




# LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE GOLENALI DEL FIUME SEVESO NEI COMUNI DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ *CIG 78332878EB - CUP B87B1500018003*

## PROGETTO ESECUTIVO

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>					
<b>RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE:</b> Dott. Ing. Denis Cerlini  <b>PROGETTAZIONE AMBIENTALE AGRONOMICA E FORESTALE:</b> Dott. Giordano Fossi Dott. Ing. Giuliano Trentini  <b>CONSULENZA GEOTECNICA:</b> Dott. Geol. Roberto Previati			<b>PROGETTAZIONE IDRAULICA GEOTECNICA E STRUTTURALE:</b> Dott. Ing. Alessandro Balbo Dott. Ing. Marco Belicchi Dott. Ing. Giacomo Galimberti  <b>GEOLOGIA:</b> Dott. Geol. Pietro Breviglieri Dott. Geol. Efrem Ghezzi		
			<b>SCALA:</b>		
			<b>ELABORATO:</b>  <div style="font-size: 2em; text-align: center;">SVS 3.04</div>		
 <b>STUDIO MAJONE INGEGNERI ASSOCIATI</b> Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022			<div style="text-align: center;">  <b>BIOS-IS S.r.l.</b> </div> <div style="text-align: center;">  <b>STUDIO IDROGEOTECNICO</b> </div>		
			Novembre 2019		

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CONTESTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>7</b>
4.1	INDAGINI DI PD .....	7
4.1.1	<i>Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH .....</i>	<i>7</i>
4.1.2	<i>Indagini sismiche MASW.....</i>	<i>8</i>
4.1.3	<i>Pozzetti esplorativi.....</i>	<i>9</i>
4.1.4	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	<i>9</i>
4.1.5	<i>Prove infiltrometriche a doppio anello .....</i>	<i>11</i>
4.2	INDAGINI DI PE .....	11
4.2.1	<i>Sondaggio geognostico .....</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Prove penetrometriche dinamiche SPT.....</i>	<i>12</i>
4.2.3	<i>Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH .....</i>	<i>13</i>
<b>5</b>	<b>PROVE DI LABORATORIO .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>18</b>
6.1	PRINCIPI E METODI.....	18
6.2	UNITÀ INDIVIDUATE E PARAMETRI CARATTERISTICI .....	22
6.2.1	<i>Aree 1 e 2.....</i>	<i>24</i>
6.2.2	<i>Area 3.....</i>	<i>29</i>
6.2.3	<i>Area 4.....</i>	<i>34</i>
6.2.4	<i>Area 5.....</i>	<i>39</i>
6.2.5	<i>Area 6.....</i>	<i>44</i>
<b>7</b>	<b>SISMICITÀ.....</b>	<b>49</b>
7.1	SISMICITÀ STORICA E CONTESTO GEODINAMICO .....	49
7.2	SCUOTIMENTO SISMICO DI BASE AL BEDROCK .....	55
7.3	ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE DI II LIVELLO .....	59
7.3.1	<i>Determinazione della categoria sismica di sottosuolo .....</i>	<i>60</i>
7.3.2	<i>Individuazione della scheda di valutazione semplificata.....</i>	<i>63</i>
7.3.3	<i>Calcolo del periodo proprio di sito.....</i>	<i>65</i>
7.3.4	<i>Calcolo del fattore di amplificazione locale .....</i>	<i>66</i>
7.3.5	<i>Confronto tra i valori calcolati ed i valori di soglia comunale .....</i>	<i>69</i>
7.4	ANALISI DI SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE.....	70
7.5	DETERMINAZIONE DELLE AZIONI SISMICHE DI PROGETTO .....	73
7.5.1	<i>Aree golenali 1, 2, 3, 5 e 6.....</i>	<i>76</i>

7.5.2	Area golenale 4 .....	79
<b>8</b>	<b>ANALISI DI STABILITÀ DEI RILEVATI ARGINALI.....</b>	<b>84</b>
8.1	PARAMETRI GEOTECNICI .....	85
8.2	CODICE DI CALCOLO.....	88
8.3	RISULTATI .....	89
8.3.1	Area 2 – Argine interno - Condizioni statiche .....	90
8.3.2	Area 2 – Argine esterno - Condizioni statiche .....	94
8.3.3	Area 2 – Argine interno - Condizioni sismiche.....	97
8.3.4	Area 2 – Argine esterno - Condizioni sismiche.....	99
8.3.5	Area 4 – Argine interno - Condizioni statiche .....	102
8.3.6	Area 4 – Argine esterno - Condizioni statiche .....	106
8.3.7	Area 4 – Argine interno - Condizioni sismiche.....	109
8.3.8	Area 4 – Argine esterno - Condizioni sismiche.....	111
<b>9</b>	<b>ANALISI DI FILTRAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI.....</b>	<b>114</b>
9.1	CRITERIO DI VERIFICA .....	114
9.2	CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO .....	115
9.3	SCELTA DELLE SEZIONI DI VERIFICA.....	116
9.4	COEFFICIENTI DI PERMEABILITÀ.....	116
9.5	CONDIZIONI IDRODINAMICHE DI RIFERIMENTO .....	117
9.6	RISULTATI OTTENUTI E VERIFICHE AL SIFONAMENTO.....	117
9.6.1	Area golenale 1 .....	118
9.6.2	Area golenale 2 .....	120
9.6.3	Area golenale 3 .....	122
9.6.4	Area golenale 4 .....	123
9.6.5	Area golenale 5 .....	125
9.6.6	Area golenale 6 .....	127
<b>10</b>	<b>ANALISI TENSIODEFORMATIVA .....</b>	<b>128</b>
<b>11</b>	<b>BONIFICA DEI TERRENI DI SOTTOFONDO.....</b>	<b>132</b>
<b>12</b>	<b>RIUTILIZZO DELLE TERRE DI SCAVO PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI</b>	
	.....	137

#### ALLEGATI:

- All.1. Report indagini geotecniche e geofisiche di PD
- All.2. Report indagini geotecniche di PE
- All.3. Prove penetrometriche dinamiche – Interpretazione geotecnica
- All.4. Prove SPT – Interpretazione Geotecnica

**Tavola SVS 3.04/001 Sezioni geotecniche (scala 1: 2.000/200)**

## 1 PREMESSA

La presente relazione concerne la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione delle opere in terra e dei manufatti previsti nell'ambito della progettazione esecutiva delle Aree golenali del Torrente Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù, e l'esecuzione delle analisi di stabilità e di filtrazione dei rilevati arginali in progetto. La relazione non comprende le verifiche geotecniche delle fondazioni dei manufatti in progetto che sono trattate in elaborati separati.

Gli interventi in progetto, inseriti in un quadro pianificatorio più ampio, che riguarda la messa in sicurezza dell'asta del fiume Seveso e della città di Milano, prevedono la realizzazione di 6 aree di laminazione "golenale" con funzionamento in derivazione, che si localizzano nelle attuali aree di allagamento naturale; le opere in progetto riguardano in particolare la creazione di arginature e di manufatti di sfioro che permettono un'ottimizzazione della laminazione delle portate lungo il torrente.

Ai sensi del D.M. 17/01/18 le nuove opere in progetto rientrano nella tipologia di costruzione 2 – Costruzioni con livelli di prestazione ordinari – e sono caratterizzate da una vita nominale  $V_N = 50$  anni; con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in occasione di eventi sismici nella seguente tabella si riportano le Classi d'Uso, i corrispondenti valori del coefficiente di utilizzo  $C_U$  ed il periodo di riferimento per la determinazione delle azioni sismiche  $V_R$  per le diverse opere in progetto.

<b>Area Golenale</b>	<b>Classe d'uso</b>	<b><math>C_U</math></b>	<b><math>V_R</math></b>
<b>4</b>	<b>III</b>	<b>1.5</b>	<b>75</b>
<b>1-2-3-5-6</b>	<b>II</b>	<b>1.0</b>	<b>50</b>

Tabella 1 – parametri sismici strutture

Con riferimento alla Circolare Regionale 29 luglio 2019 n° 9 le opere in progetto relative alle aree golenali 1, 2, 3, 5 e 6 si qualificano come *interventi di minore rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità*, mentre le opere relative all'area golenale 4 si qualificano come *interventi rilevanti nei riguardi della pubblica incolumità*: poiché tutti i territori comunali in cui si inseriscono le opere in progetto sono classificati in zona sismica 4 è in ogni caso



sufficiente la comunicazione di deposito della pratica sismica all'amministrazione comunale competente prima dell'inizio dei lavori senza necessità di preventiva autorizzazione sismica.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Tutte le verifiche geotecniche di cui al presente documento sono state condotte in accordo alla seguente normativa di riferimento:

- [1] Circolare 21.01.19 n° 7 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.18.
- [2] D.M. Infrastrutture e trasporti 17.01.18 – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- [3] Circolare 02.02.09 n°617 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.08.
- [4] D.M. Infrastrutture e trasporti 14.01.08 – Norme tecniche per le costruzioni.
- [5] Circolare Regione Lombardia 29.07.19 n° 9 – Profili applicativi in materia di opere o costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche ci cui alla l.r. 33/2015 a seguito dell'entrata in vigore della l. 55/2019
- [6] D.d.u.o. 22.05.19 n° 7237 – Aggiornamento del D.d.u.o. 21.11.13 n° 19904
- [7] D.d.u.o. 28.11.2018 n. 17589 - Aggiornamento della modulistica approvata dalla D.G.R. 30 marzo 2016 n. X/5001 “Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica”
- [8] D.G.R. 30.03.2016 – n° X/5001 – Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materi sismica.
- [9] L.R. 12.10.2015 n° 33 – Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche.
- [10] D.G.R. 11.07.2014 – n° X/2129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia.
- [11] D.d.u.o. 21.11.13 n° 19904 – Approvazione elenco delle tipologie degli edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso in attuazione della D.G.R. n° 19964 del 7.11.03
- [12] D.G.R. 30.11.2011 n° IX/2616 – Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio.

### **3 CONTESTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

Le opere in progetto si inseriscono in un ambito geomorfologico strettamente condizionato dall'azione morfodinamica esercitata dal T. Seveso nel corso della sua evoluzione che si configura come una piana alluvionale con deboli ondulazioni limitata lateralmente da terrazzi di erosione articolati in diversi ordini che danno luogo ad un dislivello complessivo di diverse decine di metri. Dal punto di vista litologico i terreni che costituiscono la piana valliva sono rappresentati prevalentemente da termini di natura limoso-sabbiosa, presenti nei livelli più superficiali, associati in profondità a sabbie e ghiaie con grado di alterazione da scarso a medio localmente da debolmente cementati a cementati a profondità superiori ai 6÷10 m da p.c.; mediamente lo spessore dei terreni fini a ridotta permeabilità è pari a 0.5÷2 m.

Per quanto attiene gli aspetti idrogeologici si segnala una differenziazione idrogeologica tra le vasche 1 e 2 e le vasche 3÷6.

