

**Dott. Enrico Focardi**  
**Geologo**



CITTÀ METROPOLITANA DI: FIRENZE

COMUNE DI: PONTASSIEVE

LOCALITÀ: SAN MARTINO A QUONA

PROPRIETÀ: VENERABILE CONFRATERNITA DELLA MISERICORDIA

OGGETTO: PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PER L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI SAN  
MARTINO A QUONA – AMBITO P5

INTEGRAZIONE RELAZIONE GEOLOGICA  
RICHIESTA GENIO CIVILE DI FIRENZE

**Pontassieve**  
**18 luglio 2019**



PROGETTO DI PIANO ATTUATIVO PER L'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DI SAN MARTINO A  
QUONA A PONTASSIEVE - AMBITO P5  
INTEGRAZIONE RELAZIONE GEOLOGICA SU RICHIESTE GENIO CIVILE DI FIRENZE

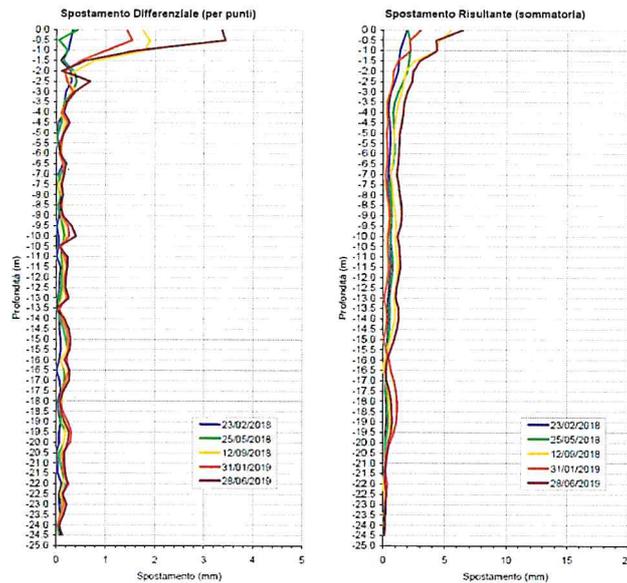
Facendo seguito alla richiesta di integrazioni da parte del Genio Civile di Firenze circa la relazione geologica di supporto al Piano Attuativo ambito P5 per l'ampliamento del cimitero della Misericordia nel Capoluogo – P.E. 2018/578 trasmessa dal Comune di Pontassieve in data 17/06/2019, si fornisce quanto richiesto.

*Punto 1*

L'area su cui sorge il cimitero di S. Martino a Quona risulta particolarmente problematica sotto il profilo geomorfologico. Il quadro storico delle misure inclinometriche eseguite sull'area e le osservazioni di superficie evidenziano infatti diffusi movimenti gravitativi del versante. Il nuovo inclinometro I5, in funzione solo dal gennaio 2018 e posto nell'area del "primo stralcio funzionale", mostra un quadro conoscitivo non del tutto chiaro visto i probabili - ma non certi - lievi movimenti superficiali. Si chiede quindi di eseguire una ulteriore misura, almeno sul detto inclinometro, al fine di meglio chiarire il quadro relativo al cinematismo del versante.

Come risulta dai grafici (vedi certificato Igetecma allegato aggiornato al 28 giugno u.s.) non si rilevano spostamenti significativi. Quanto si registra a 1 – 1.5 m di profondità (nel differenziale lo spostamento massimo è dell'ordine di 3 mm, ai limiti dell'errore strumentale e quindi per i limiti strumentali stessi, non indicativo ai fini della identificazione di una superficie di scollamento) mostra oscillazioni probabilmente dovute agli effetti della espansione e ritiro dei materiali con andamento stagionale (inverno 2018-2019 secco, maggio - giugno 2019 piovosi) sulle argille di superficie, inoltre l'azimut non è coerente con la morfologia del sito ove è posizionata la canna inclinometrica in quanto risulta perlomeno ortogonale e trasversale rispetto alla direzione del versante. Le oscillazioni mostrate dalle letture inclinometriche nel tratto superficiale (1-1.5 m) che si cominciano a registrare dal settembre 2018 al giugno 2019 sono il risultato della pratica agricola eseguita nell'area e riconducibile alla trinciatura e parziale sovescio superficiale del terreno nell'immediato intorno del tubo inclinometrico. Nel corso di tali lavorazioni sono sempre possibili urti come si rileva nel pozzetto di protezione.

Allo stato attuale quindi non sono strumentalmente rilevabili movimenti di versante in atto. I lievi movimenti di superficie non sono per quanto sopra riconducibili ad un movimento di versante.



## Punto 2

A prescindere dalle considerazioni che emergeranno dopo le nuove letture inclinometriche, si osserva che le verifiche di stabilità del pendio sono state eseguite con valori geotecnici di picco, che nel contesto sopra descritto risultano non del tutto cautelativi. Si chiede quindi di approfondire questo aspetto prendendo anche in considerazione i valori residui di angolo di attrito e coesione, in modo più consono alla presente situazione comunque metastabile. Ciò sia effettuato sia per la situazione attuale che nella configurazione di progetto.

Volendo tenere conto della alterazione e dei possibili movimenti stagionali si è provveduto ad effettuare nuove verifiche di stabilità con i parametri di resistenza al taglio limite ricercati con procedure di "Back Analysis". Tali parametri sono stati determinati per il primo orizzonte che risulterebbe coinvolto nella stabilità precaria di questo tratto di pendio. Nelle verifiche allegate allo studio di supporto al Piano Attuativo del 2018 per questo orizzonte era stato utilizzato un angolo di attrito interno  $\phi' = 18^\circ$  e  $c' = 0.02 \text{ kg/cm}^2$  cioè una coesione ridotta di un ordine di grandezza rispetto al parametro di laboratorio ( $0.2 \text{ kg/cm}^2$ ) proprio per tenere conto degli effetti di alterazione e allentamento. Dalla back analysis condotta, il pendio naturale risulta in stabilità precaria, cioè con coefficienti di sicurezza  $F_s$  pari a circa 0.9-1 in fase di sisma e falda a circa 1 m dal piano campagna per parametri di resistenza al taglio definiti da un angolo di attrito interno  $\phi' = 16^\circ$  ed una coesione  $c' = 0.01 \text{ kg/cm}^2$ . Con le stesse condizioni è stata verificata la sezione nello stato di progetto, cioè modificata e con sovraccarico dei loculi di prevista realizzazione. In questo caso si sarebbe in una fase di incipiente instabilità ( $F_s \approx 0.98 - 1$ ). Si è quindi provveduto ad abbattere il livello di falda fino ad una profondità di circa 3.5 – 4.0 m, cioè considerando gli effetti del progetto di bonifica di questo tratto di versante interessato dalla esecuzione del primo stralcio funzionale (sistema drenante mediante trincee e pozzi). Dalle verifiche effettuate in tale condizione risulta un coefficiente di sicurezza  $f_s \approx 1.5$ , quindi pendio stabile.

### *Punto 3*

In seguito agli approfondimenti suesposti sia comunque valutata, come prescritto dalla scheda di RUC, la necessità di integrare le opere di presidio proposte con ulteriori soluzioni di tipo strutturale.

Alla luce di quanto su esposto (letture inclinometro I5 e verifiche di stabilità con parametri di back analysis) si ritiene che, in questa fase, non siano necessarie ulteriori opere di presidio di tipo strutturale in quanto il pendio bonificato dalle opere idrauliche di progetto risulta stabile. In corso di progettazione definitiva, una volta note più nel dettaglio le caratteristiche opere, verrà nuovamente valutata tale necessità per i singoli interventi. Si potrà inoltre procedere ad una verifica dei dati acquisiti con un approfondimento delle indagini sui terreni e quindi passare ad un corretto dimensionamento delle strutture una volta noti i carichi di esercizio previsti e le effettive geometrie delle opere.

