

PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PER L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI SAN MARTINO A
QUONA A PONTASSIEVE - AMBITO P5
AGGIORNAMENTO MISURE INCLINOMETRICHE

Come indicato nella relazione del giugno 2018, relazione di accompagnamento al progetto di Piano Attuativo per l'ampliamento del cimitero della Misericordia di Pontassieve in via di San Martino a Quona, si è proseguito con il monitoraggio dell'area mediante le misure sull'inclinometro ultimo installato detto I5.

In particolare dalla data della relazione è stata eseguita la misura "estiva" il 12 settembre ultimo scorso.

Come risulta dai grafici (vedi certificato Igetecma allegato) non si rilevano spostamenti significativi. Quello che si registra a 1 metro di profondità (tra l'altro minore di 2 mm, quindi per i limiti strumentali non indicativo ai fini della identificazione di una superficie di scollamento) presenta un azimut non coerente con la morfologia del sito ove è posizionata la canna inclinometrica. Detto spostamento è più probabilmente da imputare ad un urto sul pozzetto dovuto ai recenti lavori di decespugliazione e taglio dell'erba che hanno interessato i luoghi in oggetto.

Allo stato attuale quindi non sono presenti movimenti di versante in atto. Si proseguirà comunque con il monitoraggio eseguendo le previste misure autunnale e seconda invernale.

Pontassieve, 19 settembre 2018

Geologo
Dott. Enrico Focardi
O.G.T. n° 47





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71

Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

Rapporto di Prova n°296/18/I

Montelupo Fiorentino, 13/09/2018

SETTORE: Misure Inclino metriche

COMMITTENTE: Confraternita di Misericordia di Pontassieve

RICHIEDENTE: Geol. E. Focardi

CANTIERE: Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI)

RIFERIMENTO: R.P.E. n°280/18

Indice:

Premessa

- 1 Procedure di campagna
- 2 Metodo di elaborazione dei dati
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio

Ing. F. Politi

Il Tecnico

Geol. L. Gambassi

Premessa

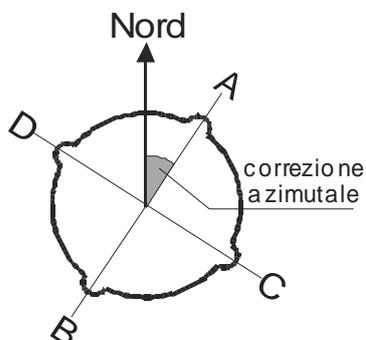
Per conto della Confraternita di Misericordia di Pontassieve su richiesta del Geol. E. Focardi, sono state eseguite le letture per il controllo del versante presso il Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI). Tali letture sono state eseguite con passo di 0.5 m su 2 guide tramite sonda inclinometrica di tipo biassiale con servoaccelerometri, nel foro i5.

Tramite le misure inclinometriche è possibile ottenere informazione sull'entità e sulla direzione di movimenti orizzontali del terreno: ciò si ottiene mediante la misura, ad intervalli regolari, dell'inclinazione di un tubo infisso nel terreno e munito di apposite guide di riferimento; confrontando letture eseguite a distanza di tempo è possibile calcolare la variazione dell'inclinazione e quindi stabilire l'entità e la direzione di eventuali movimenti del terreno.

1 Procedure di campagna

La misura inclinometrica consiste nel calare mediante un cavo nel tubo provvisto di scanalature dette guide, una sonda in grado di rilevare l'inclinazione del tubo stesso, reso solidale al terreno da cementazione: la sonda inclinometrica è costituita da un fusto d'acciaio con due carrelli, posti a distanza di 0.5 m l'uno dall'altro, muniti di due coppie di ruote che si inseriscono nelle guide.

La sonda inclinometrica è di tipo biassiale, munita cioè di due sensori servoaccelerometrici ortogonali fra di loro, posti nella parte centrale della sonda; in questo modo viene misurata



l'inclinazione dalla verticale del tubo su due piani verticali tra loro ortogonali (piani AB e CD, vedi schema in figura).