In corrispondenza delle vasche più a N è infatti presente un acquifero superficiale, caratterizzato da soggiacenza variabile da 3 a 5÷6 m, di buone potenzialità captato a scopo potabile dai pozzi Molini Bernardelli di Cantù.

In corrispondenza delle vasche centro meridionali invece generalmente la soggiacenza dell'acquifero principale è pari a circa 30 m da p.c.; anche se, localmente, è possibile il rinvenimento di livelli acquiferi sospesi al di sopra di orizzonti cementati a partire dalla profondità di 4÷5 m da p.c. (vasca 3 e vasca 6).

## 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per l'acquisizione dei parametri geotecnici necessari allo sviluppo progettuale, in sede di progettazione definitiva è stata programmata e condotta una specifica campagna di indagini in sito e prove di laboratorio, integrata da una ulteriore campagna di indagini in sito integrative condotta nella presente fase di approfondimento esecutivo, comprendente le attività di seguito sinteticamente descritte ed i cui risultati sono riportati per esteso negli specifici rapporti tecnici di indagine a cui senz'altro si rimanda per ogni approfondimento. L'ubicazione planimetrica di tutte le indagini eseguite è mostrata nella tavola SVS 3.03/003.

### 4.1 Indagini di PD

#### 4.1.1 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

In sede di progettazione definitiva nell'area di progetto sono state eseguite complessivamente n. 11 prove penetrometriche dinamiche; le prove sono state condotte senza impiego di rivestimento con attrezzatura DPSH avente le seguenti caratteristiche:

- Massa maglio: 63.5 kg
- Massa testa di battuta: 0.7 kg
- Altezza di caduta: 750 mm
- Massa delle aste: 6 kg/m
- Lunghezza aste: 1 m
- Diametro aste: 32 mm
- Diametro cono: 50.5 mm
- Area di base cono: 20 cm<sup>2</sup>
- Angolo di apertura: 90°
- Penetrazione unitaria: 20 cm

Le prove hanno incontrato rifiuto alla penetrazione a profondità comprese tra 5.0 e 9.0 m da p.c. come mostrato nella seguente tabella.

Area golenale	Prova	Profondità rifiuto da p.c. [m]	Soggiacenza falda superficiale da p.c. [m]
1-2	DPSH1	8.6	3.6
	DPSH2	5.2	3.8
	DPSH3	7.2	6.4
3	DPSH4	8.2	-
	DPSH5	5.2	3.4
4	DPSH6	5.0	-
	DPSH7	6.4	-
5	DPSH8	8.2	-
	DPSH11	6.2	-
6	DPSH9	8.8	4.0
	DPSH10	9.0	5.2

*Tabella 2 – Prove penetrometriche dinamiche di PD*

I risultati delle prove condotte sono mostrati nel rapporto di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**)

#### 4.1.2 Indagini sismiche MASW

In sede di progettazione definitiva nell'area di progetto sono state eseguite complessivamente n. 5 indagini sismiche di superficie con metodologia MASW, finalizzate all'acquisizione della stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  ed alla individuazione della categoria sismica dei terreni di fondazione ai sensi del DM 17/01/18; tutte le prospezioni eseguite, i cui risultati sono riportati nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**) hanno individuato il bedrock sismico, caratterizzato da velocità delle onde di taglio superiori ad 800 m/s, a profondità comprese tra 5.5 e 14.0 da p.c. come mostrato nella seguente tabella

Area golenale	MASW	Profondità bedrock [m da p.c.]	$V_s$ bedrock [m/s]	$V_s$ copertura [m/s]	Categoria sismica di sottosuolo
1-2	MASW1	14.0	1504	234	E
3	MASW2	5.5	1264	160	E
4	MASW3	8.4	1411	263	E
5	MASW4	9.4	890	260	E
6	MASW5	7.3	938	215	E

Tabella 3 – Indagini sismiche MASW

#### 4.1.3 Pozzetti esplorativi

In sede di progettazione definitiva nell'area di progetto sono stati eseguiti n. 6 pozzetti esplorativi a mezzo di escavatore a braccio rovescio finalizzati al rilievo diretto della stratigrafia dei terreni, al prelievo di campioni rimaneggiati per l'esecuzione di analisi di identificazione geotecnica in laboratorio, all'esecuzione di prove di carico su piastra per la determinazione del modulo di deformabilità dei terreni di sottofondo delle opere in progetto ed alla esecuzione di prove infiltrometriche a doppio anello per la determinazione dei parametri di conducibilità idraulica dei terreni.

Sono inoltre stati condotti n. 48 pozzetti esplorativi per la caratterizzazione ambientale dei terreni oggetto di scavo.

Le stratigrafie rilevate all'interno dei pozzetti esplorativi sono mostrate nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**).

#### 4.1.4 Prove di carico su piastra

All'interno dei 6 pozzetti esplorativi geotecnici sono state condotte complessivamente n° 6 prove di carico su piastra utilizzando una piastra circolare del diametro di 300 mm progressivamente caricata a mezzo di un martinetto azionato da una pompa oleodinamica manuale munita di manometro per il controllo del carico applicato e contrastato da un mezzo d'opera. La sequenza di carico adottata per l'esecuzione delle prove è mostrata nella seguente tabella.

<i>sequenza di carico</i> [kPa]	<i>intervallo di carico</i> <i>per il calcolo di <math>M_D</math></i> [kPa]
50 - 100 - 150 – 200 - 50 - 100 - 150	50 - 150

*Tabella 4 – Prove di carico su piastra – sequenza di carico*

I risultati delle prove condotte sono riportati per esteso nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**), mentre di seguito si mostra una sintesi dei risultati ottenuti in termini di modulo di deformazione al primo ed al secondo ciclo di carico e di rapporto tra i due moduli.

<i>Area</i> <i>golenale</i>	<i>Prova</i>	<i>Profondità</i> [m da p.c.]	$M_{D1}$ [MPa]	$M_{D2}$ [MPa]	$M_{D2}/M_{D1}$ [-]
1	PZ1	0.3	12.782	49.180	3.8
2	PZ2a	0.3	18.633	92.879	5.0
3	PZ3	0.3	3.069	18.115	5.9
4	PZ4	0.3	8.094	44.313	5.5
5	PZ5	0.3	7.806	20.548	2.6
6	PZ6	0.3	13.489	29.013	2.1

*Tabella 5 – Prove di carico su piastra - Risultati*

I risultati delle prove condotte mostrano valori di modulo di deformazione al secondo ciclo di carico sempre superiori al valore limite di 15 MPa definito nella norma UNI 11531-1:2014; pertanto, anche se al primo ciclo di carico si sono ottenuti valori inferiori al limite suddetto, ad eccezione della prova PZ2a, si ritiene che adeguati valori di portanza possano essere ottenuti mediante le usuali operazioni di costipamento, senza necessità di interventi di bonifica oltre allo scotico della coltre vegetale.



#### 4.1.5 Prove infiltrometriche a doppio anello

In corrispondenza dell'area di imposta delle vasche in progetto sono state eseguite n° 6 prove infiltrometriche a doppio anello per la determinazione del coefficiente di permeabilità dei terreni superficiali.

I risultati delle prove condotte sono riportati per esteso nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **All.1**), mentre di seguito si mostra una sintesi dei risultati ottenuti in termini di velocità di infiltrazione a regime e di conducibilità idraulica, calcolata dagli scriventi in accordo alla norma UNI-EN-ISO 22282-5:2012.

Area golenale	Prova	Profondità [m da p.c.]	Velocità di infiltrazione [mm/min]	Conducibilità idraulica $k$ [m/s]
1	PZ1	1.0	0.90	$1.35 \cdot 10^{-5}$
2	PZ2a	1.0	0.10	$1.08 \cdot 10^{-6}$
3	PZ3	1.0	1.30	$1.50 \cdot 10^{-5}$
4	PZ4	1.0	1.50	$2.45 \cdot 10^{-5}$
5	PZ5	1.0	0.60	$8.85 \cdot 10^{-6}$
6	PZ6	1.0	0.30	$4.20 \cdot 10^{-6}$

Tabella 6 – Prove infiltrometriche - Risultati

## 4.2 Indagini di PE

### 4.2.1 Sondaggio geognostico

Per la definizione di dettaglio della stratigrafia e dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione del nuovo ponte sul Torrente Seveso in progetto all'interno dell'area golenale 1 è stato condotto un sondaggio a carotaggio continuo, denominato SG-E01 spinto alla profondità di 20 m da p.c., con esecuzione di prove di resistenza alla penetrazione standard SPT ogni 1.5 m di avanzamento. Il sondaggio è stato condotto a secco, con impiego di acqua chiara per il solo avanzamento dei rivestimenti, impiegando un carotiere semplice di diametro pari a 101 mm seguito da rivestimento metallico di diametro pari a 127 mm per il sostegno delle pareti del foro. Al termine della perforazione il foro è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto da 3", fenestrato tra 3 e 14 m di profondità e cieco nei tratti 0÷3 e

14÷20 m. La stratigrafia dei terreni attraversati nel corso della perforazione e la relativa documentazione fotografica sono riportate per esteso nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.2**).

#### 4.2.2 Prove penetrometriche dinamiche SPT

Durante l'esecuzione del sondaggio geognostico SG-E01 sono state eseguite complessivamente n° 91 prove penetrometriche dinamiche SPT. L'attrezzatura impiegata ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- testa di battuta in acciaio avvitata su aste  $\varnothing = 51$  mm;
- altezza di caduta del maglio = 75 cm;
- peso del maglio = 63,5 kg.

I risultati delle prove SPT sono riportati a lato della stratigrafia di **AII.2** e sono sintetizzati nella seguente tabella.

<i>Prova</i>	<i>Profondità [m da p.c.]</i>	<i>N<sub>SPT</sub> [colpi/30cm]</i>
1	1.5	37
2	3.0	21
3	4.5	Rif
4	6.0	Rif
5	7.5	30
6	9.0	24
7	10.5	41
8	12.0	41
9	13.5	53
10	15.0	60
11	16.5	Rif
12	18.0	Rif
13	19.5	Rif

*Tabella 7 – Prove SPT – Risultati*

#### 4.2.3 Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

In corrispondenza delle principali opere previste in progetto sono state condotte complessivamente n. 12 prove penetrometriche dinamiche; le prove sono state condotte senza impiego di rivestimento con attrezzatura DPSH avente le seguenti caratteristiche:

- Massa maglio: 73 kg
- Massa testa di battuta: 0.7 kg
- Altezza di caduta: 750 mm
- Massa delle aste: 5.1 kg/m
- Lunghezza aste: 1.5 m
- Diametro aste: 32 mm
- Diametro cono: 50.5 mm
- Area di base cono: 20 cm<sup>2</sup>
- Angolo di apertura: 60°
- Penetrazione unitaria: 30 cm

Le prove hanno incontrato rifiuto alla penetrazione a profondità comprese tra 5.4 e 9.6 m da p.c. come mostrato nella seguente tabella.