### *Punto 4*

Per gli aspetti sismici infine, in ottemperanza alla scheda di RUC in cui si prescrive l'osservanza del DPGR 36/R/2009, considerando che l'intervento ricade in classe d'indagine 4 secondo quanto previsto dall'art.7 comma 4 del succitato regolamento, dovrà essere effettuata almeno una prova sismica in foro che ad oggi non risulta eseguita. A questo proposito si suggerisce di effettuare.....

Per ottemperare a quanto richiesto da un punto di vista sismico è stata condotta una misura Down Hole nel sondaggio dove è attualmente posizionato l'inclinometro I5. La misura, della quale si allega il certificato, è stata eseguita dal dott. Iotti di Rufina.

L'indagine Down Hole mette in evidenza una crescita dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio SH con la profondità.

La velocità equivalente  $V_e$ , per il terreno in esame è 427 m/s ed è possibile considerare una categoria B del sottosuolo (risultato compatibile con quanto estrapolato dallo stendimento PS2 - Certificato Igetecma n° 24/08 - allegato al Piano Attuativo - che riportiamo: *“Lungo il profilo Ps2 quello che interessa più propriamente l'area oggetto di variante le  $V_{seq}$  variano fra 341 e 410 m/s con un valore medio di 364 m/s. Il suolo viene classificato in categoria B.”*)

Pontassieve, 18 luglio 2019





**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

Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A

Laboratorio autorizzato con D.M. n. 62 del 19/04/2011 e succ. rinnovi 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°240-19-I

Montelupo Fiorentino, 28/06/2019

**SETTORE:** Misure Inclino metriche

**COMMITTENTE:** Venerabile Confraternita di Misericordia di Pontassieve

**RICHIEDENTE:** Geol. E. Focardi

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

**RIFERIMENTO:** R.P.E. n°227-19

### 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

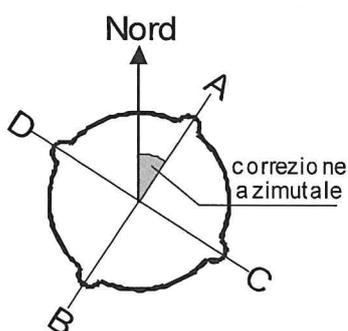
Per conto della Venerabile Confraternita di Misericordia di Pontassieve, su richiesta del Geol. E. Focardi, sono state eseguite le letture per il controllo del versante presso il Cimitero di San Martino a Quona, Pontassieve (FI). Tali letture sono state eseguite con passo di 0.5 m su 2 guide tramite sonda inclinometrica di tipo biassiale con servoaccelerometri, nel foro i5 spinto fino a 25.m di profondità da p.c..

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 del tubo: le coordinate sono state ottenute mediante GPS non differenziale e potrebbero essere affette da un errore stimabile nell'ordine dei 10 m, mentre le quote è stata ricavata dalla Cartografia Tecnica della Regione Toscana.

<b>Tubo i5</b>	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  $-5^\circ\text{C}$  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  $^\circ\text{C}$

Rapporto di prova n°240-19-I \_\_\_\_\_

- Lunghezza di riferimento 500 mm
  - Centralina di acquisizione automatica dati *Geotechnical Instrument*.
    - Risoluzione 16 bit (0.0001 sen  $\alpha$ )
    - Campo di misura  $\pm 0.50$  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**

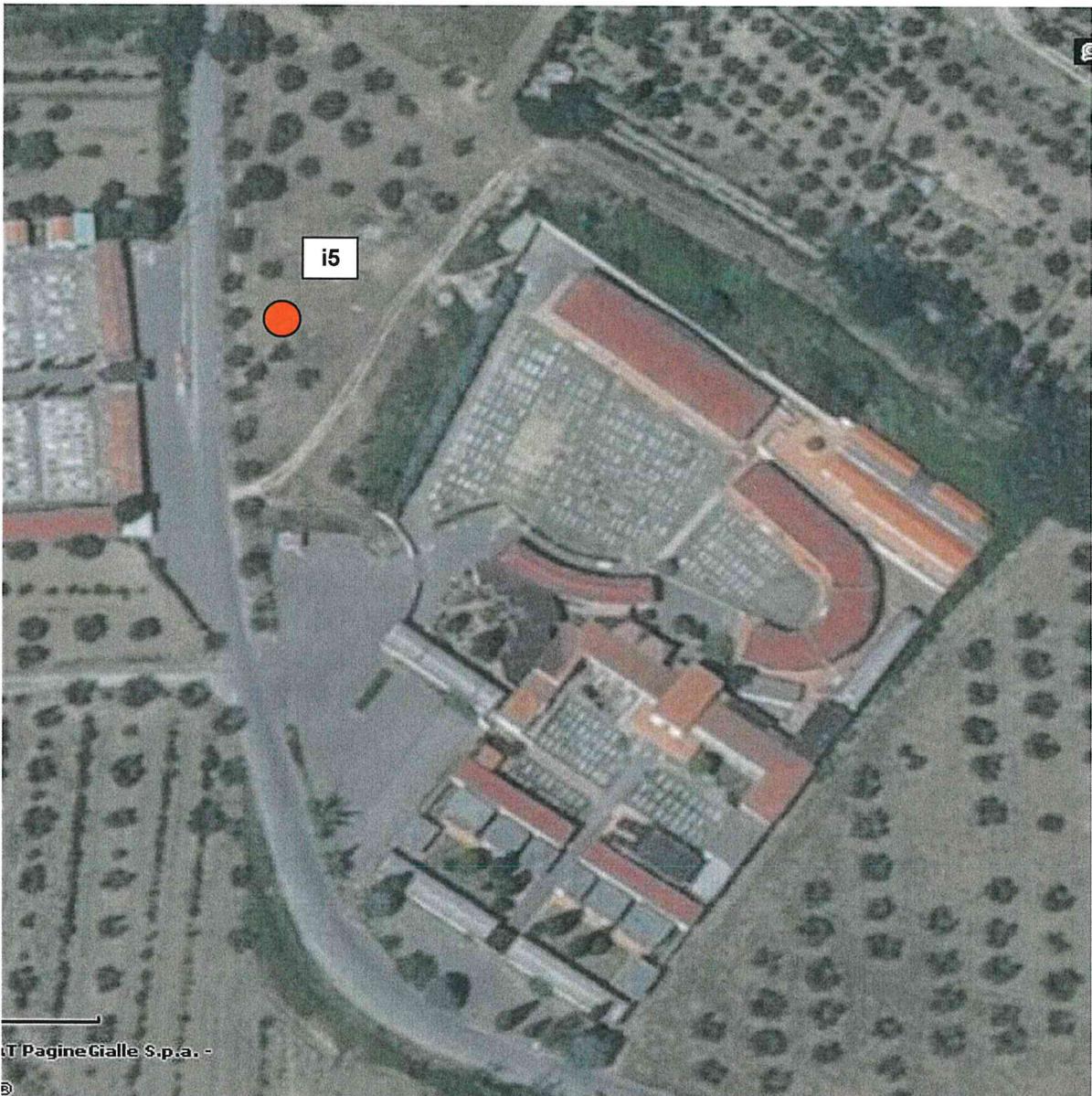
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC

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

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

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

### Ubicazione





**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. 240/19

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. 5 del 28/06/2019

Misura n°	Prof. da a (m)	LatoA	LatoB	LatoC	LatoD
		sen(alfa)	sen(alfa)	sen(alfa)	sen(alfa)
1	0.0-0.5	-0.00220	0.00170	-0.00760	0.00670
2	0.5-1.0	-0.00220	0.00180	-0.00780	0.00690
3	1.0-1.5	0.00370	-0.00390	-0.00420	0.00310
4	1.5-2.0	0.00580	-0.00630	-0.00140	0.00040
5	2.0-2.5	0.00540	-0.00570	-0.00070	-0.00040
6	2.5-3.0	0.00470	-0.00510	-0.00020	-0.00070
7	3.0-3.5	0.00170	-0.00210	0.00020	-0.00130
8	3.5-4.0	0.00040	-0.00070	0.00070	-0.00180
9	4.0-4.5	-0.00120	0.00080	0.00310	-0.00410
10	4.5-5.0	-0.00020	-0.00010	0.00670	-0.00740
11	5.0-5.5	0.00020	-0.00050	0.00680	-0.00760
12	5.5-6.0	0.00040	-0.00080	0.00720	-0.00800
13	6.0-6.5	0.00040	-0.00060	0.00760	-0.00830
14	6.5-7.0	-0.00040	0.00010	0.00790	-0.00870
15	7.0-7.5	-0.00400	0.00370	0.00610	-0.00670
16	7.5-8.0	-0.00670	0.00630	0.00410	-0.00490
17	8.0-8.5	-0.00670	0.00630	0.00440	-0.00520
18	8.5-9.0	-0.00660	0.00620	0.00410	-0.00510
19	9.0-9.5	-0.00650	0.00610	0.00430	-0.00520
20	9.5-10.0	-0.00620	0.00590	0.00520	-0.00580
21	10.0-10.5	-0.00690	0.00670	0.00570	-0.00630
22	10.5-11.0	-0.00490	0.00460	0.00460	-0.00540
23	11.0-11.5	-0.00280	0.00250	0.00460	-0.00530
24	11.5-12.0	-0.00320	0.00290	0.00560	-0.00620
25	12.0-12.5	-0.00640	0.00620	0.00600	-0.00650
26	12.5-13.0	-0.00810	0.00790	0.00590	-0.00640
27	13.0-13.5	-0.00650	0.00600	0.00420	-0.00460
28	13.5-14.0	-0.00480	0.00460	0.00650	-0.00690
29	14.0-14.5	-0.00440	0.00410	0.00760	-0.00800
30	14.5-15.0	-0.00430	0.00410	0.00830	-0.00870
31	15.0-15.5	-0.00410	0.00380	0.00860	-0.00900
32	15.5-16.0	-0.00380	0.00340	0.00870	-0.00910
33	16.0-16.5	-0.00580	0.00560	0.00830	-0.00860
34	16.5-17.0	-0.00710	0.00680	0.00960	-0.00990
35	17.0-17.5	-0.00550	0.00530	0.00900	-0.00920
36	17.5-18.0	-0.00570	0.00550	0.01060	-0.01090
37	18.0-18.5	-0.00540	0.00520	0.00990	-0.01010
38	18.5-19.0	-0.00640	0.00610	0.00970	-0.00990
39	19.0-19.5	-0.00490	0.00460	0.00930	-0.00960
40	19.5-20.0	-0.00520	0.00500	0.00970	-0.01000
41	20.0-20.5	-0.00520	0.00500	0.01000	-0.01030





**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. 240/19

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

Tubo: 15 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. 5 del 28/06/2019

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	3.36	29°	6.47	353°
2	0.5-1.0	3.43	33°	4.27	325°
3	1.0-1.5	1.61	300°	4.34	278°
4	1.5-2.0	0.58	288°	2.92	266°
5	2.0-2.5	0.10	281°	2.39	261°
6	2.5-3.0	0.68	211°	2.30	260°
7	3.0-3.5	0.37	233°	1.91	275°
8	3.5-4.0	0.21	219°	1.66	284°
9	4.0-4.5	0.15	326°	1.58	291°
10	4.5-5.0	0.27	336°	1.46	287°
11	5.0-5.5	0.15	354°	1.31	278°
12	5.5-6.0	0.06	322°	1.28	272°
13	6.0-6.5	0.07	250°	1.24	270°
14	6.5-7.0	0.18	221°	1.18	271°
15	7.0-7.5	0.15	106°	1.07	279°
16	7.5-8.0	0.10	115°	1.22	280°
17	8.0-8.5	0.13	115°	1.32	281°
18	8.5-9.0	0.07	160°	1.44	282°
19	9.0-9.5	0.13	242°	1.48	284°
20	9.5-10.0	0.31	260°	1.39	288°
21	10.0-10.5	0.39	40°	1.13	295°
22	10.5-11.0	0.06	88°	1.28	278°
23	11.0-11.5	0.21	184°	1.34	278°
24	11.5-12.0	0.22	241°	1.37	287°
25	12.0-12.5	0.19	318°	1.23	294°
26	12.5-13.0	0.18	351°	1.06	290°
27	13.0-13.5	0.25	115°	0.98	280°
28	13.5-14.0	0.00	115°	1.23	283°
29	14.0-14.5	0.15	305°	1.23	283°
30	14.5-15.0	0.25	301°	1.09	280°
31	15.0-15.5	0.29	280°	0.85	274°
32	15.5-16.0	0.27	261°	0.57	272°
33	16.0-16.5	0.16	244°	0.31	281°
34	16.5-17.0	0.27	246°	0.21	309°
35	17.0-17.5	0.26	234°	0.25	19°
36	17.5-18.0	0.14	227°	0.49	37°
37	18.0-18.5	0.07	160°	0.62	39°
38	18.5-19.0	0.09	149°	0.66	34°
39	19.0-19.5	0.16	76°	0.70	27°
40	19.5-20.0	0.26	54°	0.61	16°
41	20.0-20.5	0.23	38°	0.44	354°



