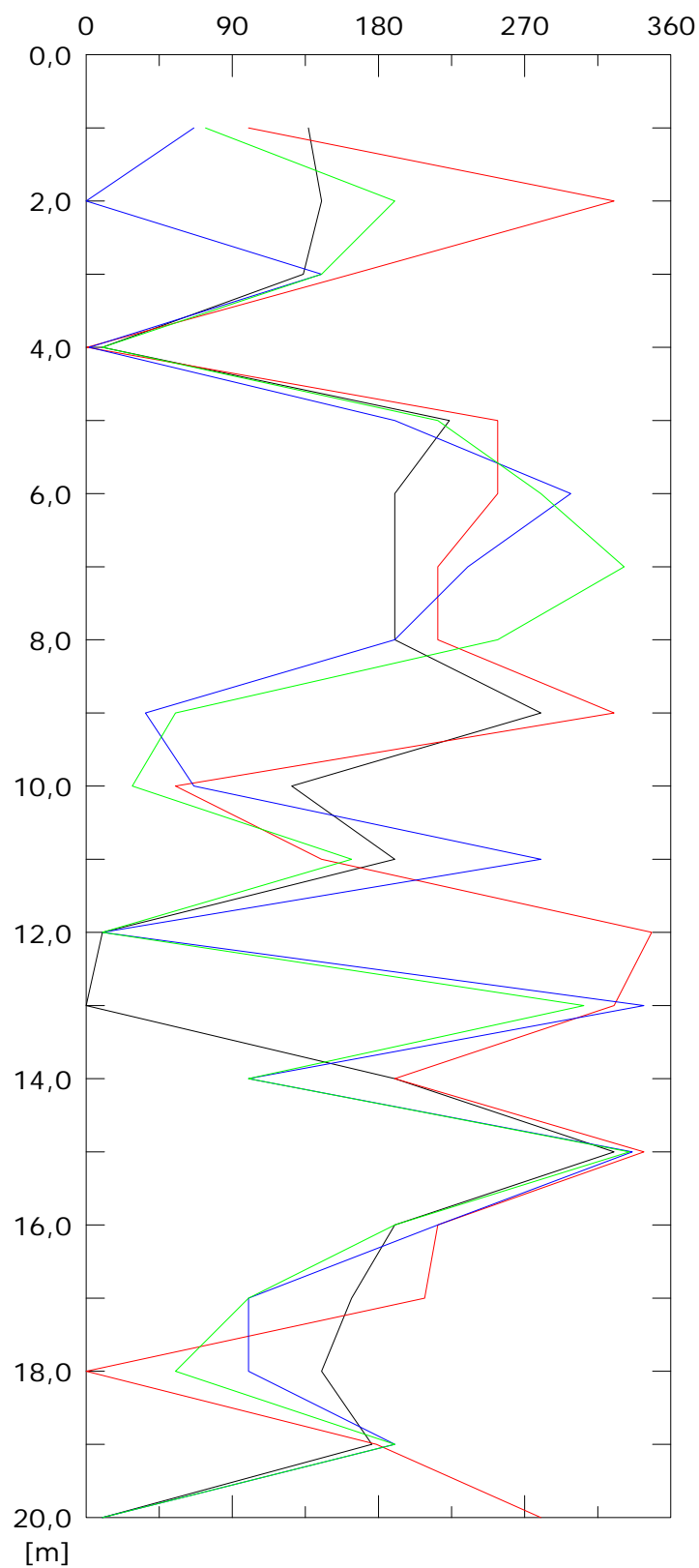