Area golenale	Prova	Profondità rifiuto da p.c. [m]	Soggiacenza falda superficiale da p.c. [m]
1-2	DPSH-E01	6.9	n.r.
	DPSH-E02dx	5.4	n.r.
	DPSH-E02sx	9.6	n.r.
	DPSH-E03	7.2	n.r.
	DPSH-E04	6.6	n.r.
3	DPSH-E05	8.4	n.r.
4	DPSH-E07	8.7	n.r.
	DPSH-E08	6.9	n.r.

5	DPSH-E09	7.5	n.r.
6	DPSH-E10	6.9	n.r.
	DPSH-E11	7.2	n.r.

*Tabella 8 – Prove penetrometriche dinamiche di PE*

I risultati delle prove condotte sono mostrati nel rapporto di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.2**)

## 5 PROVE DI LABORATORIO

Sui campioni rimaneggiati prelevati durante la campagna di indagini geognostiche condotta in sede di progettazione definitiva sono state programmate ed eseguite analisi geotecniche di laboratorio finalizzate alla identificazione geotecnica dei terreni campionati.

In particolare le prove sono consistite in:

- esecuzione di analisi granulometriche per setacciatura sulla frazione granulometrica trattenuta al setaccio ASTM n° 200;
- esecuzione di analisi granulometriche per sedimentazione sulla frazione granulometrica passante al setaccio ASTM n° 200;
- determinazione dei limiti di consistenza sulla frazione passante al setaccio ASTM n° 40;

I risultati delle analisi condotte sono mostrati nel report di indagine allegato al presente documento (cfr. **AII.1**), mentre di seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

Area golenale	Campione	Profondità [m da p.c.]	Analisi granulometrica (% ASTM D2487)				Limiti di consistenza		
			Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	LL	LP	IP
1	PZ1-1	0.5÷0.7	2.21	<b>55.66</b>	30.77	11.36	46	31	15
	PZ1-2	1.2÷1.5	0.00	<b>68.77</b>	21.80	9.44	29	22	7
2	PZ2a-1	0.5÷0.7	11.67	33.43	<b>41.50</b>	13.38	44	31	13
	PZ2a-2	1.6÷1.8	0.14	<b>71.22</b>	18.35	10.29	34	25	9
3	PZ3-1	0.5÷0.7	0.15	36.39	<b>42.23</b>	21.23	42	28	14
	PZ3-2	1.2÷1.5	0.08	16.74	<b>60.16</b>	23.02	39	24	15
4	PZ4-1	0.5÷0.7	5.43	<b>47.56</b>	32.36	14.65	28	20	8
	PZ4-2	1.2÷1.5	19.25	<b>76.25</b>	3.09	1.40	ND	NP	NP
5	PZ5-1	0.5÷0.7	0.00	32.02	<b>51.21</b>	16.67	33	22	11
	PZ5-2	1.2÷1.5	0.00	36.32	<b>43.83</b>	19.85	29	20	9
6	PZ6-1	0.5÷0.7	3.69	<b>57.16</b>	24.40	14.76	26	NP	NP
	PZ6-2	1.2÷1.5	1.28	<b>60.96</b>	25.99	11.77	21	NP	NP

Tabella 9 – Prove di laboratorio - Risultati

I risultati delle analisi di laboratorio hanno permesso di classificare i terreni in esame secondo la classificazione *ASTM D 2487-93* e secondo la classificazione *UNI 11531-1-2014*, riportate nel seguito per esteso.

Area golenale	Campione	Profondità [m da p.c.]	Classificazione ASTM D2487	
			CLASSE	Definizione
1	PZ1-1	0.5÷0.7	<b>SM</b>	Sabbia limosa
	PZ1-2	1.2÷1.5	<b>SC-SM</b>	Sabbia limoso-argillosa
2	PZ2a-1	0.5÷0.7	<b>ML</b>	Limo sabbioso
	PZ2a-2	1.6÷1.8	<b>SM</b>	Sabbia limosa
3	PZ3-1	0.5÷0.7	<b>ML</b>	Limo sabbioso
	PZ3-2	1.2÷1.5	<b>ML</b>	Limo con sabbia
4	PZ4-1	0.5÷0.7	<b>SC</b>	Sabbia argillosa
	PZ4-2	1.2÷1.5	<b>SW</b>	Sabbia ben gradata con ghiaia
5	PZ5-1	0.5÷0.7	<b>CL</b>	Argilla sabbiosa non plastica
	PZ5-2	1.2÷1.5	<b>CL</b>	Argilla sabbiosa non plastica
6	PZ6-1	0.5÷0.7	<b>SM</b>	Sabbia limosa
	PZ6-2	1.2÷1.5	<b>SM</b>	Sabbia limosa

Tabella 10 – Classificazione geotecnica ASTM D2487

Area golenale	Campione	Profondità [m da p.c.]	Classificazione UNI 11531	
			CLASSE	Definizione
1	PZ1-1	0.5÷0.7	<b>A7-5</b>	Argilla molto compressibile e mediamente plastica
	PZ1-2	1.2÷1.5	<b>A2-4</b>	Sabbia limosa
2	PZ2a-1	0.5÷0.7	<b>A7-5</b>	Argilla molto compressibile e mediamente plastica
	PZ2a-2	1.6÷1.8	<b>A2-4</b>	Sabbia limosa
3	PZ3-1	0.5÷0.7	<b>A7-6</b>	Argilla molto compressibile e molto plastica
	PZ3-2	1.2÷1.5	<b>A6</b>	Argilla poco compressibile

4	PZ4-1	0.5÷0.7	<b>A4</b>	Limo poco compressibile
	PZ4-2	1.2÷1.5	<b>A1-b</b>	Sabbia grossa
5	PZ5-1	0.5÷0.7	<b>A6</b>	Argilla poco compressibile
	PZ5-2	1.2÷1.5	<b>A4</b>	Limo poco compressibile
6	PZ6-1	0.5÷0.7	<b>A2-4</b>	Sabbia limosa
	PZ6-2	1.2÷1.5	<b>A2-4</b>	Sabbia limosa

*Tabella 11 – Classificazione geotecnica UNI 11531*



## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 Principi e metodi

I parametri geotecnici dei terreni indagati, data la natura prevalentemente granulare dei materiali attraversati, sono stati ottenuti indirettamente, mediante correlazioni empiriche, a partire dai risultati delle prove penetrometriche dinamiche e delle prove SPT eseguite nell'area.

In particolare, per ciò che riguarda l'elaborazione dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche si è dapprima provveduto alla conversione dei valori misurati ( $N_{20}$  e  $N_{30}$ ) in valori di resistenza penetrometrica standard ( $N_{SPT}$ ) a mezzo delle seguenti correlazioni, la cui validità è stata verificata localmente nell'area del sondaggio SG-E01 come mostrato di seguito graficamente:

$$N_{SPT} = 2 N_{20}$$

$$N_{SPT} = 1.15 N_{30}$$

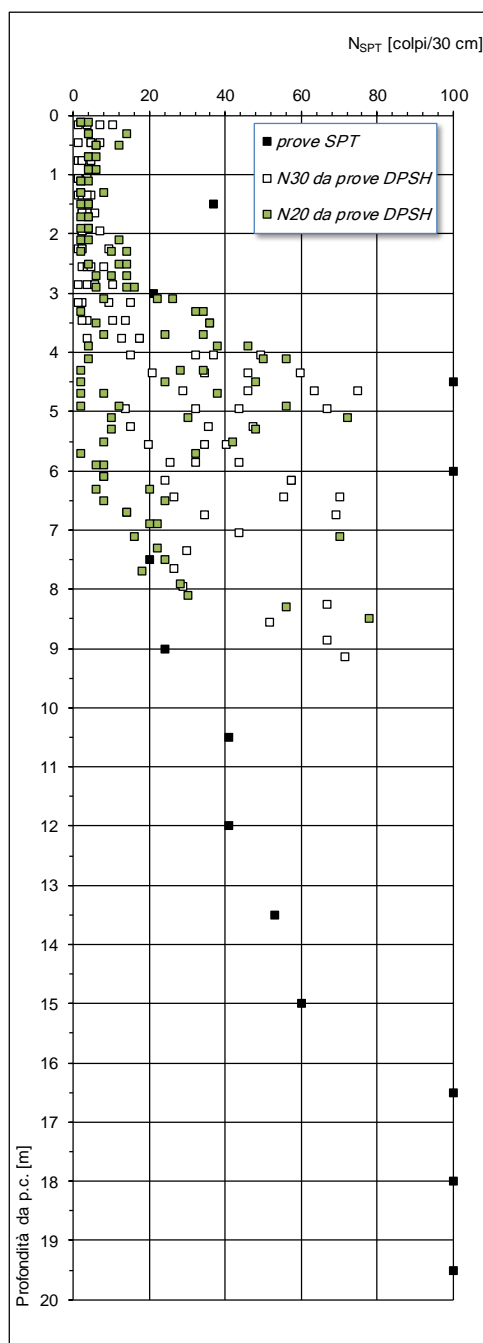


Figura 1 – Correlazione  $N_{SPT}/N_{20}$ ,  $N_{30}$

A partire dai valori di  $N_{SPT}$  così ottenuti, sono stati ricavati i valori di  $N_{SPT}$  corretti in funzione del confinamento laterale ( $N_1$ ), i valori di densità relativa e angolo di attrito dei terreni, i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio ed il modulo di elasticità.

I valori di  $N_1$  sono stati ottenuti a partire dai valori di  $N_{SPT}$  sulla base della seguente equazione:

$$N_1 = N_{SPT} / \sigma'_{vo}{}^{0.56} \quad [\text{Jamiołkowski et al., 1985}]$$

La densità relativa è stata calcolata a partire dai valori di  $N_1$  in accordo alle seguenti equazioni ricavate dall'analisi di numerose evidenze sperimentali [Skempton, 1986]:

$$Dr = [ (N_1)_{60} / (71.7 * (N_1)_{60}^{-0.056}) ]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} > 8$$

$$Dr = [ (N_1)_{60} / (296.6 * (N_1)_{60}^{-0.728}) ]^{0.5} \quad \text{per } (N_1)_{60} \leq 8$$

dove  $(N_1)_{60} = N_1$  in base a considerazioni relative al rendimento medio dell'attrezzatura impiegata per le prove SPT e pari a circa il 60%

L'angolo di attrito dei terreni investigati è stato determinato sulla base dei valori di densità relativa e della natura dei terreni attraversati, in accordo alla procedura US NAVY - NAV FAC DM7 - 1982.

I parametri di deformabilità dei terreni sono stati ottenuti a partire dai valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  ricavati indirettamente dai valori di resistenza alla penetrazione standard  $N_{SPT}$  attraverso la correlazione di *Yoshida et alii* (1988):

$$V_s = 55 * N_{SPT}^{0.25} * \sigma'_{vo}{}^{0.14}$$

dove:

$\sigma'_{vo}$  = tensione geostatica efficace

I valori di  $V_s$  così ottenuti sono stati confrontati ed integrati in profondità con la stratigrafia di propagazione delle onde di taglio ricavata a mezzo delle indagini geofisiche ad onde di superficie MASW disponibili.

