



studio associato di geologia




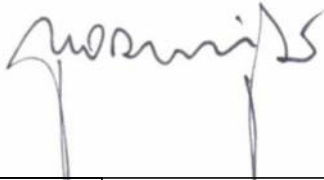
via E. Fico, 32/1 - 16039 Sestri Levante (GE)
tel 0185 - 42685 email info@resgeo.it

COMUNE DI SESTRI LEVANTE (Città Metropolitana di Genova)

MONITORAGGIO INCLINOMETRICO IN LOCALITA' VILLA FONTANE

RAPPORTO TECNICO Anno 2021-2022

COMMITTENTE: Comune di Sestri Levante

PREPARATO DA	CONTROLLATO DA	
 Dott. geol. Barbara Musante 	 Dott. geol. Giovanni Rizzi 	
Sestri Levante, Luglio 2022	EMISSIONE: finale	REVISIONE: 0

COMUNE DI SESTRI LEVANTE

(CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA)

MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

IN LOC. VILLA FONTANE DI SAN BERNARDO

RAPPORTO TECNICO

ANNO 2021 - 2022

INDICE DEI CAPITOLI

1. PREMESSE
2. MONITORAGGIO INCLINOMETRICO
3. MONITORAGGIO PIEZOMETRICO-PLUVIOMETRICO
4. MONITORAGGIO IN CONTINUO
5. CONSIDERAZIONI SUL CINEMATISMO
6. CONCLUSIONI

ALLEGATI

TAV. 1: PLANIMETRIA TECNICA

TAV. 2: DIAGRAMMI INCLINOMETRICI

1. PREMESSE

Nell'anno 2020, a causa delle deformazioni riscontrate nei tubi inclinometrici per i movimenti progrediti nel corso degli anni, non è stato possibile effettuare le consuete letture manuali.

Di conseguenza si è reso necessario ripristinare le postazioni di monitoraggio mediante nuove perforazioni. In particolare nel mese di Agosto 2020 è stata eseguita la perforazione corrispondente alla postazione Fon2 denominata Fon2B, su cui è stata eseguita la lettura "0" di riferimento nel mese di ottobre 2020) e n°2 letture di esercizio rispettivamente il 19/05/2021 e 22/04/2022.

Le altre postazioni, denominate Fon1B – Fon3B – Fon4B, sono state realizzate sempre mediante perforazione a distruzione nel mese di Agosto 2021; la lettura "0" di riferimento è stata effettuata nel mese di dicembre 2021 e la I lettura di esercizio nel mese di maggio 2022.

Postazione	Lettura "0"	1 [^] lettura di esercizio	2 [^] lettura di esercizio
FON 1B	03/12/21	18/05/22	-
FON 2B	5/10/20	19/05/21	22/04/22
FON 3B	06/12/21	22/04/22	-
FON 4B	06/12/21	18/05/22	-

Tab.1.1

Sulla postazione allestita dai privati cittadini e denominata Fonpriv lo stata deformativo del tubo è tale da consentire la regolare esecuzione delle letture inclinometriche manuali.

POSTAZIONE	Lettura 0	1 [^] LE	2 [^] LE	3 [^] LE	4 [^] LE	5 [^] LE	6 [^] LE
FON PRIV	02/05/16	21/12/16	29/12/17	02/01/19	04/03/20	06/07/21	22/04/22

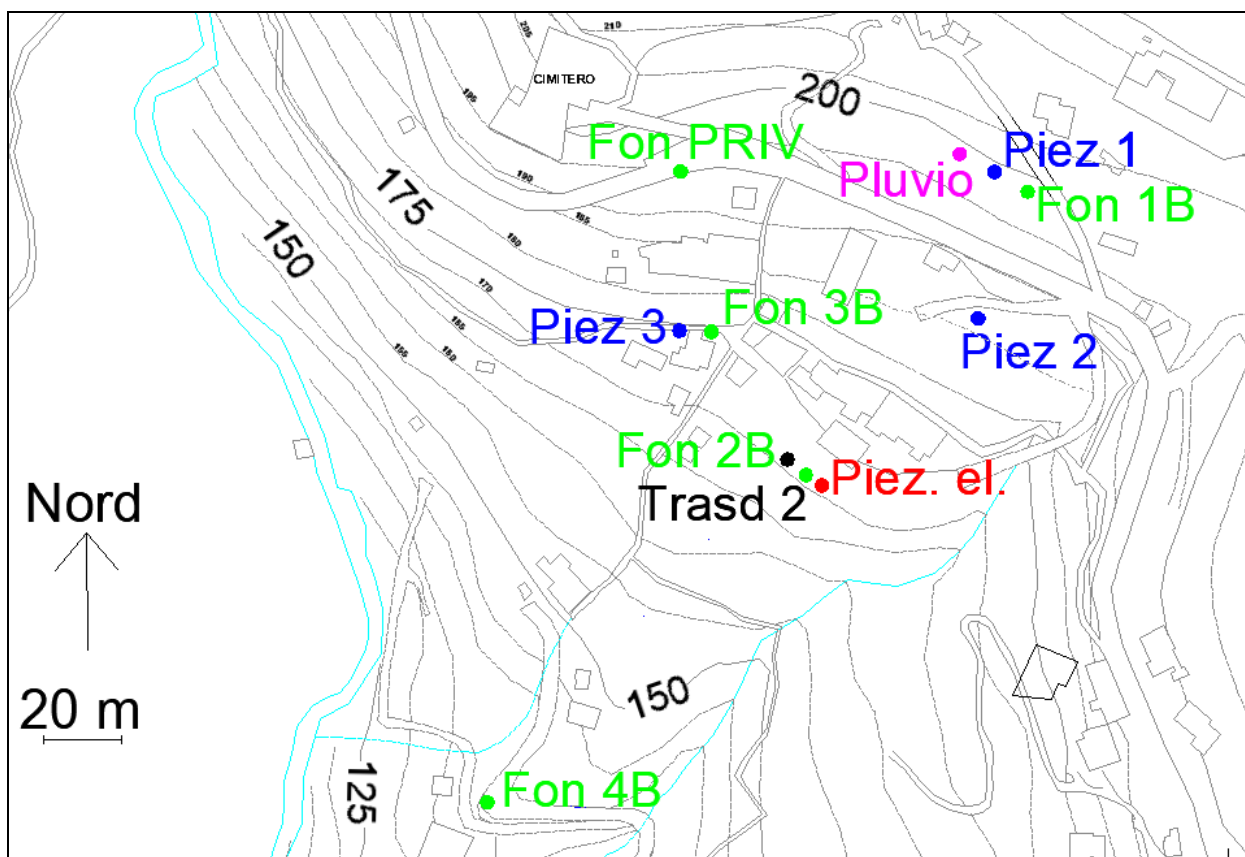
Tab.1.2

Durante il ripristino strumentale 2021 nella postazione Fon2 è stato reinstallato anche il trasduttore di pressione, posto sempre a-12m di profondità da pc in corrispondenza della principale superficie di scivolamento. Mentre nel tubo piezometrico esistente in corrispondenza della postazione Fon3 è stato posizionato un piezometro elettrico che consente di leggere le

oscillazioni della falda in continuo. Le nuove postazioni sono state posizionate circa in corrispondenza di quelle precedenti. Si riporta di seguito la planimetria aggiornata.

INCLINOMETRI	PIEZOMETRI
FON 1B	Piez 1
FON 2B	-
FON 3B	Piez 3
FON 4B	-
FON PRIV	-

Tab.1.3



TAV. 1: PLANIMETRIA TECNICA

2. MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

Si esaminano quindi i risultati delle letture inclinometriche eseguite sulle nuove postazioni, i relativi diagrammi sono riportati in Tav.2

FON 1B (lunghezza 14m)

Elaborazione differenziale integrale dal basso:

La 1^a lettura di esercizio denuncia uno spostamento totale testa tubo pari a 1.65mm, con lievi movimenti retrogradi nella parte superficiale del tubo (fino a -2m da pc)

Non si evidenzia una superficie di scorrimento netta.

La direzione di spostamento è Sud-Ovest.

Elaborazione differenziale locale dal basso:

Complessivamente i movimenti risultano estremamente contenuti e condizionati dall'ordine di precisione strumentale.

Complessivamente la I lettura di esercizio, che prende in considerazione un intervallo temporale di circa 5.5mesi, non evidenzia movimenti significativi; tuttavia si individuano, in modo molto contenuto, le superfici di spostamento alle profondità già individuate (-11/-9/-6 m da pc), gli spostamenti sono inferiori a 0.25mm.

Il movimento locale alla sommità del tubo è pari a circa 0,175mm, e data la direzione (circa Nord Est) è di tipo retrogrado. Per la parte inferiore del tubo la direzione prevalente di spostamento è Sud-Ovest.

FON 2B (lunghezza 20m)

Elaborazione differenziale integrale dal basso:

La 2^a lettura di esercizio ha segnalato uno spostamento totale testa tubo pari a circa 15.85mm rispetto alla lettura di riferimento (spostamento pressoché invariato in 11 mesi, rispetto alla precedente lettura del 19/05/21). Si evidenziano movimenti a partire da -17m (circa 1.85mm). Da -14m fino a -9m da pc avviene lo spostamento maggiore, si tratta di un incremento avvenuto nell'ultimo periodo di monitoraggio, in quanto la lettura precedente da -12m da pc registrava un movimento.

Le letture inclinometriche evidenziano un ulteriore lieve incremento da -4m da pc.

La direzione di spostamento testa tubo è Sud - Sud-Ovest.

Elaborazione differenziale locale dal basso:

La 2^a lettura di esercizio ha confermato il picco di spostamento alla profondità di -12m da pc di entità pari a 5.6mm rispetto alla lettura di riferimento, spostamento già evidenziato dalla prima lettura di esercizio.

Nel periodo intercorso dall'ultima lettura di esercizio si sono evidenziati due ulteriori picchi di spostamento alla profondità di -7m e -4m da pc; rispettivamente pari a 2.6mm-e o 1,2mm.

Dall'analisi del grafico si evidenzia che la superficie di scivolamento principale è posta ad una profondità di 12m e presenta uno spessore di circa 1m.

La direzione di spostamento risulta Sud-Sud Ovest.

FON 3B (lunghezza 19m)

Elaborazione differenziale integrale dal basso:

La 1^a lettura di esercizio (effettuata il 22/04/22) ha segnalato uno spostamento totale testa tubo pari a 1.85 mm rispetto alla lettura di riferimento del 6/12/2021.

Fino a -11 m da p.c. il movimento complessivo è costante e si aggira sui 0.3mm. Non si evidenzia una superficie di scivolamento netta.

La direzione di spostamento è circa Nord-Est.

Elaborazione differenziale locale dal basso:

Complessivamente i movimenti risultano estremamente limitati e condizionati dall'ordine di precisione strumentale.

Pur non evidenziandosi movimenti significativi; si individuano in modo molto contenuto le superfici di spostamento alle seguenti profondità già individuate in precedenza (-12/-9/-5 m da pc), gli spostamenti sono inferiori a 0.3mm.

La direzione di spostamento risulta circa Nord-Est.

FON 4B (lunghezza 35m)

Elaborazione differenziale integrale dal basso:

La 1^a lettura di esercizio (del 18/05/22) ha segnalato uno spostamento totale testa tubo pari a circa 1,6 mm rispetto alla lettura di riferimento (06/12/21).

Si evidenzia un movimento di circa 0.6mm tra -34 e -25 m da pc.

La direzione di spostamento testa tubo è circa Sud -Est.

Elaborazione differenziale locale dal basso:

La 1^a lettura di esercizio non evidenzia movimenti significativi confrontanti con la lettura di riferimento del 6/12/21.

FON PRV (lunghezza 22m)

Elaborazione differenziale integrale dal basso:

Su questo tubo inclinometrico (installato da privati) è stata eseguita la sesta lettura di esercizio (22/04/22).

Tale lettura ha segnalato uno spostamento testa tubo pari a 33 mm con un avanzamento di 2.1 mm rispetto alla lettura precedente (nell'arco temporale di 9 mesi).

La lettura di esercizio conferma un unico picco di spostamento alla profondità di -11m da pc di entità totale pari a circa 30mm (incrementato rispetto alla lettura precedente di 1.3mm ca); la restante porzione di tubo non registra spostamenti.

La direzione di spostamento è Sud-Sud Est.

Elaborazione differenziale locale dal basso:

La sesta lettura di esercizio ha confermato il principale picco di spostamento alla profondità di -11 m da pc di entità pari a 20mm (con incremento di spostamento pressoché nullo rispetto alla lettura precedente).

Oltre questo picco si evidenzia solo un lieve movimento a -4m da pc, pari a 1.7mm con un incremento pressoché nullo rispetto alla lettura precedente.

La direzione di spostamento è Sud Est.

3. MONITORAGGIO PIEZOMETRICO-PLUVIOMETRICO

Le misure effettuate sui tubi piezometrici sono state raccolte inizialmente nella tabella seguente:

DATA/POSTAZIONE	Piez 1 (m da pc)	Piez 3 (m da pc)
21 Marzo 2014	-	-
3 Giugno 2014	-6.90	-9.70
13 Giugno 2014	-7.10	-9.80
27 Luglio 2014	-8.80	-12.55
16 Settembre 2014	-11.65	-14.40
17 Dicembre 2014	-5.80	-1.80
26 Maggio 2015	-11.50	-13.55
20 Ottobre 2015	-6.43	-11.20
21 Dicembre 2016	-11.23	-12.68
29 Dicembre 2016	-8.50	-10.25
2 Gennaio 2019	-11.60	-12.60
2 Marzo 2020	-5.97	-6.90
19 Maggio 2021	-9.78	-8.50
18 Maggio 2022	-13.33	-12.32

Tabella 3.1

Al fine di una più agevole correlazione dei dati, vengono di seguito proposti alcuni grafici rappresentativi dell'escursione della falda nelle diverse postazioni di monitoraggio.

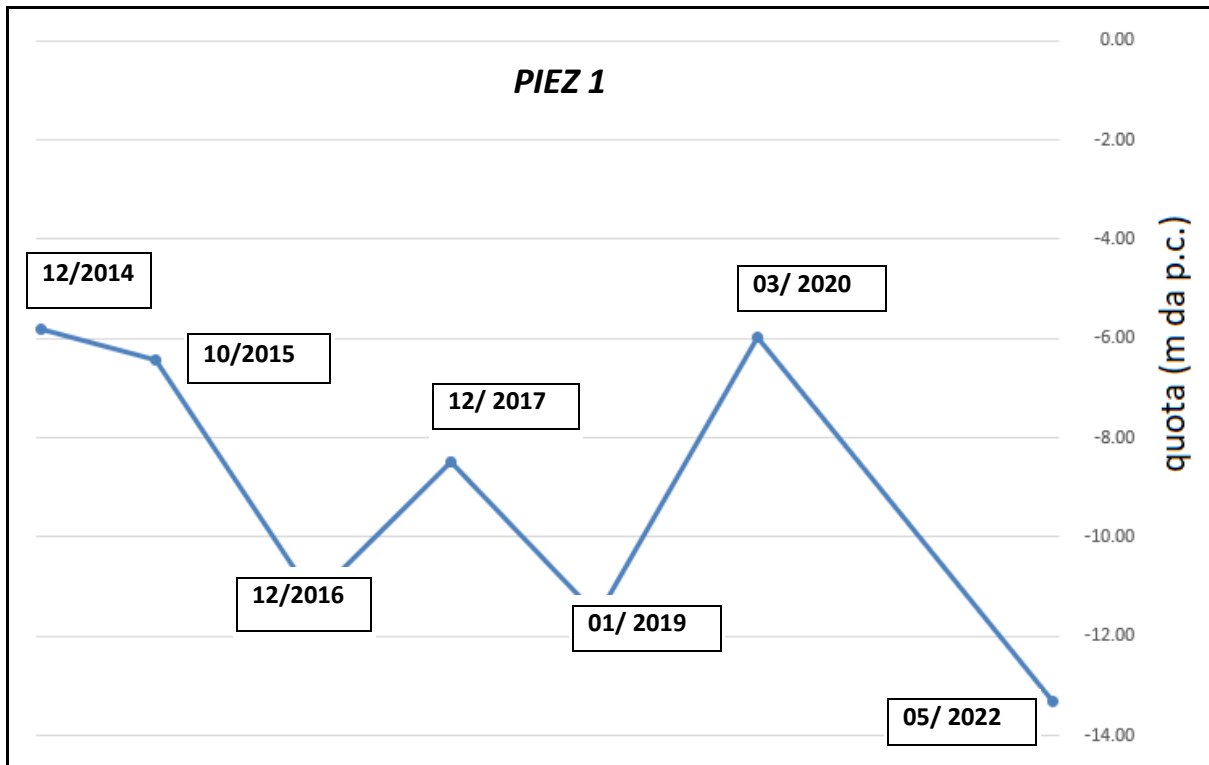


Fig. 3.1

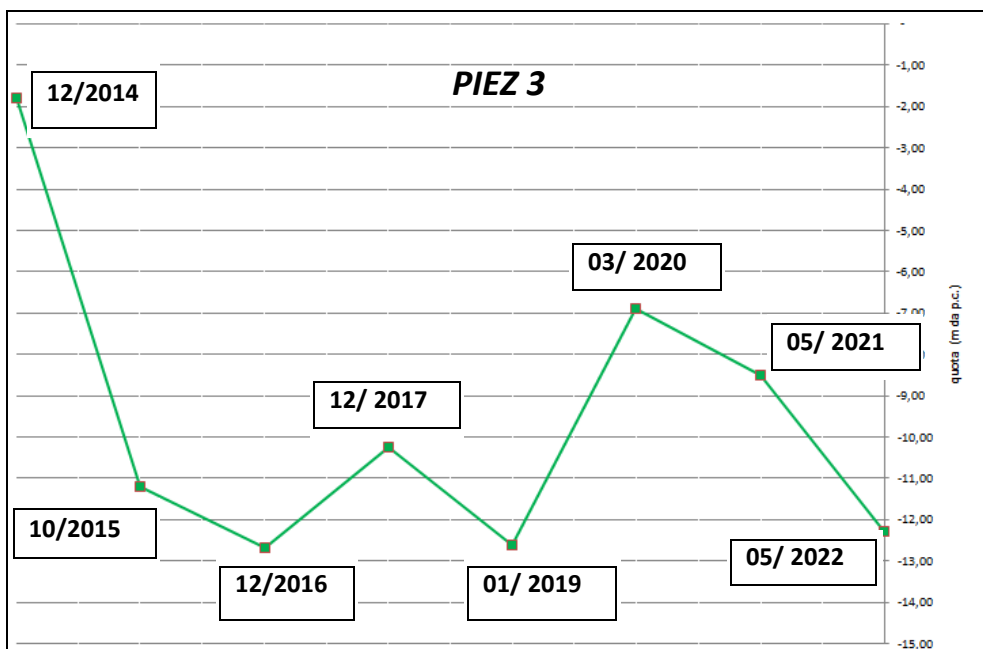


Fig. 3.2

Come già riscontrato l'anno precedente, anche le letture relative all'anno 2021/22 evidenziano che il livello della falda idrica è soggetto ad escursioni di una certa entità, legate evidentemente all'andamento stagionale ma da correlarsi anche all'assetto geomorfologico del versante ed alle caratteristiche di permeabilità dei terreni.

In tema di analisi idrogeologica, come già evidenziato, è presente in corrispondenza della postazione Fon2B un piezometro elettrico (cfr. TAV. 1) installato al fine di misurare la pressione idrica in corrispondenza della principale superficie di scivolamento posta a -12m da pc.

Nella postazione FON1 è presente invece un pluviometro (cfr. TAV. 1), al fine di verificare con precisione la quantità d'acqua effettivamente precipitata nell'area e, a medio-lungo termine, indagare sulle relazioni intercorrenti tra la pioggia e l'incremento delle suddette sovrappressioni neutre proprio in corrispondenza della superficie di scivolamento (FON2B).

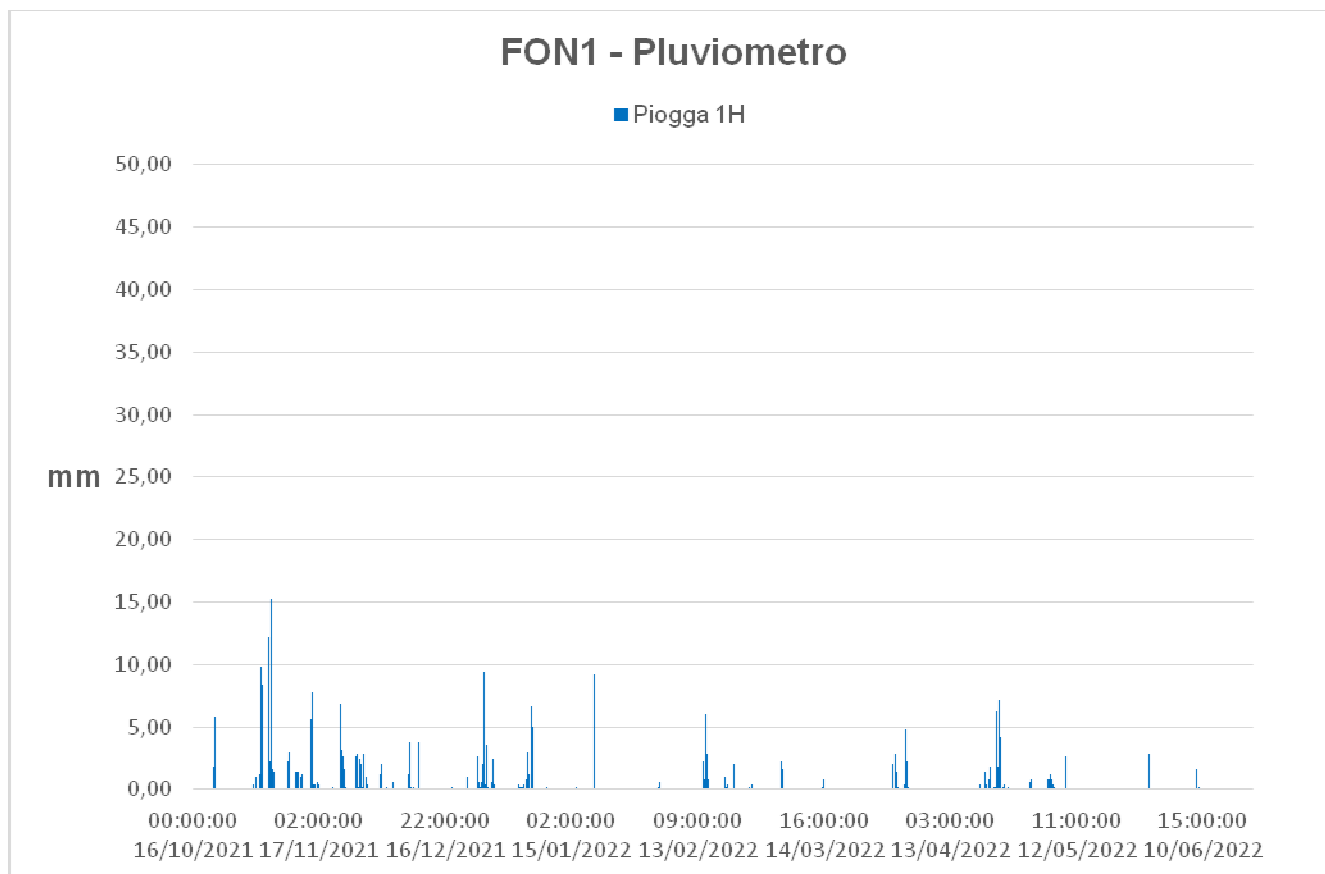


Fig.3.3: Periodo di monitoraggio Ottobre 2021– Giugno 2022

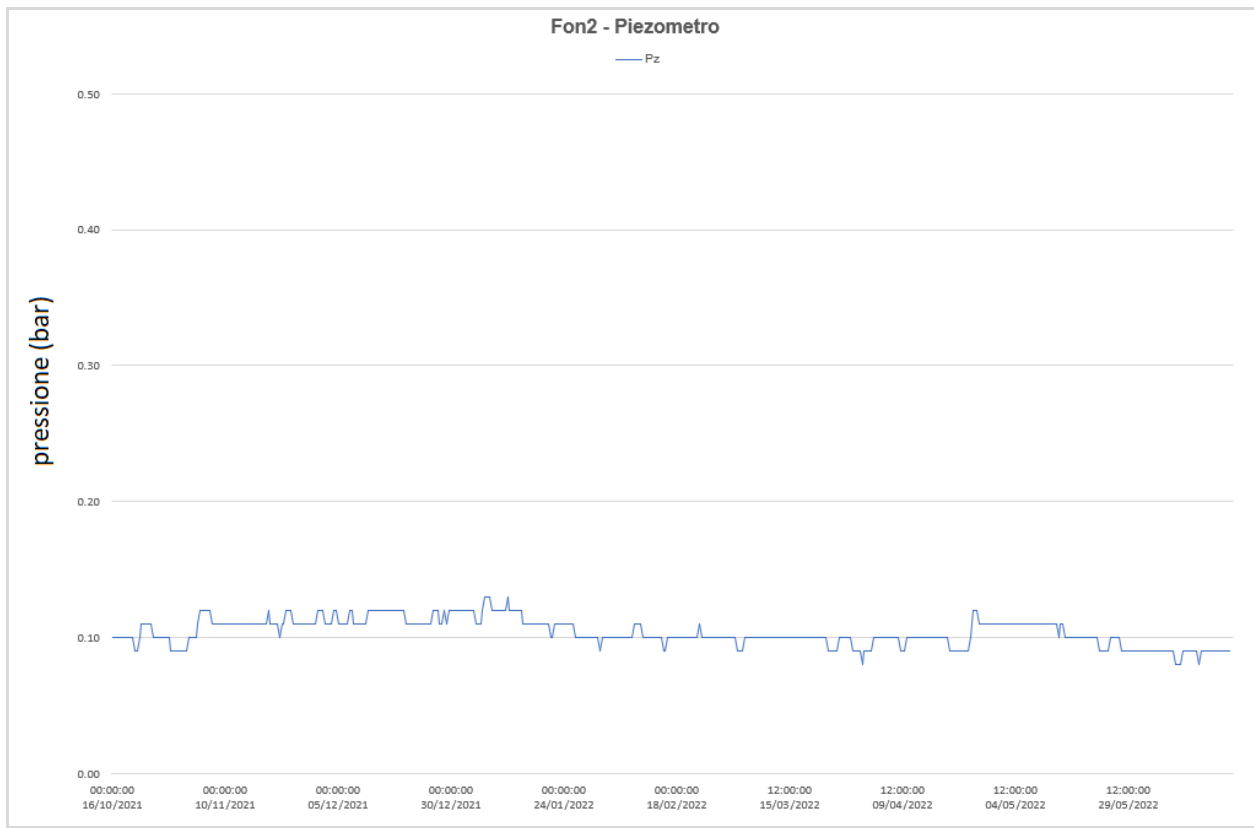


Fig.3.4: Periodo di monitoraggio Ottobre 2021 - Giugno 2022

Il trasduttore di pressione localizzato nella postazione di Fon2B non evidenzia soprapressioni in corrispondenza della superficie di scivolamento.

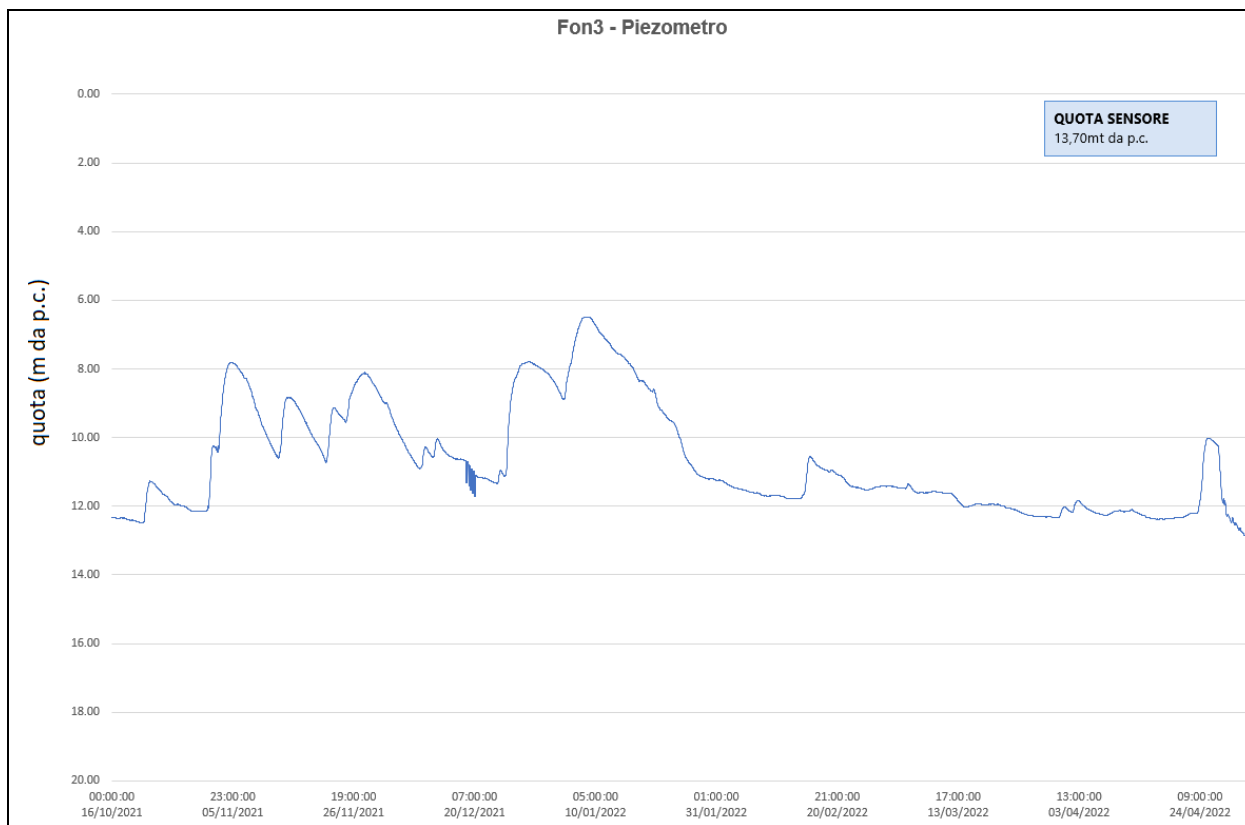


Fig.3.5: Periodo di monitoraggio Ottobre 2021 - Giugno 2022

Come già detto nel mese di agosto 2021 è stato installato un nuovo piezometro elettrico con letture in continuo, posto in corrispondenza della postazione Fon3B.