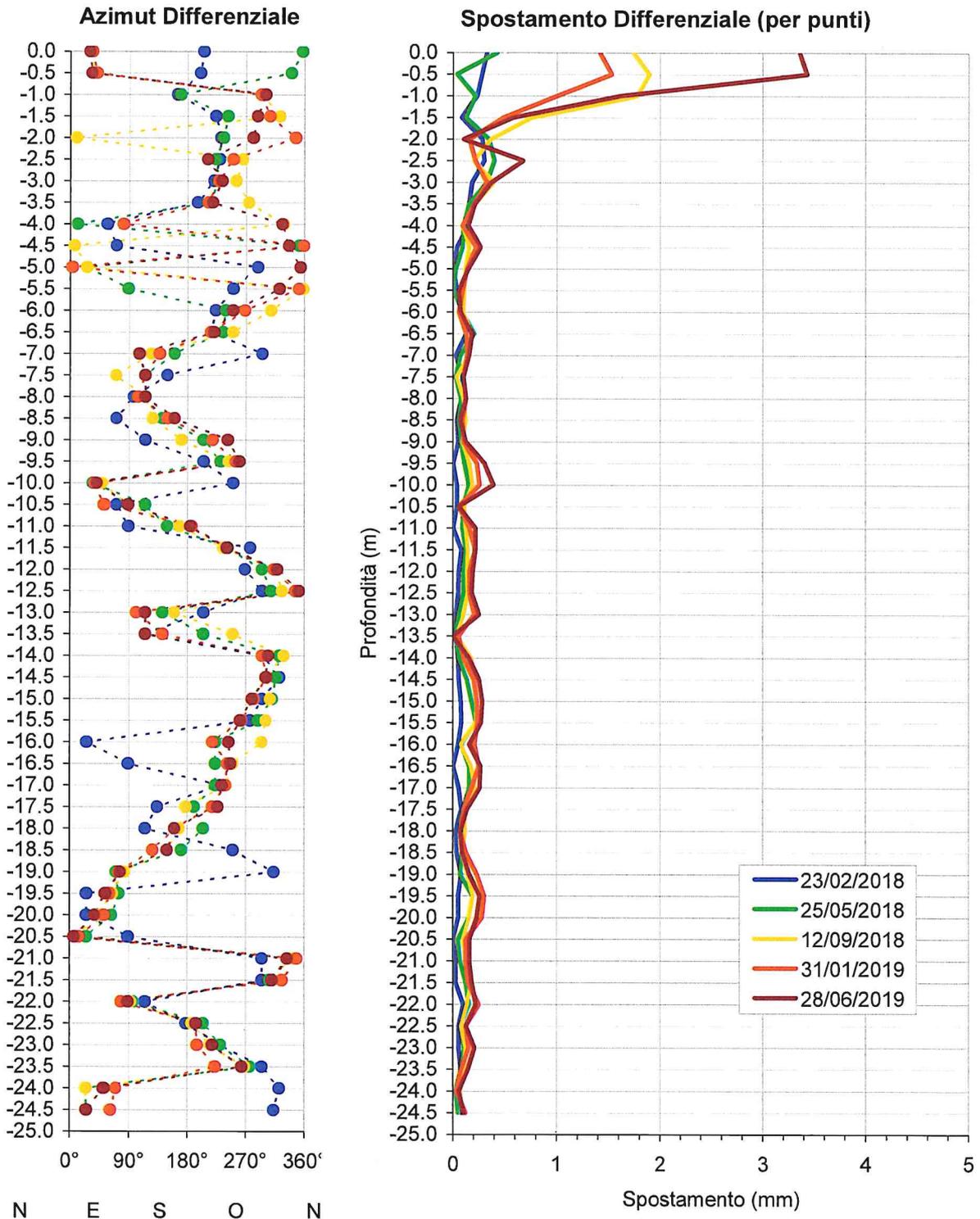


**Rapporto di prova n. 240/19**

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

Tubo: **I5**  
Data lettura di zero: 15/01/2018  
Correzione azimutale: N 205°E

Coordinate: N 43.781936° E11.426138°  
Quota testa tubo: 185.0 m slm  
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)



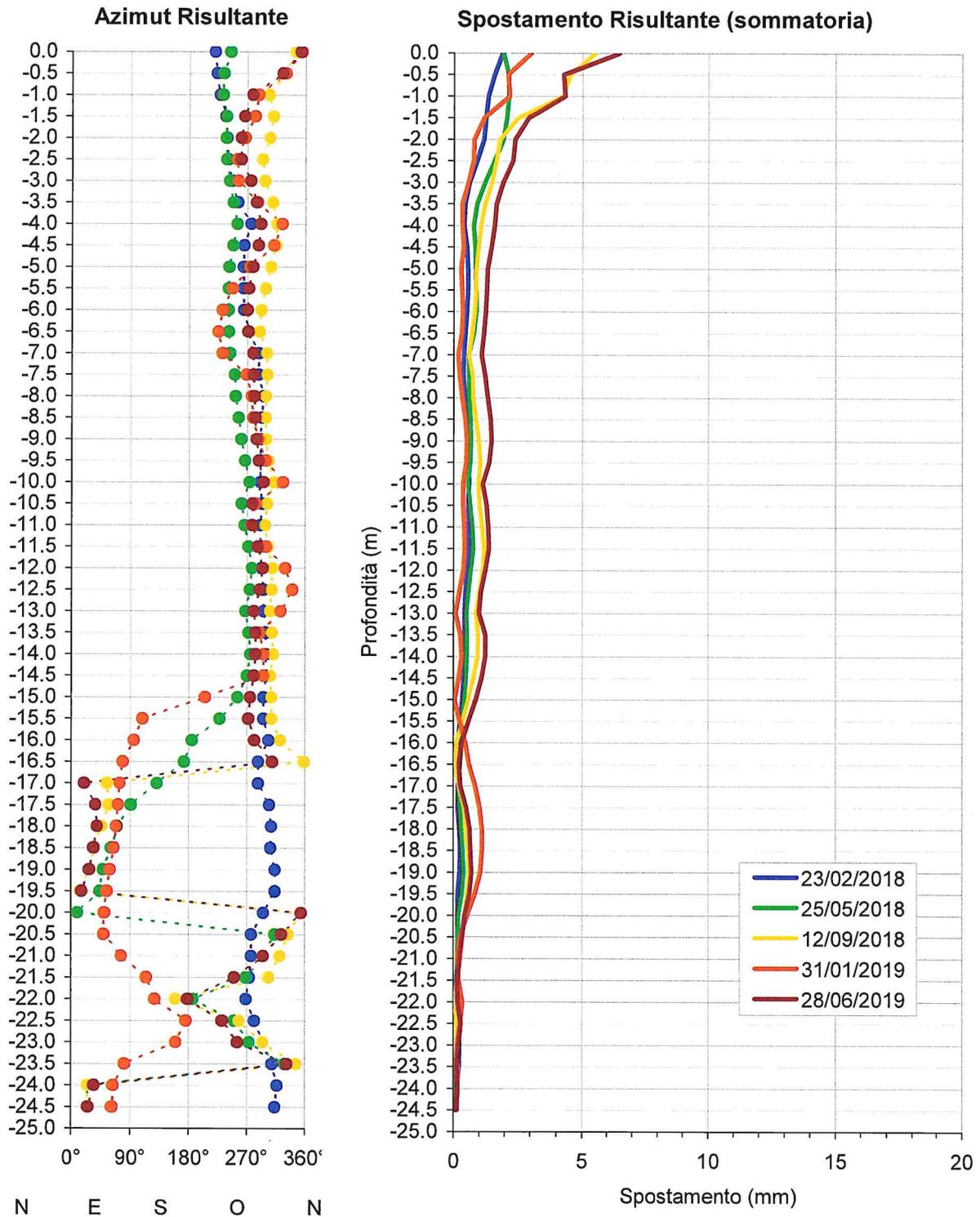


**Rapporto di prova n. 240/19**

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

Tubo: **I5**  
Data lettura di zero: 15/01/2018  
Correzione azimutale: N 205°E

Coordinate: N 43.781936° E11.426138°  
Quota testa tubo: 185.0 m slm  
Tipo Sonda: Segea MK4 - 10000 sen(A)