A partire dai valori di  $V_s$  ottenuti sono stati quindi calcolati i valori di modulo di elasticità iniziale  $E_i$  dalle relazioni  $G_i = \rho \cdot V_s^2$  (dove  $G_i$  rappresenta il modulo di taglio iniziale e  $\rho$  la densità del terreno) e  $E_i = G_i \cdot 2 (1 + \mu)$ , dove  $\mu$  è il coefficiente di Poisson del terreno. Dai

valori di  $E_i$  sono quindi stati ricavati, sulla base delle curve di decadimento del modulo di elasticità in funzione della deformazione, i moduli di elasticità drenati presentati nello schema delle pagine seguenti; in particolare il valore del modulo operativo è stato ricavato sulla base del rapporto  $E_i / E = 10$  per i valori di deformazione di riferimento. Poiché il decadimento del modulo dal valore iniziale al valore operativo dipende fortemente dall'entità della deformazione a taglio, legata al tipo di intervento, come mostrato nella figura di seguito riportata, la scelta del valore operativo dovrà essere condotta sulla base dell'entità della deformazione di taglio attesa, funzione del tipo di problema analizzato.

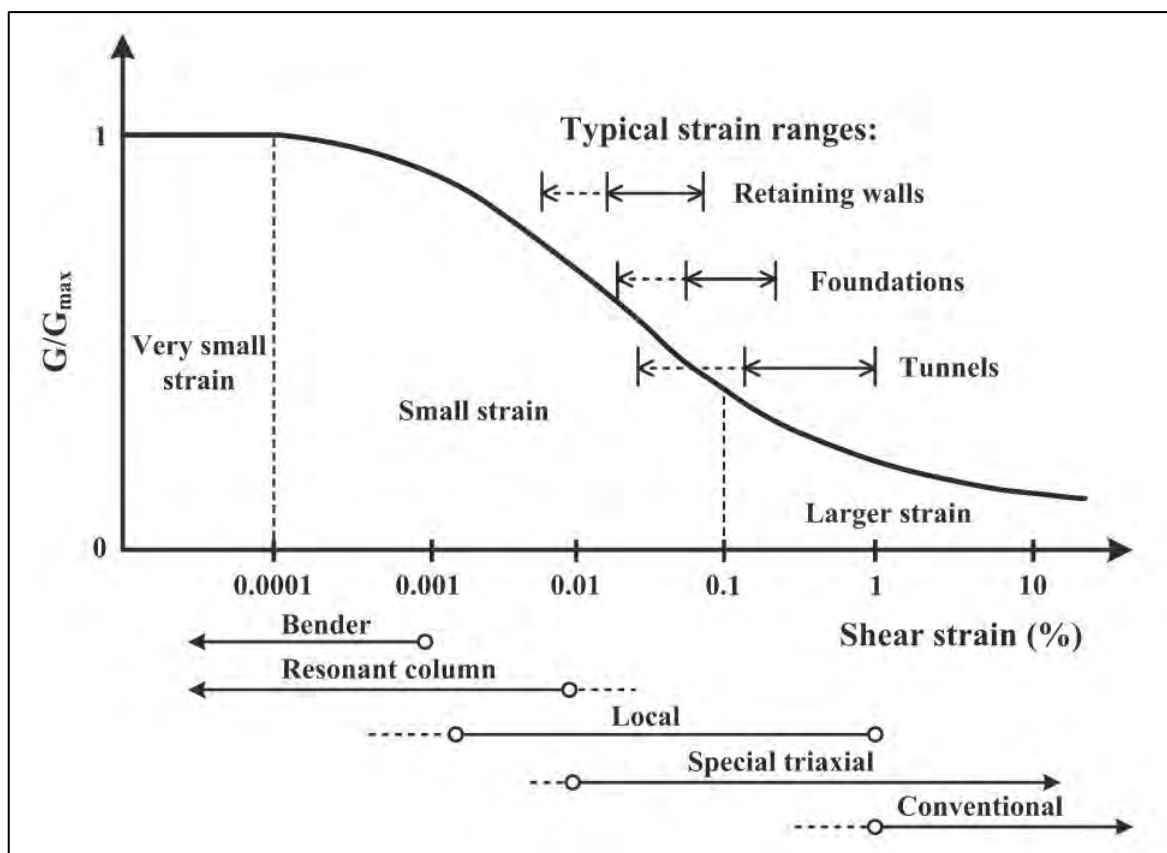


Figura 2 – Curva di decadimento del modulo di taglio

I risultati delle elaborazioni delle prove penetrometriche dinamiche continue e delle prove SPT sono mostrati per esteso in allegato al presente rapporto (cfr. **AII.3** e **AII.4**).

## 6.2 Unità individuate e parametri caratteristici

Di seguito si riporta il modello geotecnico adottato per le successive calcolazioni. Si precisa che la determinazione dei parametri geotecnici di riferimento dei terreni in esame è stata condotta mediante elaborazione statistica di tutti i dati disponibili, che ha permesso di determinare i principali elementi di statistica descrittiva della popolazione di dati, espressi da media e deviazione standard. La variabilità statistica dei parametri fisici è espressa da distribuzioni attorno alla media (media  $\pm$  deviazione standard).

In merito alla determinazione del valore caratteristico inferiore da adottare nelle verifiche geotecniche si precisa che in accordo ai più recenti orientamenti in campo geotecnico, in luogo del valore espresso dal 5° percentile dei dati campionati, che risulta in genere eccessivamente cautelativo, si può fare riferimento al metodo previsto dalla norma EN1990 che esprime tale valore a mezzo della seguente relazione:

$$x_k = x_m (1 - V_x/2)$$

con:  $x_k$  = valore caratteristico inferiore del parametro  $x$

$x_m$  = valore medio del parametro  $x$

$V_x$  = coefficiente di variazione del parametro  $x$

Tale approccio consente di tenere implicitamente conto delle ridotte dimensioni geometriche del dato campionato (da pochi centimetri a qualche decimetro) in rapporto allo sviluppo delle potenziali superfici di rottura (diversi metri), ed è conforme a quanto prescritto dall'*Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica* – in base a cui il valore caratteristico deve corrispondere ad una valutazione cautelativa del valore medio assunto dal parametro considerato all'interno del volume di terreno coinvolto nella mobilitazione dello stato limite ultimo.

In ogni caso la determinazione del valore caratteristico dovrà tenere conto dello stato limite considerato: in particolare ci si riferirà a valori prossimi al valore medio quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con conseguente compensazione delle eterogeneità, o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti; ci si riferirà al contrario a valori prossimi al valore caratteristico inferiore nel caso in cui siano coinvolti

modesti volumi di terreno o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Nelle pagine seguenti si riporta la caratterizzazione geotecnica delle diverse unità individuate nelle 6 aree di intervento mentre la loro distribuzione geometrica è mostrata in una serie di sezioni geologico-geotecniche riportate in allegato al presente rapporto (cfr. **Tavola SV 3.04/001**).

In linea generale le indagini condotte hanno evidenziato la presenza di un substrato costituito da ghiaie e sabbie cementate, individuato a profondità comprese tra 6 e 14 m, ricoperto da termini da ghiaioso÷sabbiosi a sabbioso÷ghiaiosi da mediamente addensati a molto addensati, con un livello superficiale da sabbioso÷limoso a limoso÷sabbioso da sciolto a mediamente addensato di spessore mediamente compreso tra 2.5 e 4.5 m.

Legenda delle tabelle di sintesi dei parametri geotecnici:

$N_{SPT}$	: resistenza penetrometrica standard
$\gamma$	: peso di volume naturale
$D_r$	: densità relativa
$\phi'$	: angolo di resistenza a taglio efficace di picco
$c'$	: coesione efficace
$V_s$	: velocità di propagazione delle onde di taglio
$E$	: modulo di elasticità drenato operativo

### 6.2.1 Aree 1 e 2

Le aree 1 e 2, costituendo di fatto un'unica opera, sono state caratterizzate congiuntamente sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH1, DPSH2 e DPSH3 e dell'indagine sismica MASW1 di PD, delle prove penetrometriche dinamiche DPSH-E01, DPSH-E02dx, DPSH-E02sx, DPSH-E03 e DPSH-04 e del sondaggio geognostico SG-E01.

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N <sub>SPT</sub>	γ	D <sub>r</sub>	φ'	c'	V <sub>s</sub>	E
		[m]	[m]	[colpi/piede]	[kN/m³]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,10÷3,90	2,10÷3,90	4 ± 3	18,5÷19,0	0,25 ± 0,15	29 ± 1	2,5 ± 2,5	115 ± 20	7 ± 3
B	sabbie e ghiaie	4,70÷9,50	2,60÷5,60	23 ± 15	19,0÷20,0	0,6 ± 0,20	34 ± 2	5 ± 5	200 ± 40	23 ± 10
C	sabbie e ghiaie	14,00÷17,50	5,90÷9,10	70 ± 20	21,0÷22,0	≥ 0,80	40 ± 1	10 ± 5	315 ± 45	60 ± 15
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

Tabella 12 – Parametri geotecnici aree 1 e 2

Nell'area indagata è stata individuata una falda superficiale avente soggiacenza compresa tra 3.6 e 6.4 m da p.c., con valori crescenti verso sud.

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrato di seguito in una serie di grafici.