Il grafico evidenzia notevoli oscillazioni del livello della falda, nel periodo intercorso, fino a 6.4m.

Per completezza d'analisi si riportano nel grafico successivo (ARPAL) i dati di piovosità suddivisi per mesi e rapportati alla media degli stessi mesi del periodo compreso tra il 1961 e il 2010.

Si evince quindi che gli anni 2021 e il 2022 fino al mese di maggio, sono risultati complessivamente meno piovosi rispetto media cinquantennale (1961/2010).

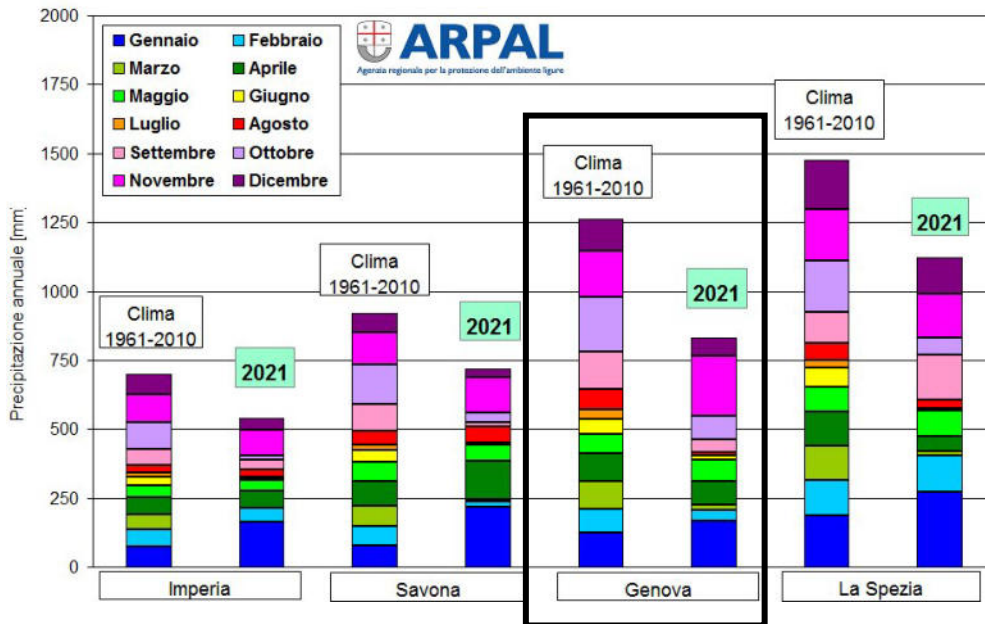


Fig.3.5 – Precipitazioni per capoluogo 1961-2010 vs 2021

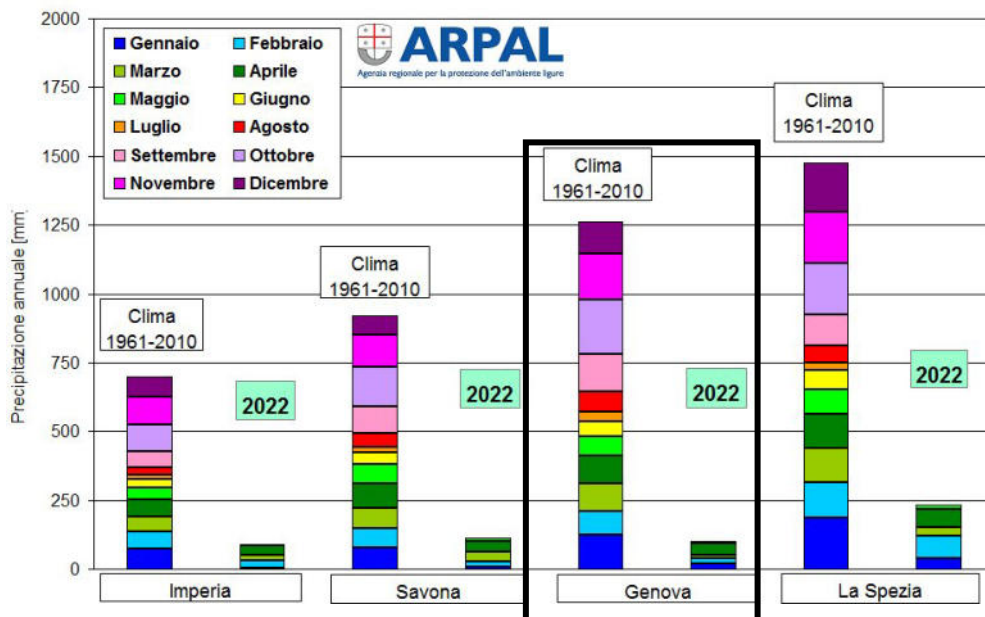


Fig.3.6 - Precipitazioni per capoluogo 1961-2010 vs inverno 2022

Tuttavia i mesi di Gennaio 2021 e Novembre 2021 risultano entrambi notevolmente più piovosi rispetto alla media del periodo considerato.

Concentrandoci sui dati relativi alle precipitazioni nel periodo inverno 2021 (cfr. fig 3.7) si registra dunque complessivamente un'anomalia positiva (+27,6%) rispetto al periodo 1961-2010 mentre l'inverno 2022 (cfr fig. 3.8) denuncia un'anomalia negativa particolarmente degna di nota (-67,6%) soprattutto nel settore di Levante.



Climatologia delle Precipitazioni e Temperature: **inverno 2021**

		DIC-GEN-FEB	Prec	Anomalia ($V_{2021} - \bar{V}$)	T max	Anomalia ($V_{2021} - \bar{V}$)	T min	Anomalia ($V_{2021} - \bar{V}$)
Ponente	Imperia	clima \bar{V} (1961-2010)	206.3 mm	+170.9 mm (+82.8%)	12.9 °C	-0.2 °C	7.4 °C	-0.2 °C
		2021	377.2 mm		12.7 °C		7.2 °C	
Centro	Savona	clima \bar{V} (1961-2010)	216.6 mm	+173.2 mm (+80.0%)	11.3 °C	+0.5 °C	5.8 °C	+0.4 °C
		2021	389.8 mm		11.8 °C		6.2 °C	
	Genova	clima \bar{V} (1961-2010)	323.7 mm	+89.3 mm (+27.6%)	11.6 °C	-0.1 °C	6.6 °C	+0.3 °C
		2021	413.0 mm		11.5 °C		6.9 °C	
Levante	La Spezia	clima \bar{V} (1961-2010)	493.8 mm	+158.2 mm (+32.0%)	12.2 °C	+0.1 °C	5.1 °C	+1.3 °C
		2021	652.0 mm		12.3 °C		6.4 °C	

Fig.3.7



Climatologia delle Precipitazioni e Temperature: **inverno 2022**

		DIC-GEN-FEB	Prec	Anomalia ($V_{2022} - \bar{V}$)	T max	Anomalia ($V_{2022} - \bar{V}$)	T min	Anomalia ($V_{2022} - \bar{V}$)
Ponente	Imperia	clima \bar{V} (1961-2010)	206.3 mm	-129.3 mm (-62.7%)	12.9 °C	+1.2 °C	7.4 °C	+0.8 °C
		2022	77.0 mm		14.1 °C		8.2 °C	
Centro	Savona	clima \bar{V} (1961-2010)	216.6 mm	-158.6 mm (-73.2%)	11.3 °C	+2.9 °C	5.8 °C	+1.4 °C
		2022	58.0 mm		14.2 °C		7.2 °C	
	Genova	clima \bar{V} (1961-2010)	323.7 mm	-218.9 mm (-67.6%)	11.6 °C	+2.0 °C	6.6 °C	+2.0 °C
		2022	104.8 mm		13.6 °C		8.6 °C	
Levante	La Spezia	clima \bar{V} (1961-2010)	493.8 mm	-243.8 mm (-49.4%)	12.2 °C	+1.2 °C	5.1 °C	+1.4 °C
		2022	250.0 mm		13.4 °C		6.5 °C	

Fig.3.8

4. MONITORAGGIO IN CONTINUO

Le postazioni inclinometriche, come noto, sono state attrezzate con sonde poste a profondità fisse che compiono letture di spostamento ogni 30 minuti e che ogni 1-12 ore registrano il dato e lo trasmettono via modem al server del Comune di Sestri Levante.

Attualmente vengono eseguite due letture al giorno con un intervallo di 12 ore.

Tale sistema ha l'obiettivo di rilevare una potenziale situazione di rischio attraverso l'invio di SMS nel caso in cui la velocità e/o lo spostamento superino un "valore soglia" prefissato.

La finalità principale del monitoraggio in abbinamento al sistema di allarme è di Protezione Civile, tuttavia il complesso dei dati acquisiti senza soluzione di continuità temporale consente di proporre alcune considerazioni circa la cinematica del movimento, affinabile necessariamente con l'incremento dei dati disponibili.

Per chiarezza di analisi sono stati restituiti su grafico i valori degli spostamenti medi giornalieri relativi all'intervallo Ottobre 2021 – Giugno 2022.

Le evidenti oscillazioni che caratterizzano le misure in continuo sono dovute alla tipologia di strumentazione utilizzata.

POSTAZIONE FON1B: OTTOBRE 2021 – GIUGNO 2022

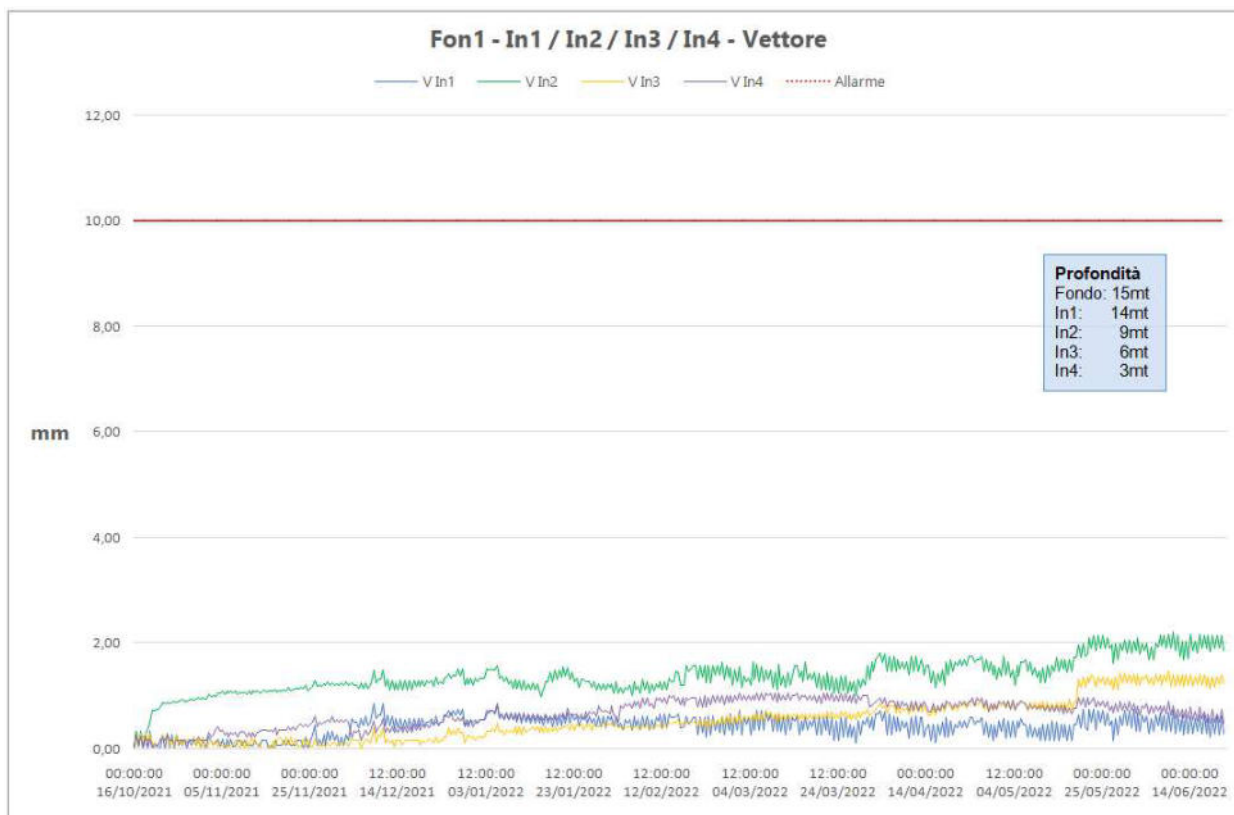


Fig. 4.1

POSTAZIONE FON2B: OTTOBRE 2021 – GIUGNO 2022

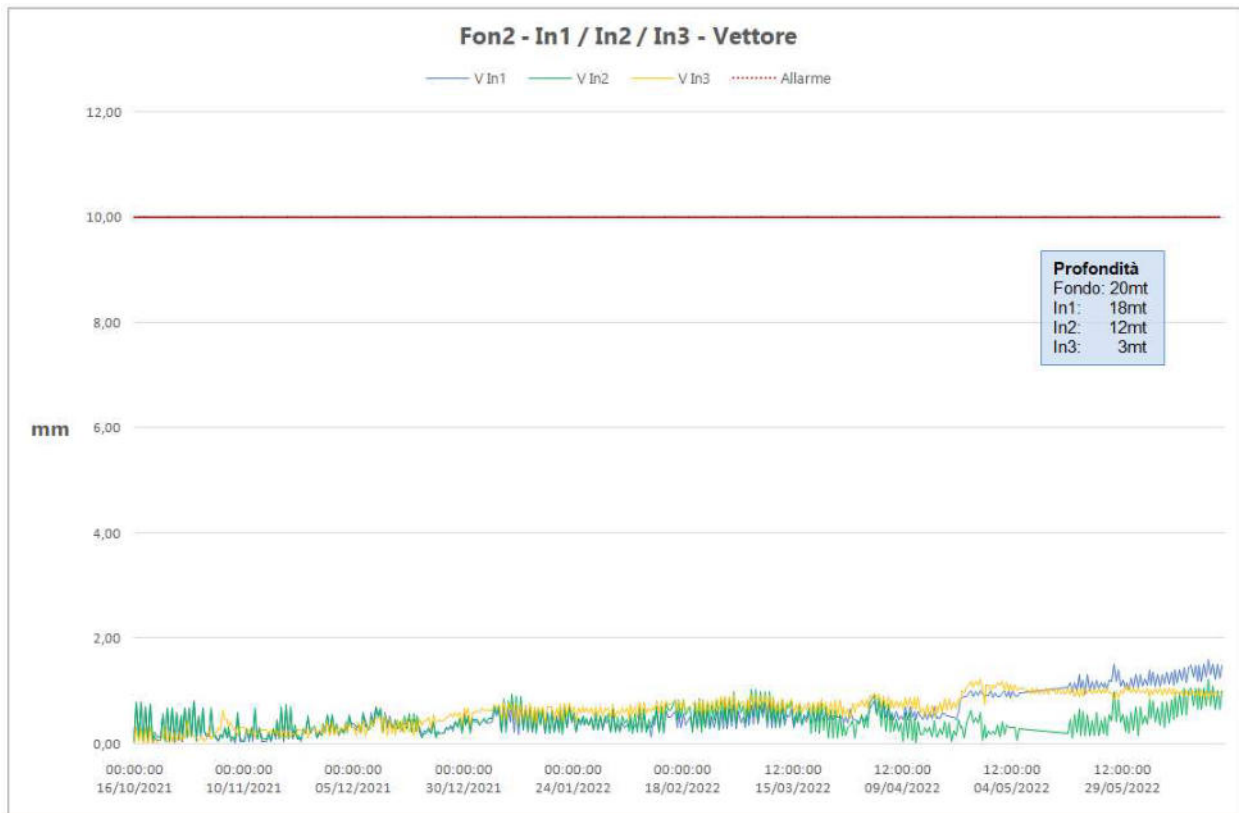


Fig. 4.2

POSTAZIONE FON3B: OTTOBRE 2021 – GIUGNO 2022

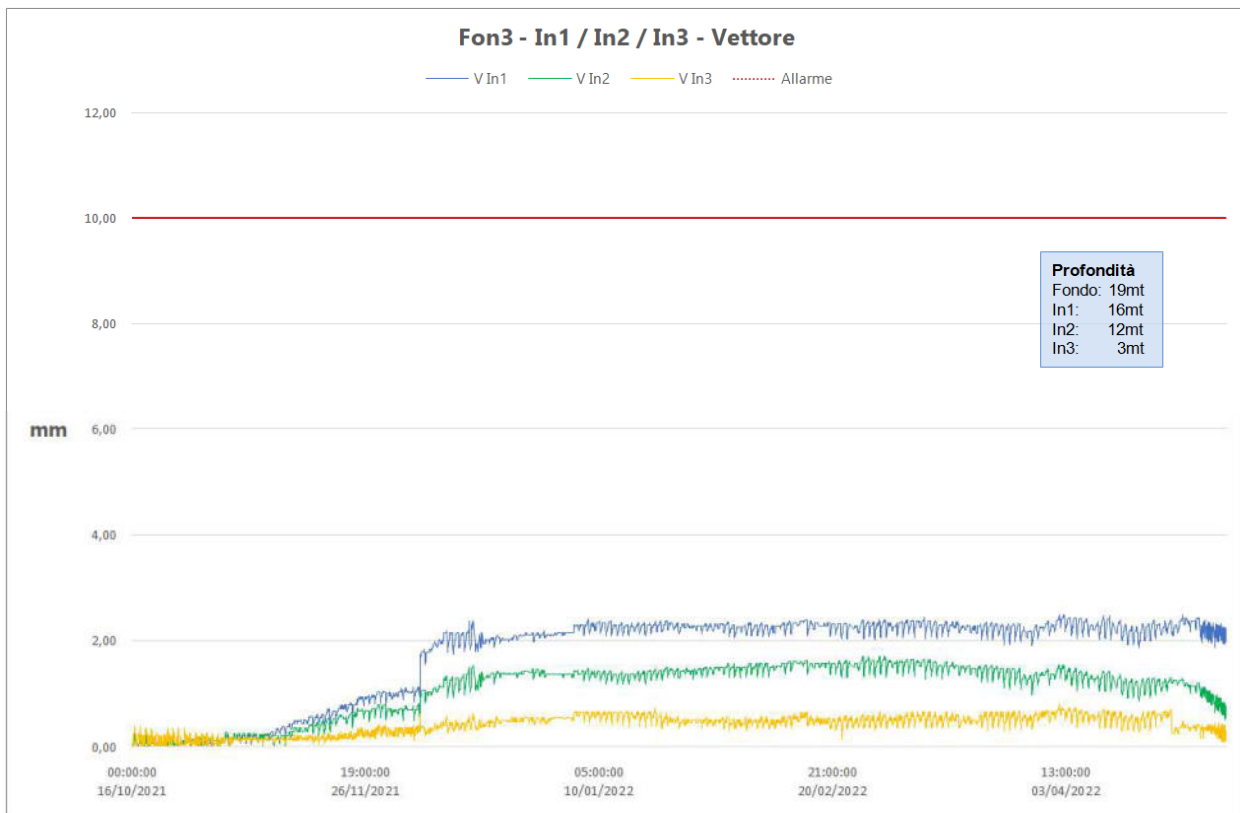


Fig. 4.3

POSTAZIONE FON4B: OTTOBRE 2021 – GIUGNO 2022

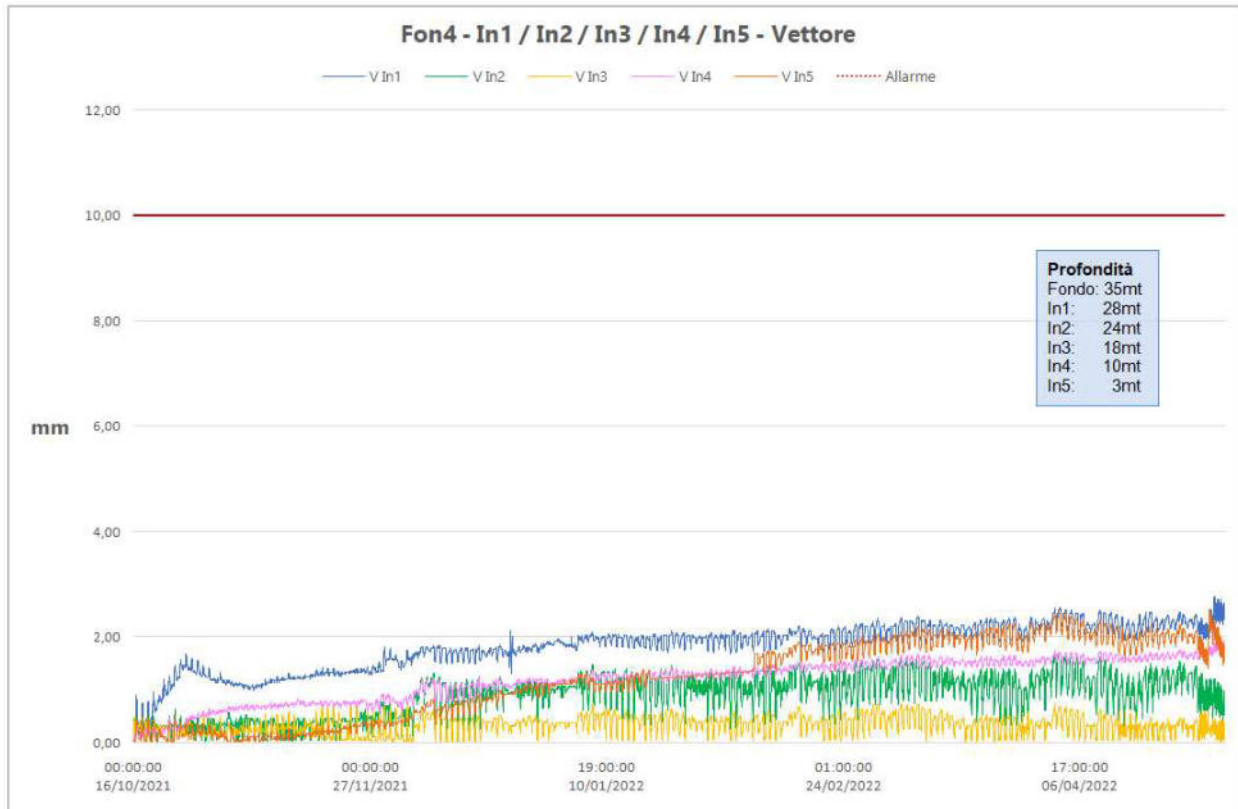


Fig. 4.4

Come già specificato, l'inverno 2021/22 non è stato particolarmente piovoso.

Dall'analisi dei grafici risulta tuttavia evidente che, seppur contenuto, tutte le postazioni segnalano un incremento di movimento a velocità pressoché costante.

Questo andamento è rilevato in tutte le postazioni tranne in Fon3B, infatti qui i movimenti risultano meno continui ed evidenziano fasi di accelerazione alternati a fasi di arresto del movimento.

Analizzando le postazioni singolarmente in riferimento alle principali superfici di scivolamento individuate per ogni postazione, si evidenzia quanto segue:

FON1B : Si è rilevata una repentina accelerazione del movimento a -3m, -6m e -9m da pc di circa 1 mm nel Maggio 2022. Mentre a -14m da pc non sono stati registrati movimenti.

Le principali superfici di scivolamento sono a -6 e -9m da pc.

Mediamente la velocità di spostamento è di circa 3mm annui

FON2B: il trend d Fon2 è anche esso in lieve avanzamento. Si è verificata un'accelerazione ad Aprile 2022 che ha continuato fino agli ultimi dati, con uno spostamento complessivo di circa 1 mm in 2 mesi. Le superfici di scorrimento che sono più interessate dal movimento sono a -12 e -18m da pc.

Mediamente la velocità di spostamento è <2mm annui

FON3B: anche qui notiamo un inizio di accelerazione nel mese di Ottobre 2021, che ha subito un incremento a Dicembre 2021 con un aumento repentino in tutte e tre le superfici monitorate, sebbene il maggiore movimento (circa 3 mm in 1 mese) sia avvenuto in concomitanza delle superfici poste a -16m e -12m da pc. Da Dicembre 2021 il movimento sembra essersi stabilizzato.

Mediamente la velocità di spostamento è circa 3.4mm annui

FON4B: Sebbene il trend generale di tutte le superfici di scivolamento monitorato è costante e in lieve avanzamento, le superfici che hanno evidenziato un movimento più elevato sono quelle poste a -28 e -3m da pc.

Mediamente la velocità di spostamento è circa 3.8mm annui

5. CONSIDERAZIONI SUL CINEMATISMO

Per effettuare una valutazione qualitativa circa lo stato di attività del movimento franoso sono state calcolate per ognuna delle postazioni inclinometriche le velocità medie durante la fase di accelerazione avvenuta tra dicembre e febbraio 2021.

<i>POSTAZIONE</i>	<i>PROFONDITA' PIANO DI SCIVOLAMENTO (m da pc)</i>	<i>V evento dicembre 20-febbraio 21 (mm/giorno)</i>	<i>Durata Accelerazione picco (giorni)</i>
FON1	6	0.29	13
FON2	12	0.26	9
FON3	12	0.75	11
FON4	24	0.32	14

Tab.5.1

Pur sottolineando che le velocità sopra riportate sono da ritenersi indicative, appare evidente che le postazioni Fon1B – Fon2B – Fon4B, rappresentative del settore orientale della frana, sono omogenee come tipologia di movimento mentre il settore mediano occidentale (Fon3B) risulta il più critico in relazione alle velocità di spostamento. Sempre in termini indicativi la postazione mediana Fon2B risulta essere stata la prima interessata dall'incremento di velocità.

Per quanto riguarda le velocità di spostamento desunte dal monitoraggio manuale si ripropongono quelle degli anni precedenti aggiornando solo i dati relativi alla postazione Fon2/B.

Paragonando i dati presenti con quelli relativi all'ultima accelerazione rilevata, novembre – dicembre 2019, risulta evidente che si è trattato di un evento meno significativo.

<i>POSTAZIONE</i>	<i>PROFONDITA' PIANO DI SCIVOLAMENTO (m da pc)</i>	<i>V_{media} (mm/giorno)</i>	<i>Data Accelerazione 2019</i>	<i>Durata Accelerazione (giorni)</i>
FON1	6	1.20	18/11-2/12	14
FON2	12	2.61	19/11-28/11	9
FON3	12	1.14	9/11-4/12	25
FON4	24	1.23	21/11-5/12	14

Tab.5.2

<i>POSTAZIONE</i>	<i>PROFONDITA' PIANO DI SCIVOLAMENTO (m da pc)</i>	<i>V_{media} monitoraggio manuale (mm/anno) ANNO 2016</i>	<i>V_{media} monitoraggio manuale (mm/anno) ANNO 2017</i>	<i>V_{media} monitoraggio manuale (mm/anno) ANNO 2018</i>	<i>V_{media} monitoraggio manuale (mm/anno) ANNO 2019</i>	<i>V_{media} monitoraggio manuale (mm/anno) ANNO 2020-21</i>
FON1	6	2.6	<1.0	1.6	22.4	-
FON2	12	8.1	1.0	6.0	-	9.0
FON3	12	6.0	1.0	6.0	34.0	-
FON4	24	2.1	<1.0	2.0	24.0	-
FONPRIV	11	2.0	<1.0	1.5	10.0	-

Tab.5.3

Al fine di inserire la frana di Fontane in un sistema classificativo in base alla velocità di movimento, si riporta lo schema di Cruden and Varnes (1996), che è uno dei più accreditati in letteratura e che classifica il movimento franoso da estremamente a molto lento.

classe	descrizione	danni osservabili	scala delle velocità	
1	ESTREM. LENTO	Impercettibile senza strumenti di monitoraggio. Costruzione di edifici possibile con precauzioni.	16 mm/anno	$5 \cdot 10^{-10}$ m/s
2	MOLTO LENTO	Alcune strutture permanenti possono non essere danneggiate dal movimento.	1.6 m/anno	$5 \cdot 10^{-8}$ m/s
3	LENTO	Possibilità di intraprendere lavori di rinforzo e restauro durante il movimento. Le strutture meno danneggiabili possono essere mantenute con frequenti lavori di rinforzo se lo spostamento totale non è troppo grande durante una particolare fase di accelerazione.	13 m/mese	$5 \cdot 10^{-6}$ m/s
4	MODERATO	Alcune strutture temporanee o poco danneggiabili possono essere mantenute	1.8 m/h	$5 \cdot 10^{-4}$ m/s
5	RAPIDO	Evacuazione possibile. Distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.	3 m/min	$5 \cdot 10^{-2}$ m/s
6	MOLTO RAPIDO	Perdita di alcune vite umane. Velocità troppo elevata per permettere l'evacuazione delle persone.	5 m/s	5 m/s
7	ESTREM. RAPIDO	Catastrofe di eccezionale violenza. Edifici distrutti per l'impatto del materiale spostato. Molti morti. Fuga impossibile.		

Fig. 5.1

Alla luce di tali considerazioni viene confermata sostanzialmente l'interpretazione pregressa di una "frana con bassa velocità di spostamento ma con possibili incrementi di velocità conseguenti a fluttuazioni del regime delle acque sotterranee o ad eventi sismici".

Volendo rappresentare in quale "fase di attività" sia attualmente il cinematisimo si è utilizzato il sistema classificativo Cruden and Varnes (1978) che definisce le caratteristiche dell'evoluzione temporale di un fenomeno franoso secondo il seguente schema:

- Frana attiva: frana attualmente in movimento
- Frana riattivata: frana nuovamente attiva dopo un periodo di inattività
- Frana sospesa: frana che attualmente non è in movimento, ma che si è mossa nell'ultimo ciclo stagionale
- Frana inattiva: frana che non ha subito movimenti nell'ultimo ciclo stagionale
- Frana quiescente: frana non attiva al momento del rilevamento, per la quale però esistono indizi che ne dimostrino un'oggettiva possibilità di riattivazione in quanto non ha esaurito la sua potenzialità di evoluzione

La frana al momento può essere considerata "SOSPESA" anche se, come già evidenziato, è necessario sottolineare che tale condizione transitoria risulta strettamente correlata al regime meteorico.

VELOCITA' E FASI DEL MOVIMENTO FRANOSO (Cruden and Varnes, 1978)

	CLASSI DI VELOCITA'						
	1	2	3	4	5	6	7
crollo							
ribaltamento							
scivolamento di roccia (neoformazione)							
scivolamento di roccia (riattivazione)							
scivolamento di detrito							
scivolamento di terra (neoformazione)							
scivolamento di terra (riattivazione)							
espansione laterale in roccia							
espansione laterale di blocchi di roccia sopra livello duttile							
espansione laterale per liquefazione							
colamento in roccia							
colamento di detrito							
colamento di terra coesiva (neoformazione)							
colamento di terra coesiva (riattivazione)							

Fig. 5.2

6. CONCLUSIONI

I monitoraggi effettuati, integrati dal rilevamento inclinometrico in continuo e dalle misure sul piezometro elettrico, hanno consentito di affinare ulteriormente la conoscenza del movimento franoso di Villa Fontane.