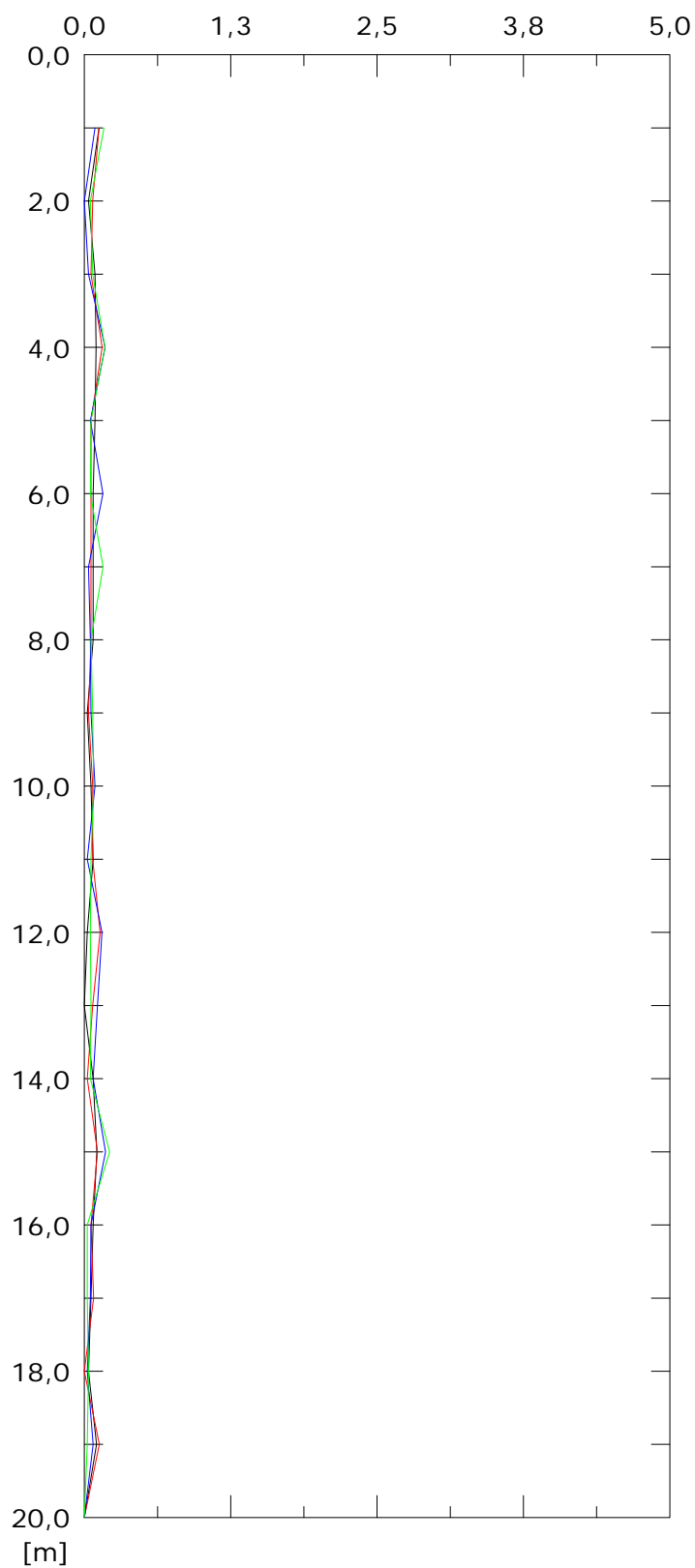
Sito: CIVETA_19 Tubo: SI3