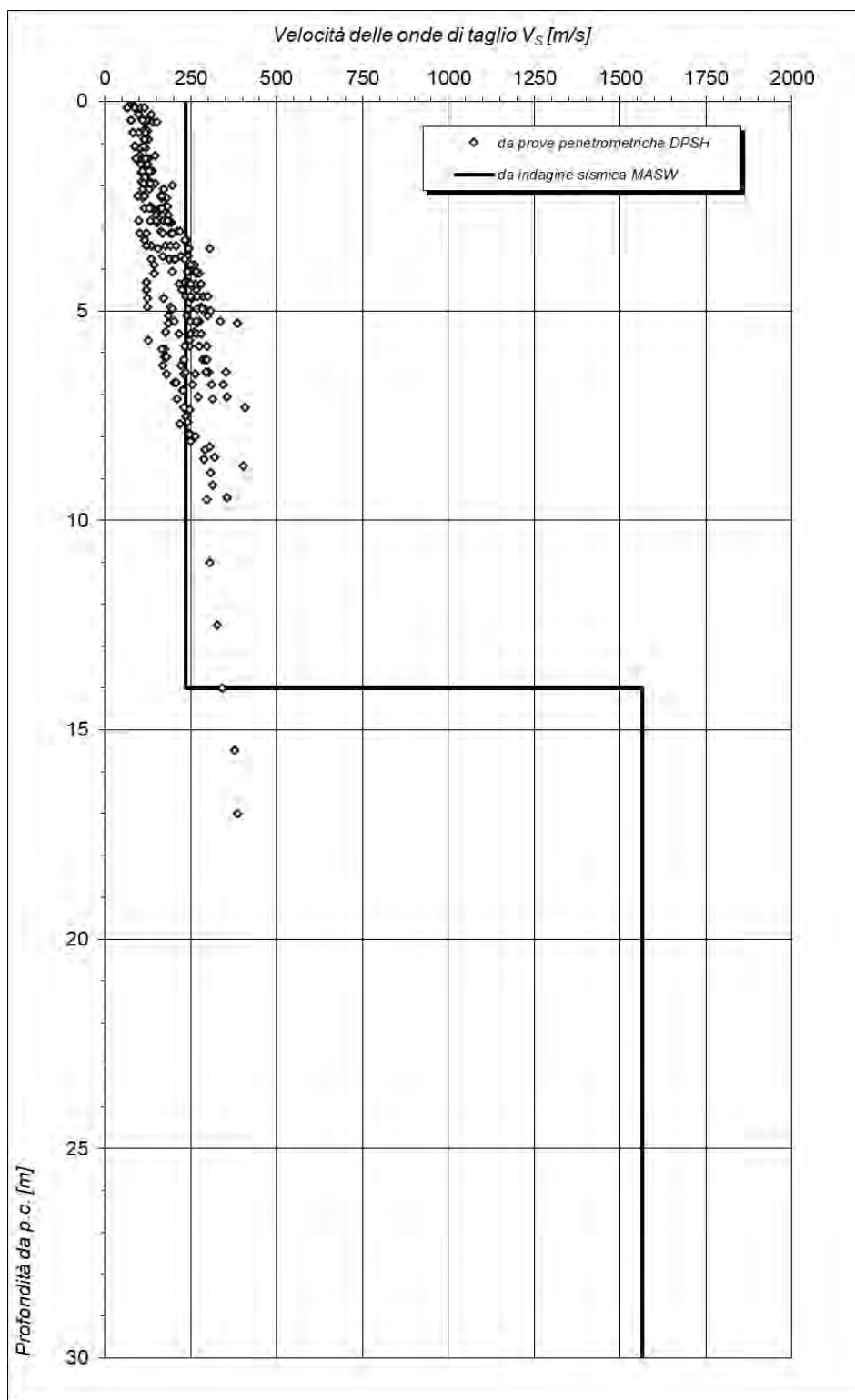
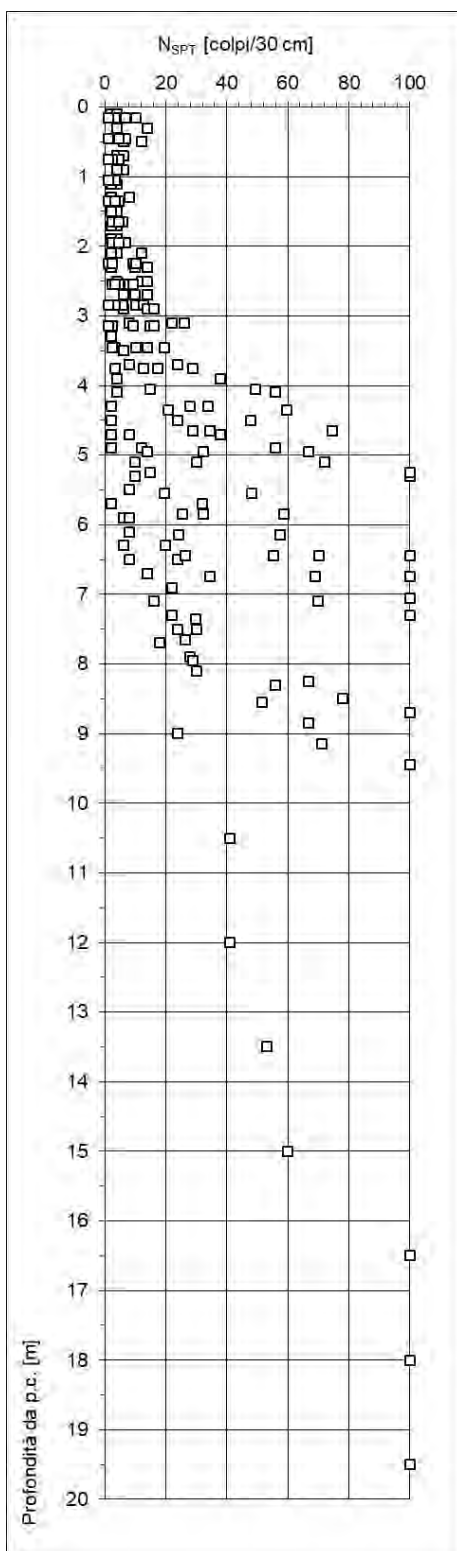