In conclusione, pur non rilevando una significativa accelerazione del fenomeno nei mesi Ottobre 2021-Giugno 2022, da rapportarsi alla scarsità delle precipitazioni del suddetto periodo, il cinematismo nel suo complesso non è cambiato rispetto ai precedenti periodi presi in esame.

Per questo motivo si può dire che il movimento franoso pur essendo fortemente connesso al regime meteorico (precipitazioni) mantiene anche nei periodi siccitosi una propria dinamica caratteristica.

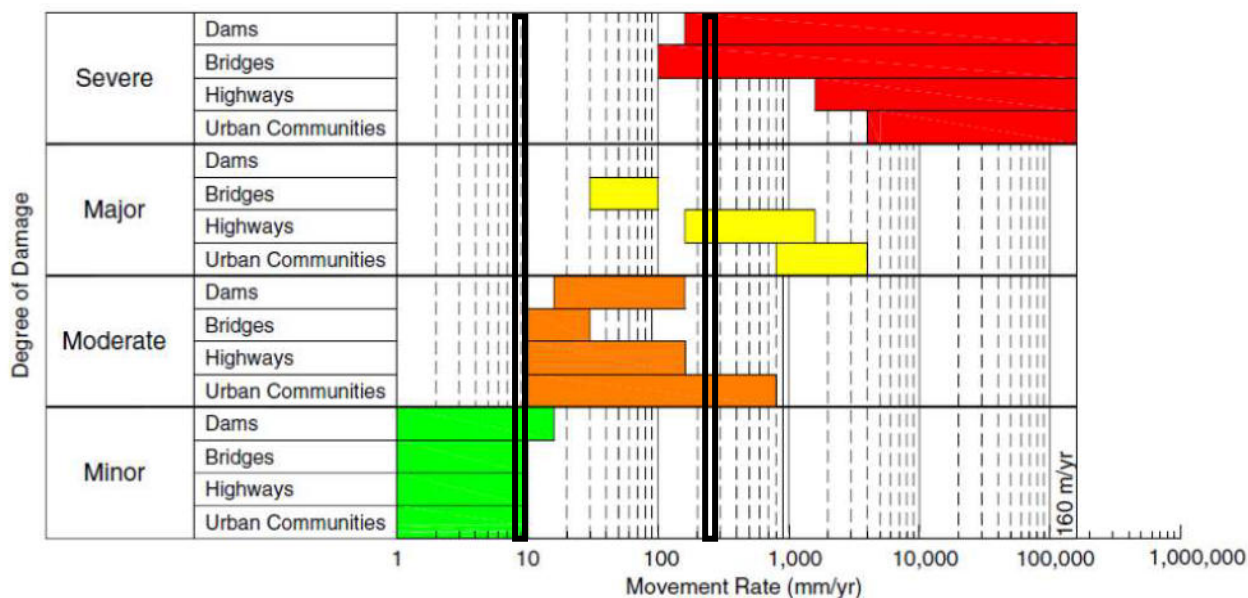


Fig.6.1- Rappresentazione schematica della misura attesa del danno in relazione alla velocità di movimento per le varie forme di infrastrutture (Mansour – Expected damage from displacement of slow-moving slides – 2010)

Tale evidenza motiva l'intenzione dell'Amministrazione di proseguire con opere di ulteriore bonifica idrogeologica, sia in superficie con il completamento delle opere già in essere che in profondità mediante l'ipotesi di microdreni pseudorizzontali spinti fino alla quota di scorrimento della frana, al fine di perseguire una più efficace mitigazione del cinematismo e dunque dei rischi per la popolazione.

Sestri Levante, Luglio 2021



Dott. geol. Giovanni Rizzi

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Giovanni Rizzi".



Dott. geol. Barbara Musante

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Barbara Musante".

TAV.2: DIAGRAMMI INCLINOMETRICI

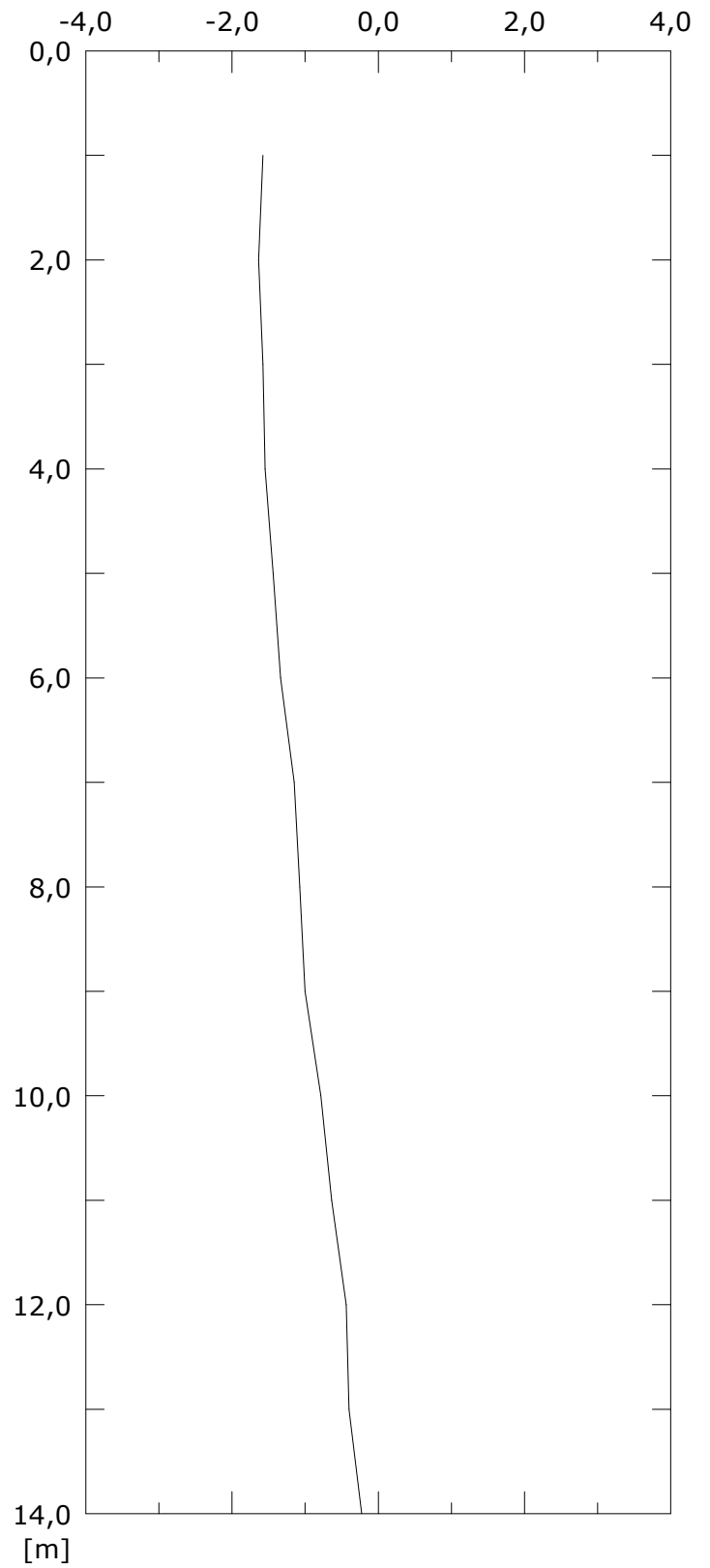
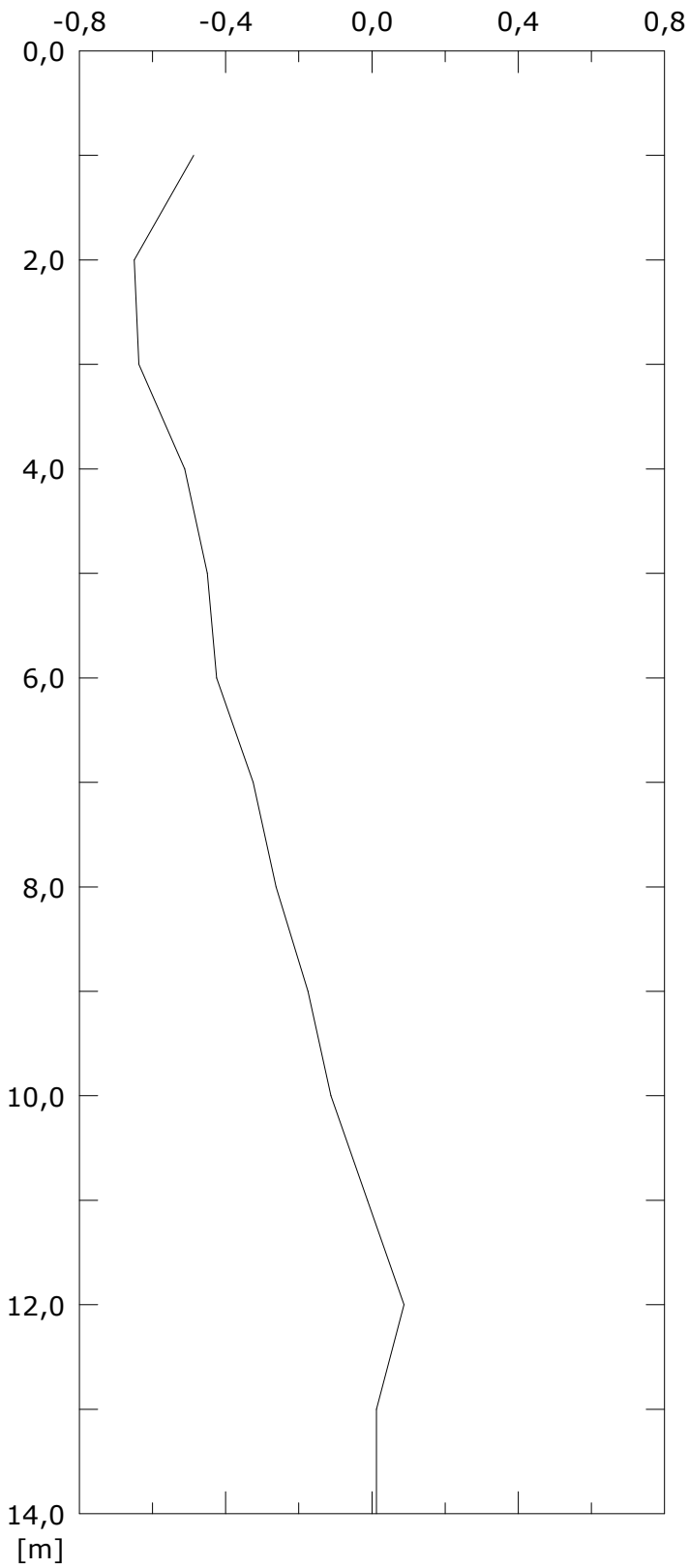
TAV.2: POSTAZIONE FON1B

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:03/12/2021

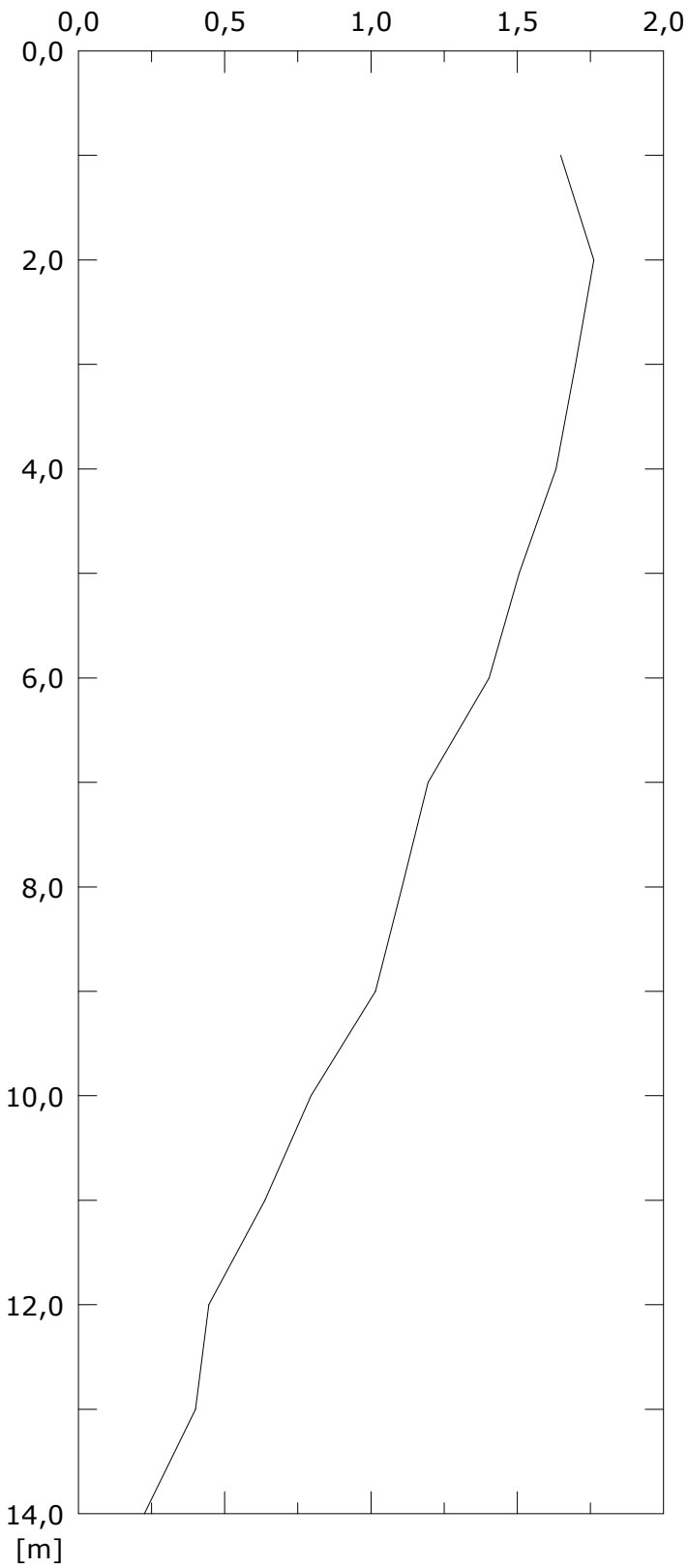
Spost. EST [mm]

Spost. NORD [mm]

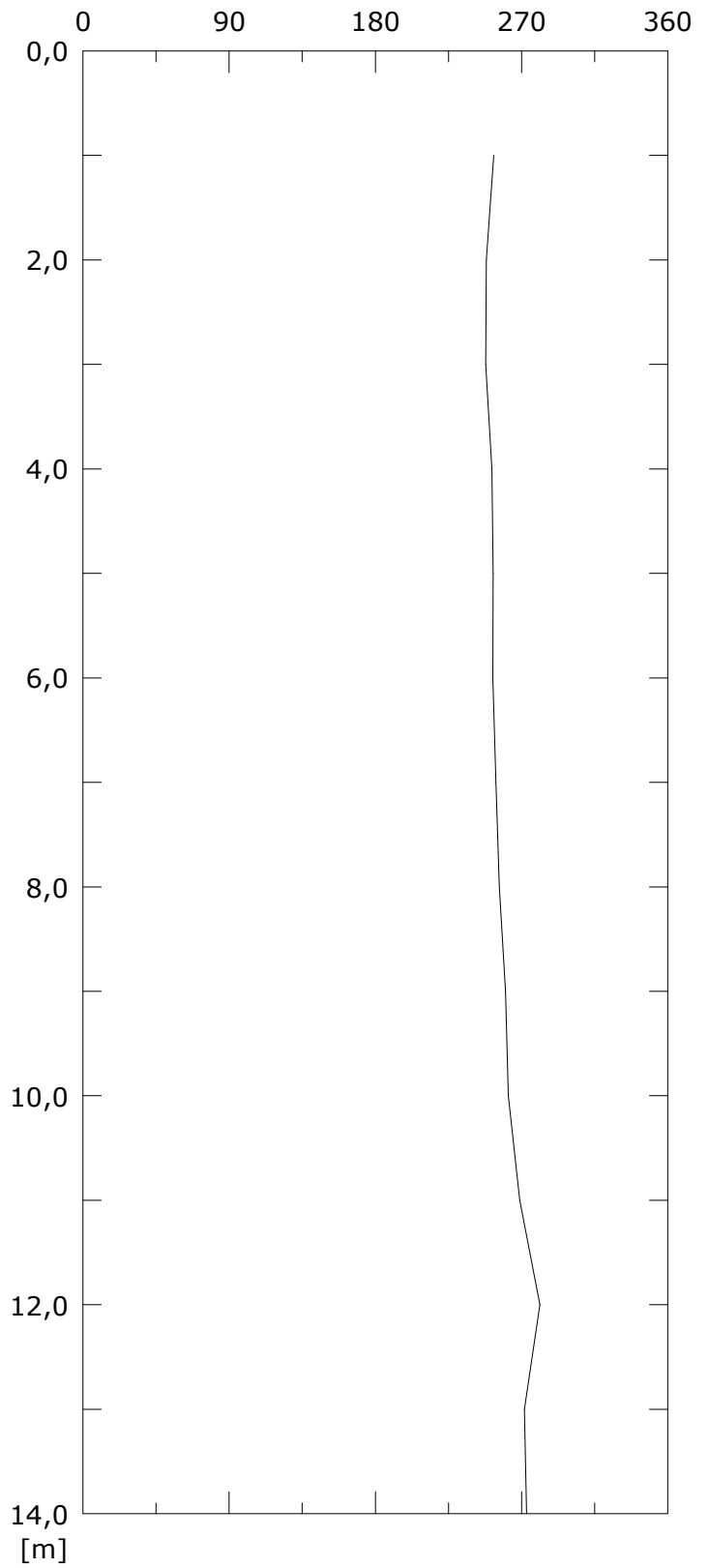


001:18/05/2022

Risultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



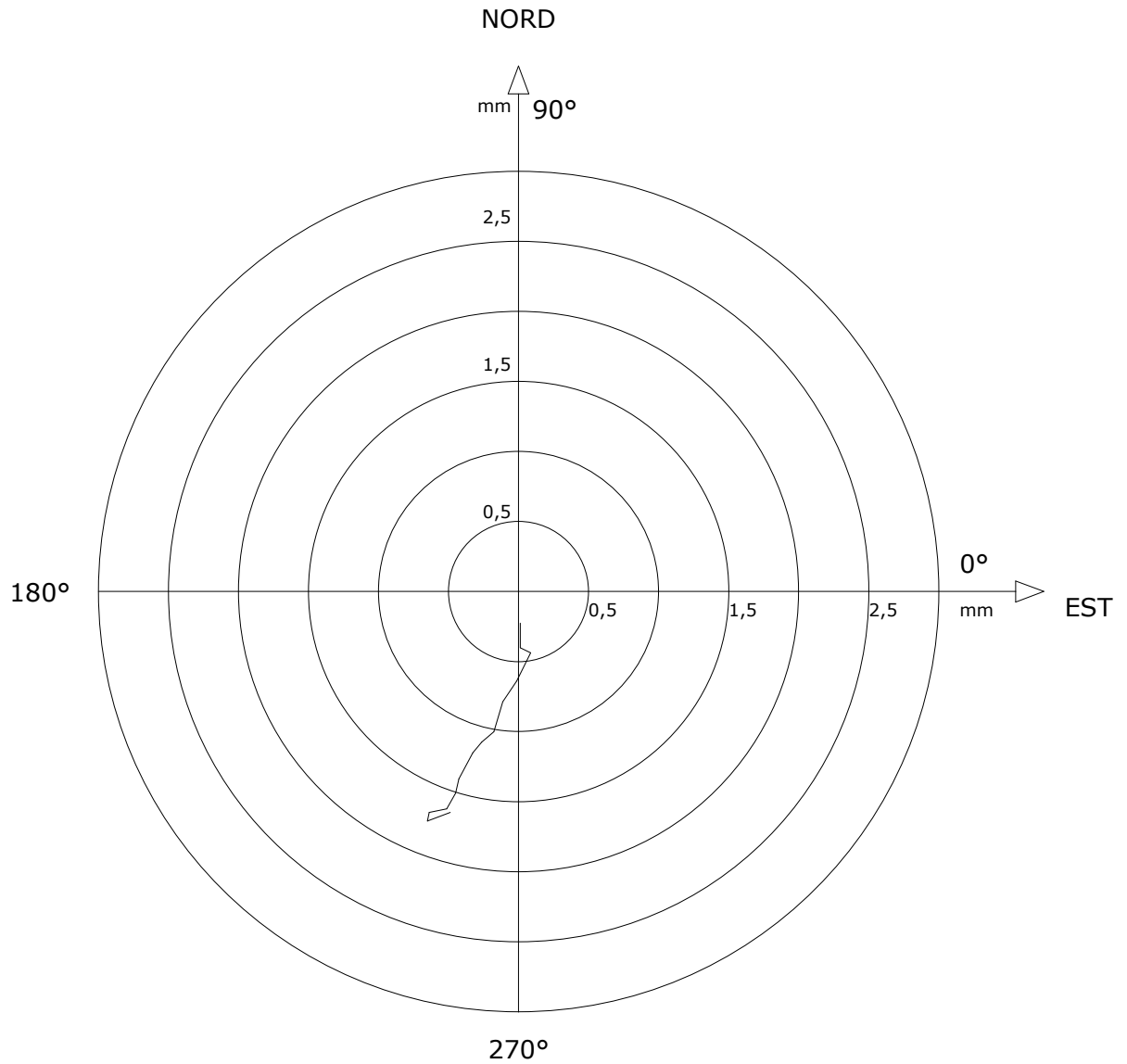
001:18/05/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON1B

Elaborazione differenziale integrale dal basso

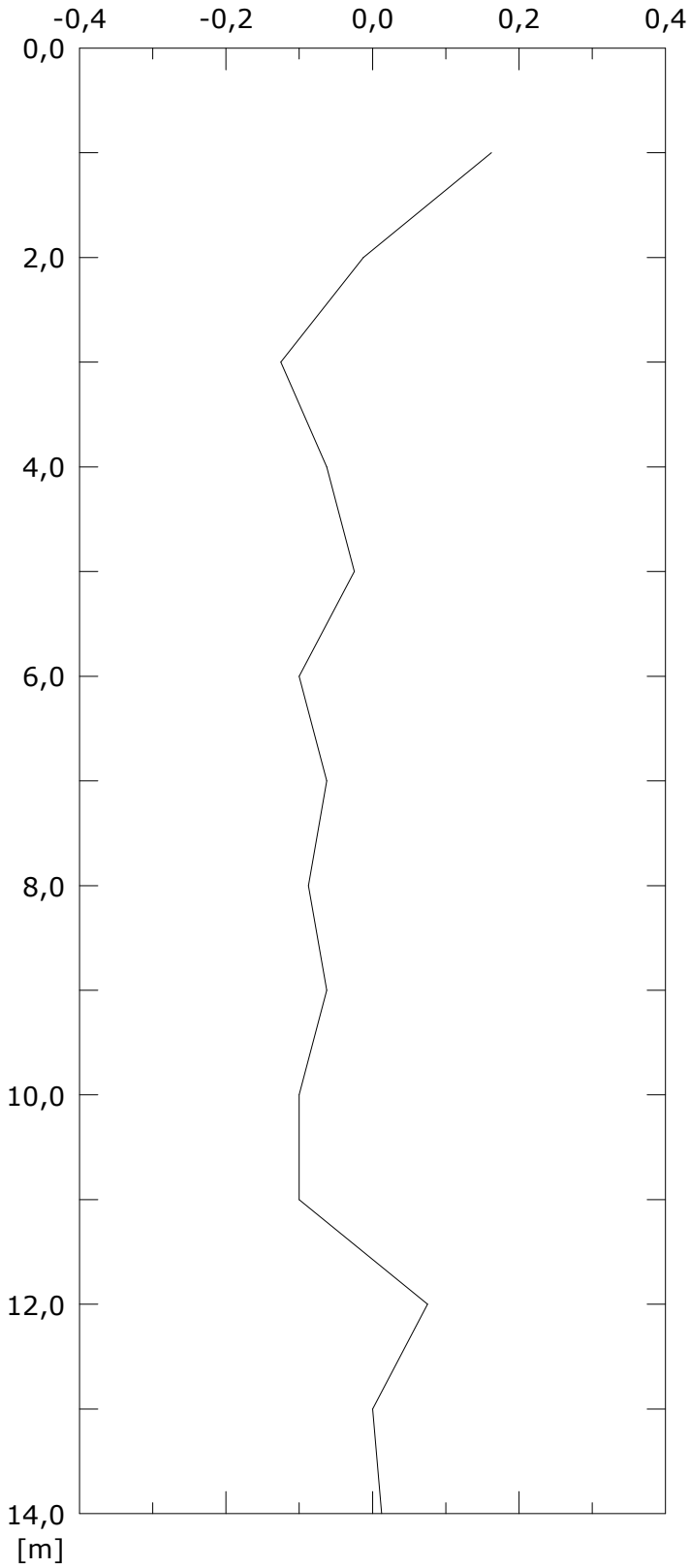
Riferimento 000:03/12/2021

Diagramma polare della deviazione

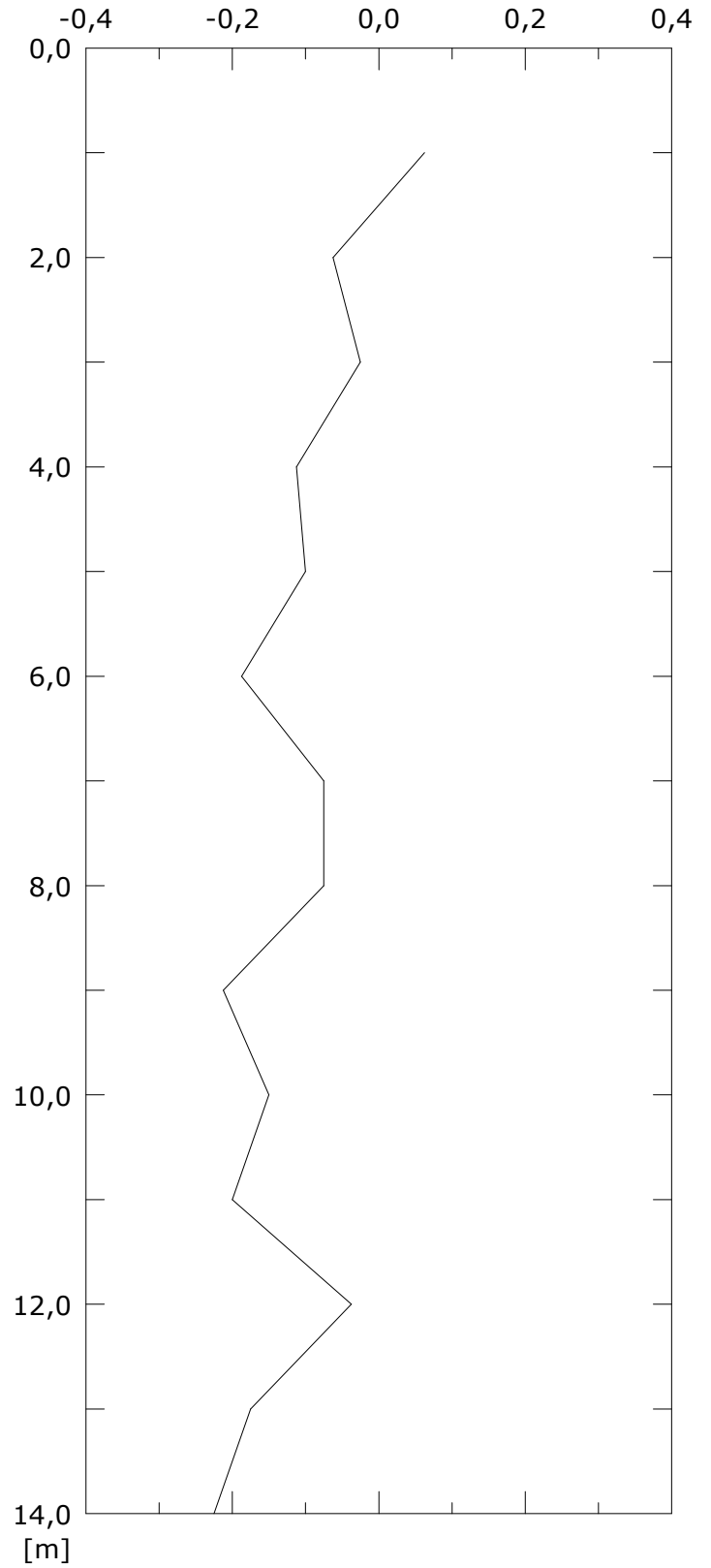


001:18/05/2022

Spost. EST [mm]