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Risultante spost. [mm]

Angolo [gradi]



001:26/11/2019

002:05/12/2019

003:12/12/2019

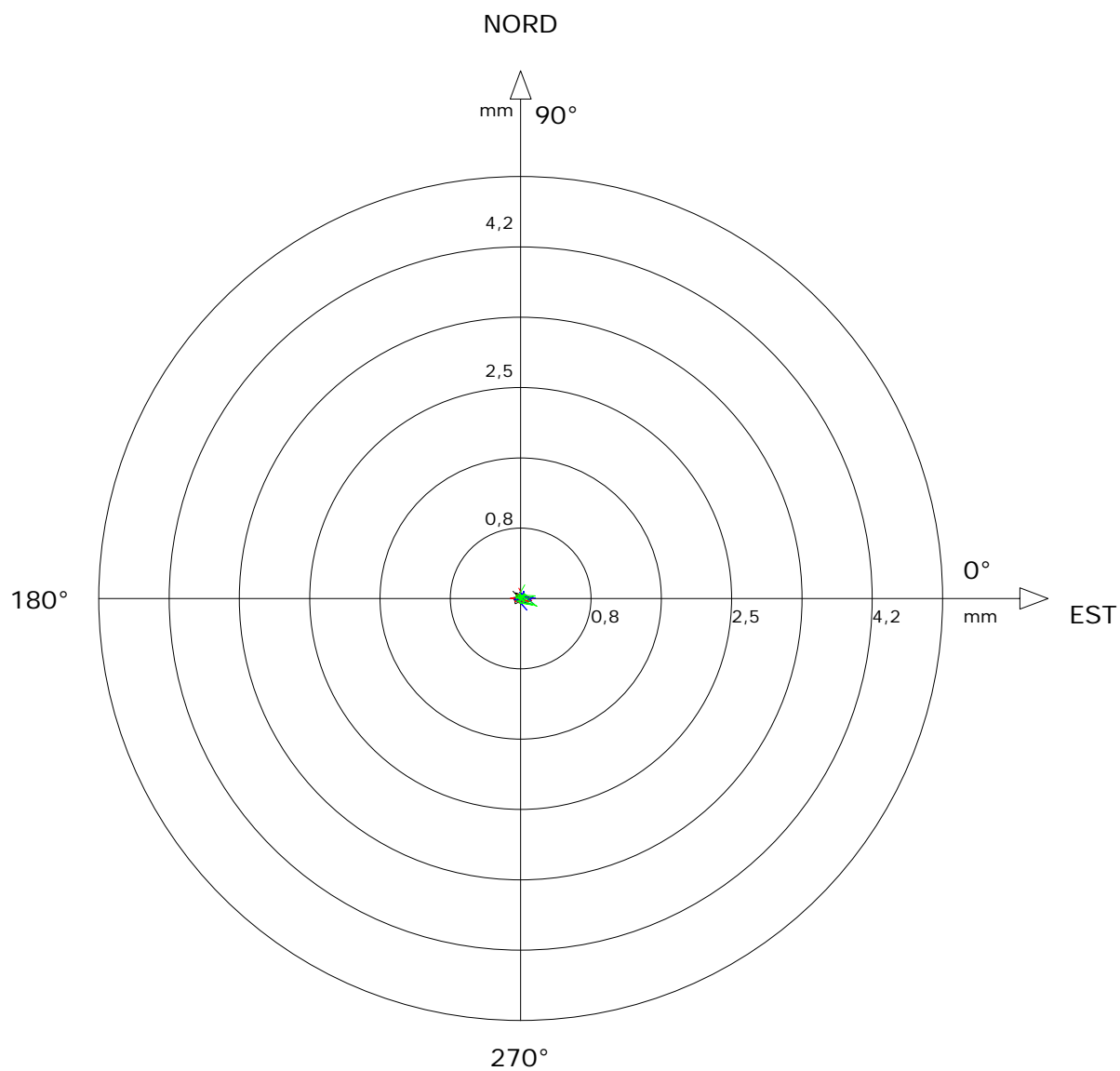
004:20/12/2019

Sito: CIVETA_19 Tubo: SI3

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Diagramma polare della deviazione