Le misure vengono eseguite a coppie su guide diametralmente opposte: la prima risalita misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide A e C, e la seconda risalita, fatta dopo aver ruotato la sonda di 180°, misura il seno degli angoli tra la verticale e le guide B e D. Si ottengono così quattro valori (LatoA, LatoB, LatoC e LatoD) che sommati a coppie (lati opposti della guida: A+B e C+D) forniscono

l'inclinazione del tubo alle varie quote; questa metodologia è usata per eliminare eventuali scostamenti dallo zero dei sensori servoaccelerometrici. Le misure sono state eseguite con il passo di 0.5 m. Ciascuna misura è relativa al tratto di tubazione pari alla distanza tra i carrelli e viene riferita alla quota del carrello superiore. Le profondità sono riferite alla testa del tubo inclinometrico.

Come guida di riferimento viene scelta quella che più si avvicina alla direzione della massima pendenza e che viene indicata come guida A; la correzione azimutale è l'angolo formato tra il Nord geografico e la guida A di riferimento, preso in senso orario da Nord verso Est; secondo questa convenzione l'angolo è sempre positivo (compreso tra 0° e 360°).

Tramite il cavo di collegamento multipolare con anima in kevlar inestensibile, i dati vengono inviati ad una centralina digitale che ne permette la visualizzazione e la memorizzazione per le successive elaborazioni.

2 Metodo di elaborazione dei dati

Il software di elaborazione trasforma, per ogni quota, i dati misurati da $\sin \alpha$ in spostamenti cioè in millimetri di deviazione dalla verticale secondo le relazioni:

$$\text{SEN}(\text{Alfa_AB}) = (\text{LatoA} - \text{LatoB}) / 2$$

$$\text{SEN}(\text{Alfa_CD}) = (\text{LatoC} - \text{LatoD}) / 2$$

$$D_AB = P * \text{SEN}(\text{Alfa_AB})$$

$$D_CD = P * \text{SEN}(\text{Alfa_CD})$$

dove LatoA, LatoB, LatoC e LatoD sono le misure dei seni degli angoli alle varie quote, Alfa_AB e Alfa_CD sono gli angoli di deviazione dalla verticale nei due piani ortogonali e D_AB e D_CD sono le deviazioni dalla verticale nel piano AB e nel piano CD; P è l'intervallo di misura detto passo.

Mediante le formule del calcolo vettoriale si ricava la deviazione, che ha come modulo il valore D pari a:

$$D = \text{Sqr} (D_AB^2 + D_CD^2)$$

e come direzione l'angolo Alfa rispetto agli assi AB e CD:

$$\text{Alfa} = \text{ArcTan} (D_AB / D_CD)$$

Questo procedimento viene ripetuto per ciascuna quota, ottenendo l'elaborazione in assoluto per punti (deviazione incrementale); sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso si ottiene l'elaborazione in assoluto per sommatoria (deviazione cumulativa), che rappresenta la reale posizione del tubo rispetto alla verticale. Questa elaborazione viene generalmente visualizzata per la sola lettura di zero, al fine di controllare la verticalità del tubo.

Ripetendo le misure a distanza di tempo è possibile confrontare la deviazione del tubo rispetto a quella che aveva alla lettura di zero: questo calcolo, eseguito come differenza tra vettori, fornisce l'elaborazione in differenziale. Mediante l'elaborazione in differenziale viene calcolato lo spostamento avvenuto fra le letture: lo spostamento per punti mostra il contributo

di ciascuna quota, mentre lo spostamento risultante, ottenuto sommando in maniera vettoriale tutti i contributi a partire dal basso, fornisce il totale del movimento.

La direzione del movimento è indicata dall'Azimut, angolo che è formato tra la direzione del vettore spostamento risultante, ed il Nord geografico; anche per questo angolo viene adottata la convenzione di misurarlo da Nord verso Est nel campo 0°-360°.

La Tabella seguente riassume le specifiche dei tre tubi: le coordinate sono state ottenute mediante GPS non differenziale e sono affette da un errore stimabile nell'ordine dei 10 m, mentre le quote è stata ricavata dalla Cartografia Tecnica della Regione Toscana.