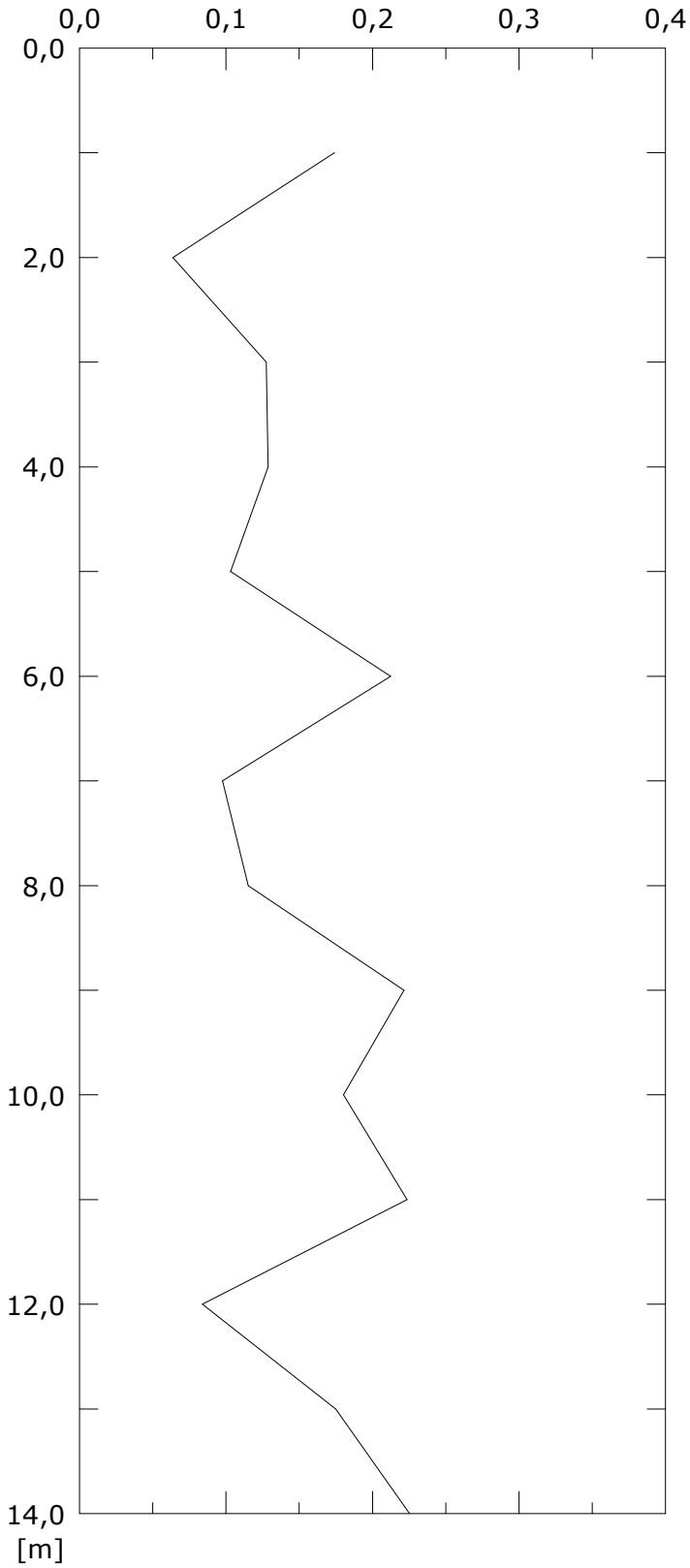


Spost. NORD [mm]

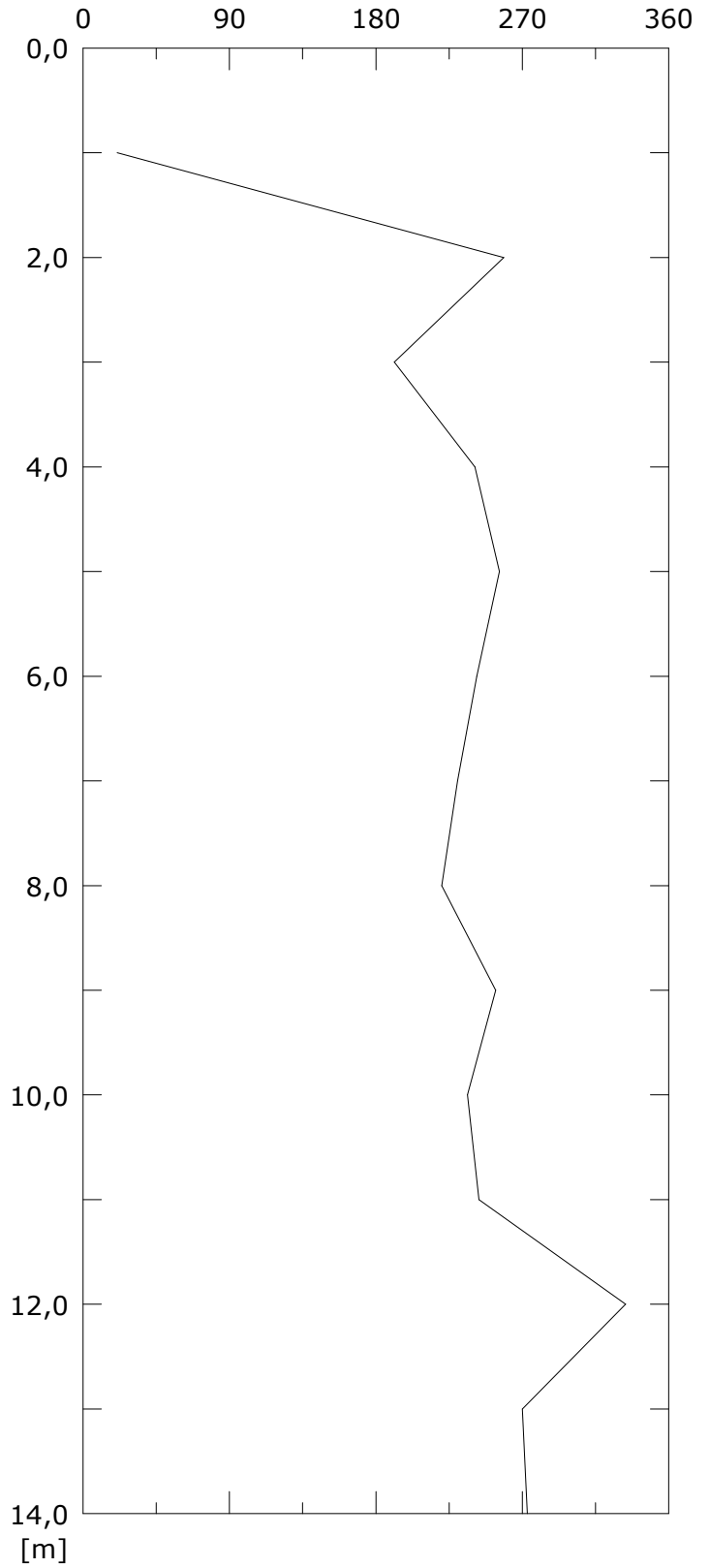


001:18/05/2022

Resultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



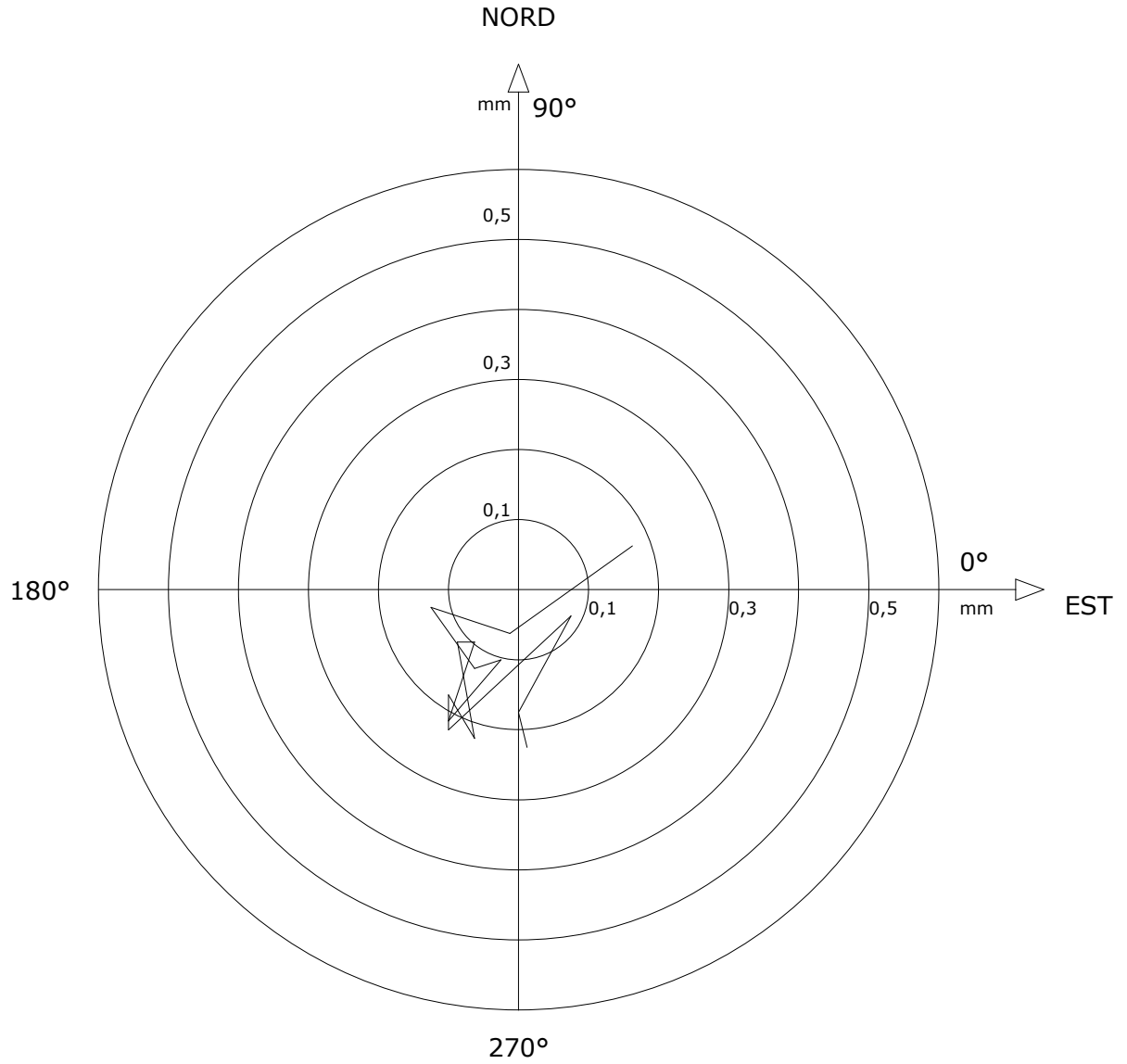
001:18/05/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON1B

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:03/12/2021

Diagramma polare della deviazione



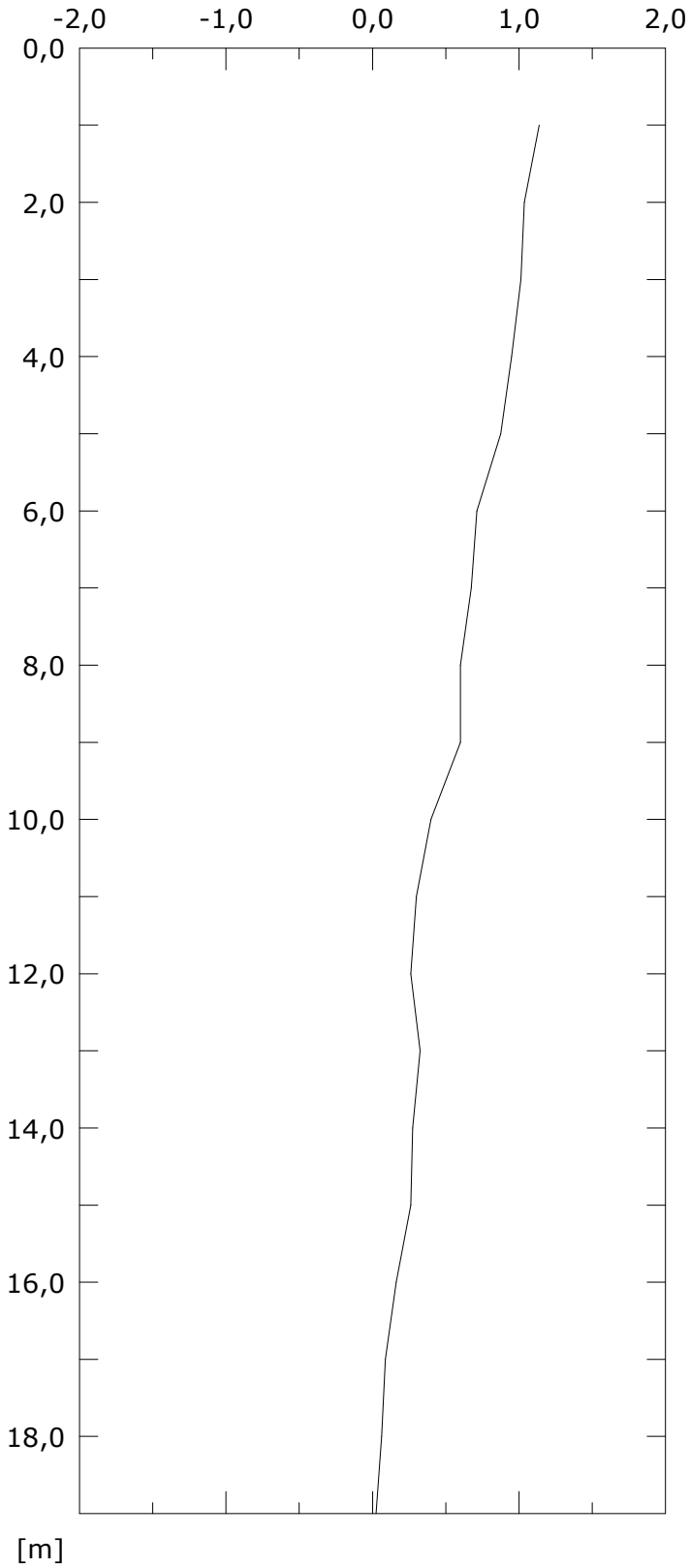
001:18/05/2022

TAV.2: POSTAZIONE FON2B

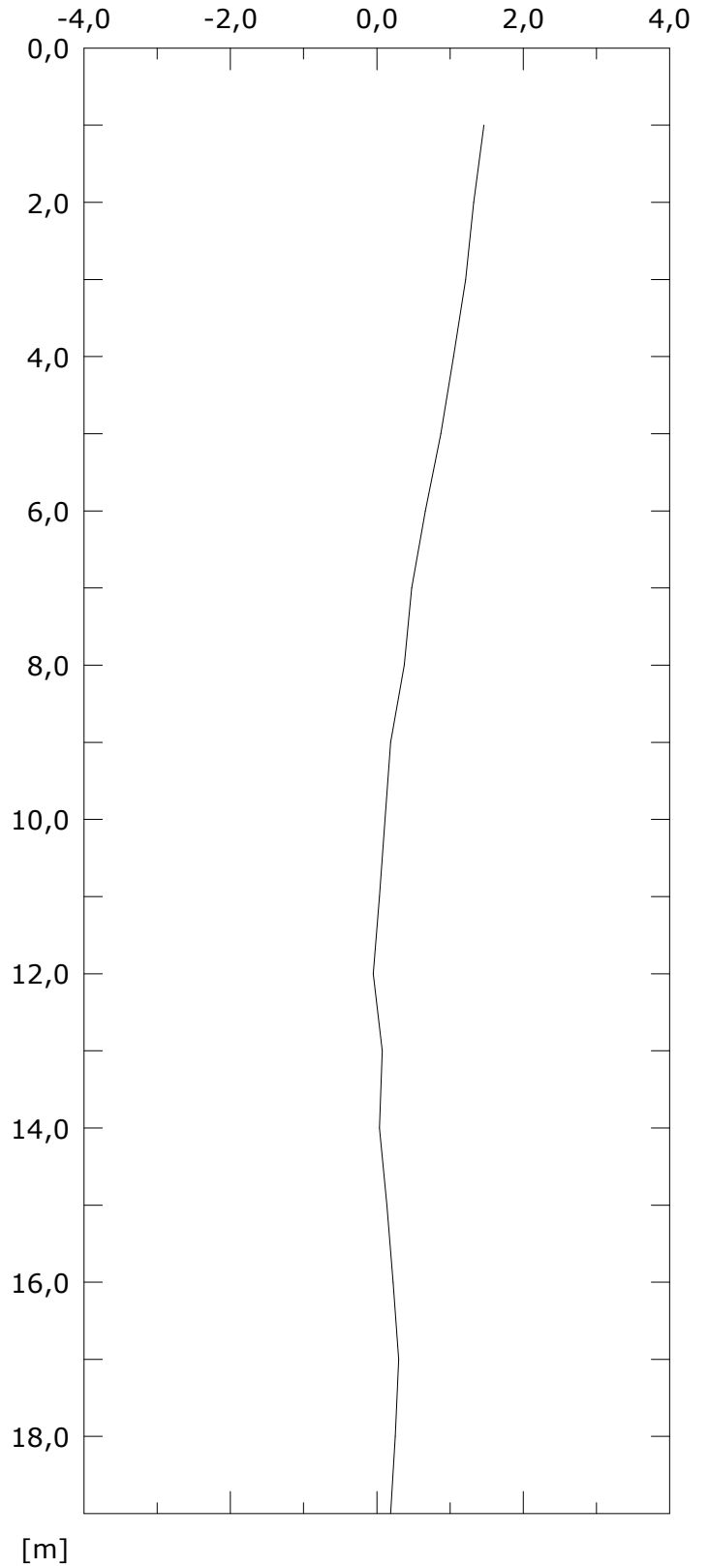
Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Spost. EST [mm]



Spost. NORD [mm]

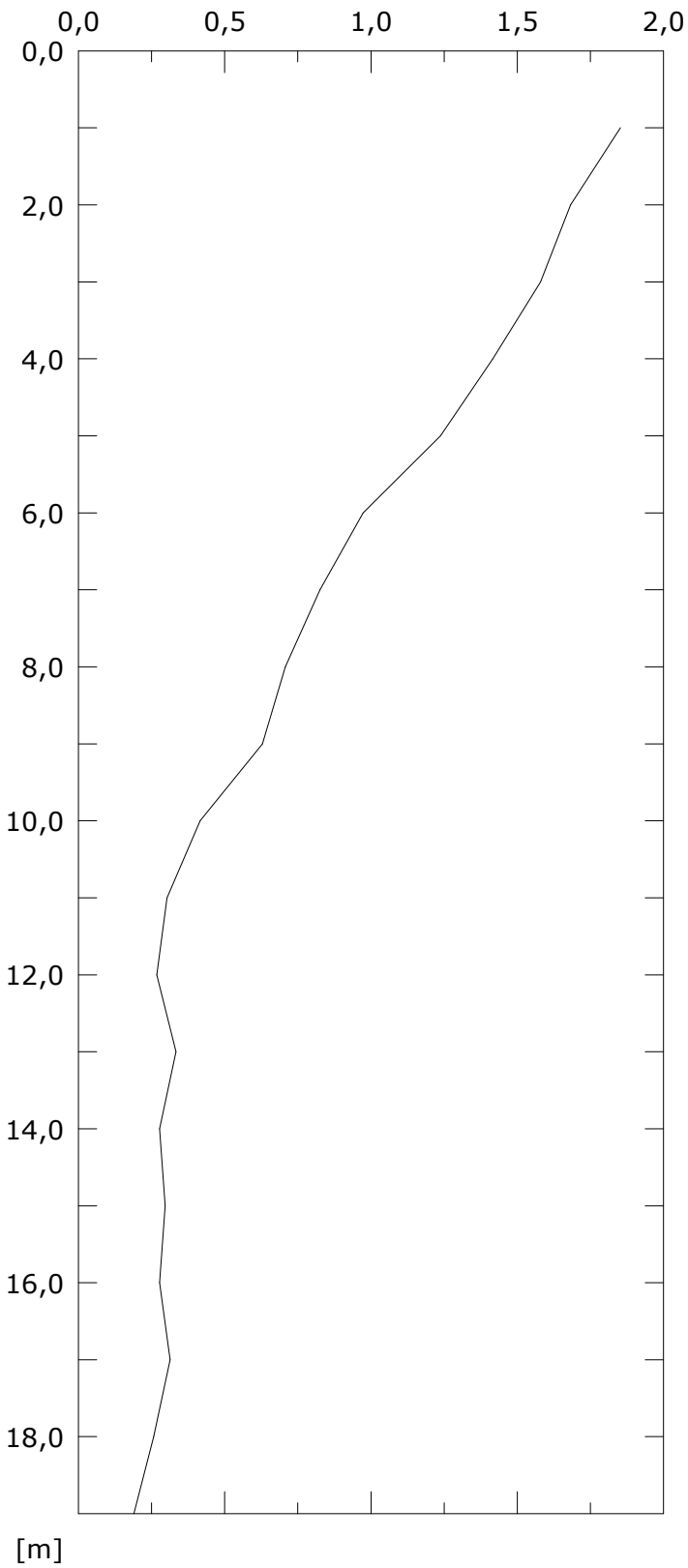


001:22/04/2022

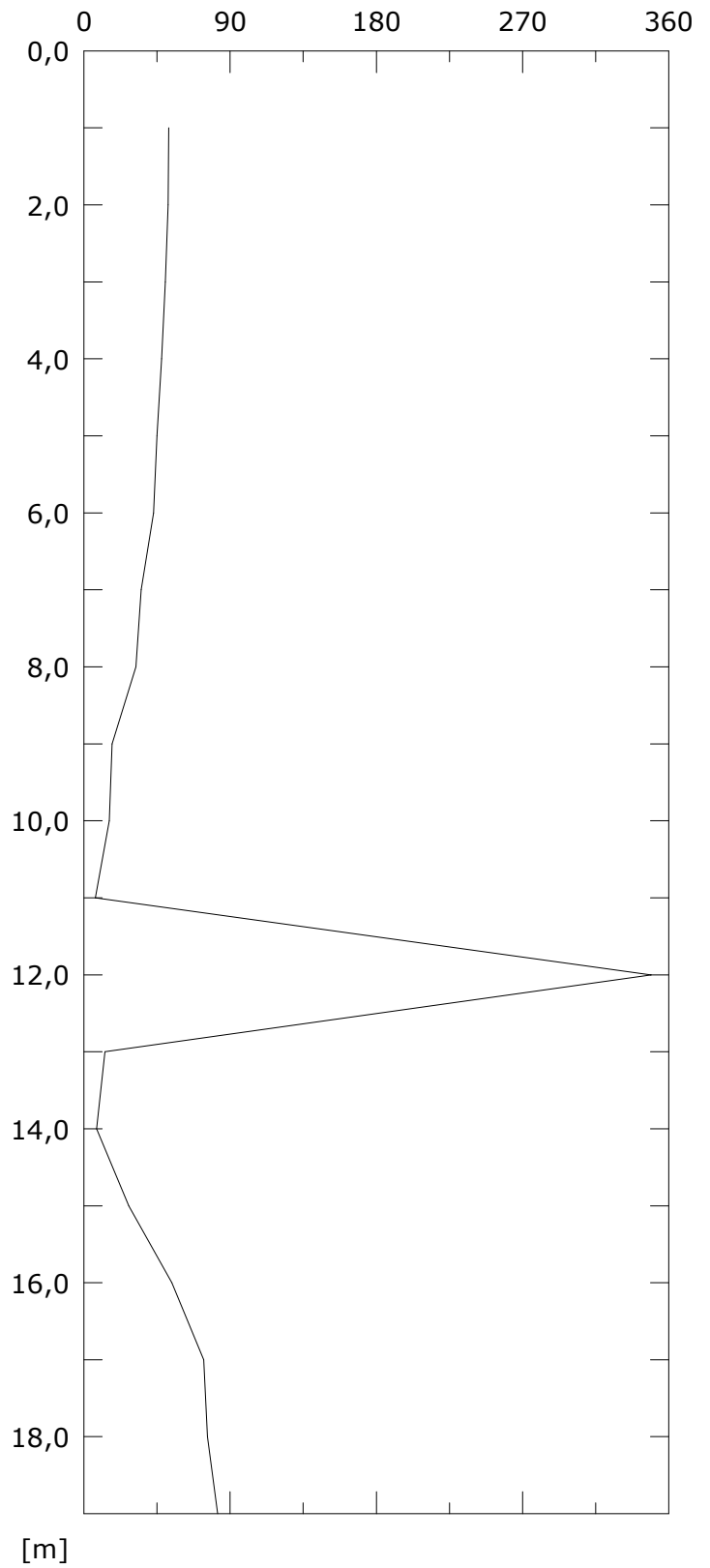
Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Risultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



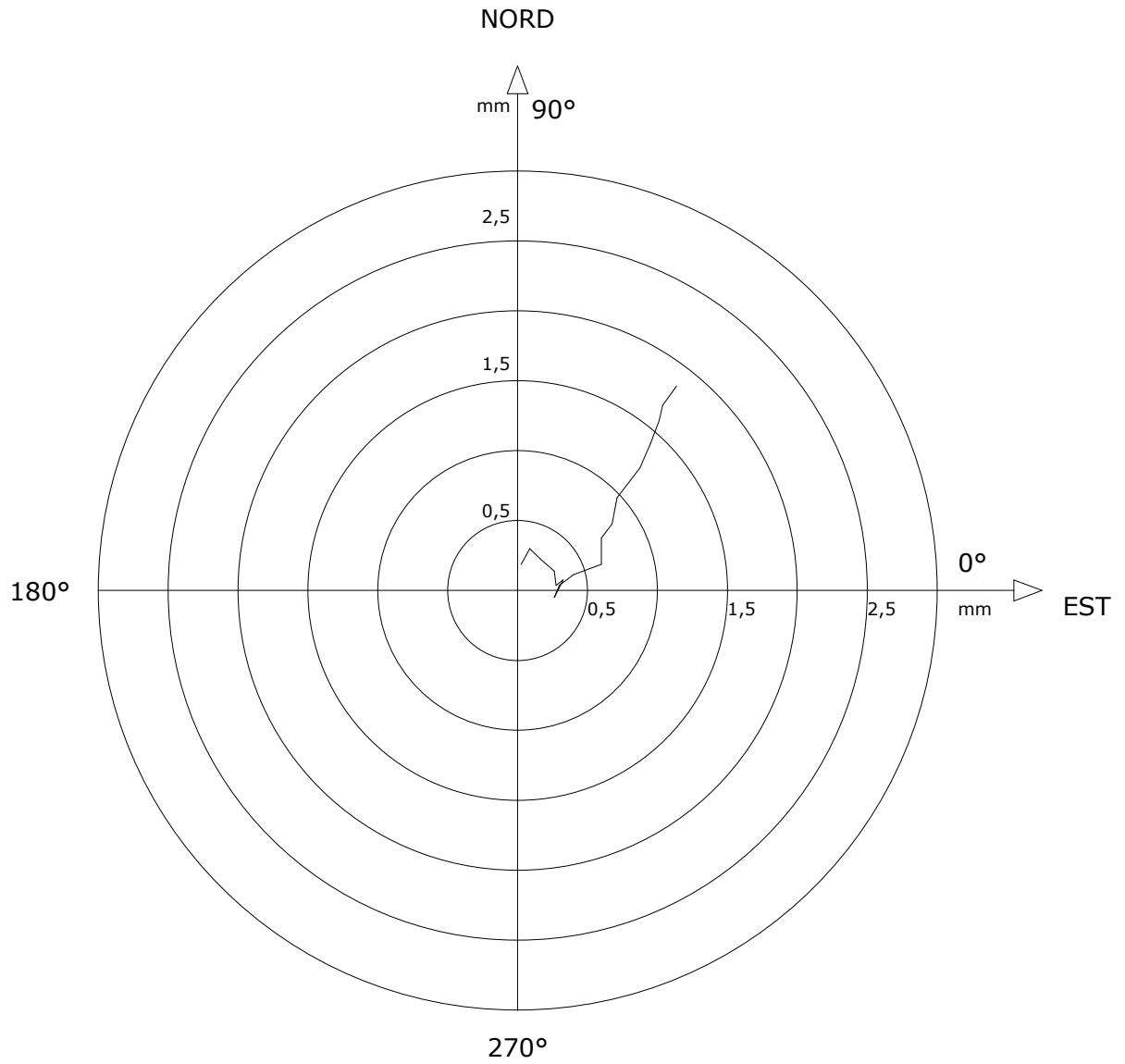
001:22/04/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON3B

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Diagramma polare della deviazione



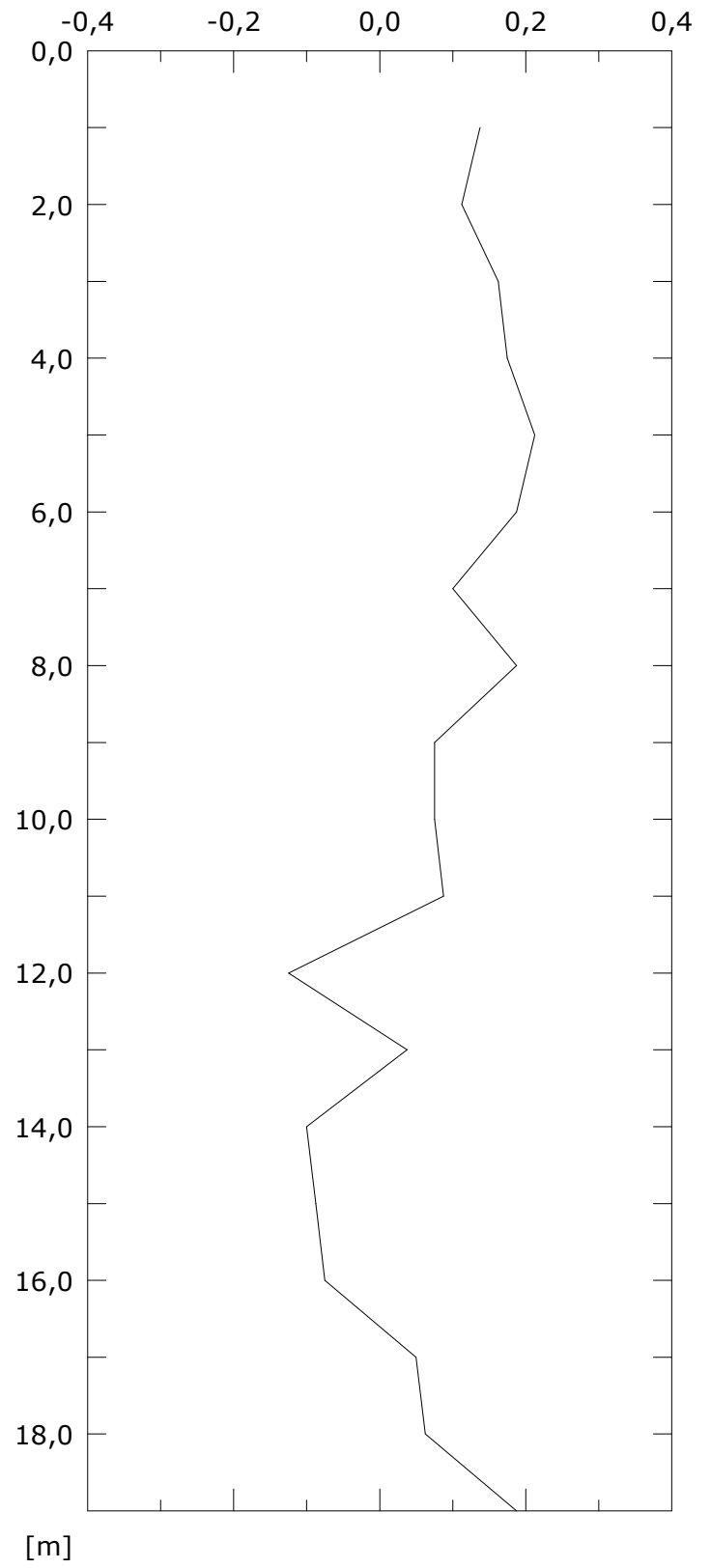
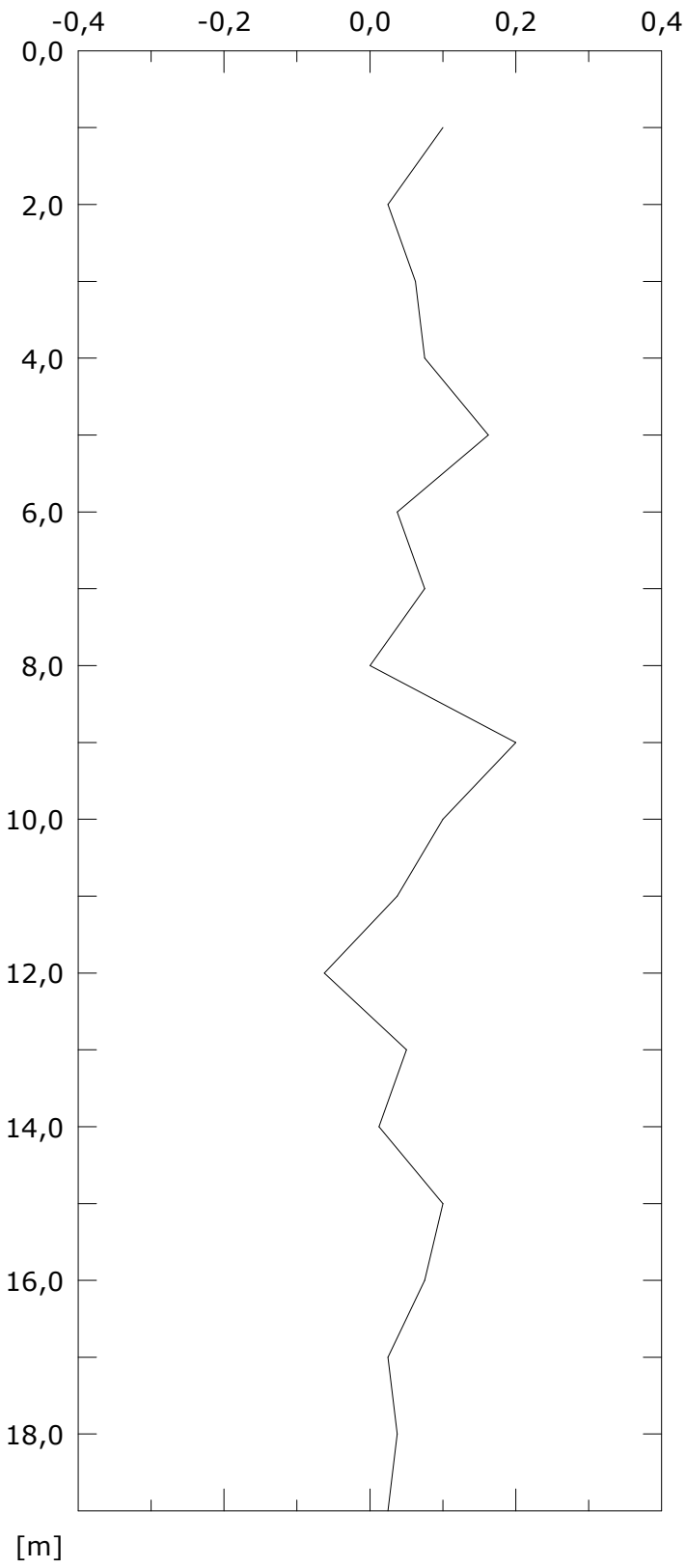
001:22/04/2022