— 001:26/11/2019

— 002:05/12/2019

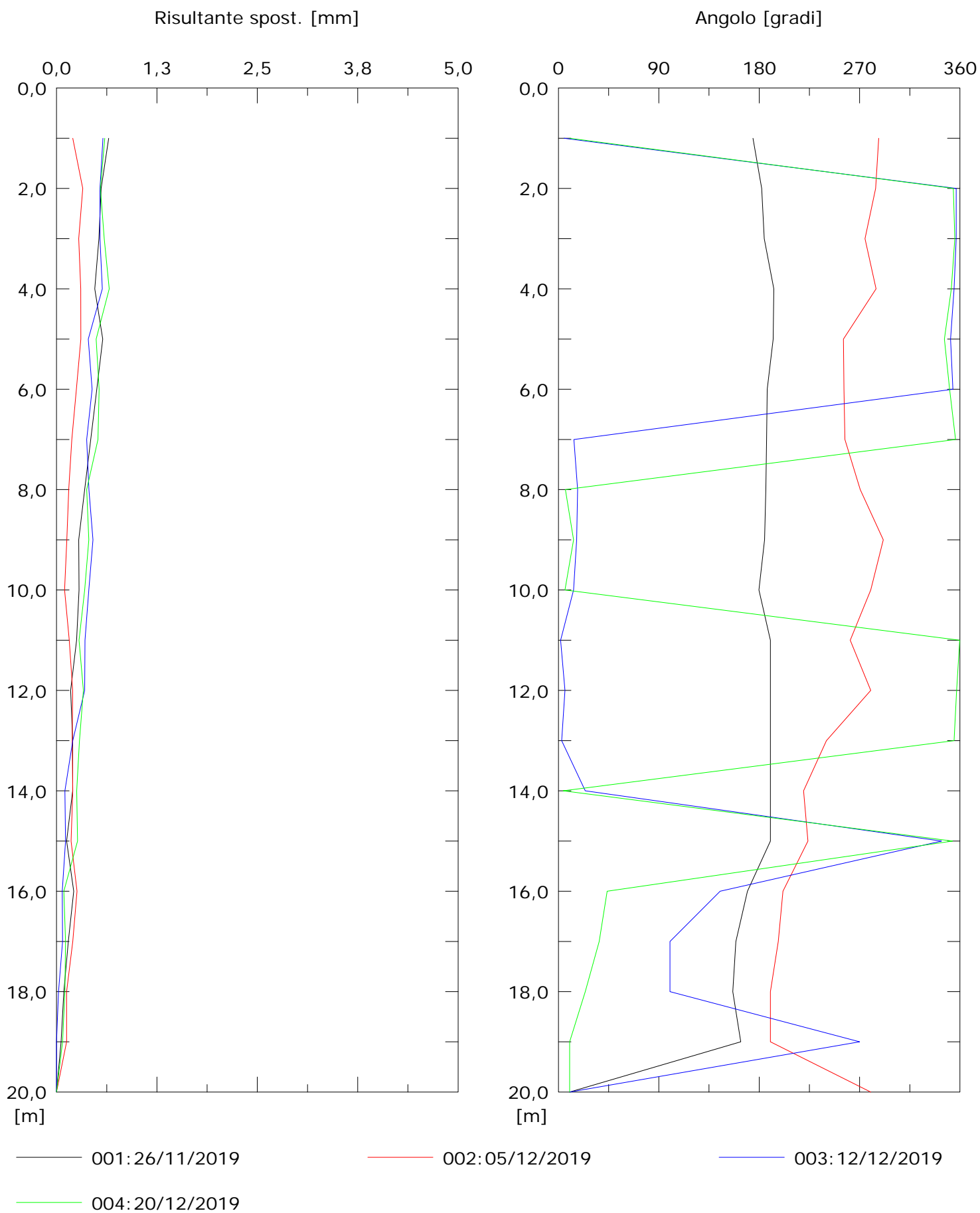
— 003:12/12/2019

— 004:20/12/2019

Sito: CIVETA_19 Tubo: SI3

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

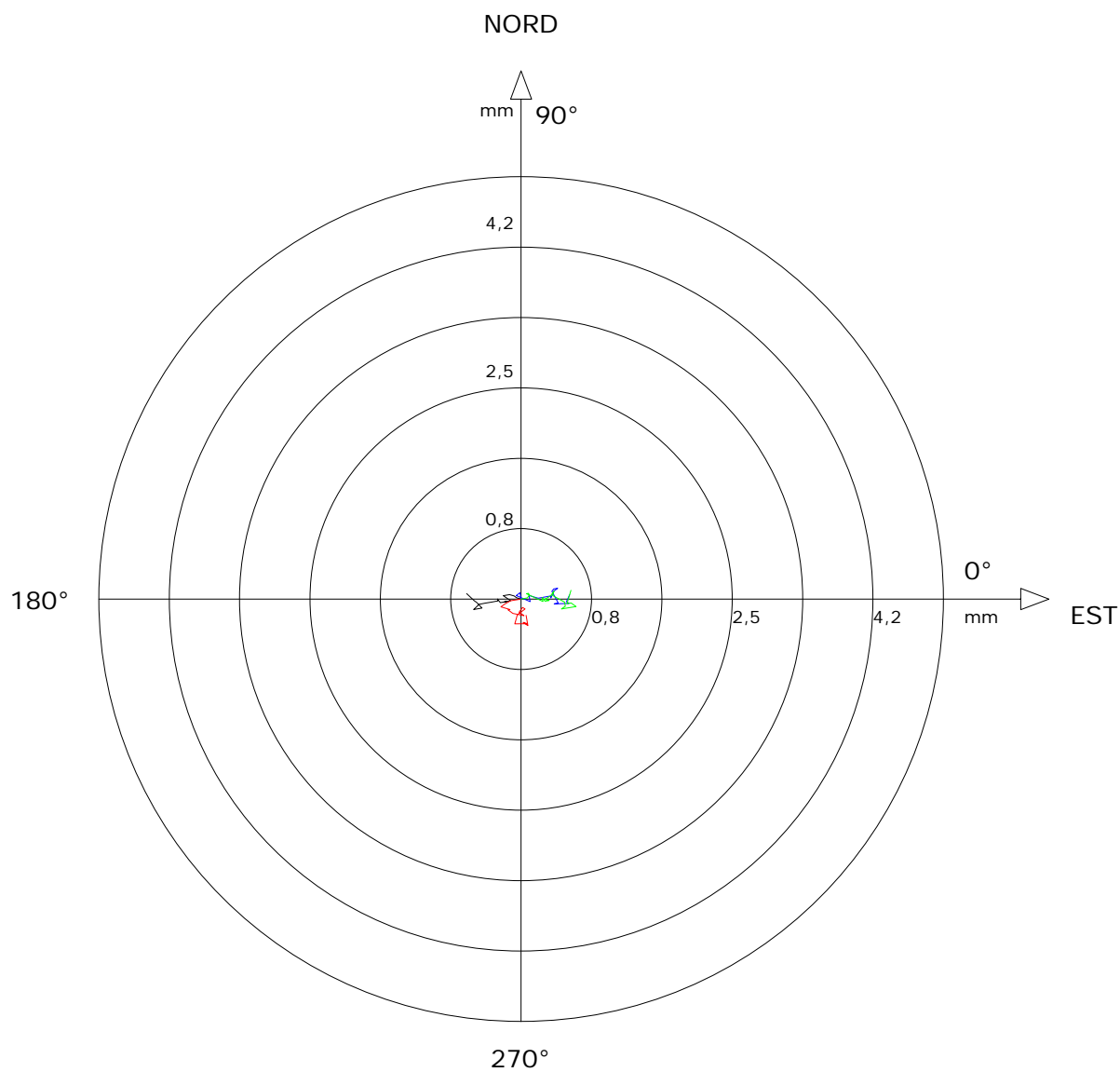


Sito: CIVETA_19 Tubo: SI3

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/11/2019

Diagramma polare della deviazione



— 001:26/11/2019

— 002:05/12/2019

— 003:12/12/2019

— 004:20/12/2019