Tubo i5	Lunghezza tubo	25.0 m
	Correzione azimutale:	N 205°E
	Quota testa tubo:	185 m slm
	Coordinate:	N 43.781936° E11.426138°
	Data origine:	15/01/2018

3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazione dei tubi inclinometrici
- tabelle (ultima lettura):
 - dati di campagna
 - elaborazione in differenziale - calcolo vettoriale dal basso: spostamento differenziale, azimut differenziale, spostamento risultante, azimut risultante
- grafici (tutte le letture)
 - profondità/azimut differenziale e profondità/spostamento differenziale (per punti)
 - profondità/azimut risultante e profondità/spostamento risultante (per sommatoria)
 - spostamento risultante in proiezione zenitale (assi Nord-Sud e Est-Ovest)
 - spostamento risultante / Tempo (data lettura).

4 Caratteristiche della strumentazione

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagine è così composto

- Sonda inclinometrica biassiale tipo a servoaccelerometri *SEGEA* mod. *MK4*:
 - Campo di misura operativo $\pm 30^\circ$ dalla verticale
 - Linearità 0.02 % F.S.
 - Temperatura di esercizio da -5°C a $+60^\circ\text{C}$
 - Deriva di sensibilità $\pm 0.15\%$ della lettura per $^\circ\text{C}$
 - Deriva di zero $\pm 0.01\%$ F.S. per $^\circ\text{C}$
 - Lunghezza di riferimento 500 mm

- Centralina di acquisizione automatica dati *Geotechnical Instrument*.
 - Risoluzione 16 bit (0.0001 sen α)
 - Campo di misura ± 0.50 m
 - Cavi multipolari inestensibili di lunghezza di 35 e 80 m con tacche di misura ogni 50 cm
-
-
-



IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n.54143 del 07/11/2005 e succ. rinnovi ai sensi della Circolare 08/09/10 n.7618/STC

Laboratorio autorizzato con D.M. n.162 del 19/04/2011 e succ. rinnovi ai sensi dell'art. 20 della L. n.1086/71

Committente:

Confraternita di Misericordia di Pontassieve

Località:

Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Ubicazione tubi inclinometrici



**Rapporto di prova n. 296/18**

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Dati di campagna - valori di sen(alfa)

Letture n. 3 del 12/09/2018

Misura n°	Prof. da a (m)	LatoA	LatoB	LatoC	LatoD
		sen(alfa)	sen(alfa)	sen(alfa)	sen(alfa)
1	0.0-0.5	0.00110	-0.00150	-0.00740	0.00690
2	0.5-1.0	0.00090	-0.00130	-0.00750	0.00700
3	1.0-1.5	0.00400	-0.00430	-0.00370	0.00290
4	1.5-2.0	0.00500	-0.00540	-0.00110	0.00030
5	2.0-2.5	0.00460	-0.00500	-0.00060	-0.00030
6	2.5-3.0	0.00360	-0.00390	0.00000	-0.00090
7	3.0-3.5	0.00160	-0.00190	0.00050	-0.00150
8	3.5-4.0	0.00010	-0.00050	0.00110	-0.00200
9	4.0-4.5	-0.00110	0.00080	0.00320	-0.00380
10	4.5-5.0	-0.00010	-0.00010	0.00650	-0.00700
11	5.0-5.5	0.00020	-0.00050	0.00680	-0.00730
12	5.5-6.0	0.00030	-0.00060	0.00730	-0.00790
13	6.0-6.5	0.00020	-0.00050	0.00770	-0.00840
14	6.5-7.0	-0.00050	0.00020	0.00820	-0.00870
15	7.0-7.5	-0.00390	0.00360	0.00620	-0.00660
16	7.5-8.0	-0.00670	0.00640	0.00440	-0.00490
17	8.0-8.5	-0.00670	0.00630	0.00460	-0.00510
18	8.5-9.0	-0.00660	0.00630	0.00410	-0.00480
19	9.0-9.5	-0.00650	0.00620	0.00410	-0.00490
20	9.5-10.0	-0.00630	0.00600	0.00490	-0.00550
21	10.0-10.5	-0.00650	0.00630	0.00580	-0.00630
22	10.5-11.0	-0.00490	0.00470	0.00450	-0.00530
23	11.0-11.5	-0.00300	0.00270	0.00460	-0.00530
24	11.5-12.0	-0.00330	0.00300	0.00540	-0.00620
25	12.0-12.5	-0.00640	0.00610	0.00580	-0.00650
26	12.5-13.0	-0.00800	0.00770	0.00600	-0.00640
27	13.0-13.5	-0.00650	0.00570	0.00450	-0.00500
28	13.5-14.0	-0.00480	0.00450	0.00660	-0.00690
29	14.0-14.5	-0.00450	0.00430	0.00770	-0.00790
30	14.5-15.0	-0.00430	0.00410	0.00830	-0.00850
31	15.0-15.5	-0.00430	0.00410	0.00860	-0.00880
32	15.5-16.0	-0.00410	0.00380	0.00870	-0.00910
33	16.0-16.5	-0.00610	0.00580	0.00820	-0.00860
34	16.5-17.0	-0.00730	0.00690	0.00950	-0.00980
35	17.0-17.5	-0.00560	0.00540	0.00900	-0.00920
36	17.5-18.0	-0.00580	0.00550	0.01050	-0.01060
37	18.0-18.5	-0.00530	0.00510	0.00990	-0.01000
38	18.5-19.0	-0.00640	0.00610	0.00970	-0.00990
39	19.0-19.5	-0.00480	0.00460	0.00930	-0.00960
40	19.5-20.0	-0.00500	0.00490	0.00970	-0.01000
41	20.0-20.5	-0.00510	0.00480	0.01000	-0.01030