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Spost. EST [mm]

Spost. NORD [mm]

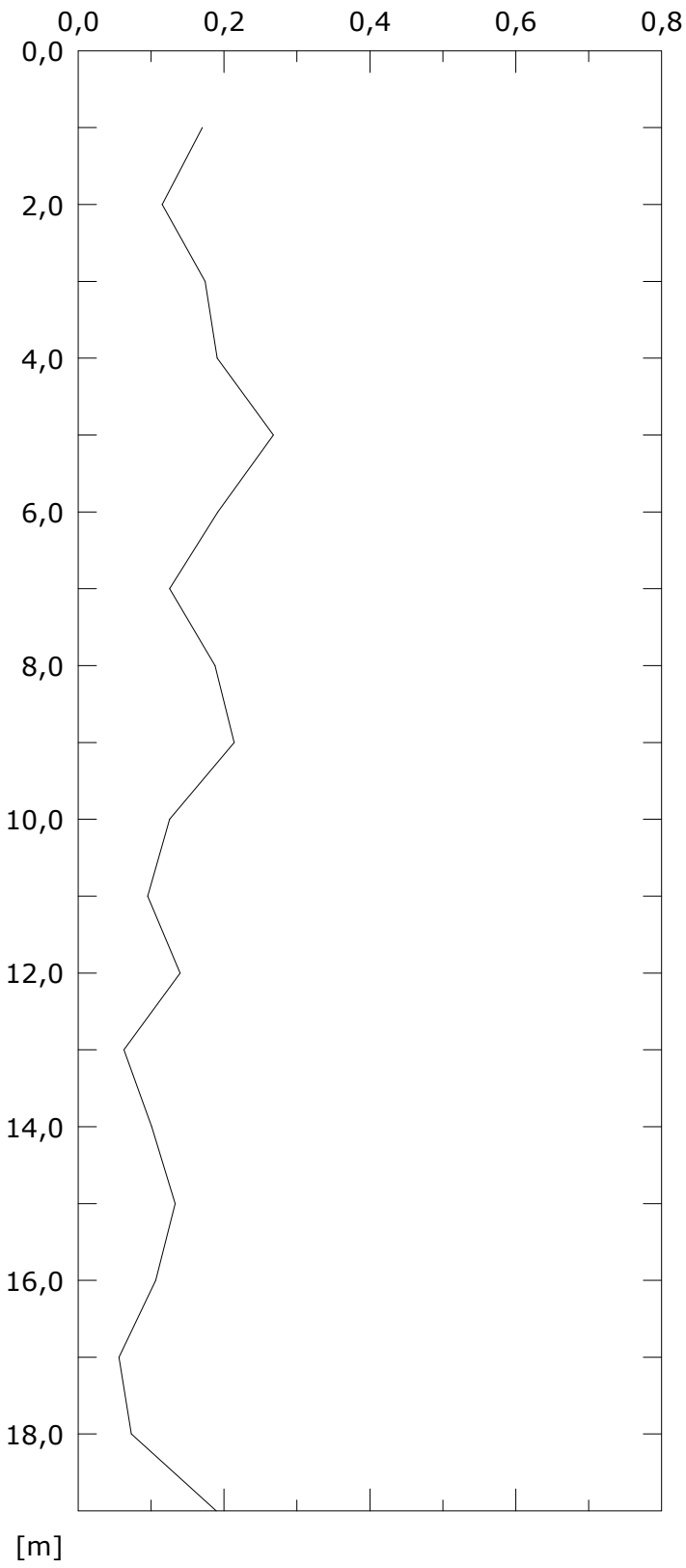


001:22/04/2022

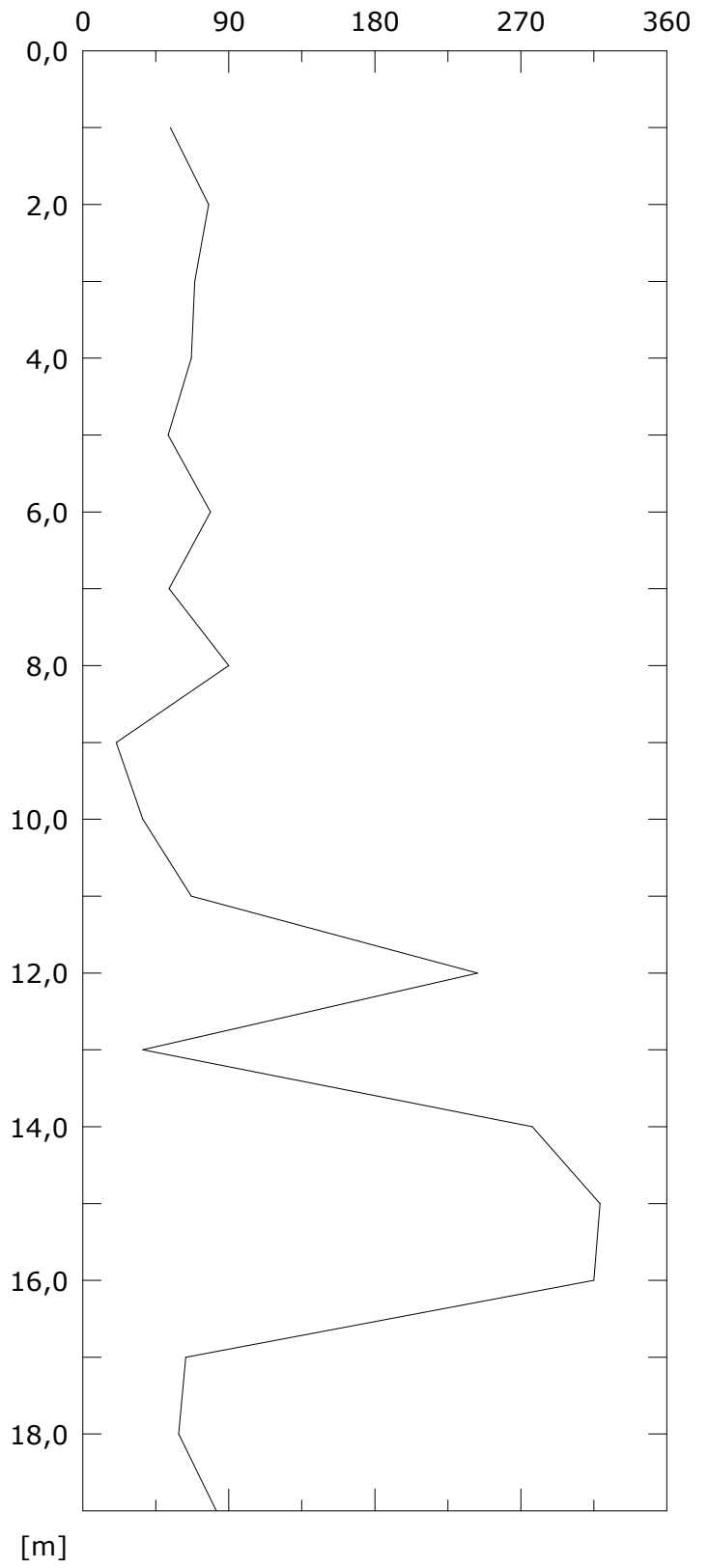
Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Resultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



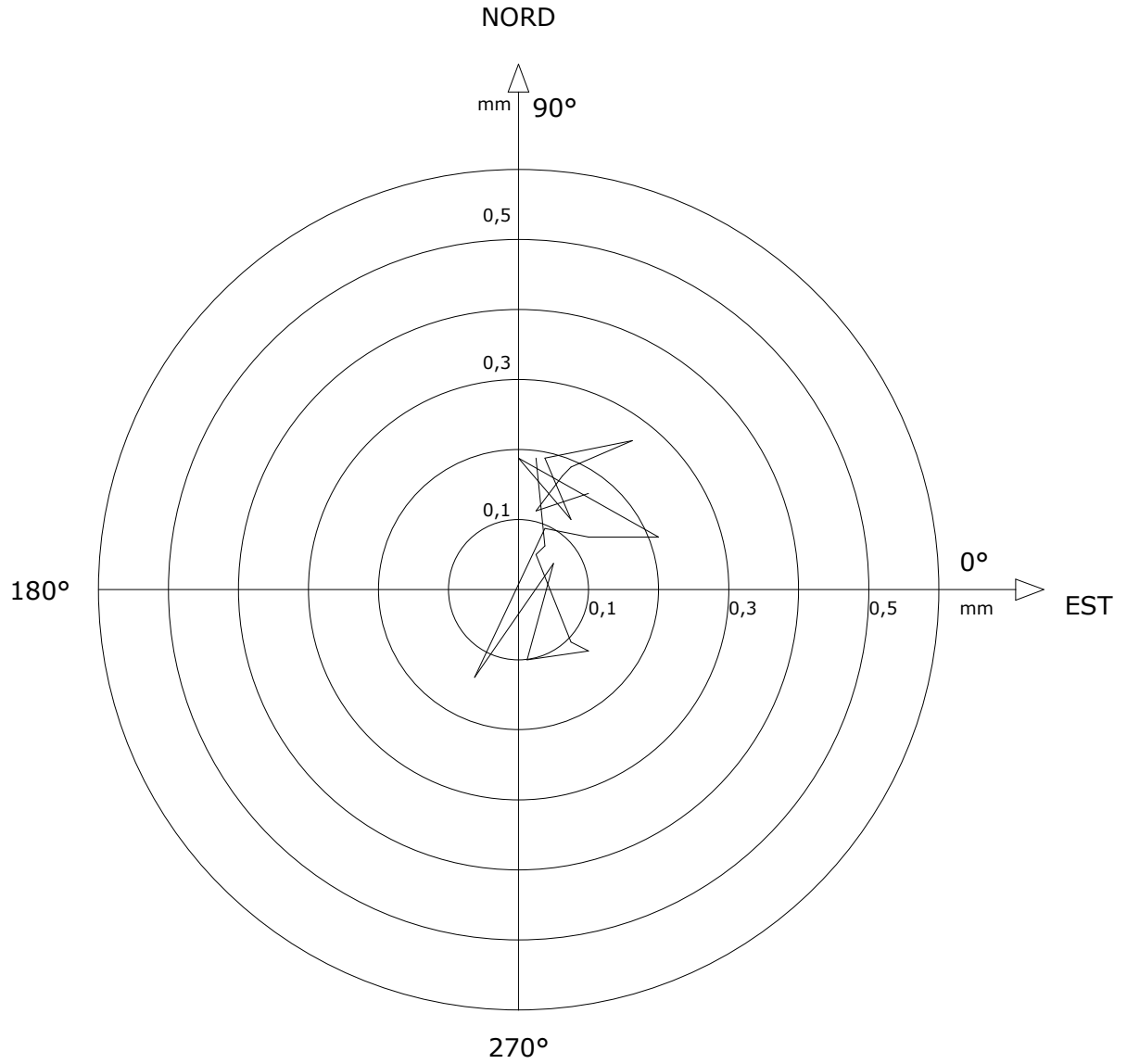
001:22/04/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON3B

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Diagramma polare della deviazione



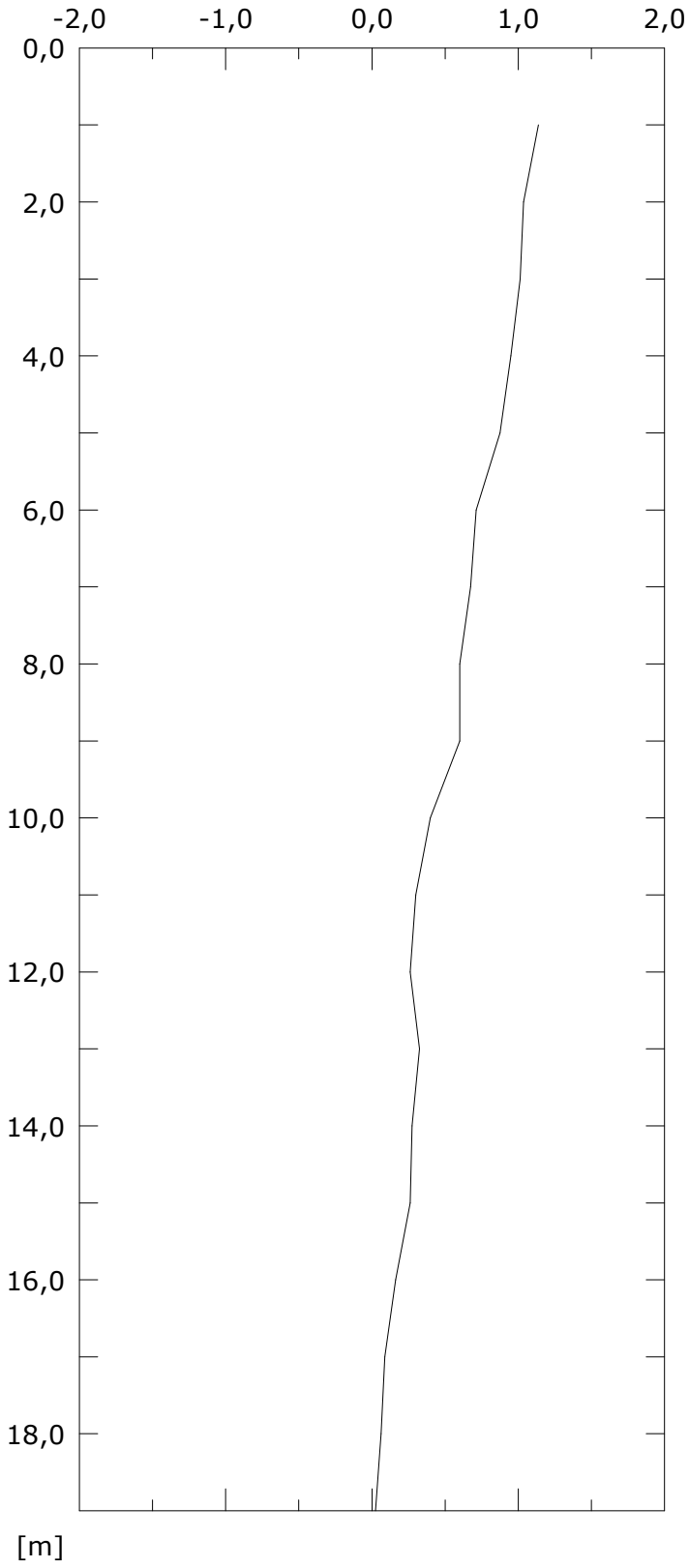
001:22/04/2022

TAV.2: POSTAZIONE FON3B

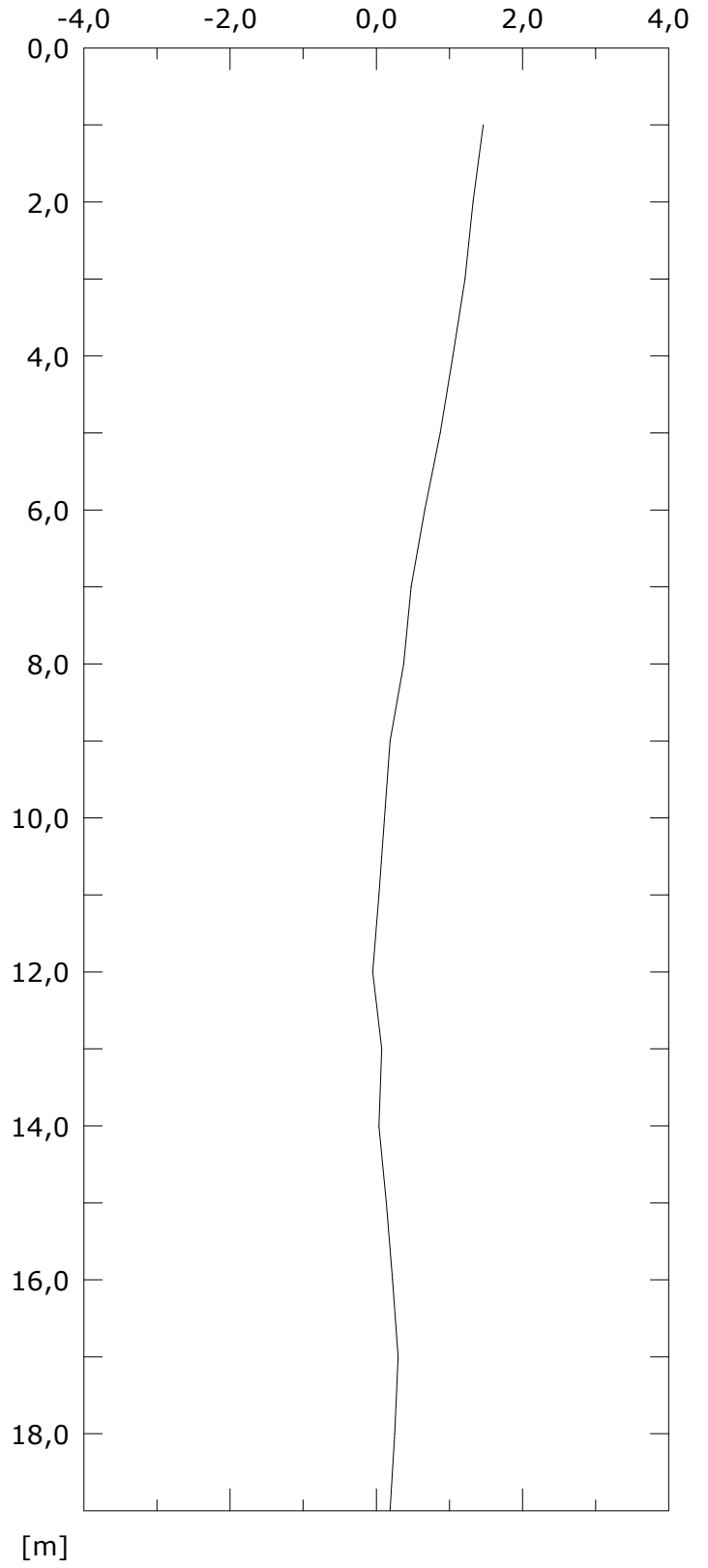
Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Spost. EST [mm]

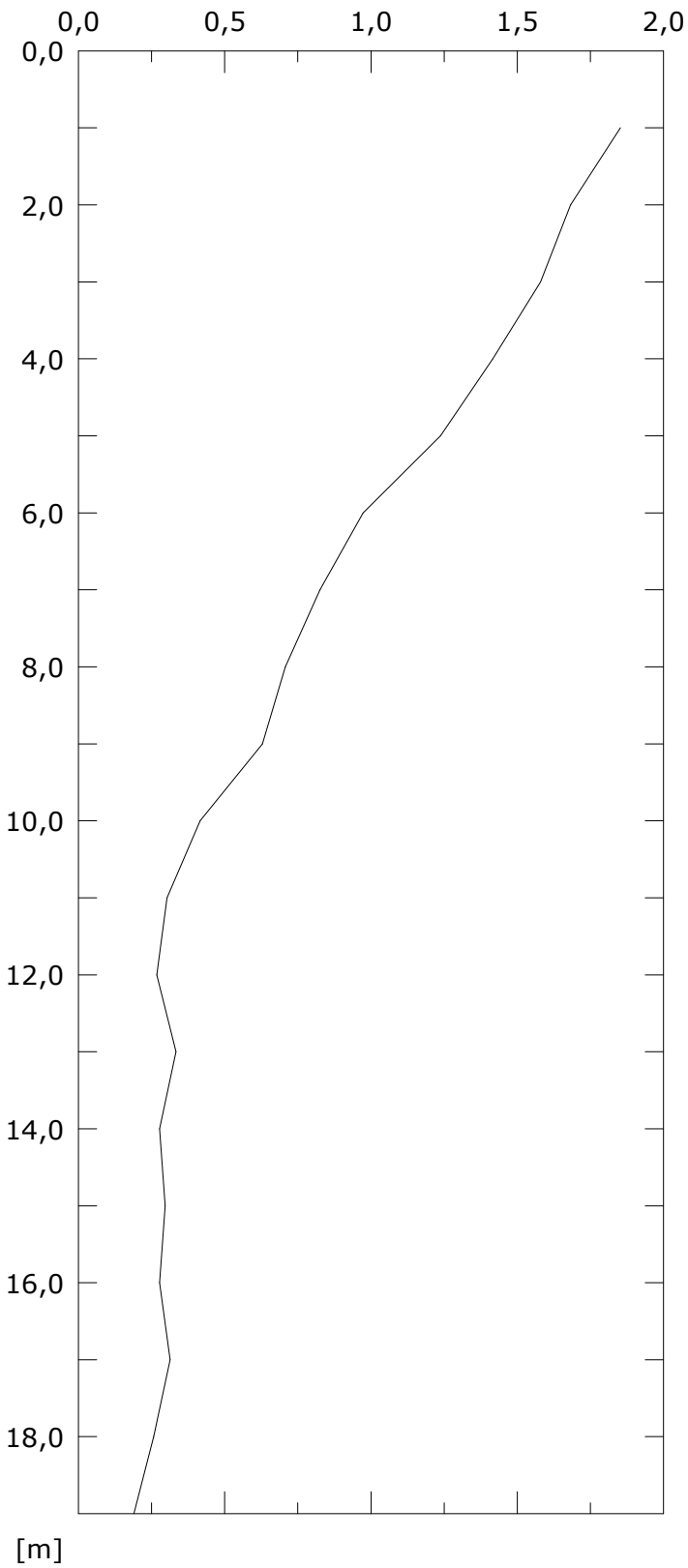


Spost. NORD [mm]

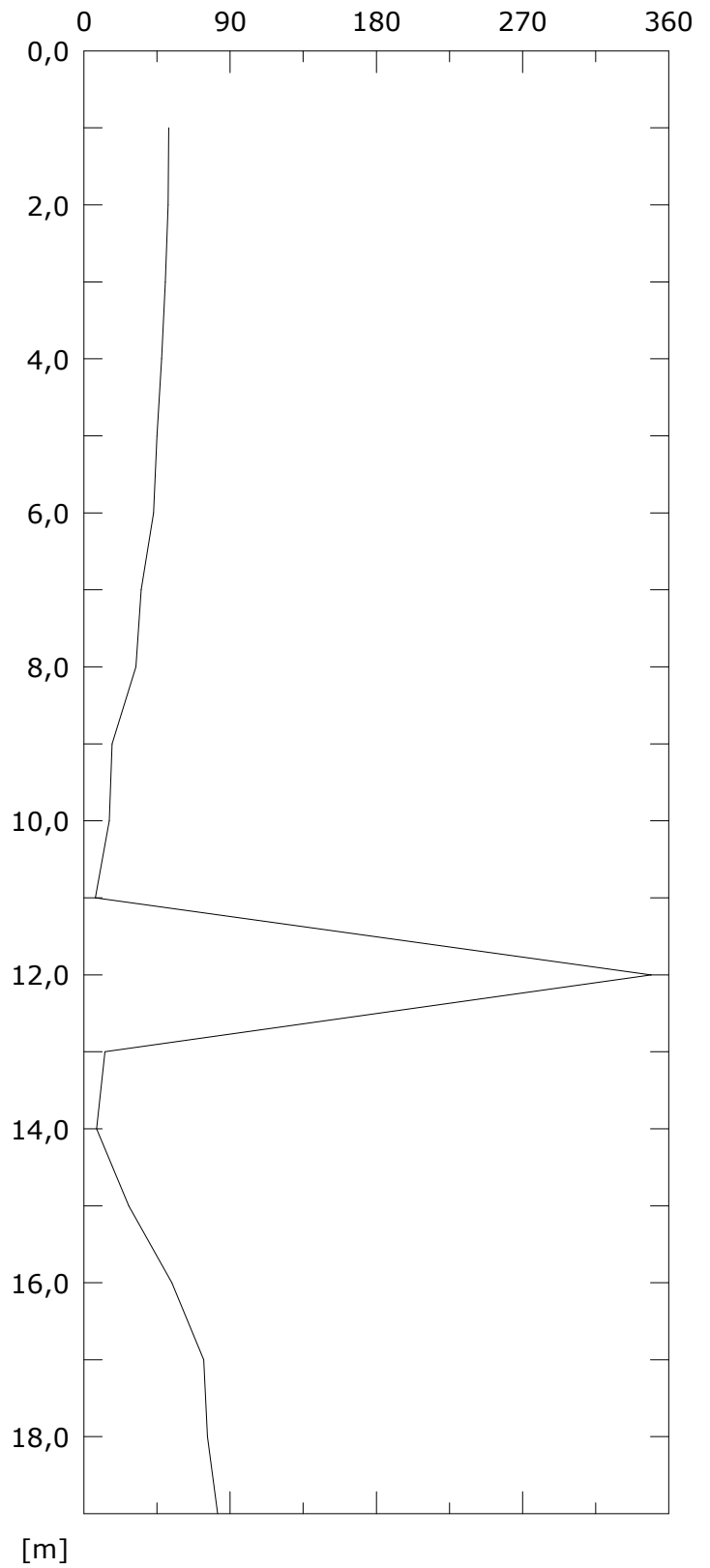


001:22/04/2022

Risultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



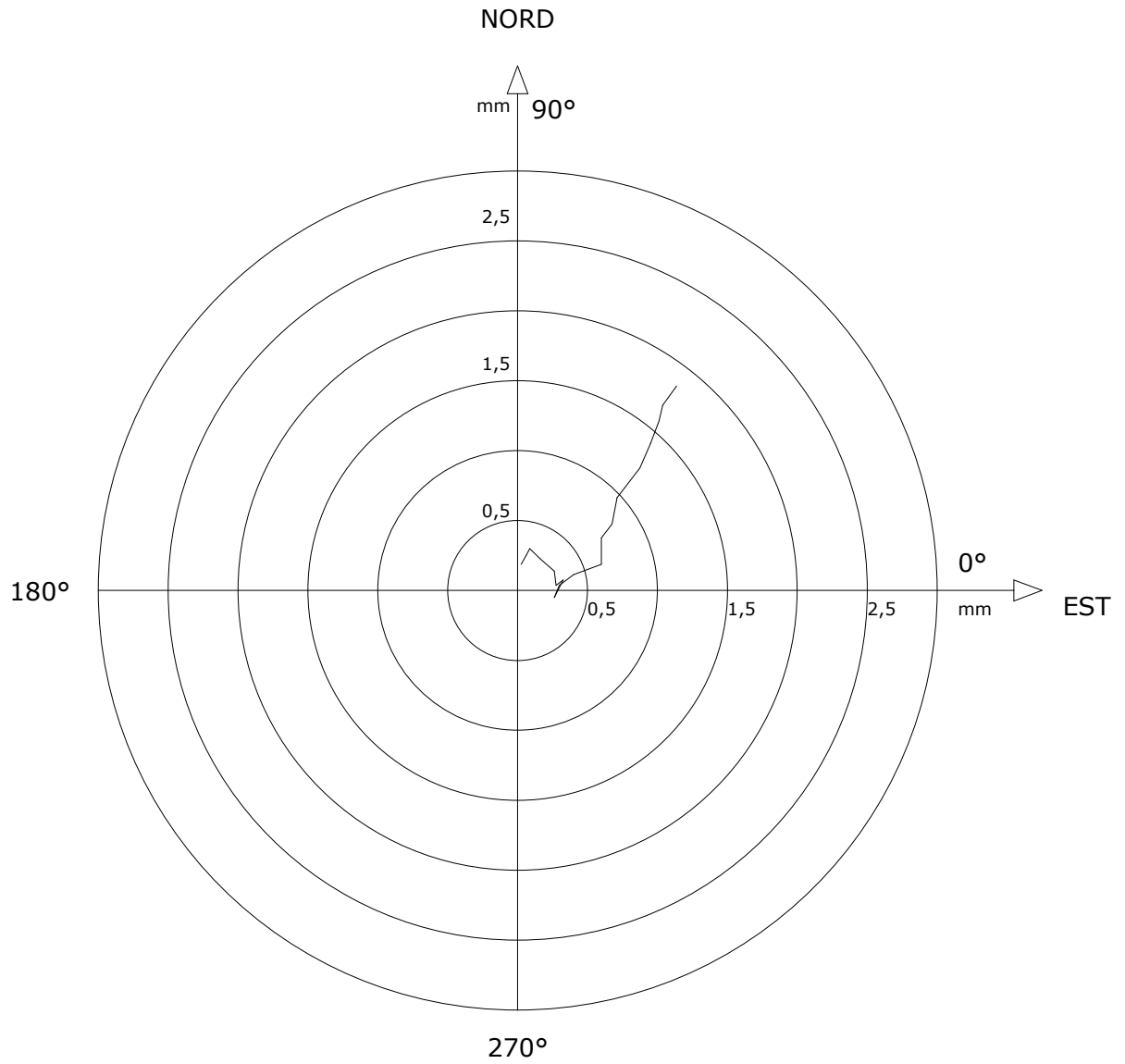
001:22/04/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON3B