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

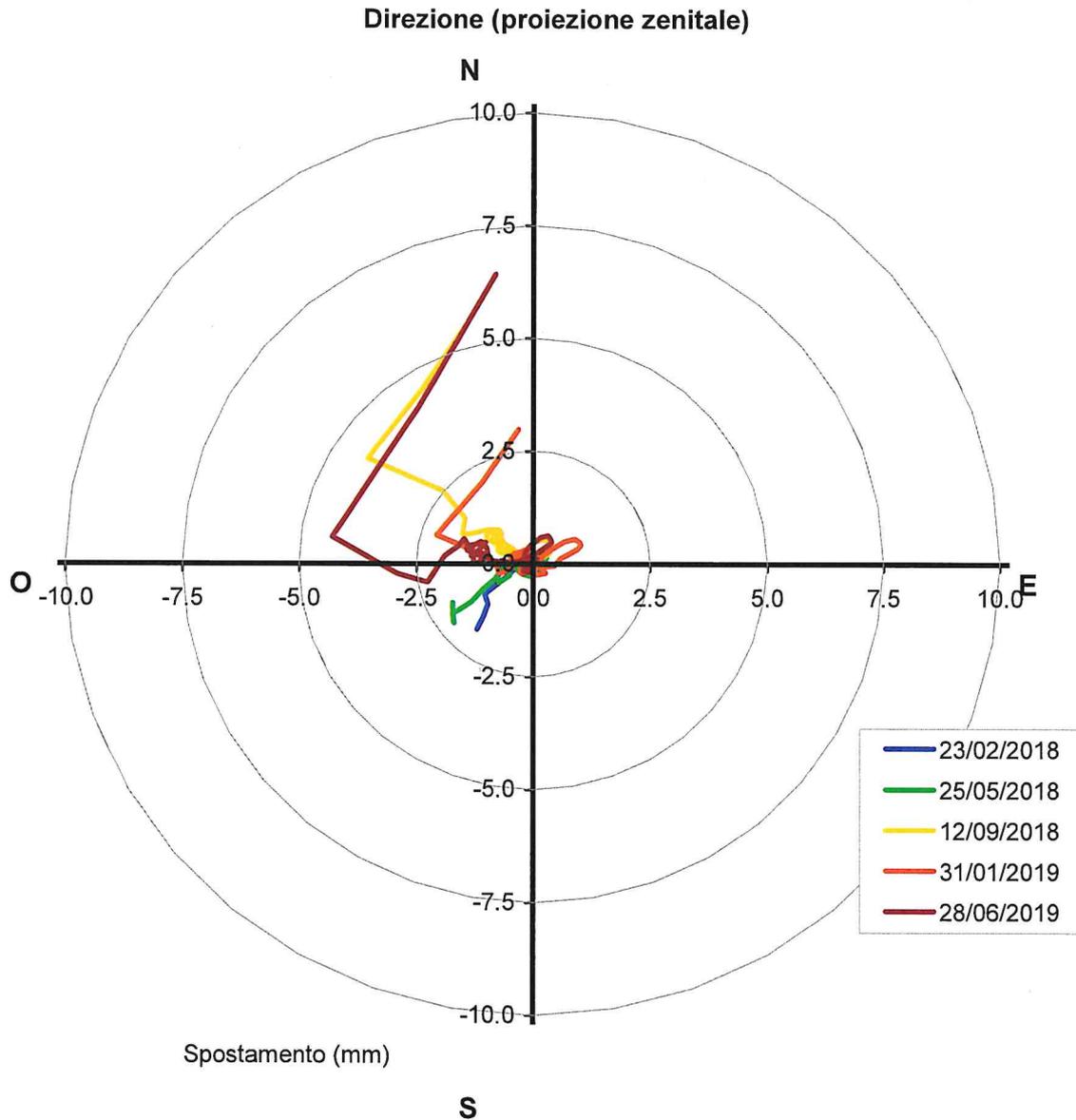
Laboratorio autorizzato con D.M. n.54143 del 07/11/2005 e succ. rinnovi ai sensi della Circolare 08/09/10 n.7618/STC

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. 240/19**

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)



**Verifiche di stabilità**  
(programma Soils 2.1 di Program Geo - Brescia)

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

Committente: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

Località: Cimitero di San Martino a Quona

Data: luglio 2019

Riferimenti: Sezione CD stato attuale

## Parametri geotecnici degli strati

Strato n. \_\_\_\_\_

1

Descrizione litologica:

Limo e argilla

Angolo di attrito (°):	16
Densità relativa (%):	70
Coesione(kg/cmq):	0,01
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1600
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1900
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	50
Coefficiente di Poisson:	0,4
O.C.R.:	1
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Strato n.

2

Descrizione litologica:

Argille consistenti

Angolo di attrito (°):	20
Densità relativa (%):	0
Coesione(kg/cmq):	0,02
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1600
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	1900
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	80
Coefficiente di Poisson:	0,4
O.C.R.:	1
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Strato n.

3

## Descrizione litologica:

Argilliti	
Angolo di attrito (°):	23
Densità relativa (%):	0
Coesione(kg/cmq):	0,2
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1700
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2000
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	170
Coefficiente di Poisson:	0
O.C.R.:	0
Angolo di attrito residuo (°)	0
Coefficiente di pressione neutra:	0
Modulo dinamico di taglio (kg/cmq):	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

Committente: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

Località: Cimitero di San Martino a Quona

Data: luglio 2019

Riferimenti: Sezione CD stato attuale

### Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du (m)
95	0,93	Janbu semplificato	1	39,363	5,914	2,28	-18	0,964	1389,67	0	0	0	16	0,01
			2	41,534	5,209	2,26	-15,8	2,774	4364,43	0,3	0	0	16	0,01
			3	43,706	4,594	2,24	-13,7	4,37	7187,2	0,9	0	0	16	0,01
			4	45,877	4,064	2,21	-11,4	5,773	9662,55	1,5	0	0	16	0,01
			5	48,048	3,627	2,2	-9,3	6,986	12137,9	2,1	0	0	16	0,01
			6	50,22	3,272	2,19	-7,2	8,022	14200,7	2,6	0	0	16	0,01
			7	52,391	2,997	2,18	-5	8,876	15916,07	3,1	0	0	16	0,01
			8	54,562	2,809	2,17	-2,8	9,549	17218,89	3,5	0	0	16	0,01
			9	56,734	2,701	2,17	-0,8	10,06	18044	3,7	0	0	16	0,01
			10	58,905	2,671	2,17	1,4	10,49	18869,12	3,9	0	0	16	0,01
			11	61,077	2,724	2,18	3,5	10,828	19694,24	4,1	0	0	16	0,01
			12	63,248	2,858	2,18	5,6	11,043	20106,76	4,2	0	0	16	0,01
			13	65,419	3,071	2,19	7,8	11,24	20519,31	4,3	0	0	16	0,01
			14	67,591	3,368	2,2	10	11,36	20866,73	4,3	0	0	16	0,01
			15	69,762	3,75	2,22	12,1	11,298	20389,03	4,1	0	0	16	0,01
			16	71,933	4,215	2,24	14,3	11,051	19976,47	4	0	0	16	0,01
			17	74,105	4,767	2,27	16,6	10,601	19086,22	3,7	0	0	16	0,01
			18	76,276	5,412	2,29	18,7	9,915	17370,85	3,2	0	0	16	0,01
			19	78,447	6,147	2,32	20,9	8,997	15785,76	2,9	0	0	16	0,01
			20	80,619	6,978	2,37	23,4	7,859	13853,25	2,6	0	0	16	0,01
			21	82,79	7,916	2,41	25,6	6,837	11855,61	2,2	0	0	16	0,01
			22	84,961	8,957	2,46	27,9	5,95	10140,24	1,7	0	0	16	0,01
			23	87,133	10,108	2,52	30,5	4,826	7947,17	1	0	0	16	0,01
			24	89,304	11,389	2,59	33,1	3,415	5406,68	0,3	0	0	16	0,01
			25	91,476	12,804	2,66	35,3	1,318	2084,5	0	0	0	16	0,01

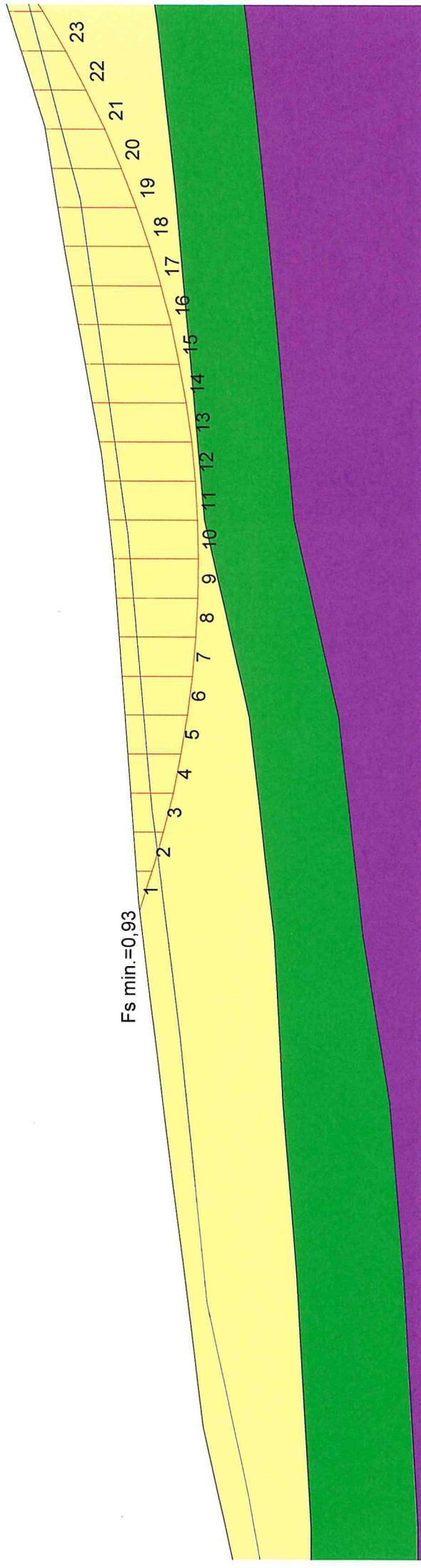
LEGENDA:

■ Limo e argilla

■ Argille consistenti

■ Argilliti

4,0 8,0 12,0 16,0 20,0 24,0 28,0 32,0 36,0 40,0 44,0 48,0 52,0 56,0 60,0 64,0 68,0 72,0 76,0 80,0 84,0 88,0



Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

Committente: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

Località: Cimitero di San Martino a Quona

Data: luglio 2019

Riferimenti: Sezione CD modificata con sovraccarico e falda 1 m

## Opere e carichi sul pendio - sovraccarichi

Sovraccarico n. \_\_\_\_\_

1

### Posizione del sovraccarico

Ascissa a valle (m):	8,41	Ordinata a valle (m):	-0,3
Larghezza dell'area caricata (m):			5
Inclinazione del sovraccarico (°):			90
Modulo del sovraccarico(kg/cm <sup>q</sup> ):			0,3

---

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

---

Sovraccarico n. \_\_\_\_\_

2
---

Posizione del sovraccarico

Ascissa a valle (m):	60	Ordinata a valle (m):	6,1
Larghezza dell'area caricata (m):			10
Inclinazione del sovraccarico (°):			90
Modulo del sovraccarico(kg/cm <sup>q</sup> ):			0,4

---

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

---

Sovraccarico n. \_\_\_\_\_

3
---

Posizione del sovraccarico

Ascissa a valle (m):	23,34	Ordinata a valle (m):	1,41
Larghezza dell'area caricata (m):			5
Inclinazione del sovraccarico (°):			90
Modulo del sovraccarico(kg/cm <sup>q</sup> ):			0,3

---

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

---

Sovraccarico n. \_\_\_\_\_

4
---

Posizione del sovraccarico

Ascissa a valle (m):	34,71	Ordinata a valle (m):	2,97
Larghezza dell'area caricata (m):			5
Inclinazione del sovraccarico (°):			90
Modulo del sovraccarico(kg/cm <sup>2</sup> ):			0,3

---

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

---

Sovraccarico n. \_\_\_\_\_

5

Posizione del sovraccarico

Ascissa a valle (m):	43,65	Ordinata a valle (m):	4,08
Larghezza dell'area caricata (m):			4
Inclinazione del sovraccarico (°):			90
Modulo del sovraccarico(kg/cm <sup>q</sup> ):			0,3

Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

Committente: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

Località: Cimitero di San Martino a Quona

Data: luglio 2019

Riferimenti: Sezione CD modificata con sovraccarico e falda 1 m

### Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf. minimo	FS	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du (m)
51	0,903	Janbu semplificato	1	8,272	0,696	3,1	-16,6	0,213	0	0	0	0	15	0,01
			2	11,246	-0,19	3,05	-13,2	1,878	2735,82	0,4	0	0	15	0,01
			3	14,219	-0,889	3,02	-9,9	4,711	8296,67	1,3	0	0	15	0,01
			4	17,193	-1,411	2,99	-6,7	7,217	13381,73	2,2	0	0	15	0,01
			5	20,167	-1,759	2,98	-3,4	9,211	16682,55	2,7	0	0	15	0,01
			6	23,141	-1,937	2,97	-0,2	10,704	19329,16	3	8322,86	-28,21	15	0,01
			7	26,114	-1,947	2,98	3	11,697	21499,98	3,3	6667,75	353,23	15	0,01
			8	29,088	-1,789	2,99	6,3	12,189	22154,21	3,5	0	0	15	0,01
			9	32,062	-1,462	3,02	9,6	12,171	22332,61	3,7	962,83	162,02	15	0,01
			10	35,035	-0,962	3,05	12,8	11,632	21202,61	3,5	8698,05	1982,64	15	0,01
			11	38,009	-0,284	3,1	16,2	10,554	18853,37	3	4900,56	1421,21	15	0,01
			12	40,983	0,579	3,16	19,6	8,912	16028,34	2,5	866,6	308,3	15	0,01
			13	43,957	1,636	3,23	23,1	6,67	11984,08	1,7	8208,67	3493,5	15	0,01
			14	46,93	2,902	3,33	26,6	5,129	8712,99	0,7	1930,35	967,05	15	0,01
			15	49,904	4,392	3,44	30,3	2,432	3895,57	0,1	0	0	15	0,01
				52,878	6,128									

#### LEGENDA

Carichi N= Carichi normali (kg) Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°) C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,22

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,11

Coefficiente beta.....:0,24



Dott. Enrico Focardi - Geologo

F. Brunelleschi, 5-50065 Pontassieve (FI)-0558316307 - 3666335848

Committente: Venerabile Confraternita della Misericordia di Pontassieve

Località: Cimitero di San Martino a Quona

Data: giugno 2018

Riferimenti: Sezione CD modificata con sovraccarico e falda abbattuta

### Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf. minima	Fs	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du (m)
60	1,521	Janbu semplificato	1	8,285	0,696	2,96	-17,4	0,187	0	0	0	0	16	0,01
			2	11,112	-0,191	2,91	-13,9	1,722	2261,65	0	0	0	16	0,01
			3	13,939	-0,892	2,88	-10,5	4,354	6332,62	0	0	0	16	0,01
			4	16,766	-1,415	2,85	-7,1	6,68	9951,25	0	0	0	16	0,01
			5	19,593	-1,765	2,83	-3,7	8,528	13117,56	0	0	0	16	0,01
			6	22,42	-1,946	2,83	-0,3	9,902	15379,21	0	5721,72	-30,35	16	0,01
			7	25,247	-1,961	2,83	3,1	10,806	16736,19	0	8469,09	452,69	16	0,01
			8	28,074	-1,81	2,85	6,5	11,236	17640,86	0	791,97	89,54	16	0,01
			9	30,901	-1,491	2,87	9,9	11,186	17640,84	0	0	0	16	0,01
			10	33,728	-0,999	2,9	13,3	10,643	16736,19	0	5388,11	1273,34	16	0,01
			11	36,556	-0,331	2,95	16,8	9,589	14926,88	0	8120,12	2448,27	16	0,01
			12	39,383	0,521	3,02	20,4	7,998	12212,9	0	920,97	341,62	16	0,01
			13	42,21	1,57	3,09	24	5,834	9046,59	0	3800,61	1691,59	16	0,01
			14	45,037	2,828	3,19	27,7	3,05	4523,3	0	6939,42	3648,16	16	0,01
			15	47,864	4,315	3,32	31,6	0,749	904,66	0	0	0	16	0,01
			15	50,691	6,054	3,32	31,6	0,749	904,66	0	0	0	16	0,01