**Rapporto di prova n. 296/18**

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Elaborazione in differenziale - Calcolo vettoriale dal basso

Letture n. 3 del 12/09/2018

Misura n°	Prof. da a (m)	Spostamento Differenziale (per punti - mm)	Azimut Differenziale (da Nord verso Est)	Spostamento Risultante (sommatoria - mm)	Azimut Risultante (da Nord verso Est)
1	0.0-0.5	1.74	33°	5.50	345°
2	0.5-1.0	1.89	37°	4.53	328°
3	1.0-1.5	1.77	294°	4.25	304°
4	1.5-2.0	0.76	322°	2.51	310°
5	2.0-2.5	0.36	9°	1.78	305°
6	2.5-3.0	0.20	265°	1.65	293°
7	3.0-3.5	0.39	255°	1.48	297°
8	3.5-4.0	0.21	274°	1.21	309°
9	4.0-4.5	0.09	329°	1.04	316°
10	4.5-5.0	0.16	7°	0.96	315°
11	5.0-5.5	0.13	25°	0.87	307°
12	5.5-6.0	0.11	358°	0.85	298°
13	6.0-6.5	0.10	309°	0.80	291°
14	6.5-7.0	0.18	250°	0.70	289°
15	7.0-7.5	0.15	125°	0.58	300°
16	7.5-8.0	0.04	70°	0.73	301°
17	8.0-8.5	0.10	115°	0.75	299°
18	8.5-9.0	0.13	126°	0.85	298°
19	9.0-9.5	0.09	171°	0.98	299°
20	9.5-10.0	0.16	244°	1.04	303°
21	10.0-10.5	0.19	48°	0.96	312°
22	10.5-11.0	0.11	88°	1.00	301°
23	11.0-11.5	0.13	168°	1.10	298°
24	11.5-12.0	0.15	236°	1.18	302°
25	12.0-12.5	0.14	317°	1.13	309°
26	12.5-13.0	0.15	326°	1.00	308°
27	13.0-13.5	0.11	160°	0.86	305°
28	13.5-14.0	0.04	250°	0.95	309°
29	14.0-14.5	0.18	329°	0.93	311°
30	14.5-15.0	0.20	302°	0.76	306°
31	15.0-15.5	0.23	308°	0.56	308°
32	15.5-16.0	0.23	301°	0.33	308°
33	16.0-16.5	0.08	295°	0.11	322°
34	16.5-17.0	0.18	250°	0.06	358°
35	17.0-17.5	0.22	241°	0.20	55°
36	17.5-18.0	0.11	178°	0.42	58°
37	18.0-18.5	0.13	168°	0.48	46°
38	18.5-19.0	0.09	149°	0.56	35°
39	19.0-19.5	0.15	84°	0.60	27°
40	19.5-20.0	0.19	65°	0.53	14°
41	20.0-20.5	0.16	43°	0.44	354°