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Diagramma polare della deviazione



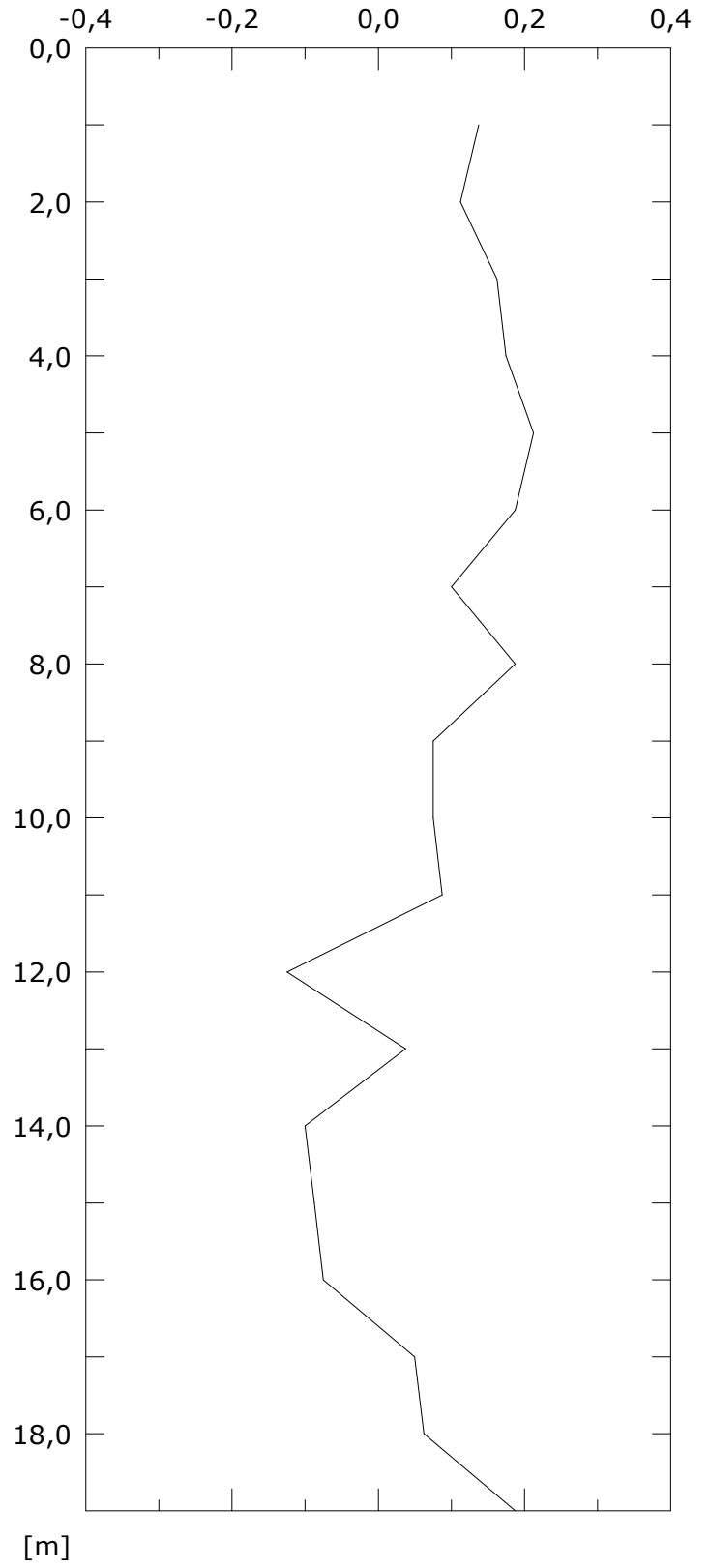
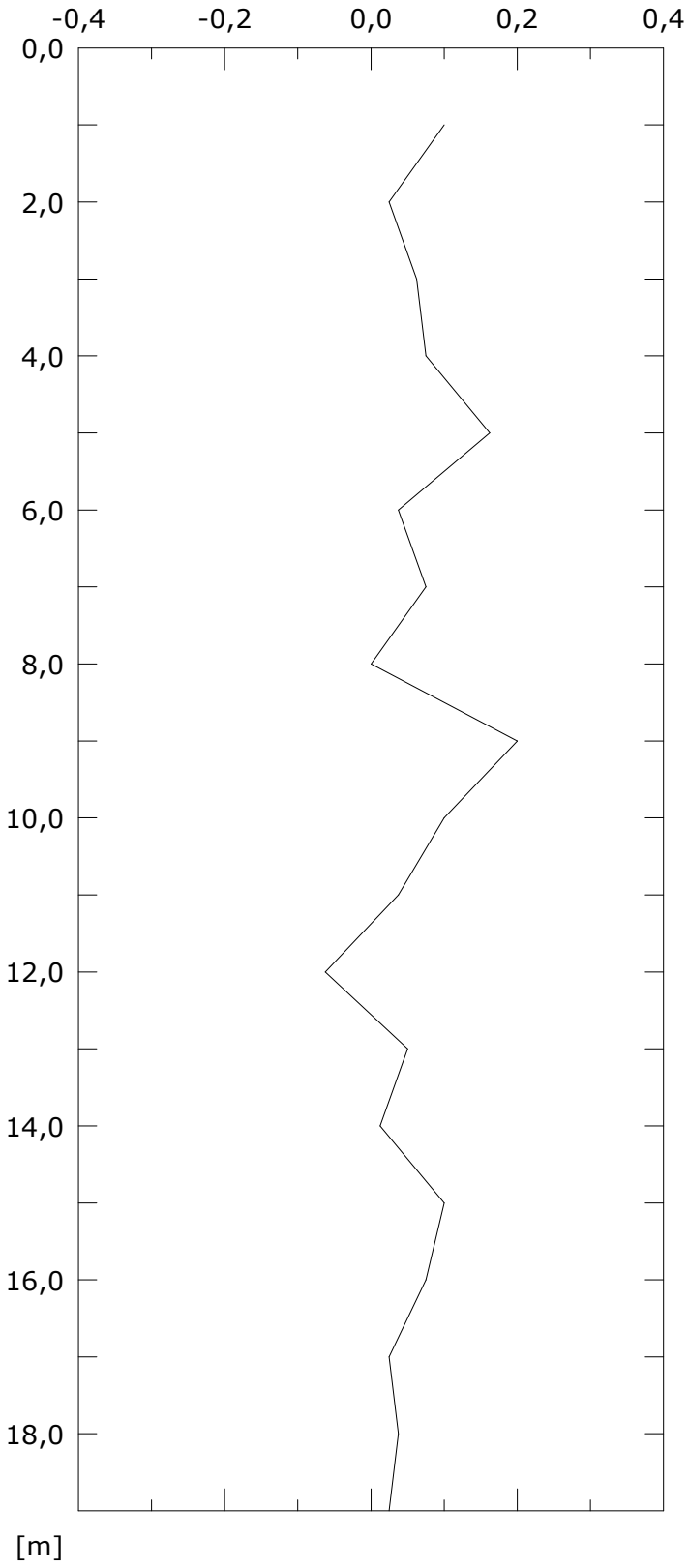
001:22/04/2022

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Spost. EST [mm]

Spost. NORD [mm]

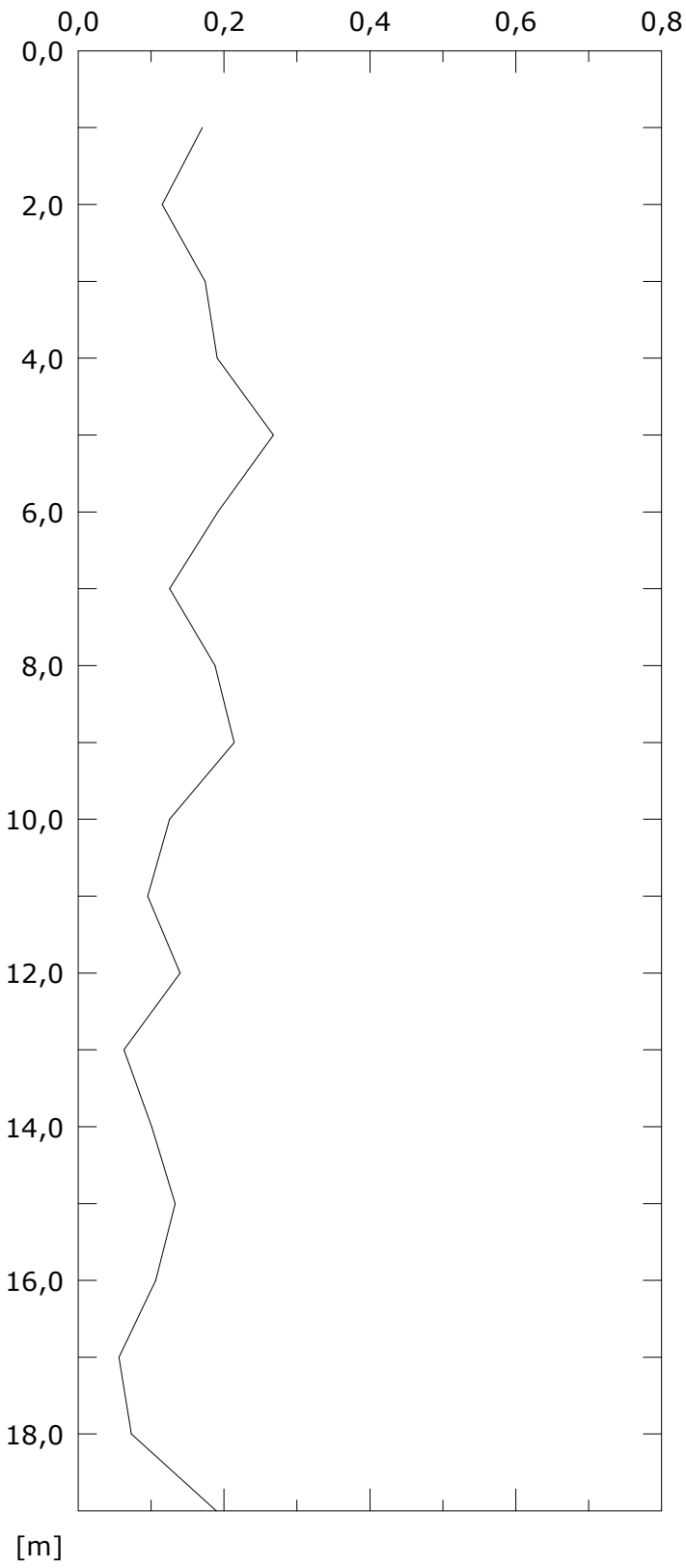


001:22/04/2022

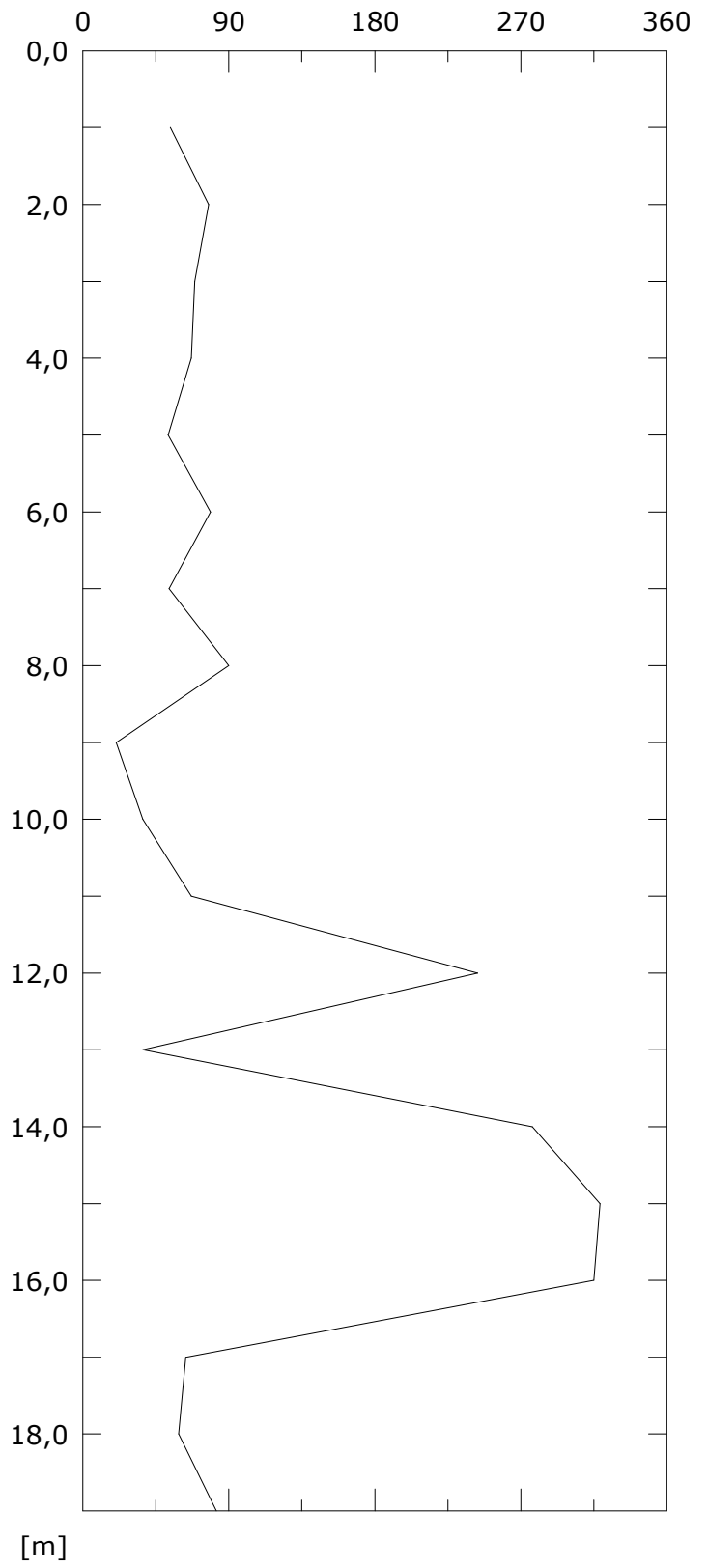
Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Resultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



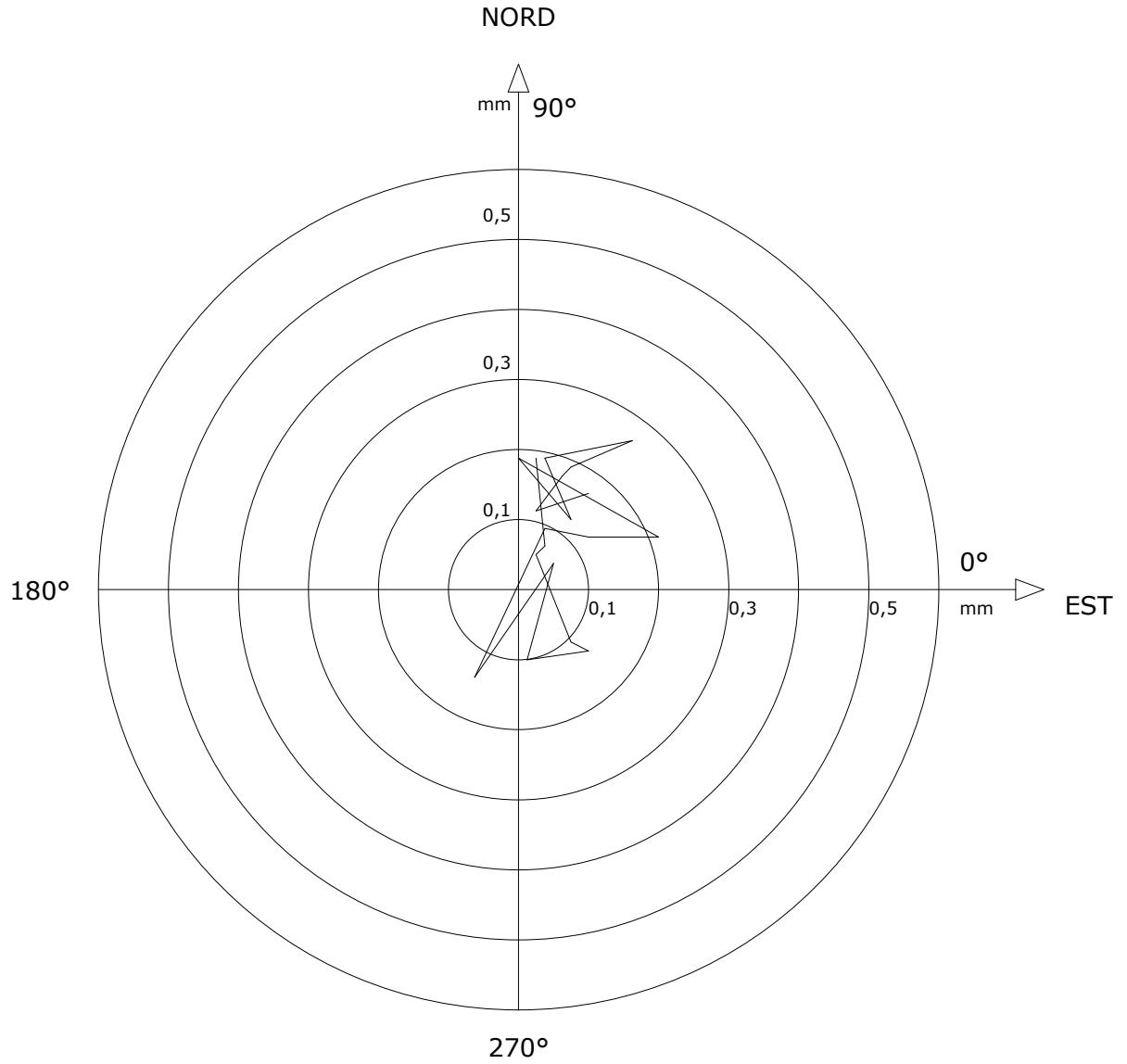
001:22/04/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON3B

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Diagramma polare della deviazione



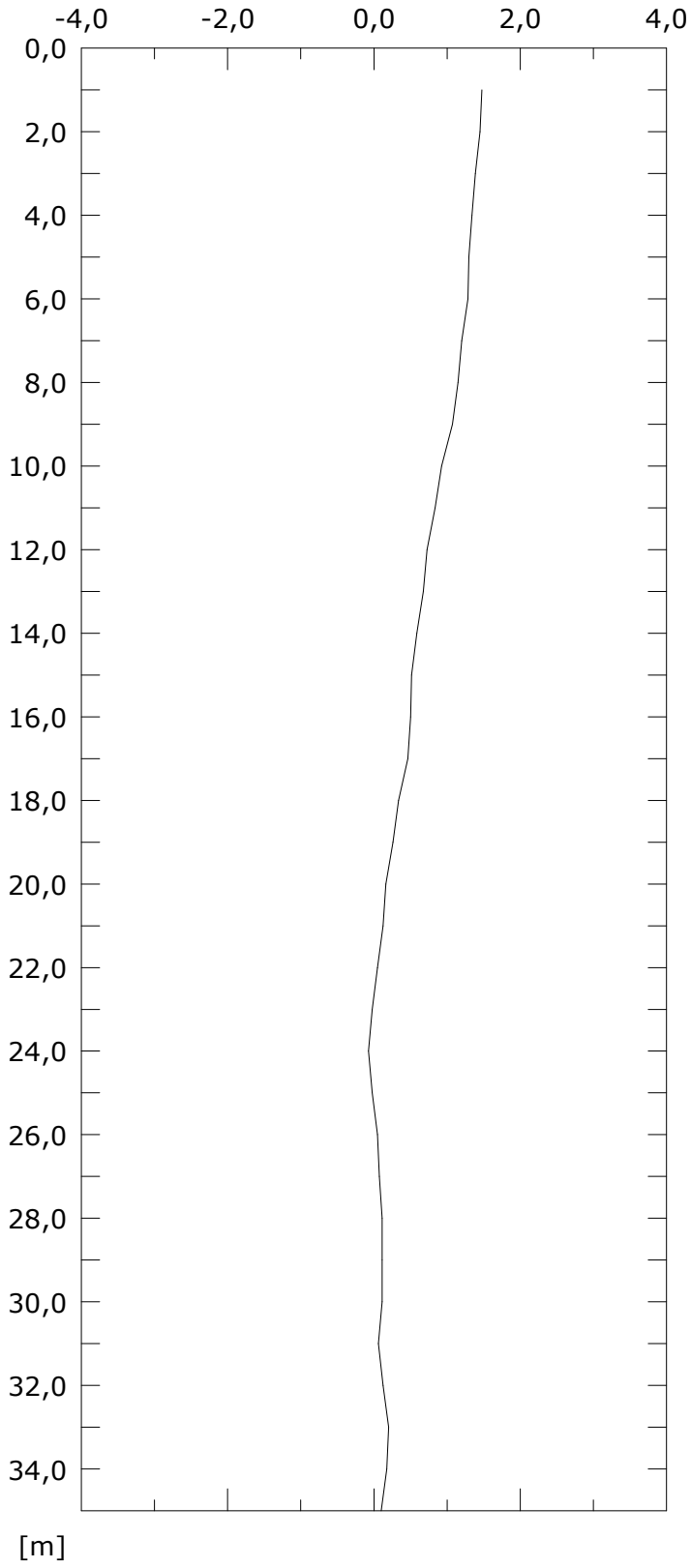
001:22/04/2022

TAV.2: POSTAZIONE FON4B

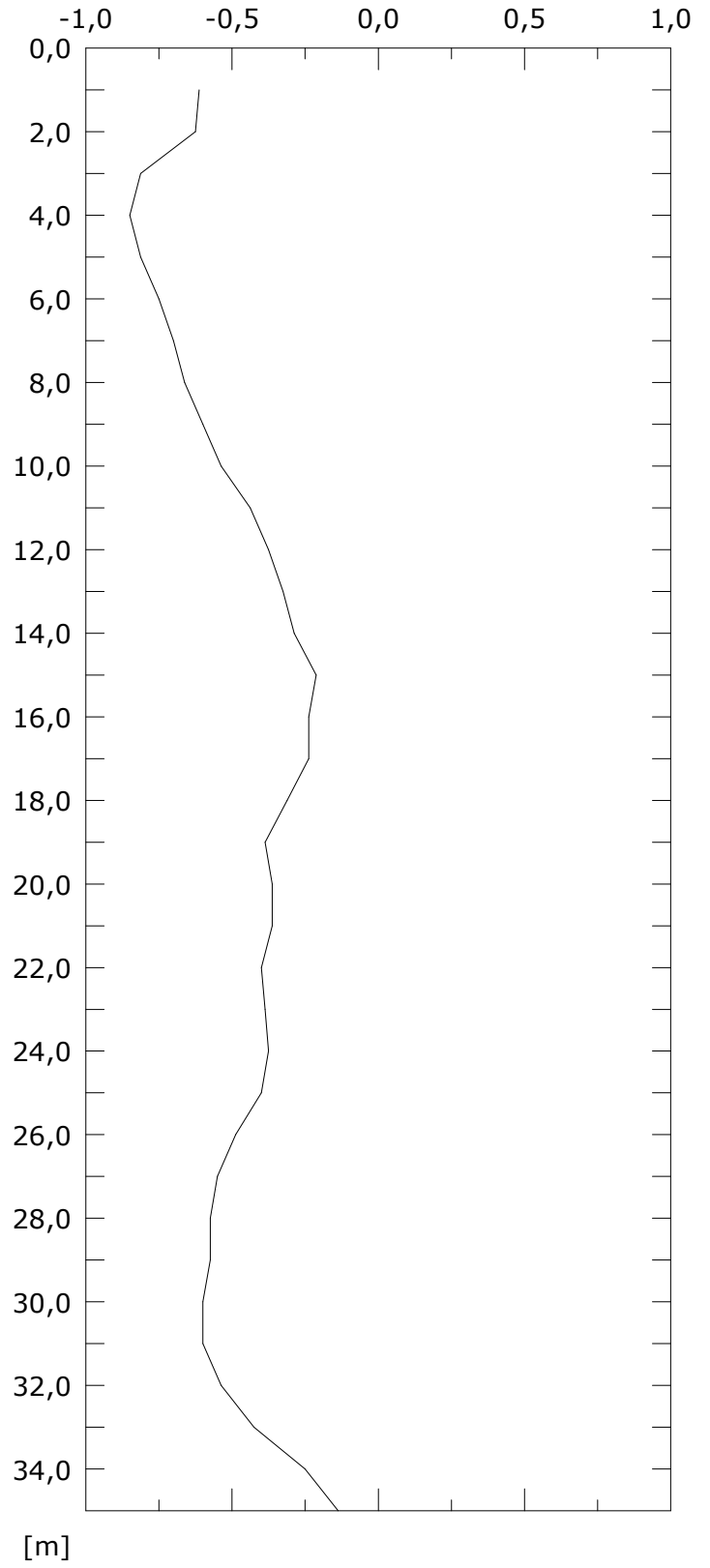
Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Spost. EST [mm]

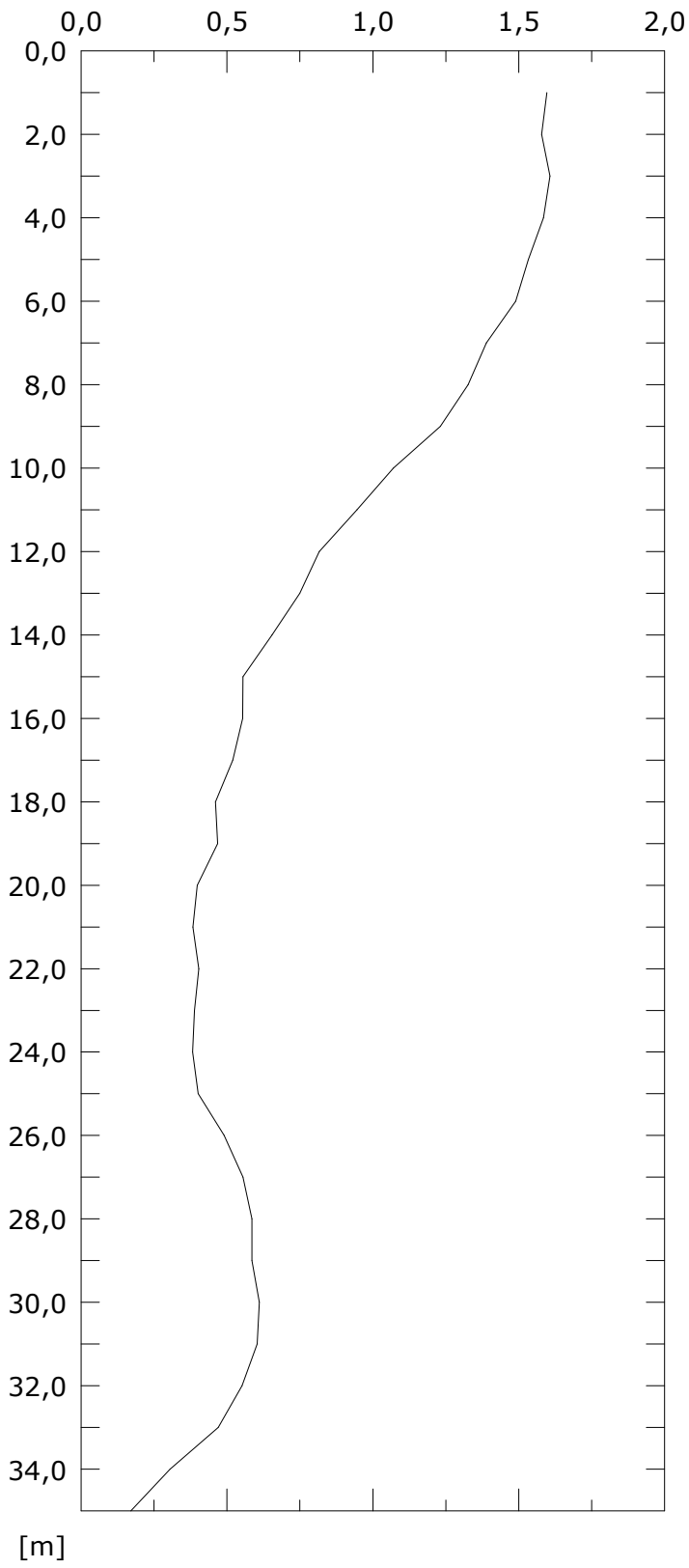


Spost. NORD [mm]