#### LEGENDA

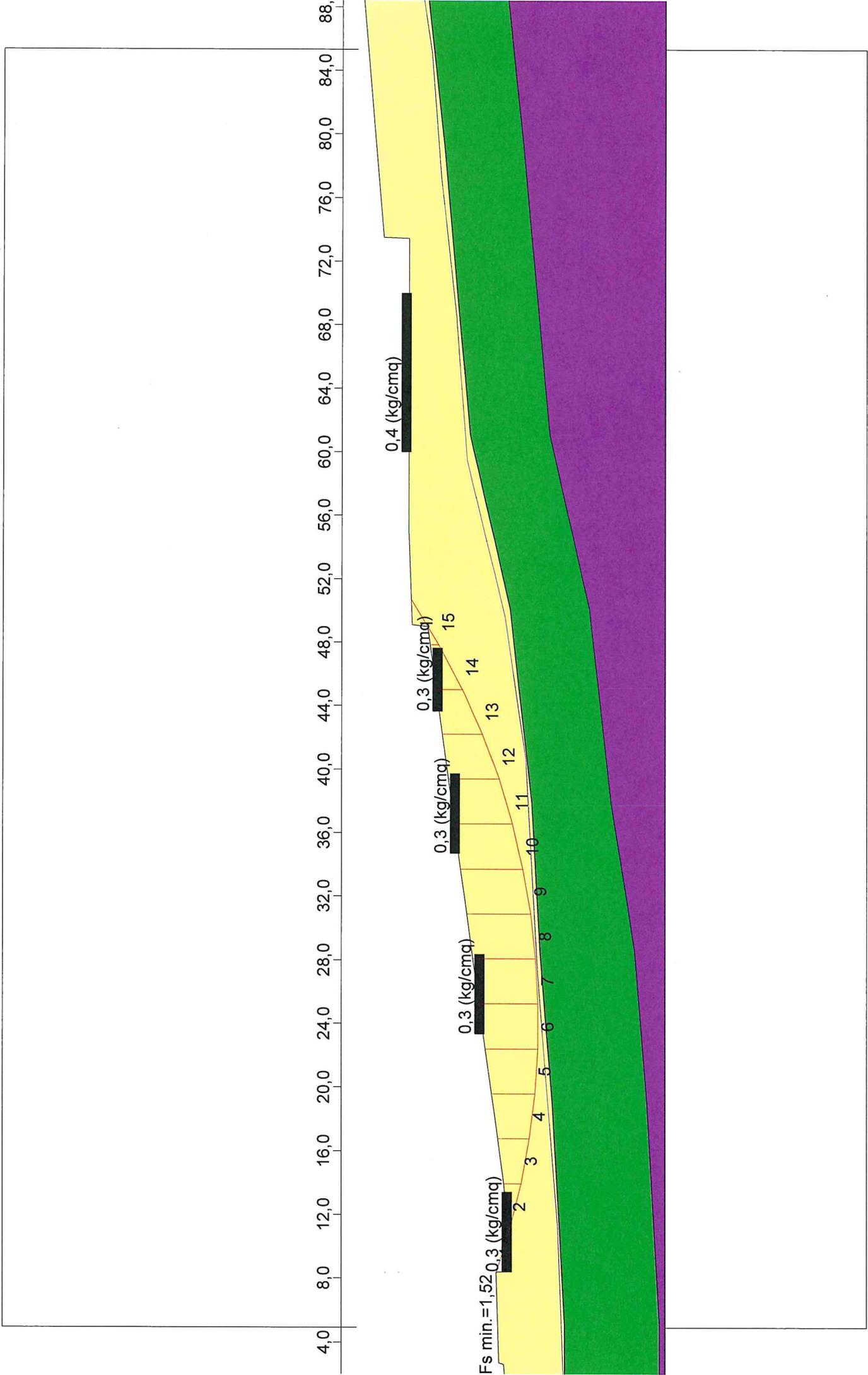
Carichi N= Carichi normali (kg) Carichi T= Carichi tangenziali (kg)

Phi= Angolo di resistenza al taglio (°) C= Coesione (kg/cmq)

Accelerazione sismica orizzontale (g):..... 0,22

Accelerazione sismica verticale (g):..... 0,11

Coefficiente beta.....:0,24



**Alberto Iotti Geologo**

C.F. TTILRT67S04F704I - P.IVA 02574710964

Località Castiglioni 56 Rufina Firenze

tel 3485844183 e-mail albertoiotti.ai@gmail.com

---

Comune di Pontassieve (Via S. Martino a Quona)

Indagine Down Hole



Esecutore:

Dott. Geol. Alberto Iotti

Committente:

Dott. Enrico Focardi

Giugno 2019

<b>1</b>	<b><u>INDAGINI SISMICHE</u></b>	<b><u>3</u></b>
1.1	INDAGINE DOWN HOLE	3
1.2	CONCLUSIONI	8
<b>2</b>	<b><u>ALLEGATI</u></b>	<b><u>9</u></b>
2.1	PUNTO DI INDAGINE	9

ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

## 1 Indagini sismiche

Per la caratterizzazione dei terreni dell'area da un punto di vista sismico è stata condotta su incarico del dott. Enrico Focardi una misura down hole in un sondaggio della lunghezza di 25 m, con prima misura a 24 m.

L'area è situata nel comune di Pontassieve in prossimità del cimitero della Misericordia. Il punto di indagine è ubicato come riportato in figura 1



*Figura 1 – Ubicazione del punto di indagine*

### 1.1 Indagine Down Hole

Il metodo downhole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro. La sonda, contenente il geofono a 5 componenti (una verticale e quattro orizzontali disposte ortogonalmente tra di loro a coppie), si fissa meccanicamente alle pareti del tubo all'interno del foro di sondaggio.

Tale tubo viene preventivamente reso solidale con le pareti del foro a mezzo di cementazione con opportune malte introdotte nell'intercapedine tra le pareti del foro e il tubo stesso.

Tale prospezione viene a determinare i parametri elastici del terreno, utilizzando onde S a polarizzazione orizzontale (SH) e onde P, quale componente delle onde trasmesse con una predisposta piastra di battuta ancorata al terreno mediante sovrapposizione di carico adeguato, e consente di qualificare i suoli nella profondità di investigazione e verificare la situazione stratigrafica tecnica con maggiore dettaglio. Le foto della figura 2 riporta nel dettaglio l'ubicazione del punto di misura

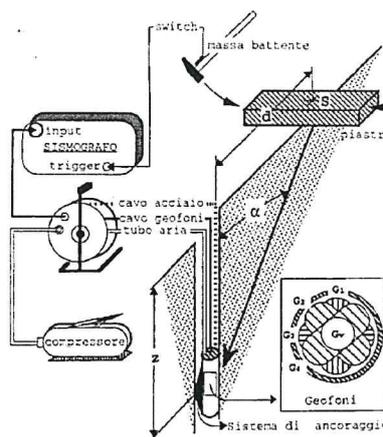


*Figura 2 Dettaglio Ubicazione del punto di misura*

L'apparato impiegato nell'indagine è costituito in un "geofono" tridimensionale dotato di sensori da 14 Hz, del diametro esterno di mm 52, della lunghezza complessiva di mm 700 della Sara electronic, connesso ad un sismografo della Seismic Source DaqLink III.

L'energizzazione è stata prodotta mediante massa battente di Kg 10 in caduta con movimento rotatorio sulla piastra di battuta. La direzione di impatto è perpendicolare alla direttrice energizzazione/perforo come illustrato nello schema di seguito riportato (Fig. 3).

Una preliminare analisi qualitativa dei dati, opportunamente filtrati mediante contrasto del segnale, attenuazione delle interferenze ed analisi di fase, ha permesso di determinare i tempi di arrivo delle onde prime e seconde ai sensori in foro, in corrispondenza delle successive postazioni di prova, programmate ad intervalli di m 1 da bocca foro con la prima rilevazione a 1.00 m di profondità.



**Figura 3 Schema di acquisizione down hole**

L'indagine sismica in foro ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine in categoria B ai sensi delle NTC 2018 (Tab. 1).