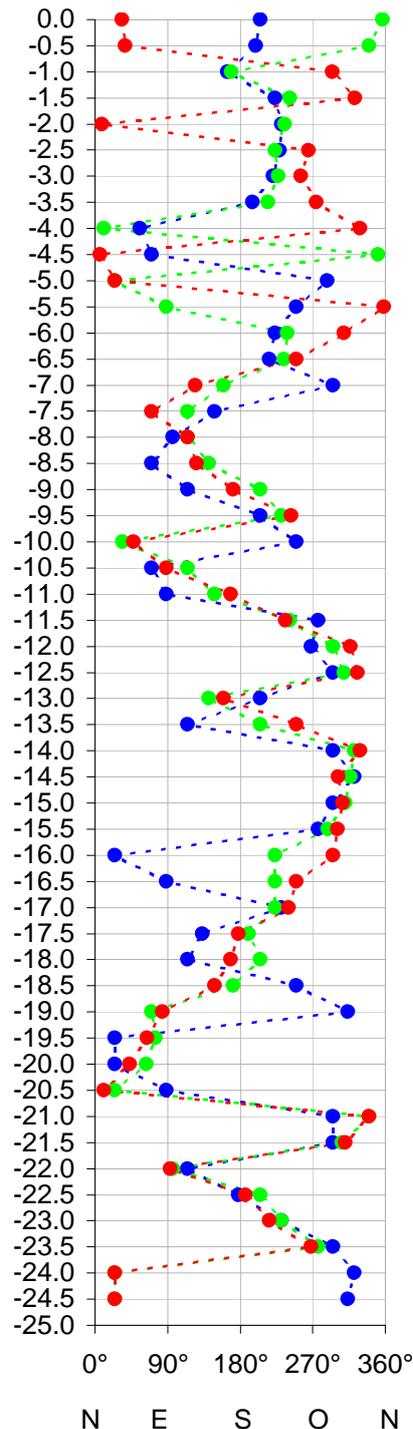


Rapporto di prova n. 296/18

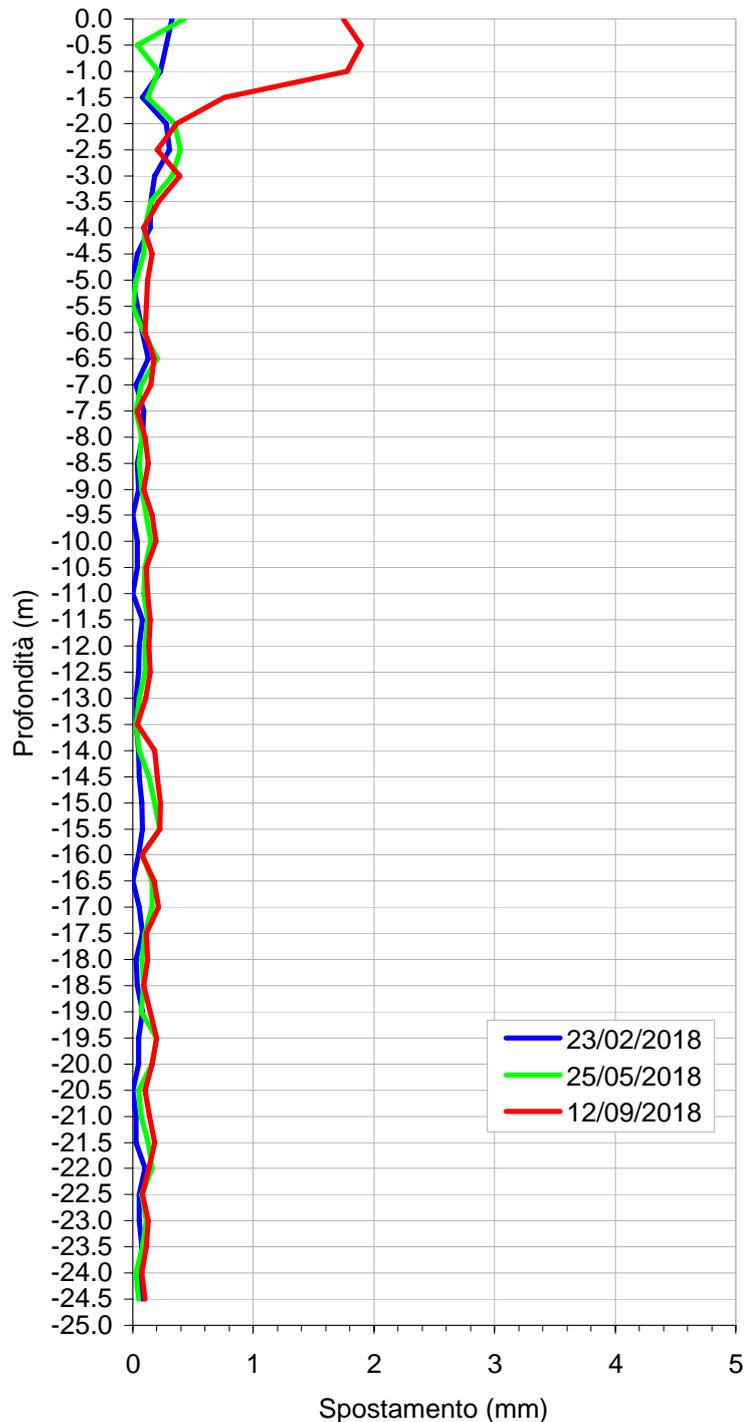
Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Azimut Differenziale



Spostamento Differenziale (per punti)