Figura 3 – Velocità di propagazione delle onde di taglio



*Figura 4 – Resistenza alla penetrazione standard*

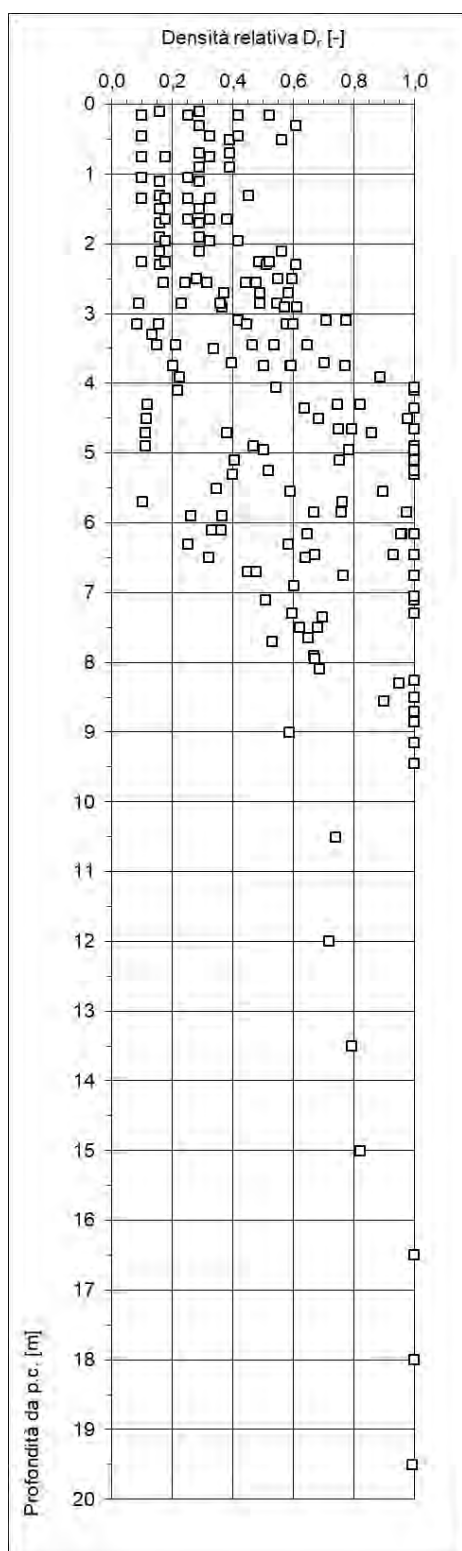


Figura 5 – Densità relativa

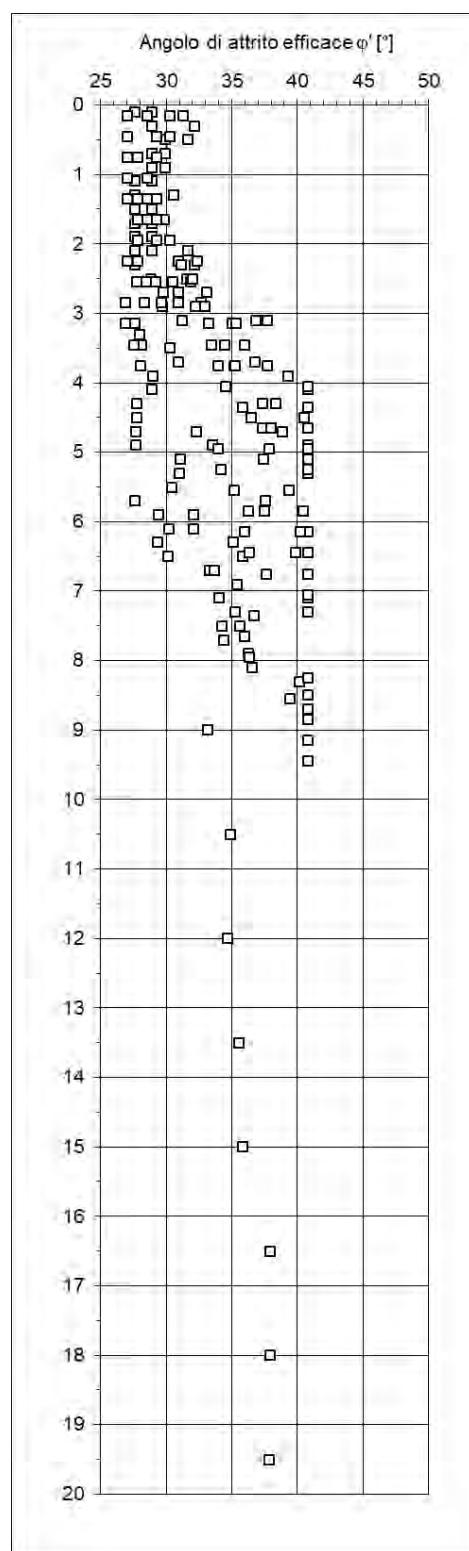


Figura 6 – Angolo di resistenza al taglio

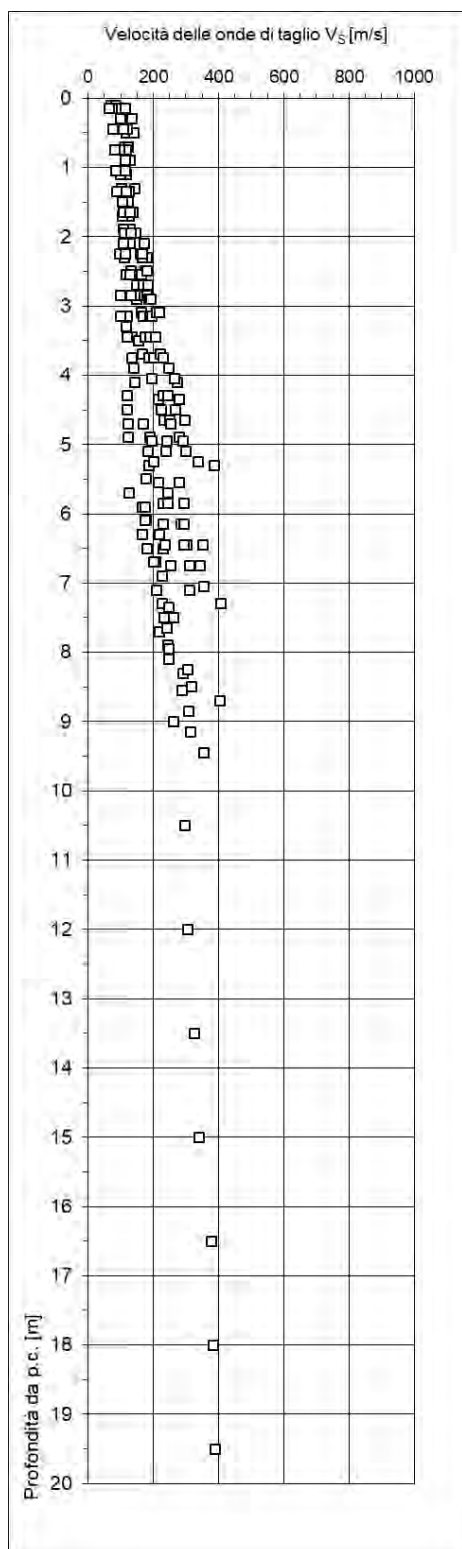


Figura 7 – Velocità delle onde di taglio

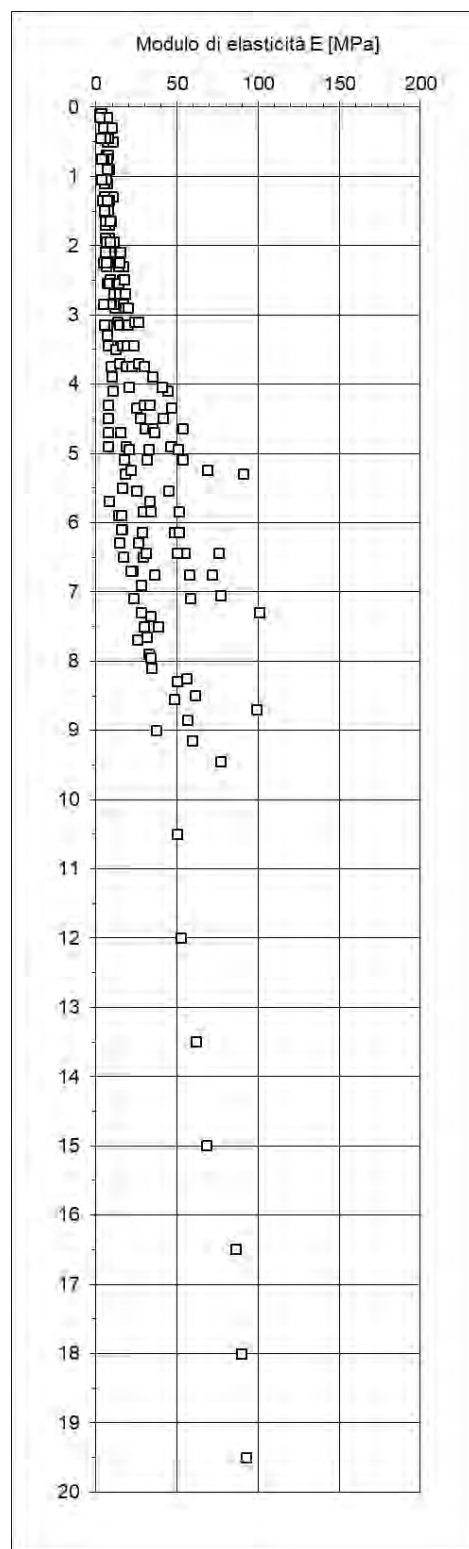


Figura 8 – Modulo di elasticità

## 6.2.2 Area 3

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH4 e DPSH5 e dell'indagine sismica MASW2 di PD e della prova penetrometrica DPSH-E05 di PE.

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N <sub>SPT</sub>	$\gamma$	D <sub>r</sub>	$\phi'$	c'	V <sub>s</sub>	E
		[m]	[m]							
A	sabbie limose e limi sabbiosi	3,30÷4,00	3,30÷4,00	3 ± 2	18,5÷19,0	0,25 ± 0,10	28 ± 1	2,5 ± 2,5	115 ± 20	7 ± 2
B	sabbie e ghiaie	4,50÷7,70	1,00÷4,40	13 ± 6	19,0÷20,0	0,45 ± 0,15	31 ± 2	5 ± 5	190 ± 25	20 ± 6
C	sabbie e ghiaie	5,50÷8,30	0,60÷0,80	> 35	21,0÷22,0	0,80 ± 0,15	37 ± 2	10 ± 5	285 ± 50	50 ± 25
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

Tabella 13 – Parametri geotecnici area 3

Nell'area indagata è stata individuata una falda sospesa locale avente soggiacenza pari a 3÷4 m da p.c.; la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 15÷20 m da p.c..

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrato di seguito in una serie di grafici.