In base a quanto definito nelle NTC 2018 la categoria di suolo deve essere definita in funzione della velocità equivalente calcolata secondo l'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

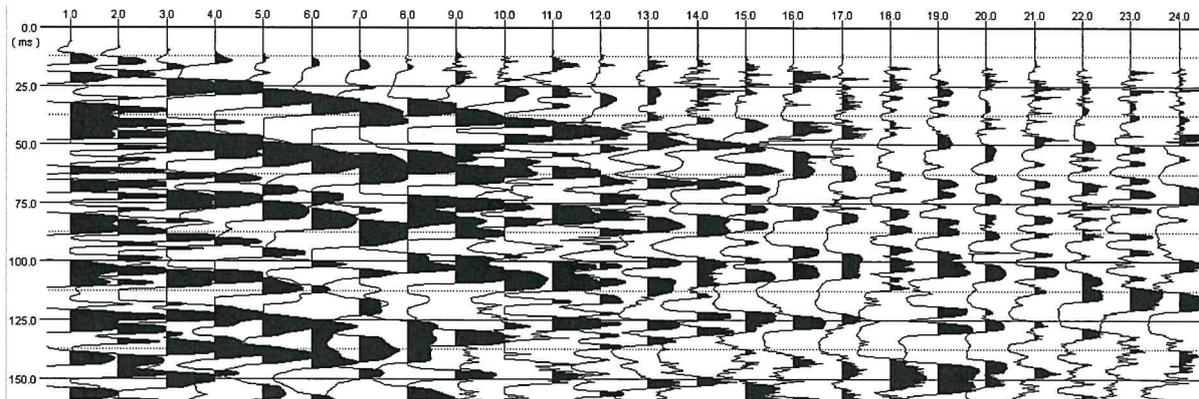
La tabella di figura 4 riporta le categorie di suolo come definite nelle NTC 2018.

Categoria	Caratteristiche della stratigrafia
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**Figura 4 - Tabella delle categorie di suolo NTC 2018**

La velocità  $V_e$ , per il terreno in esame è 427 m/s. È possibile considerare una categoria B di terreno.

In allegato sono riportati tutti i dati relativi ai tempi e le velocità ottenuti ad ogni metro dell'indagine. La figura 5 riporta le tracce registrate per le onde P per il punto di indagine.



*Figura 5 - Tracce onde p registrate*

Dall'indagine sismica effettuata geofisica può essere nell'area in esame, è stato possibile derivare i seguenti parametri dinamici, tenendo presente che la densità calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità delle onde compressionali P attraverso la relazione

$$\rho = 0.51 \cdot (V_p)^{0.19}$$

Modulo di taglio a piccole deformazioni ( $G_0$ )

$$G_0 = \rho \cdot (V_s)^2$$

Modulo di elasticità o di Young dinamico

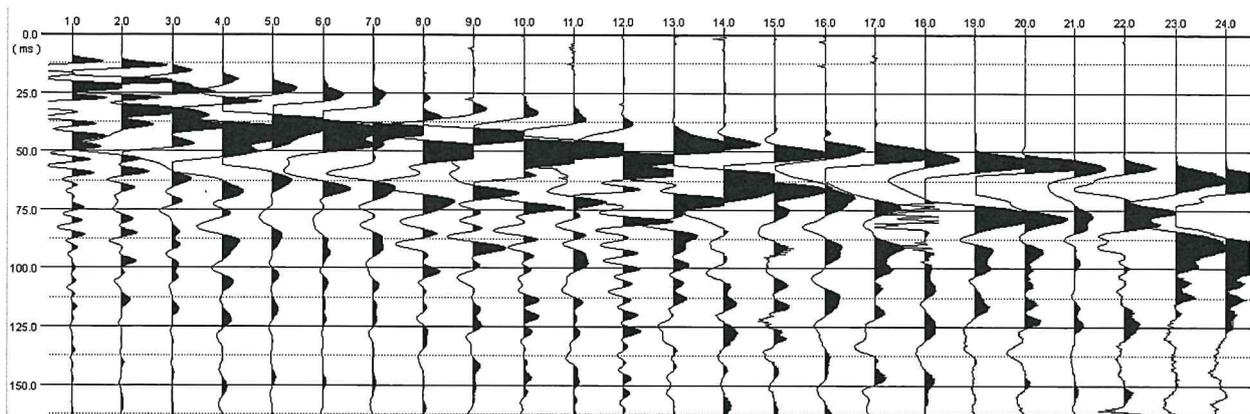
$$Ed = V_p^2 \cdot \rho \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)}$$

dove:

$V_p$  = velocità delle onde longitudinali

$\nu$  = modulo di Poisson

La figura 6 riporta le tracce registrate per le onde Sh nel punto di misura.



*Figura 6 - Tracce onde sh registrate*

Modulo di compressibilità o di bulk dinamico

$$Kd = \frac{2 \cdot G_0 \cdot (1 + \nu)}{3 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}$$

dove:

$G_0$  = modulo di taglio

$\nu$  = modulo di Poisson

Nella tabella 2 e 3 viene inoltre riportato il valore del Modulo di elasticità statico ( $E_s$ ) che deriva dalla seguente relazione sperimentale di Rzhevsky e Novik (1971)

$$Edin = 8.3(E_s) + 0.97$$

**Alberto Iotti Geologo**

C.F. TTILRT67S04F704I - P.IVA 02574710964

Località Castiglioni 56 Rufina Firenze

tel 3485844183 e-mail albertoiotti.ai@gmail.com

strato	prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	v	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	G0 (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (kg/cm <sup>2</sup> )	Kd (kg/cm <sup>2</sup> )	Es (kg/cm <sup>2</sup> )	R (t/s*m <sup>2</sup> )
h1	1	800	350	0.38	1816.17	2225	6148	8657	740.6	636
h2	2	600	255	0.39	1719.33	1114	3097	4695	373.0	438
h3	3	937	483	0.32	1871.40	4368	11519	10593	1387.8	904
h4	4	639	272	0.39	1740.30	1291	3588	5386	432.1	474
h5	5	582	234	0.40	1709.57	933	2618	4545	315.4	399
h6	6	853	342	0.40	1838.48	2152	6043	10510	728.0	629
h7	7	612	236	0.41	1725.98	963	2721	5177	327.7	408
h8	8	1109	349	0.44	1932.57	2359	6818	20639	821.3	675
h9	9	1275	400	0.45	1984.46	3174	9177	28047	1105.6	794
h10	10	1631	556	0.43	2079.29	6438	18466	46700	2224.7	1157
h11	11	1514	470	0.45	2050.21	4526	13096	40965	1577.7	963
h12	12	1726	580	0.44	2101.78	7080	20338	53141	2450.2	1220
h13	13	1328	399	0.45	1999.85	3181	9228	31044	1111.7	798
h14	14	1266	460	0.42	1981.56	4195	11946	26146	1439.2	912
h15	15	1908	528	0.46	2142.27	5983	17453	70002	2102.6	1132
h16	16	1796	495	0.46	2117.81	5199	15170	61379	1827.6	1049
h17	17	1956	612	0.45	2152.46	8068	23328	71604	2810.4	1318
h18	18	2101	477	0.47	2181.84	4966	14627	89669	1762.2	1041
h19	19	1782	478	0.46	2114.73	4825	14101	60739	1698.8	1010
h20	20	2686	714	0.46	2286.11	11656	34083	149383	4106.2	1632
h21	21	2629	715	0.46	2276.82	11634	33974	141844	4093.1	1628
h22	22	2666	715	0.46	2282.93	11687	34153	146712	4114.7	1633
h23	23	2702	716	0.46	2288.76	11718	34270	151514	4128.8	1638
h24	24	2644	716	0.46	2279.25	11701	34175	143704	4117.4	1633

**Tabella 2 - Parametri dinamici SNI.****1.2 Conclusioni**

In base alle indagini eseguite è possibile trarre le seguenti conclusioni:

L'indagine Down Hole mette in evidenza una crescita dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità. Il profilo di velocità delle onde di taglio indica nella profondità investigata un suolo di tipo B (ve compresa tra 360 e 800 m/s).

Dott. Alberto Iotti

N° 1438 Ordine dei Geologi della Regione Toscana



## 2 Allegati

### 2.1 Punto di indagine

Diagramma Velocità – Profondità