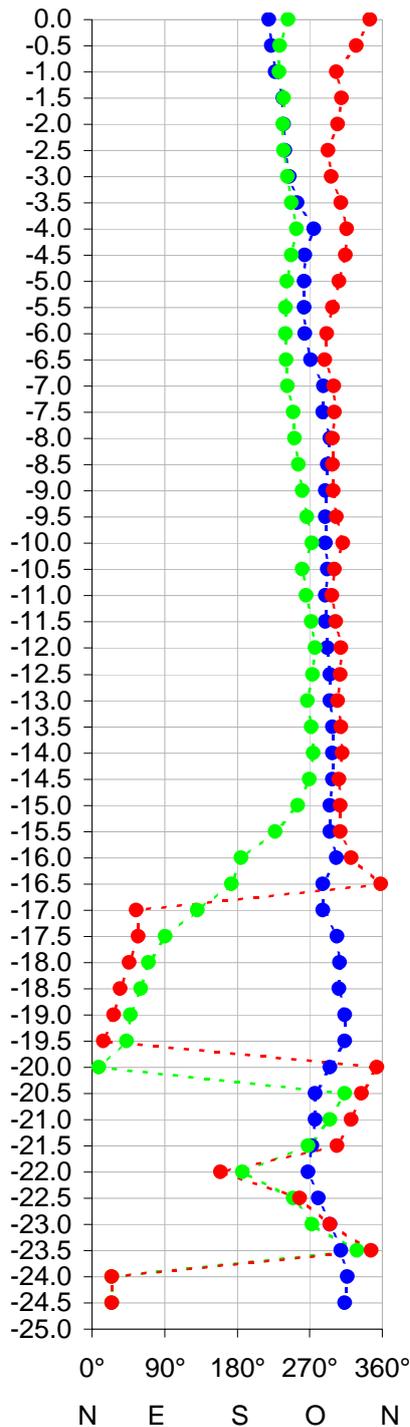


Rapporto di prova n. 296/18

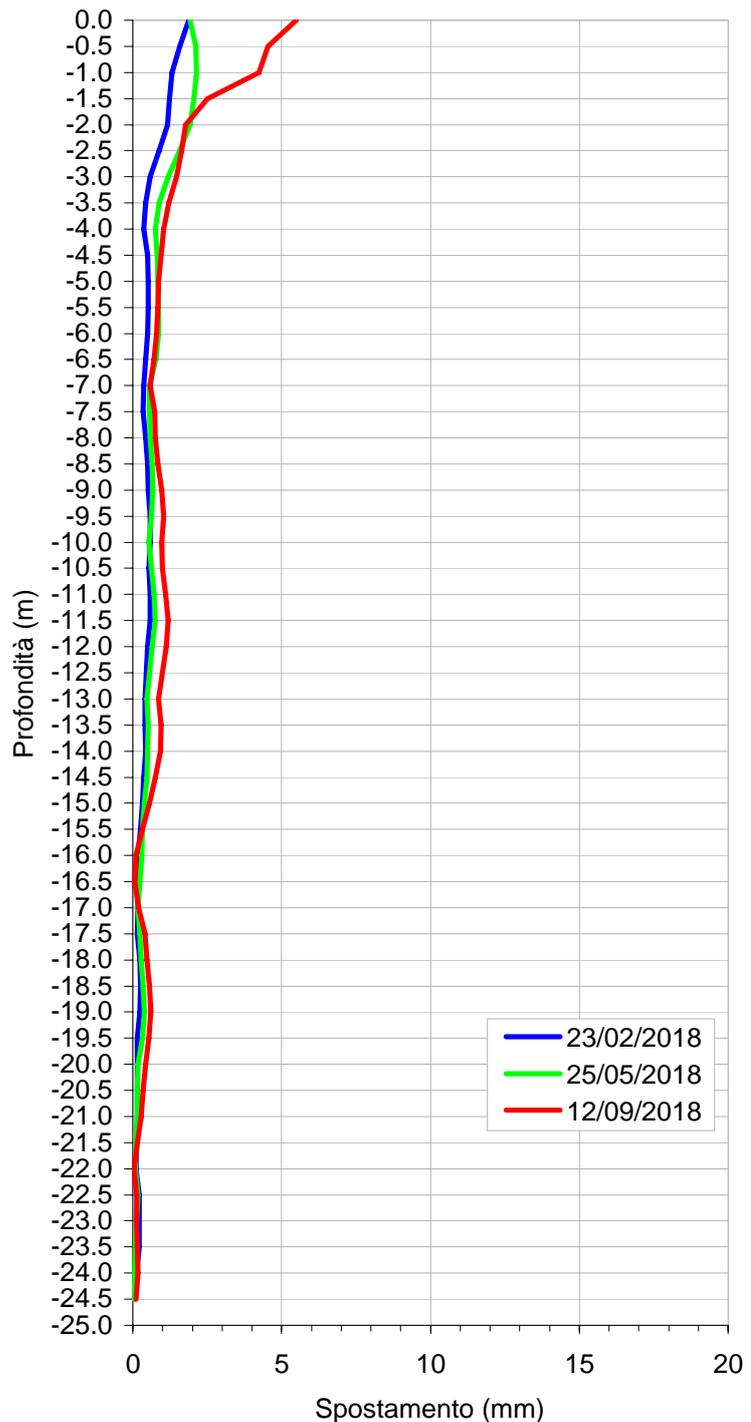
Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Azimut Risultante



Spostamento Risultante (sommatoria)





IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Laboratorio autorizzato con D.M. n.54143 del 07/11/2005 e succ. rinnovi ai sensi della Circolare 08/09/10 n.7618/STC

Laboratorio autorizzato con D.M. n.162 del 19/04/2011 e succ. rinnovi ai sensi dell'art. 20 della L. n.1086/71

Rapporto di prova n. 296/18

Committente: Confraternita di Misericordia di Pontassieve
Località: Cimitero di San Martino a Quona - Pontassieve

Tubo: **I5** Coordinate: N 43.781936° E11.426138°
Data lettura di zero: 15/01/2018 Quota testa tubo: 185.0 m slm
Correzione azimutale: N 205°E Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)

Direzione (proiezione zenitale)