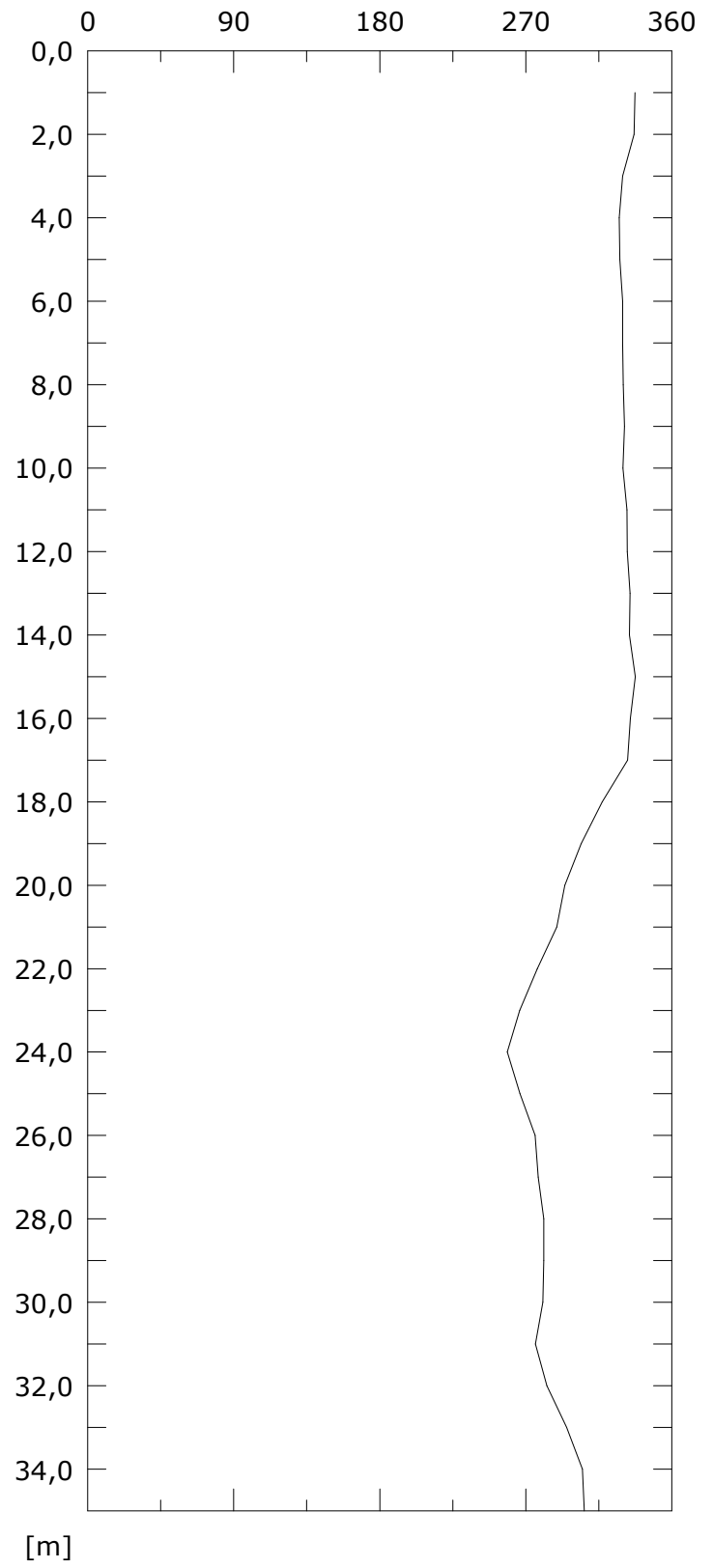


001:18/05/2022

Risultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



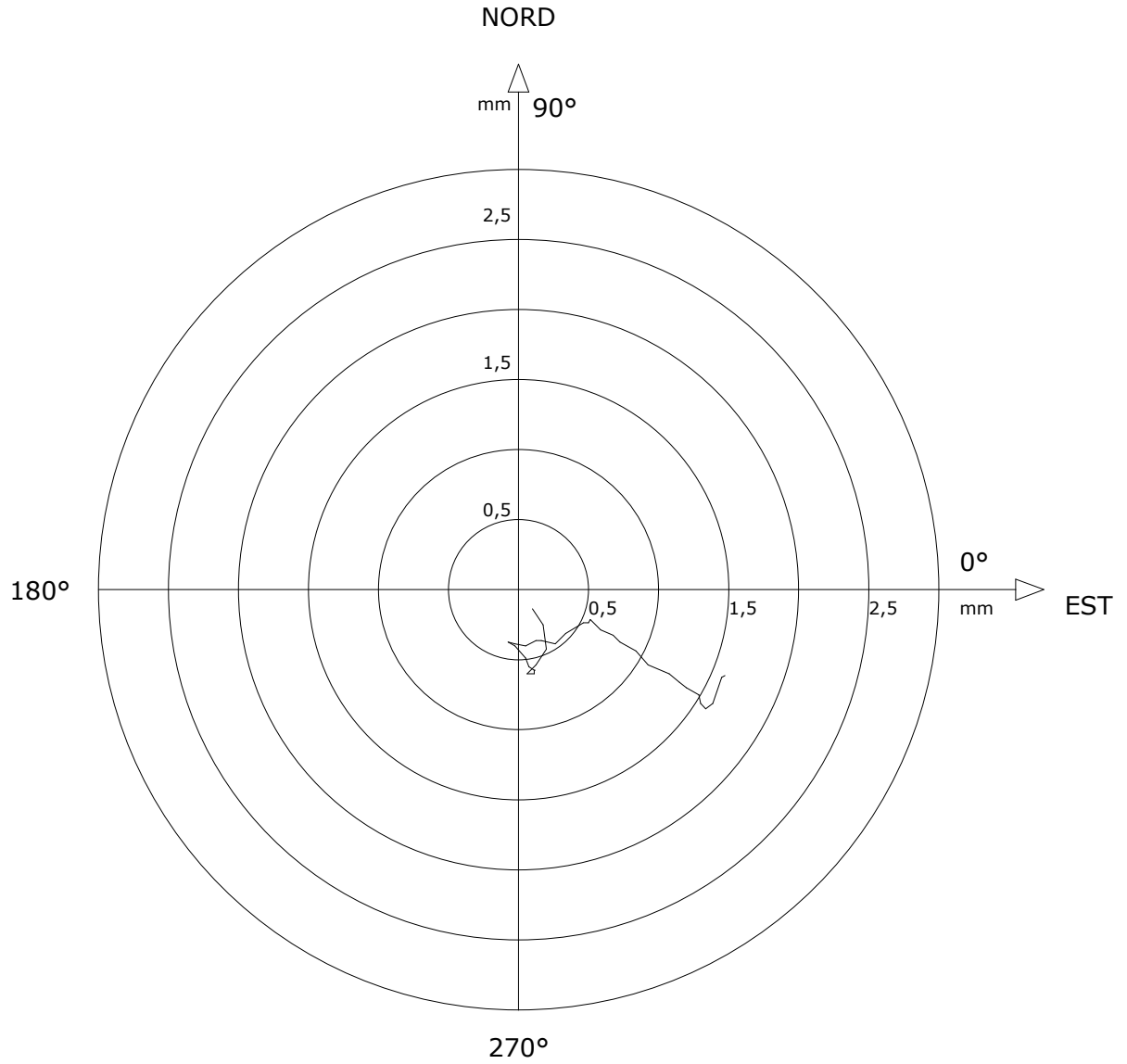
001:18/05/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON4B

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Diagramma polare della deviazione

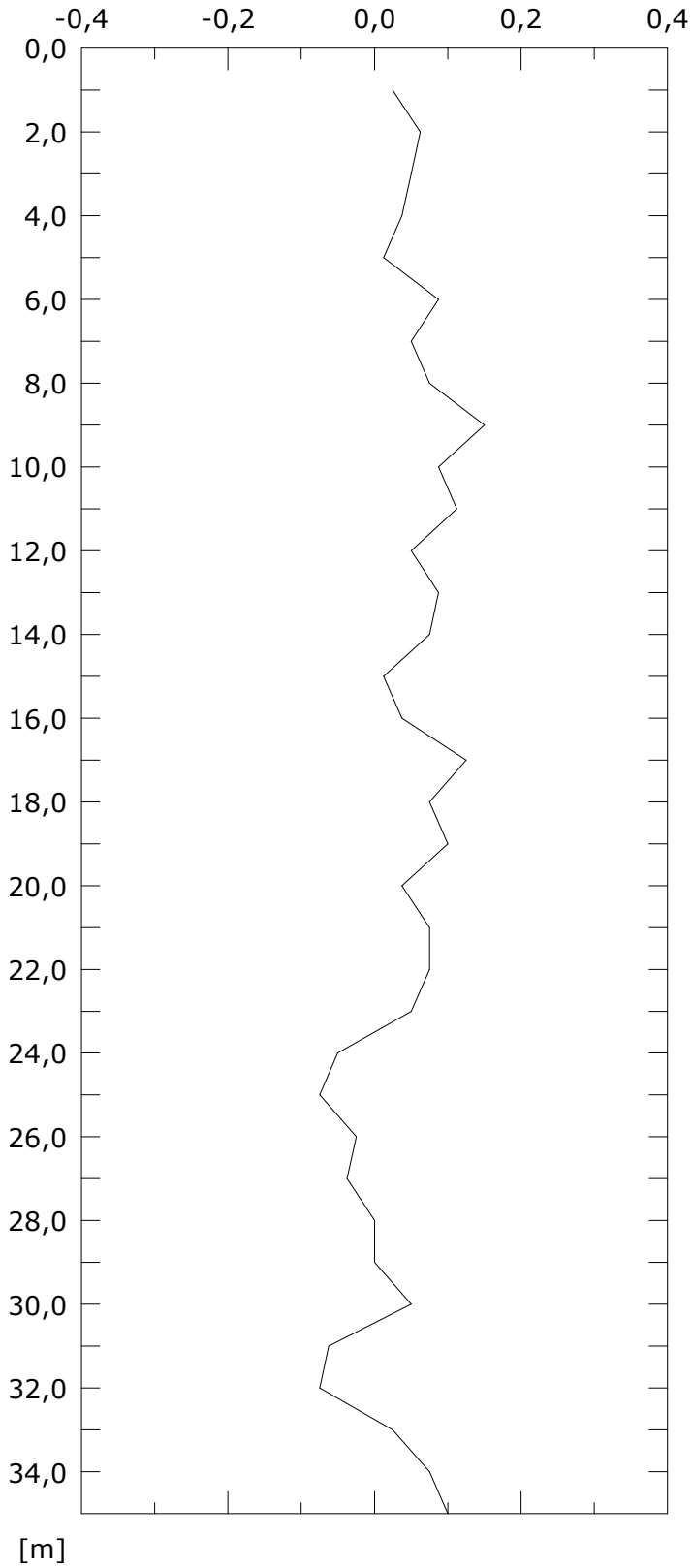


001:18/05/2022

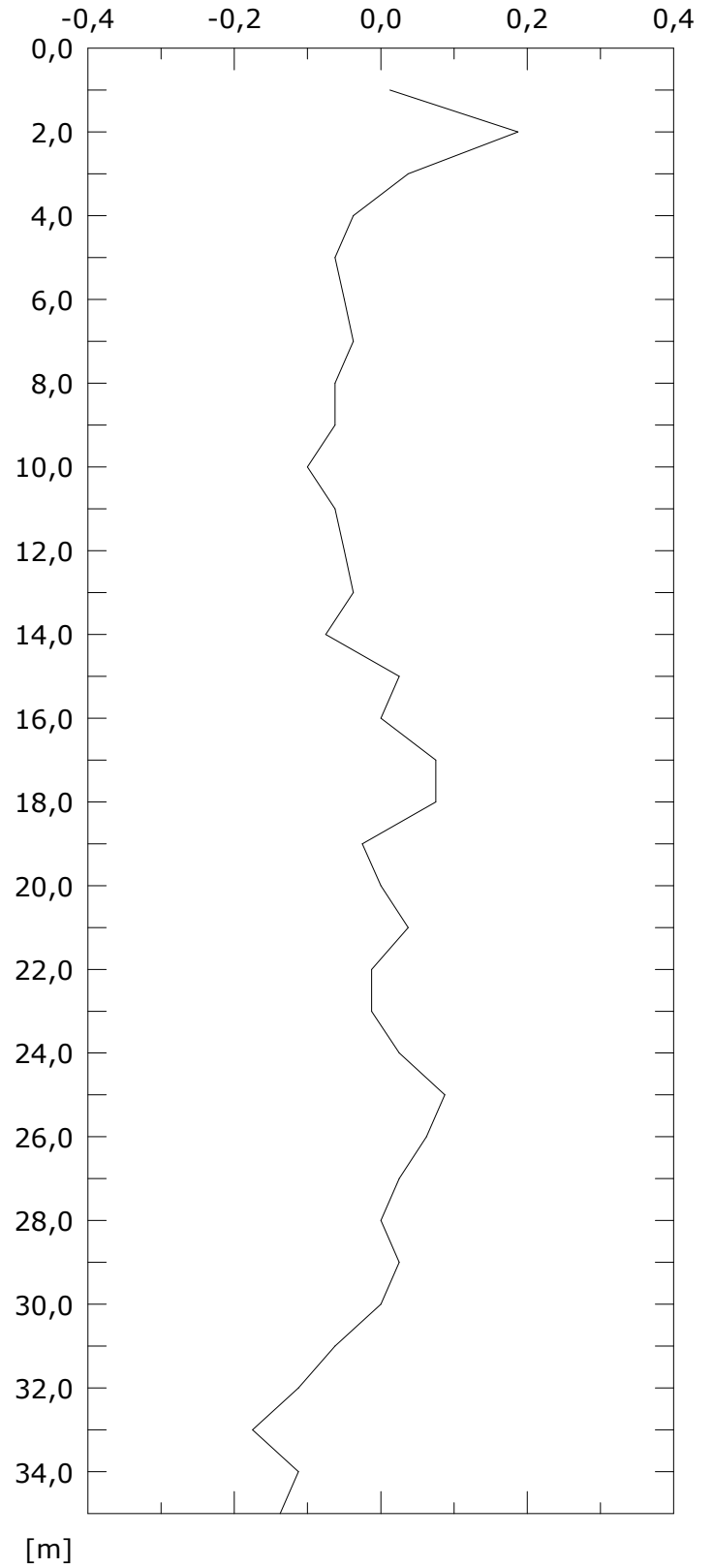
Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Spost. EST [mm]



Spost. NORD [mm]

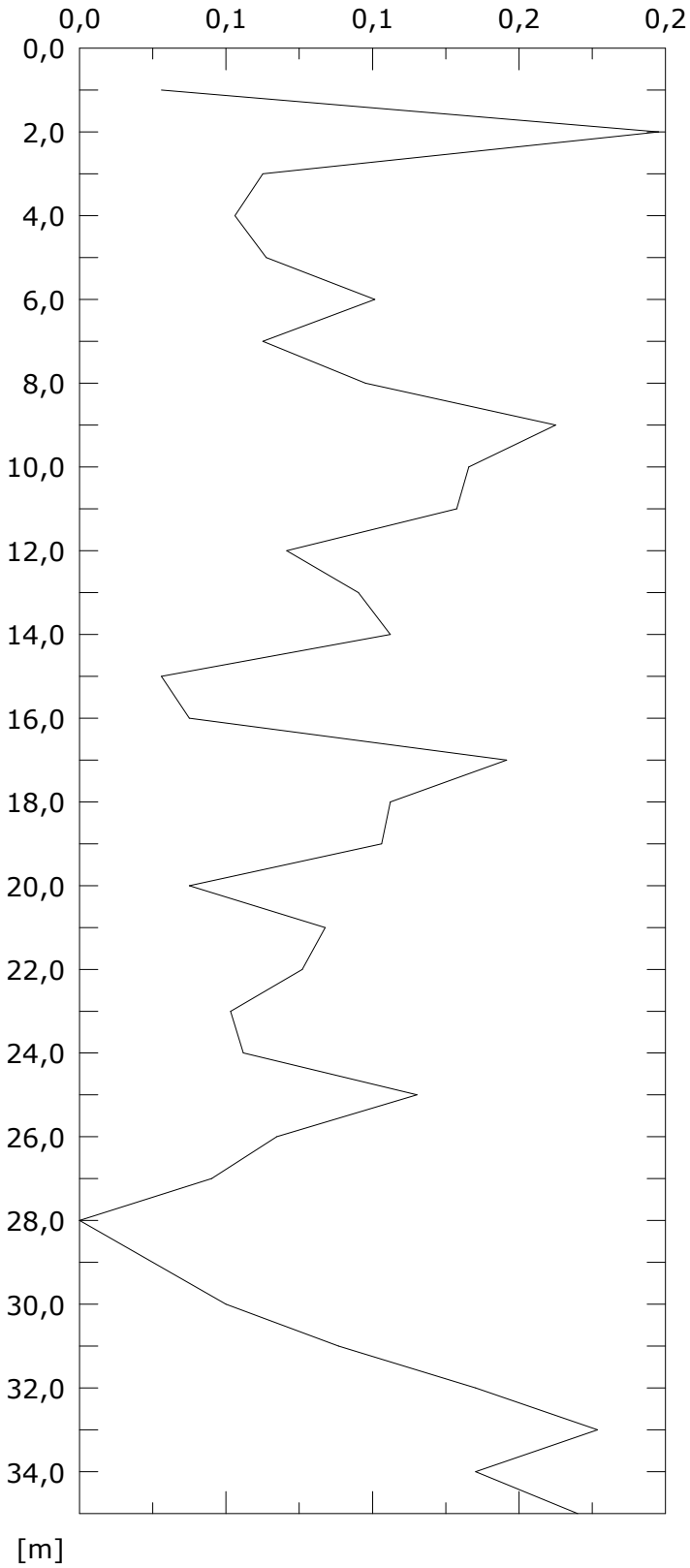


001:18/05/2022

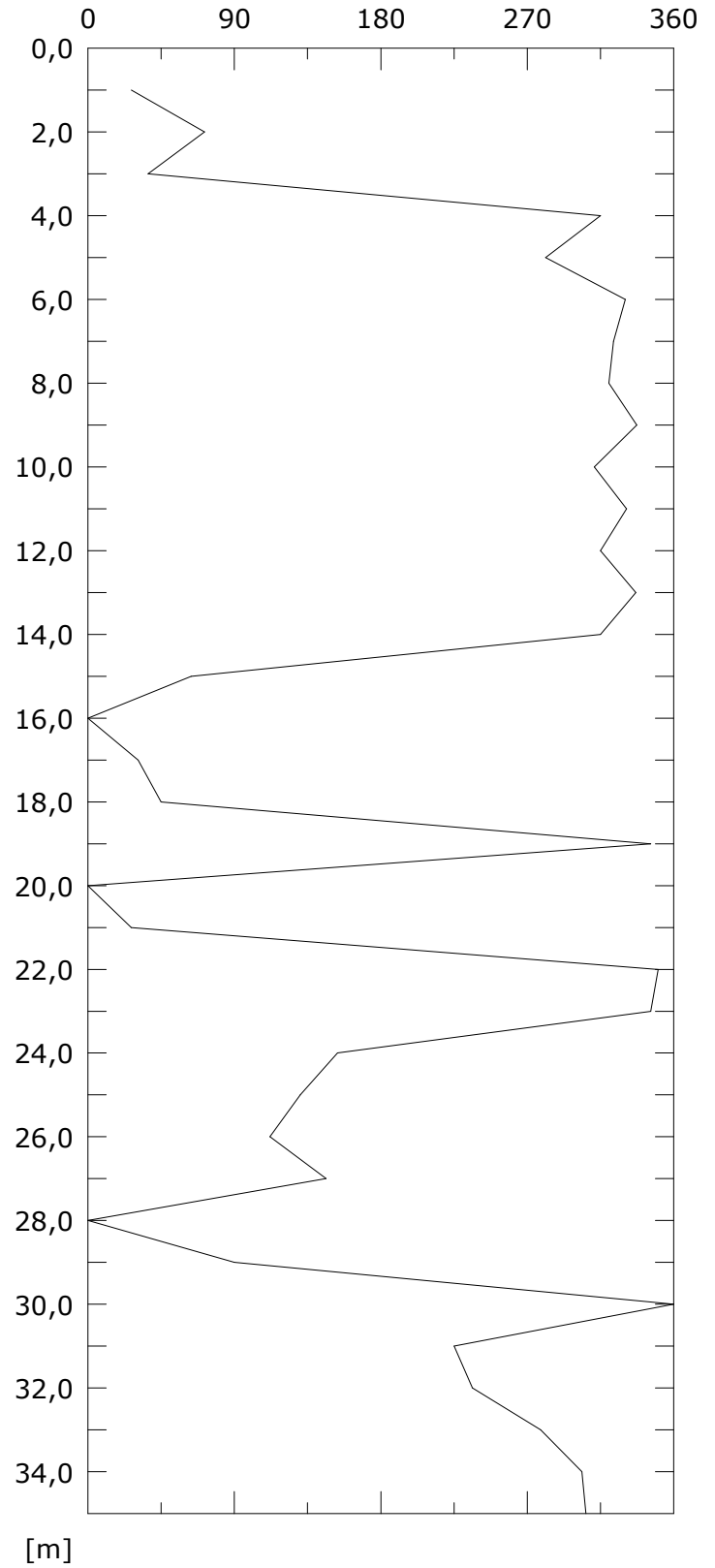
Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Risultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



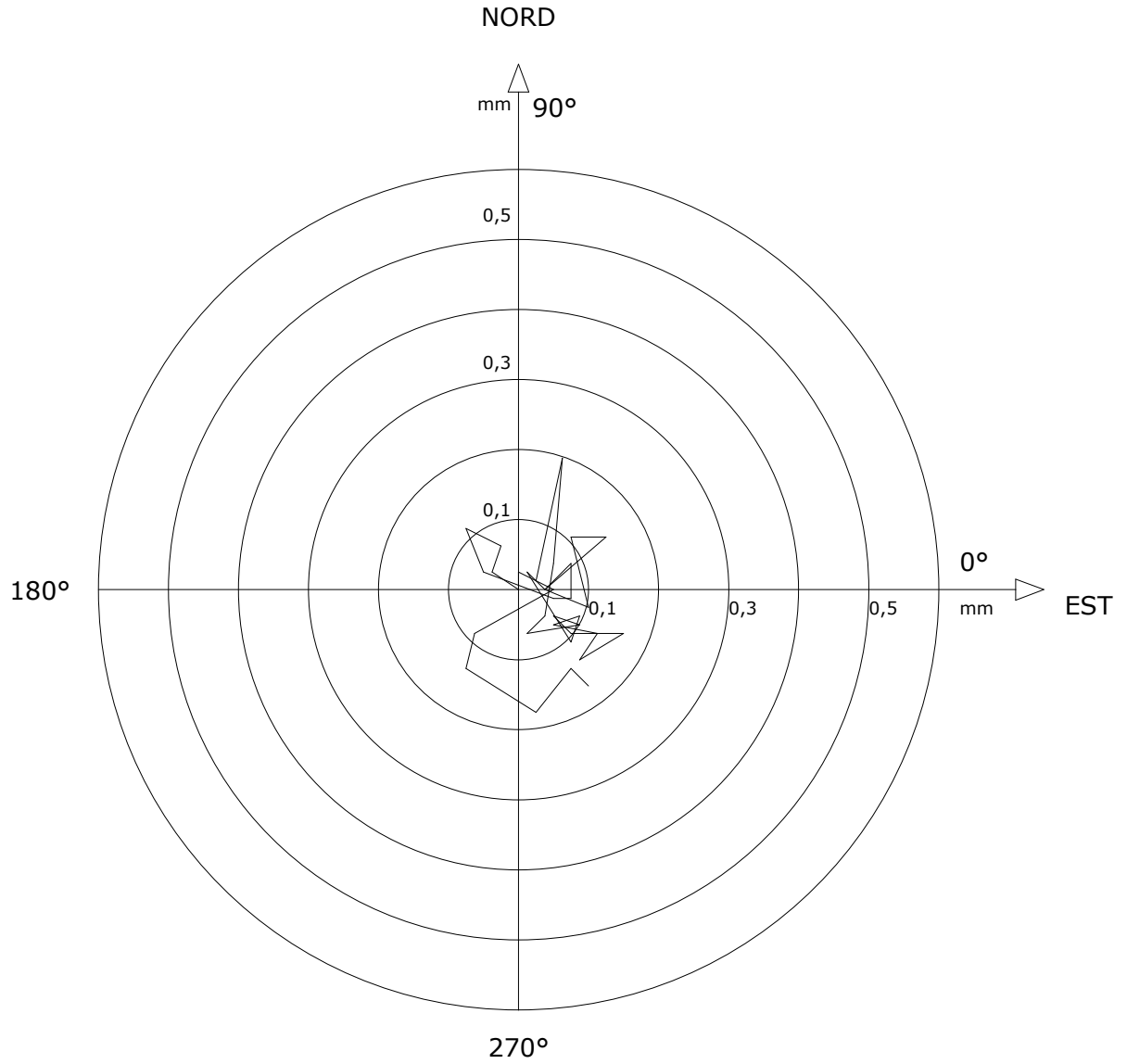
001:18/05/2022

Sito: FONTANE Tubo: FON4B

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:06/12/2021

Diagramma polare della deviazione



001:18/05/2022

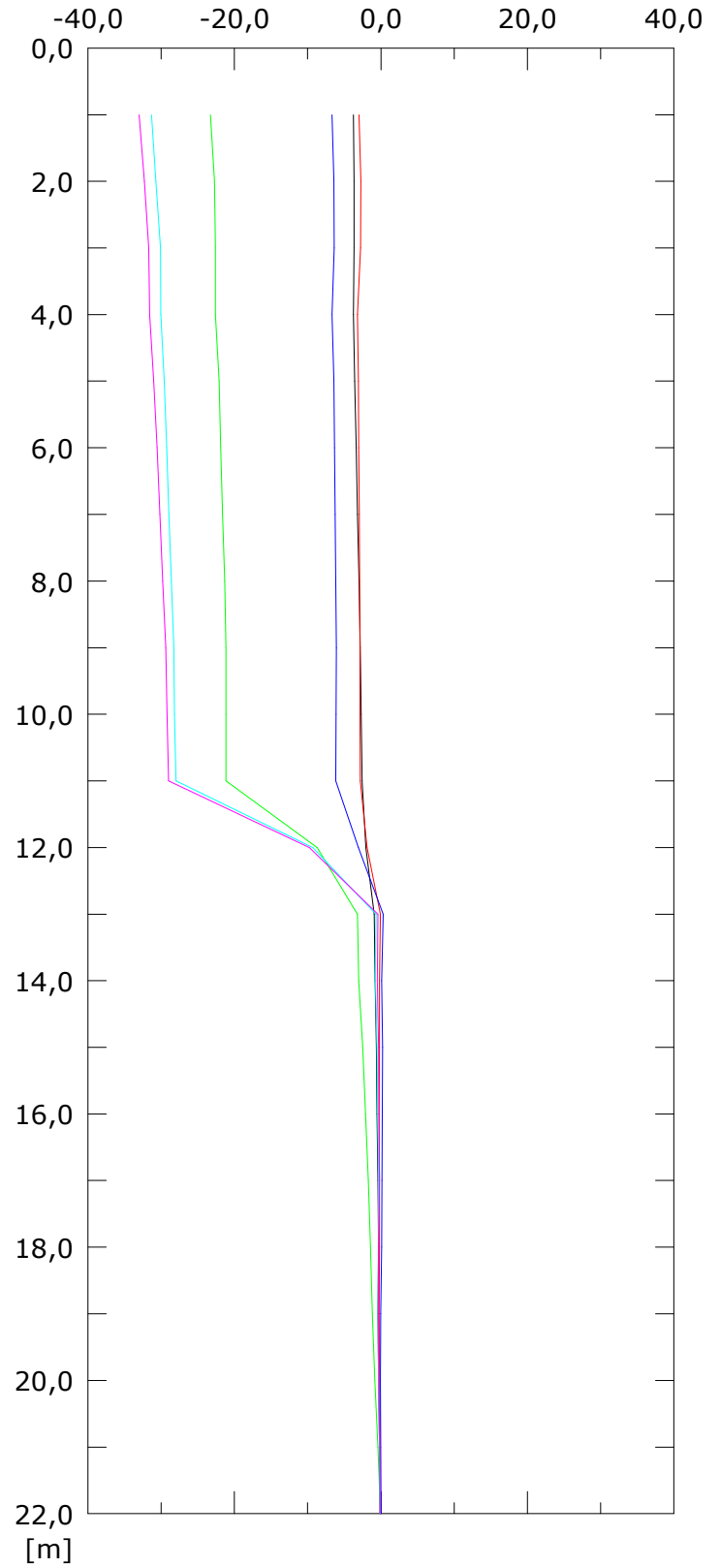
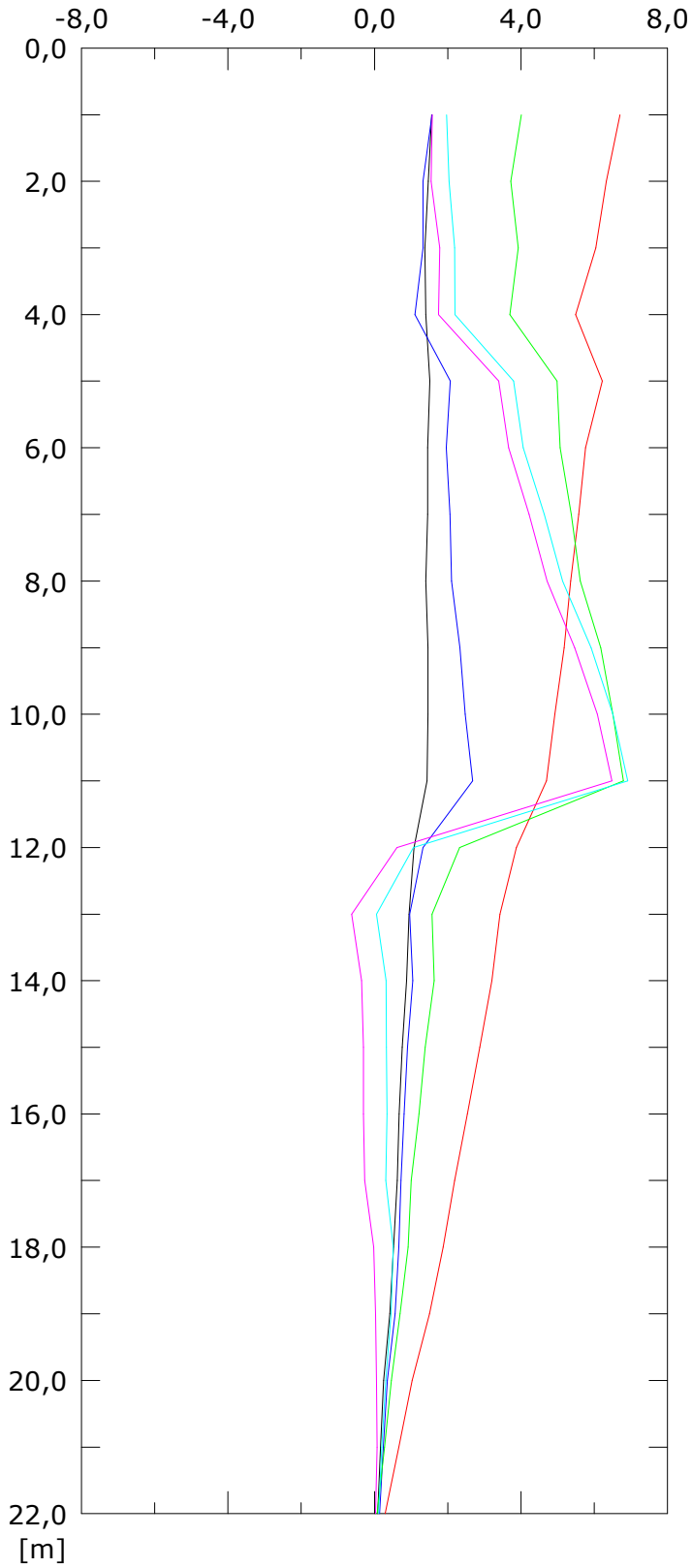
TAV.2: POSTAZIONE FONPRV