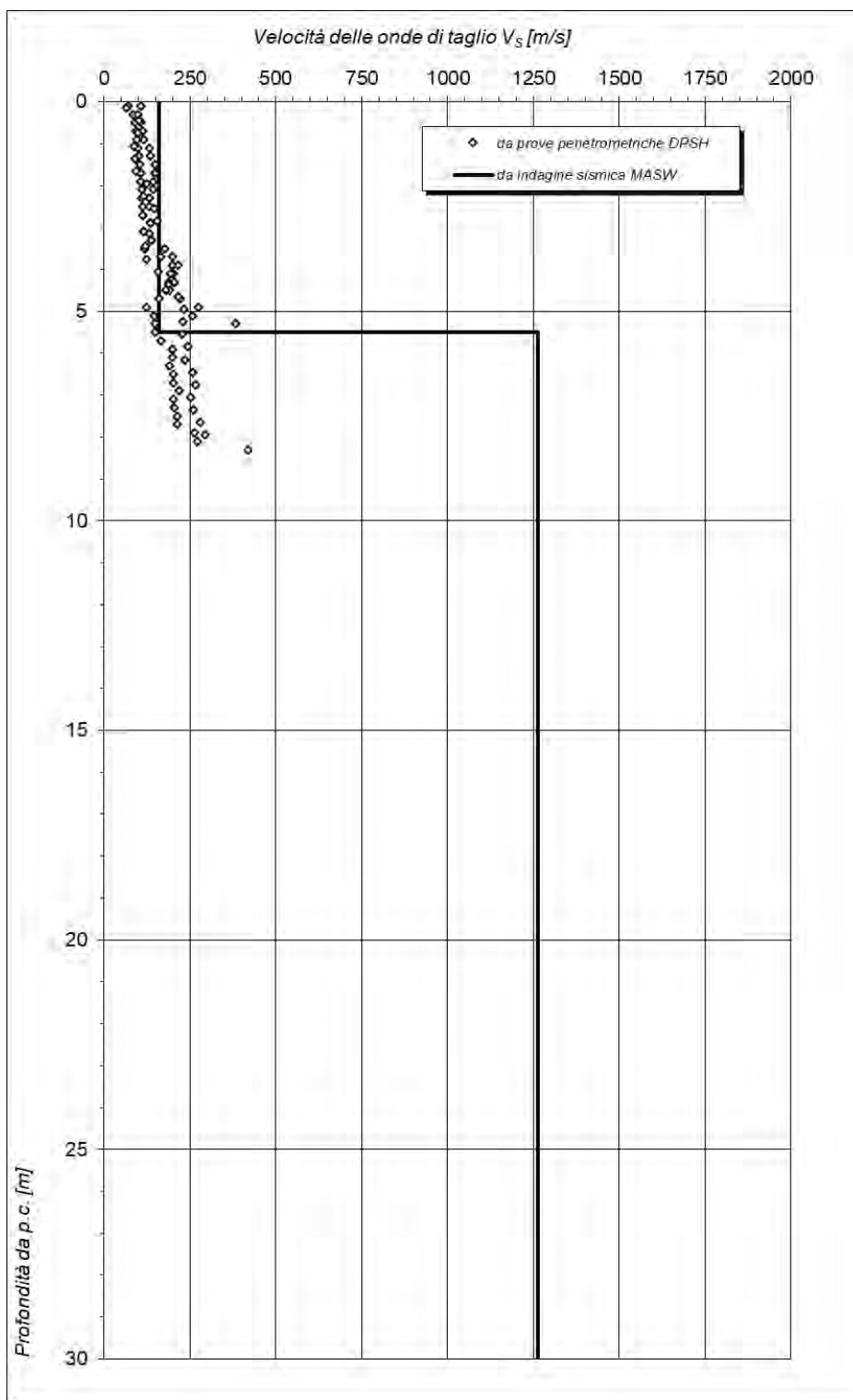


Figura 9 – Velocità di propagazione delle onde di taglio



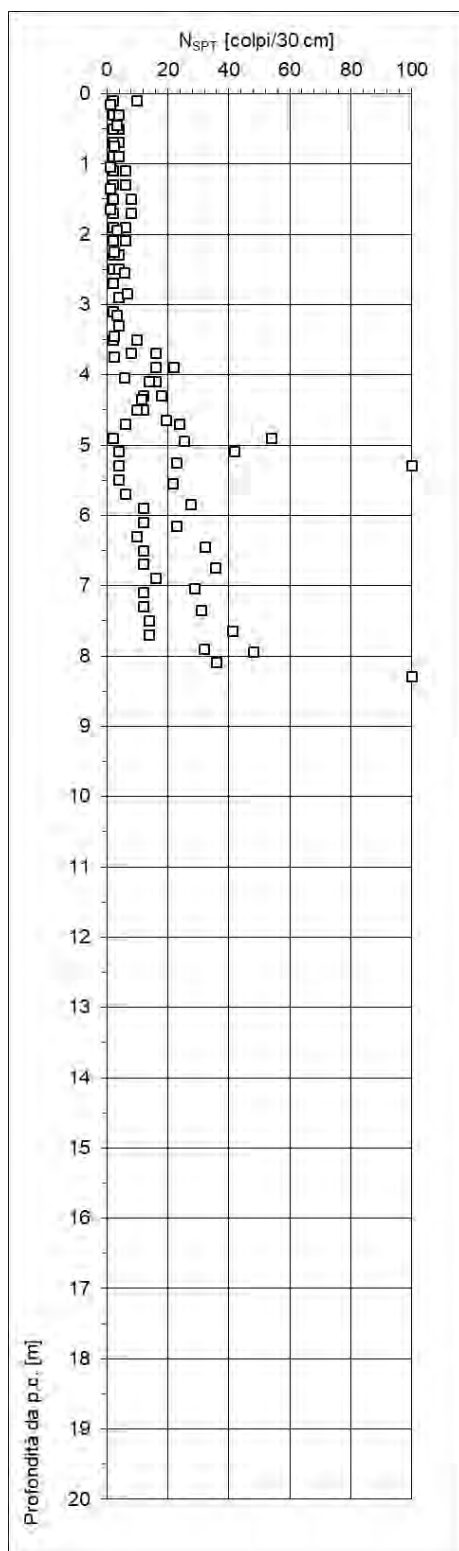


Figura 10 – Resistenza alla penetrazione standard



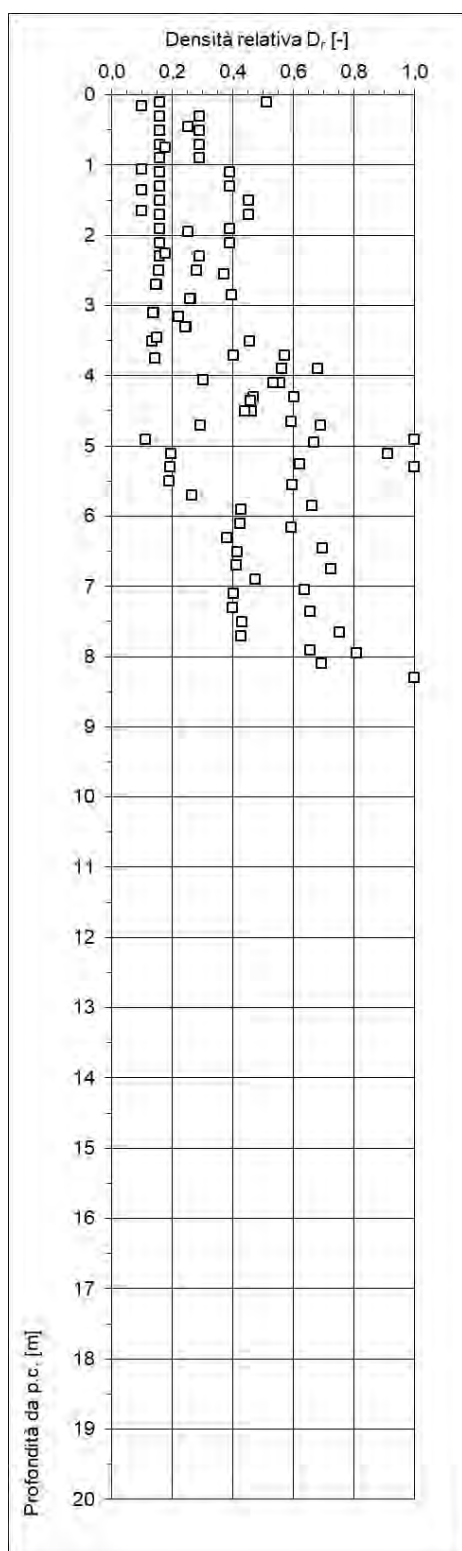


Figura 11 – Densità relativa

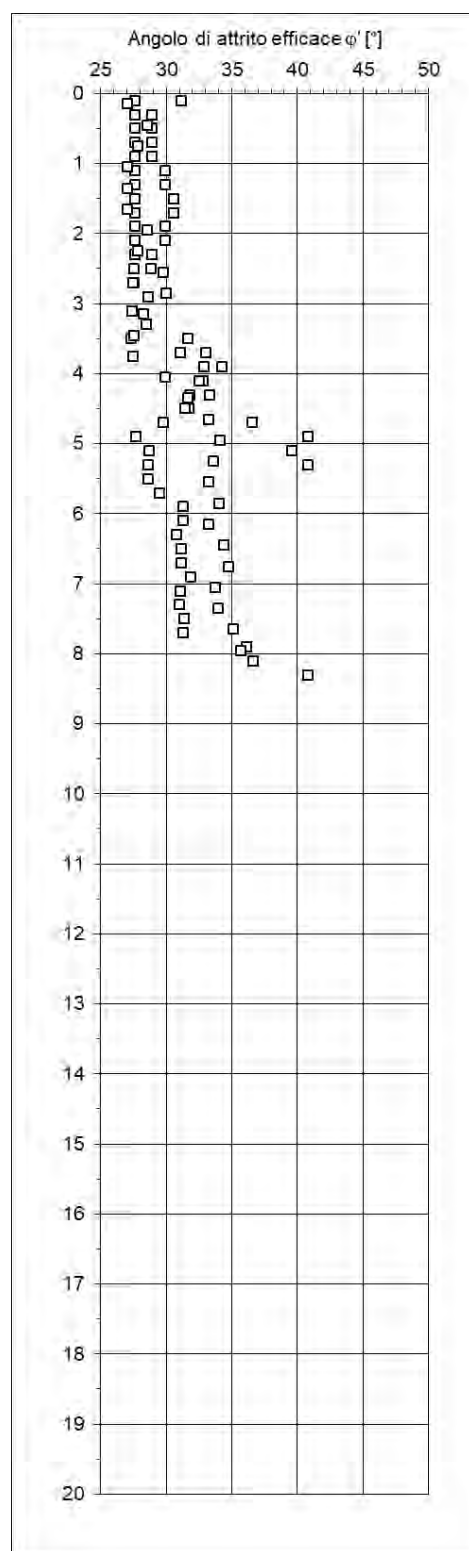


Figura 12 – Angolo di resistenza al taglio

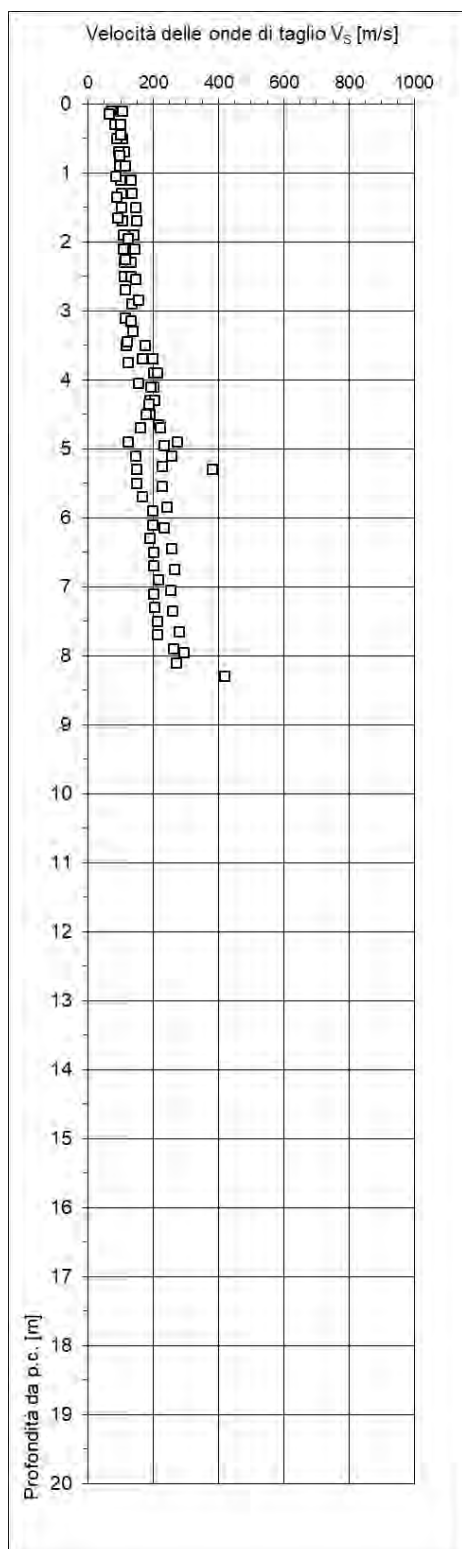


Figura 13 – Velocità delle onde di taglio

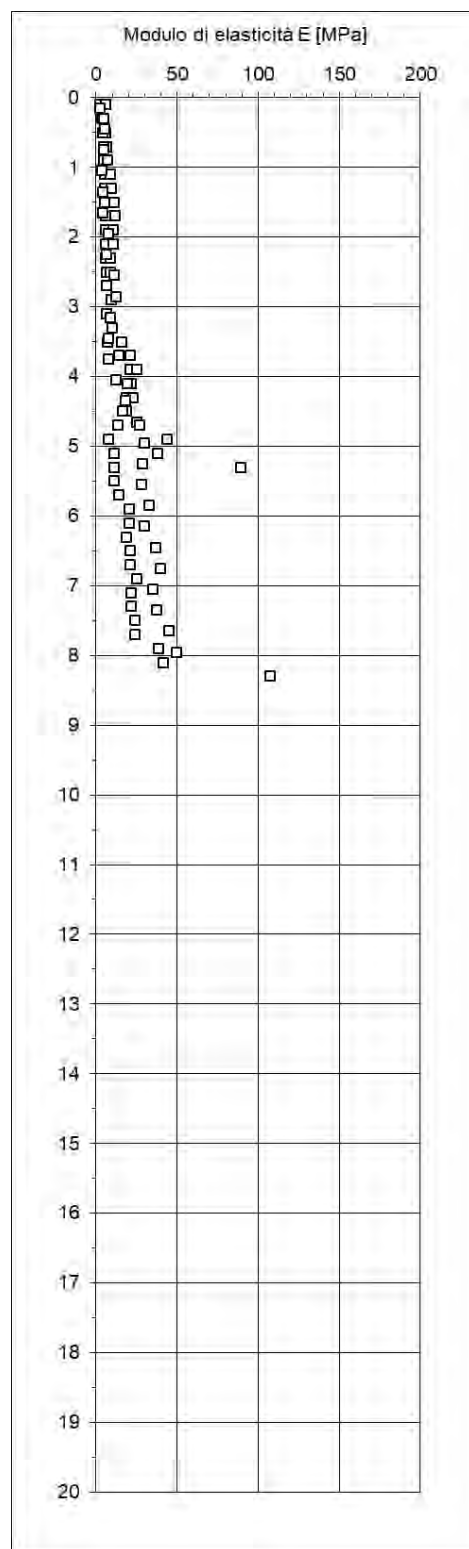


Figura 14 – Modulo di elasticità

### 6.2.3 Area 4

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH6 e DPSH7 e dell'indagine sismica MASW3 di PD e della prova penetrometrica DPSH-E07 di PD.

Unità	Litologia	profondità base [m]	spessore [m]	N <sub>SPT</sub> [colpi/piede]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	D <sub>r</sub> [-]	φ' [°]	c' [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	2,30÷3,30	2,30÷3,30	4 ± 2	18,5÷19,0	0,25 ± 0,10	29 ± 1	2,5 ± 2,5	115 ± 20	7 ± 2
B	sabbie e ghiaie	4,50÷6,60	2,20÷3,30	17 ± 9	19,0÷20,0	0,55 ± 0,15	33 ± 2	5 ± 5	200 ± 25	22 ± 6
C	sabbie e ghiaie	8,40	1,80÷3,90	> 30	21,0÷22,0	0,75 ± 0,15	37 ± 2	10 ± 5	275 ± 75	45 ± 25
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	1410 ± 150	635 ± 135

Tabella 14 – Parametri geotecnici area 4

Nell'area la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 30 m da p.c. e non sono state individuate falde sospese.

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrato di seguito in una serie di grafici.