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:02/05/2016

Spost. EST [mm]

Spost. NORD [mm]



001:21/12/2016

002:29/12/2017

003:02/01/2019

004:04/03/2020

005:06/07/2021

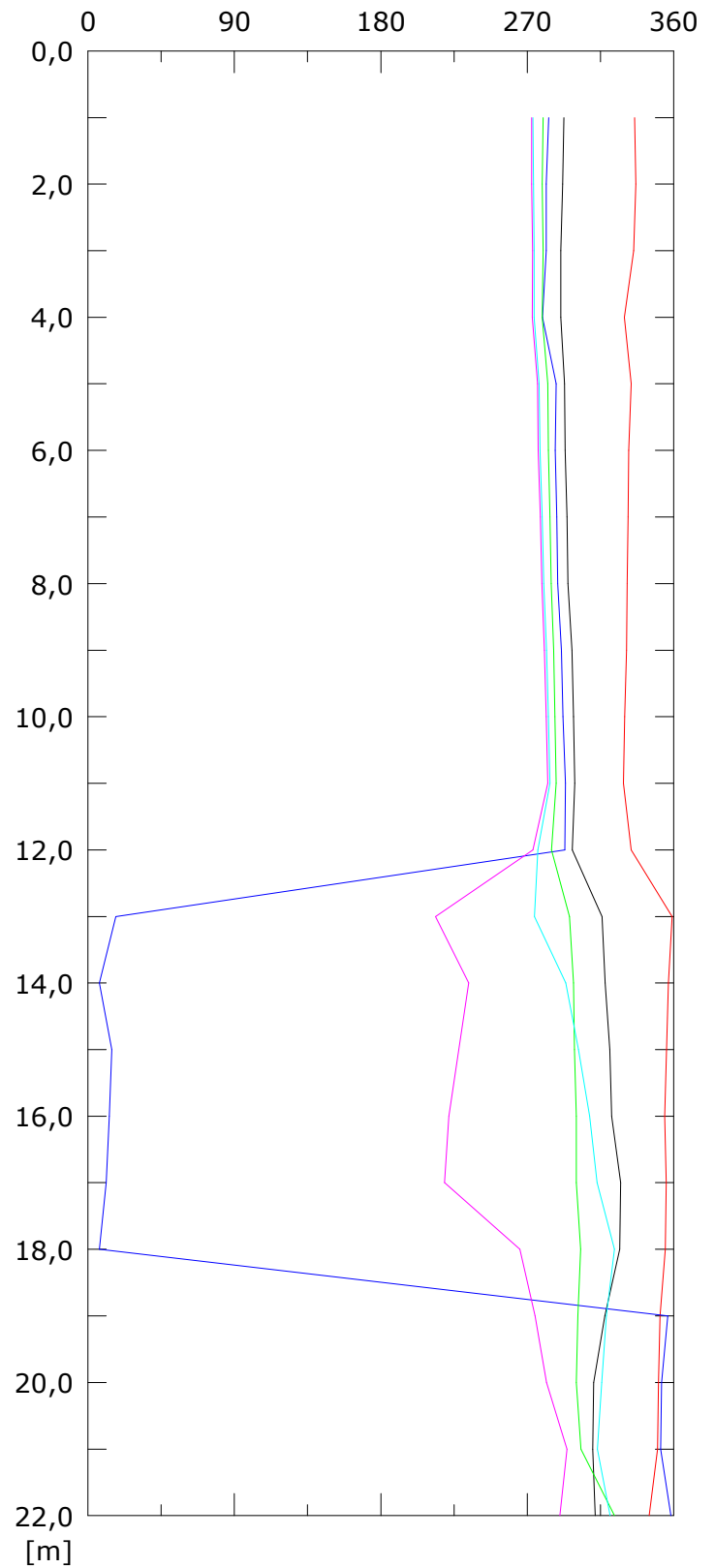
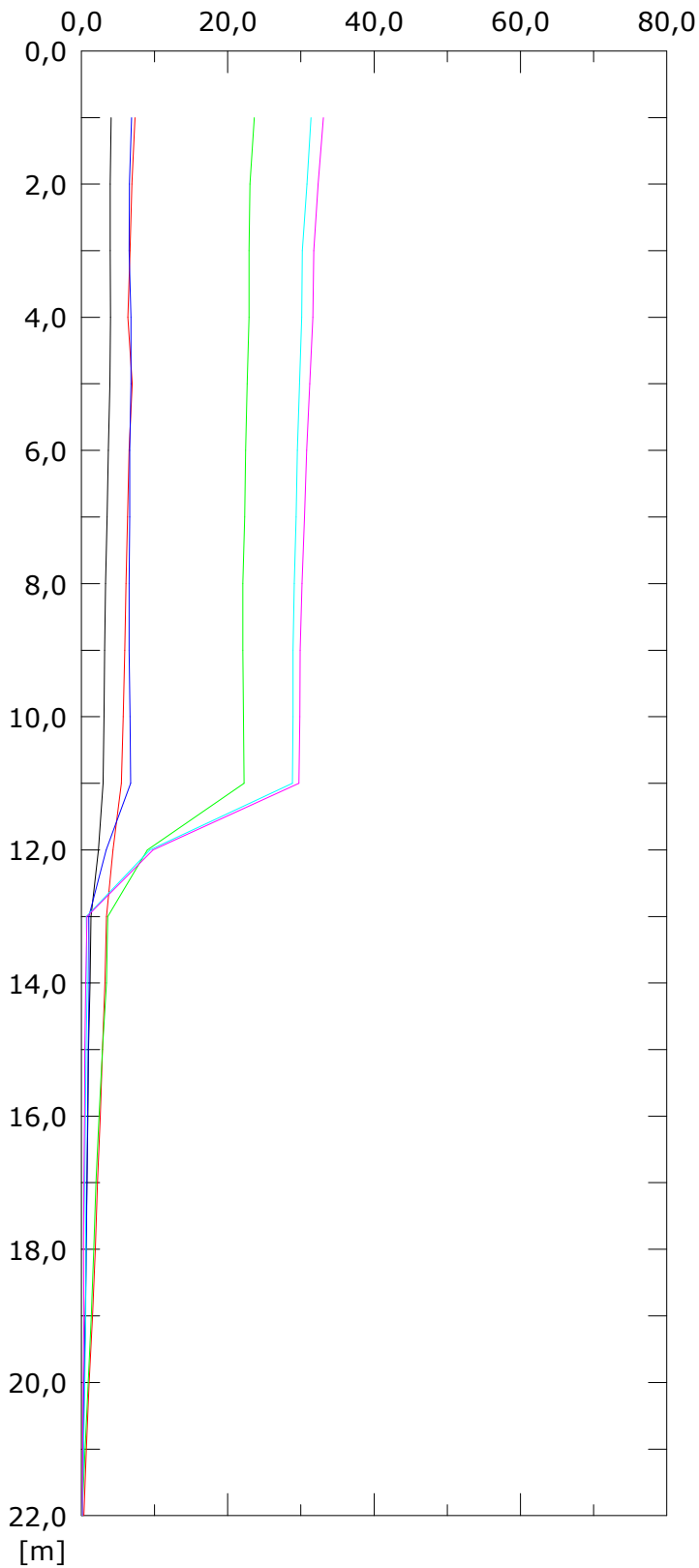
006:22/04/2022

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:02/05/2016

Risultante spost. [mm]

Angolo [gradi]



001:21/12/2016

002:29/12/2017

003:02/01/2019

004:04/03/2020

005:06/07/2021

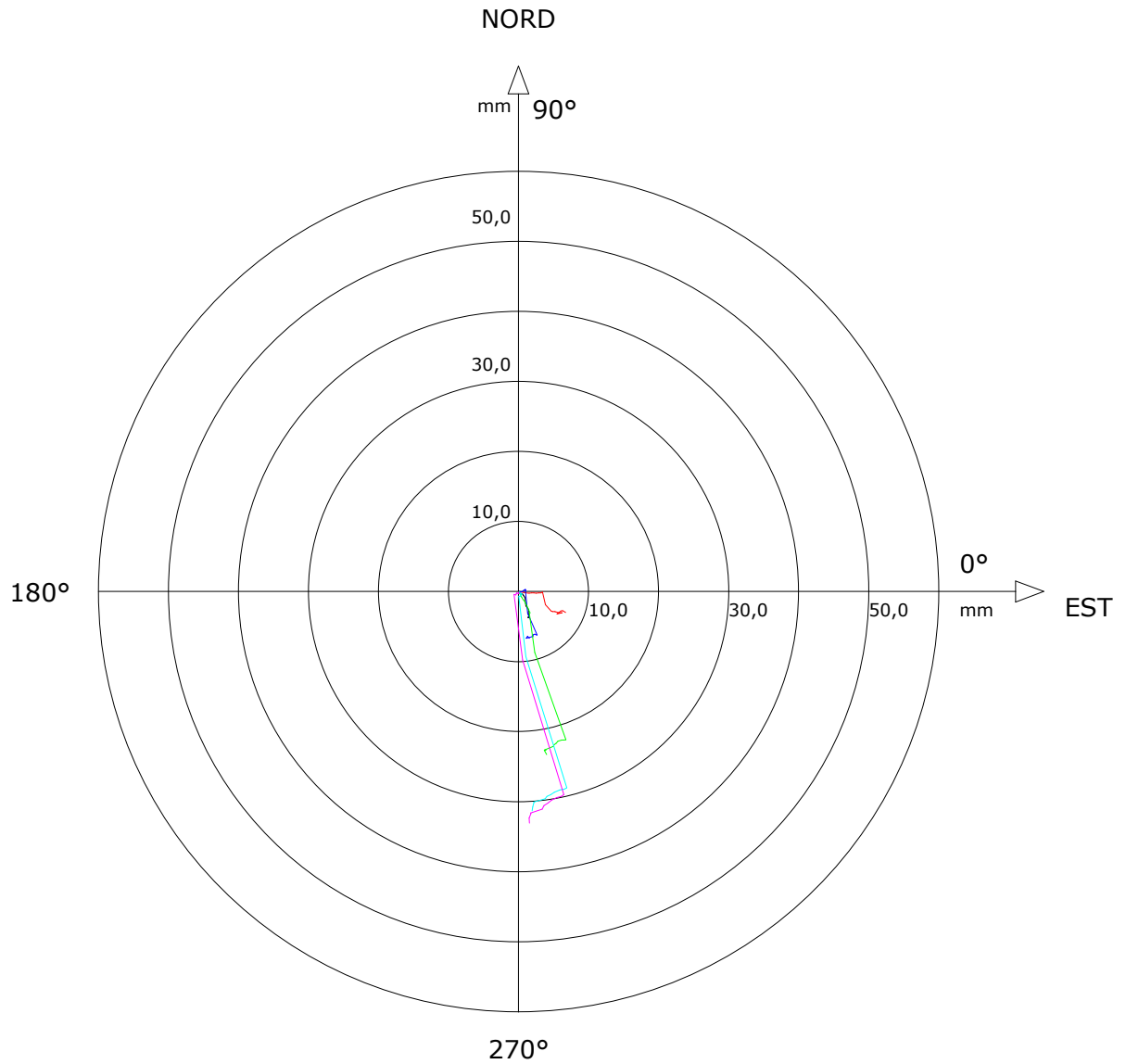
006:22/04/2022

Sito: FONTANEPRV Tubo: FONPRV

Elaborazione differenziale integrale dal basso

Riferimento 000:02/05/2016

Diagramma polare della deviazione



— 001:21/12/2016

— 002:29/12/2017

— 003:02/01/2019

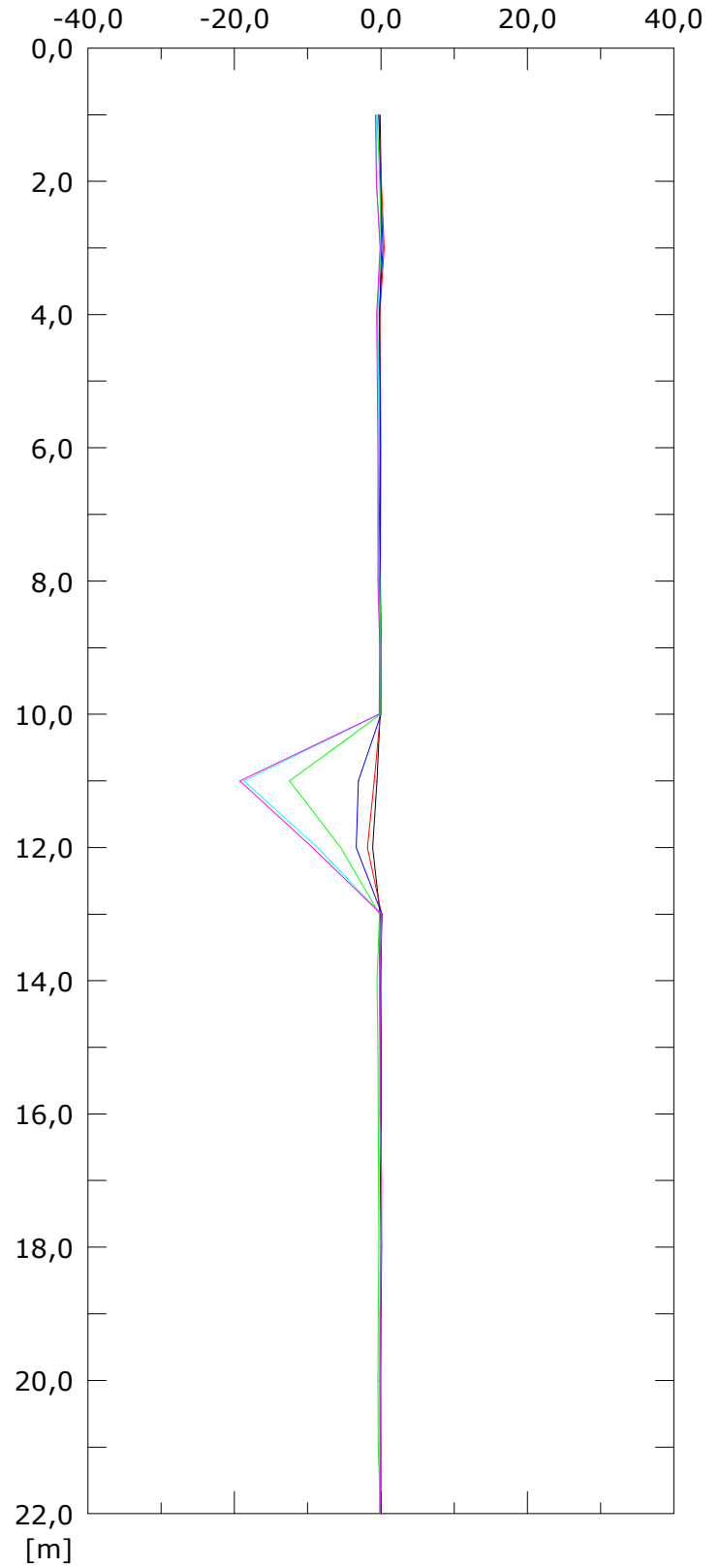
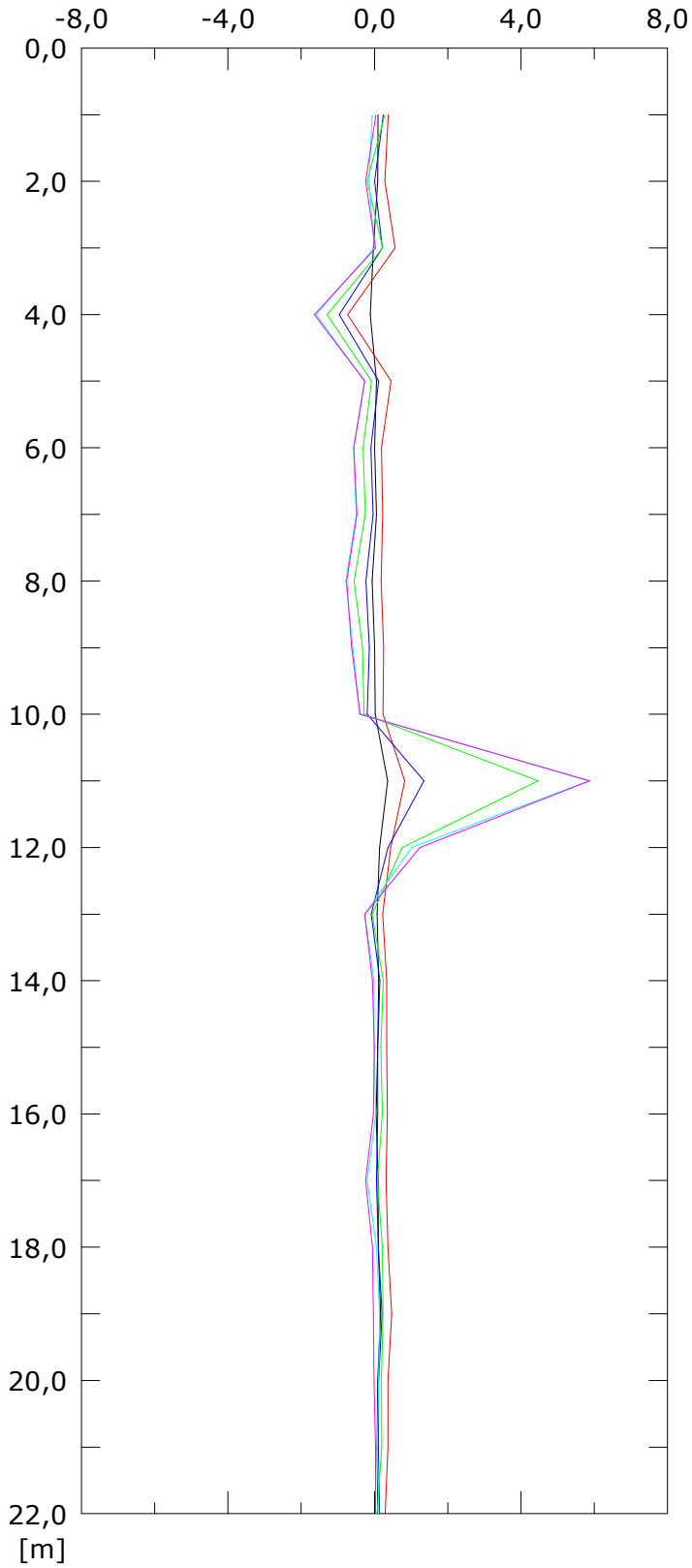
— 004:04/03/2020

— 005:06/07/2021

— 006:22/04/2022

Spost. EST [mm]

Spost. NORD [mm]



001:21/12/2016

002:29/12/2017

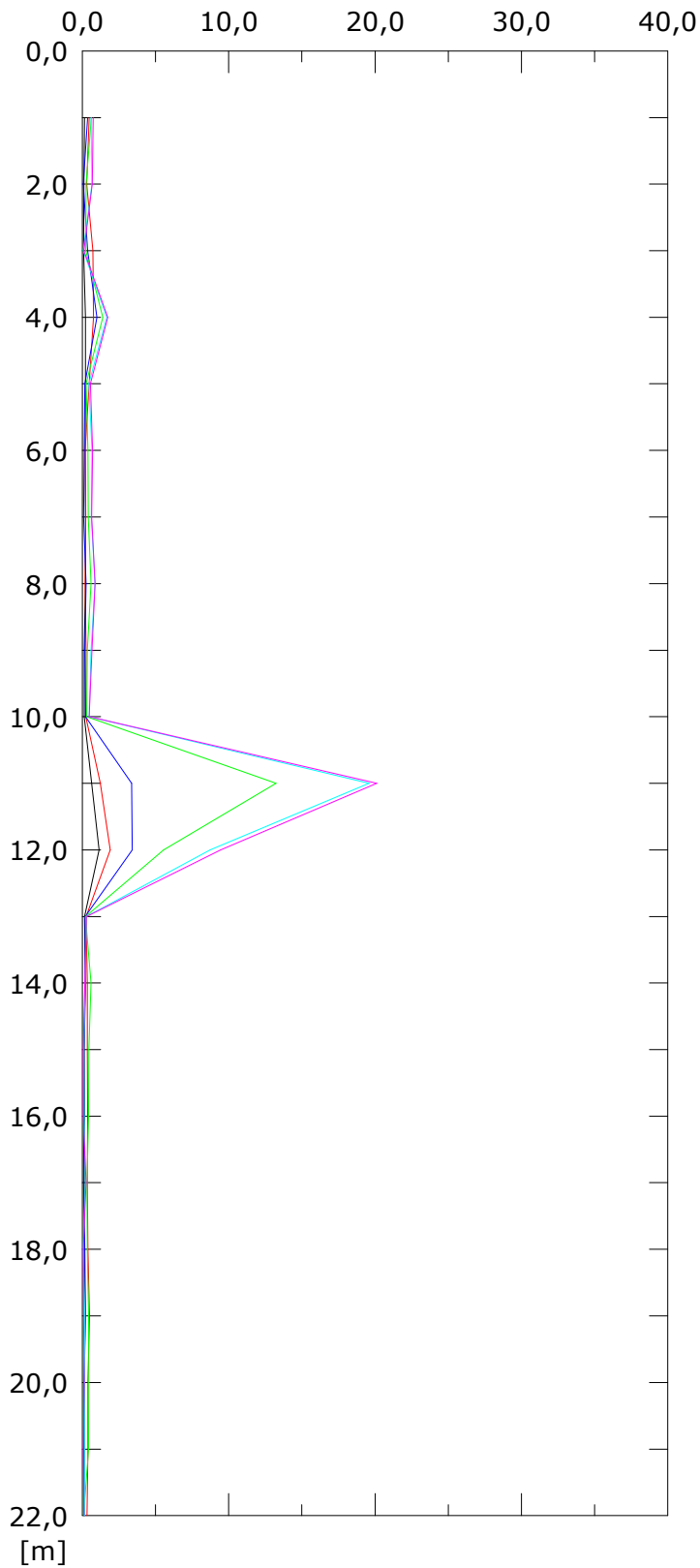
003:02/01/2019

004:04/03/2020

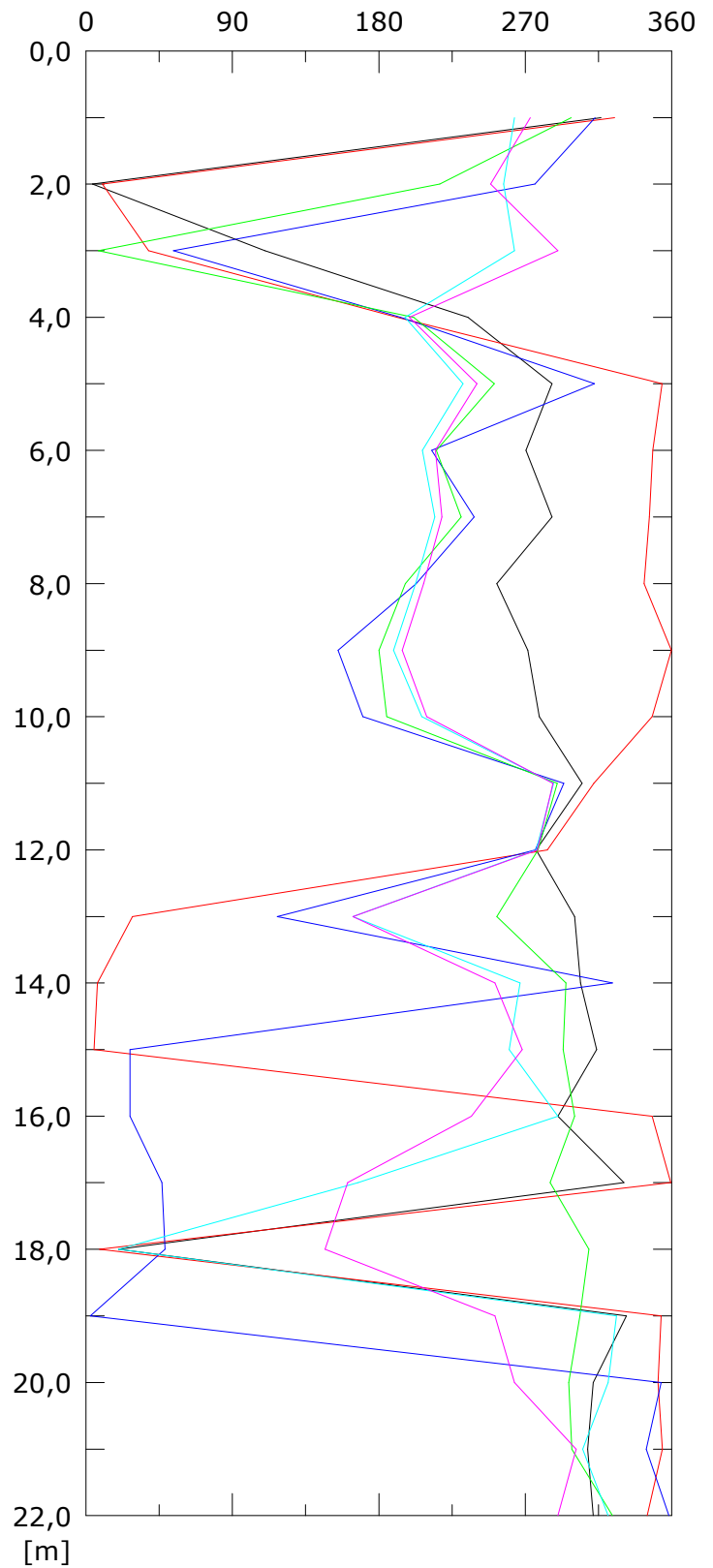
005:06/07/2021

006:22/04/2022

Risultante spost. [mm]



Angolo [gradi]



001:21/12/2016

002:29/12/2017

003:02/01/2019

004:04/03/2020

005:06/07/2021

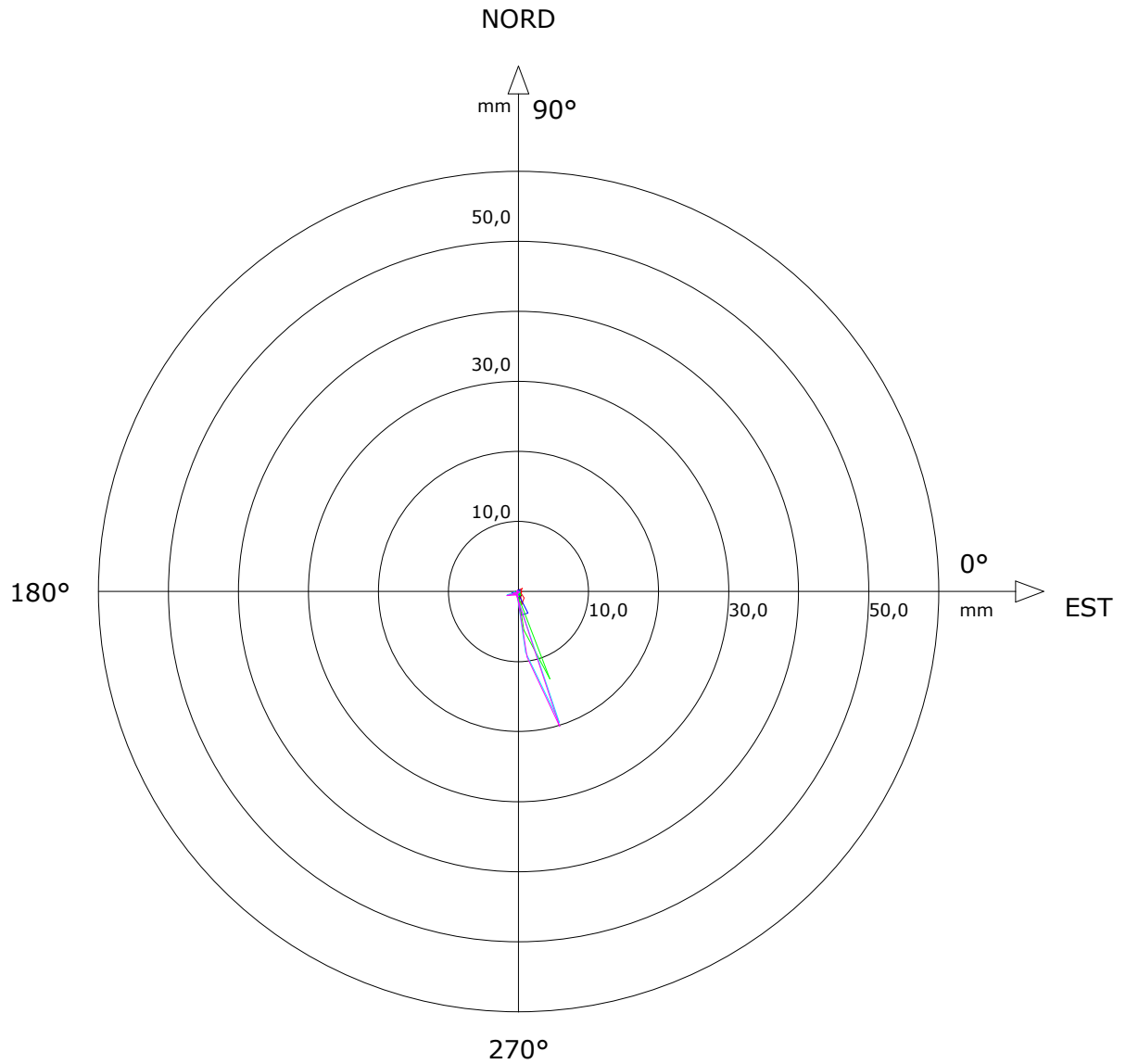
006:22/04/2022

Sito: FONTANEPRV Tubo: FONPRV

Elaborazione differenziale locale dal basso

Riferimento 000:02/05/2016

Diagramma polare della deviazione



001:21/12/2016

002:29/12/2017

003:02/01/2019

004:04/03/2020

005:06/07/2021

006:22/04/2022