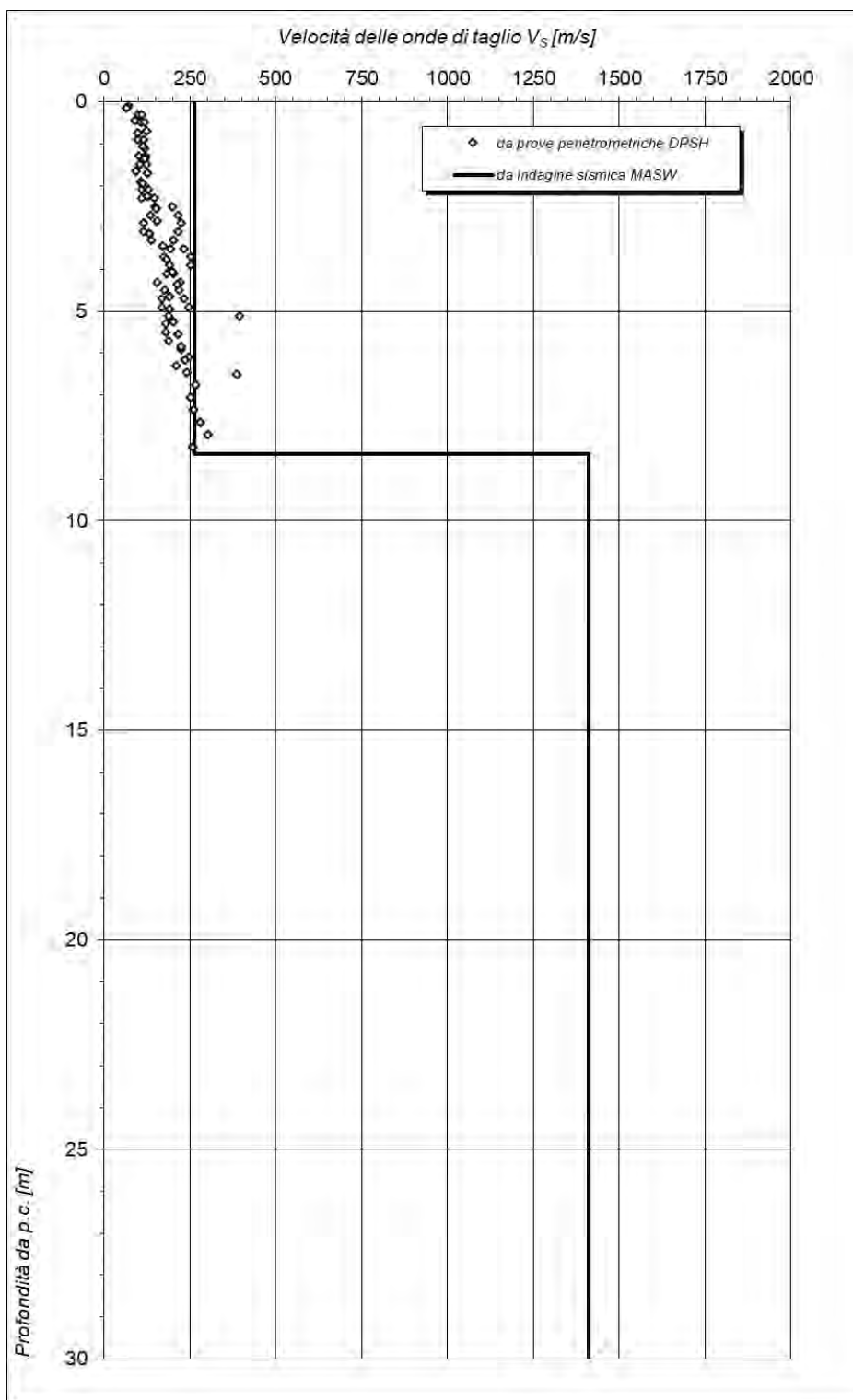


Figura 15 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

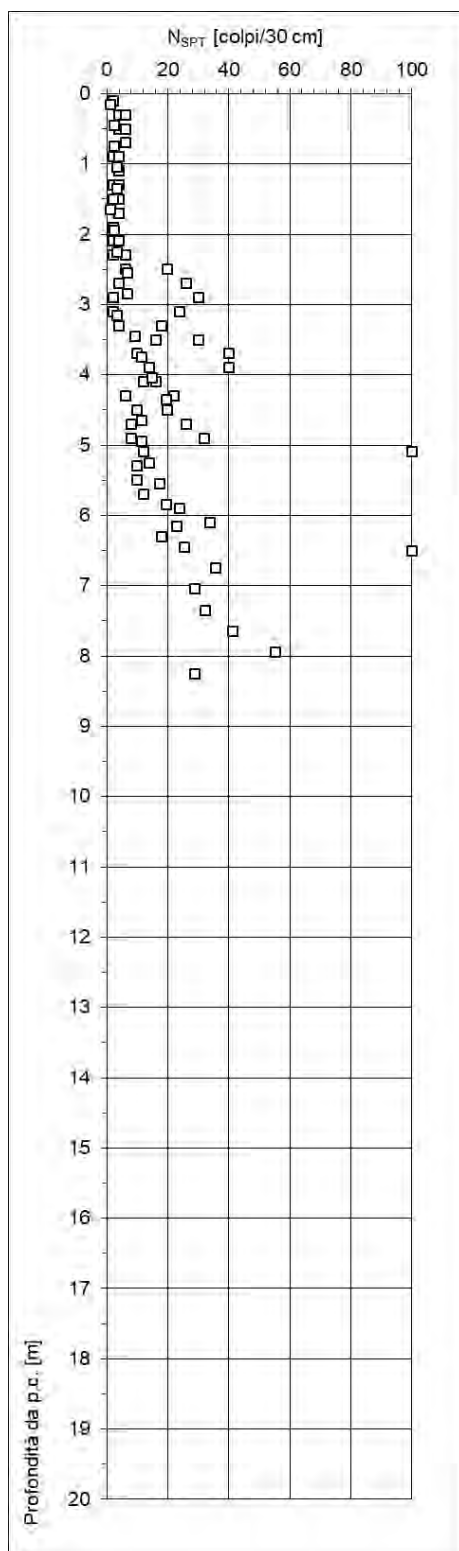


Figura 16 – Resistenza alla penetrazione standard

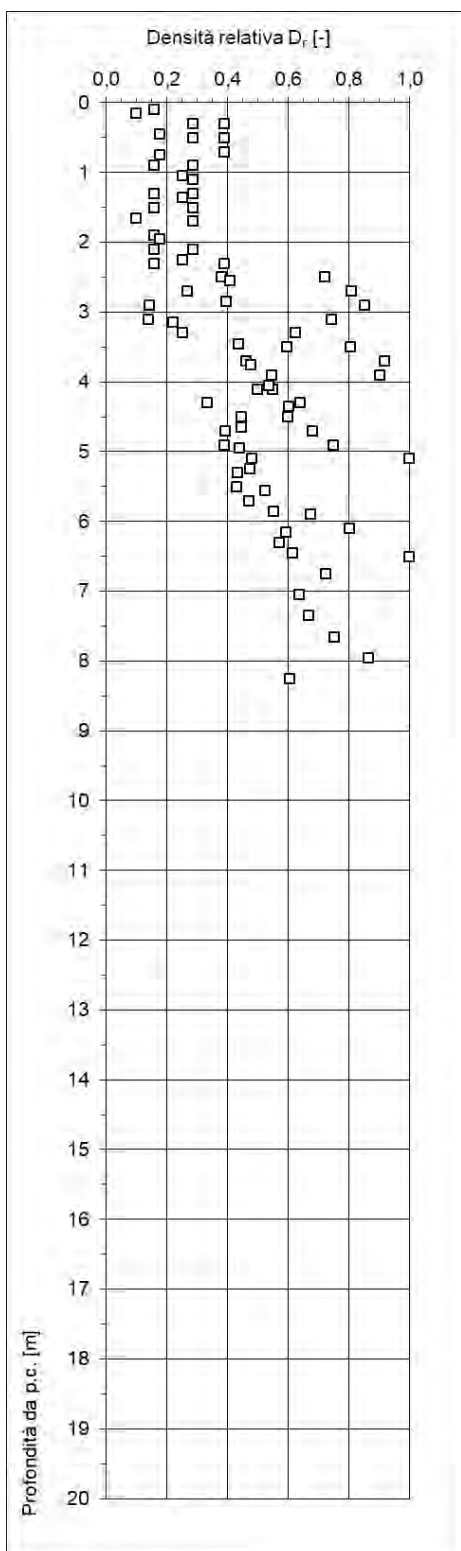


Figura 17 – Densità relativa

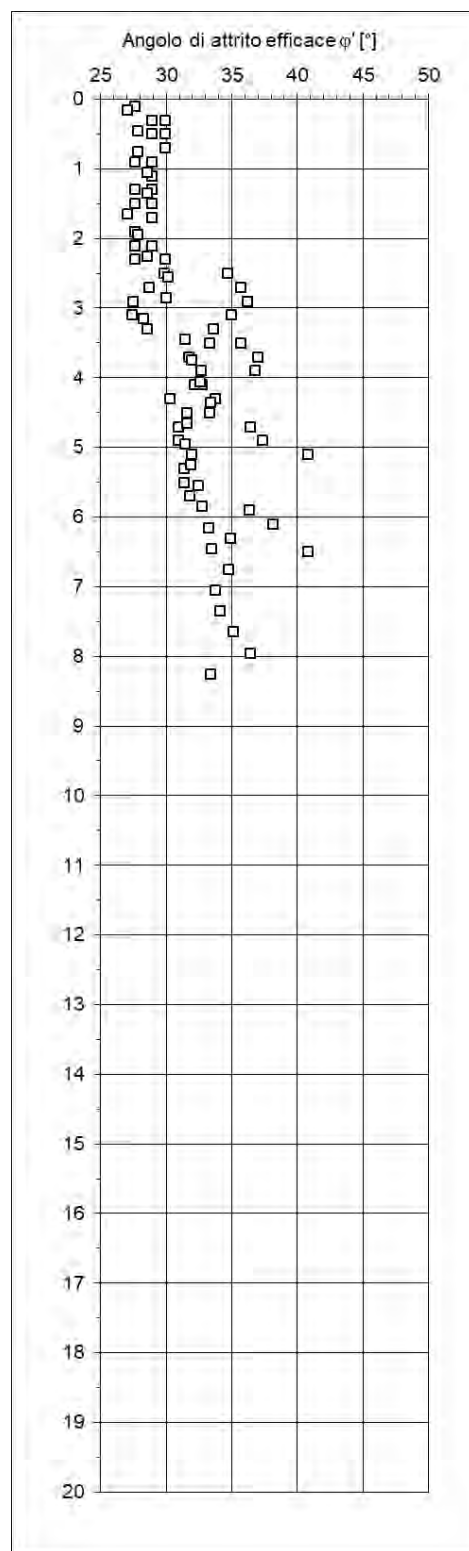


Figura 18 – Angolo di resistenza al taglio



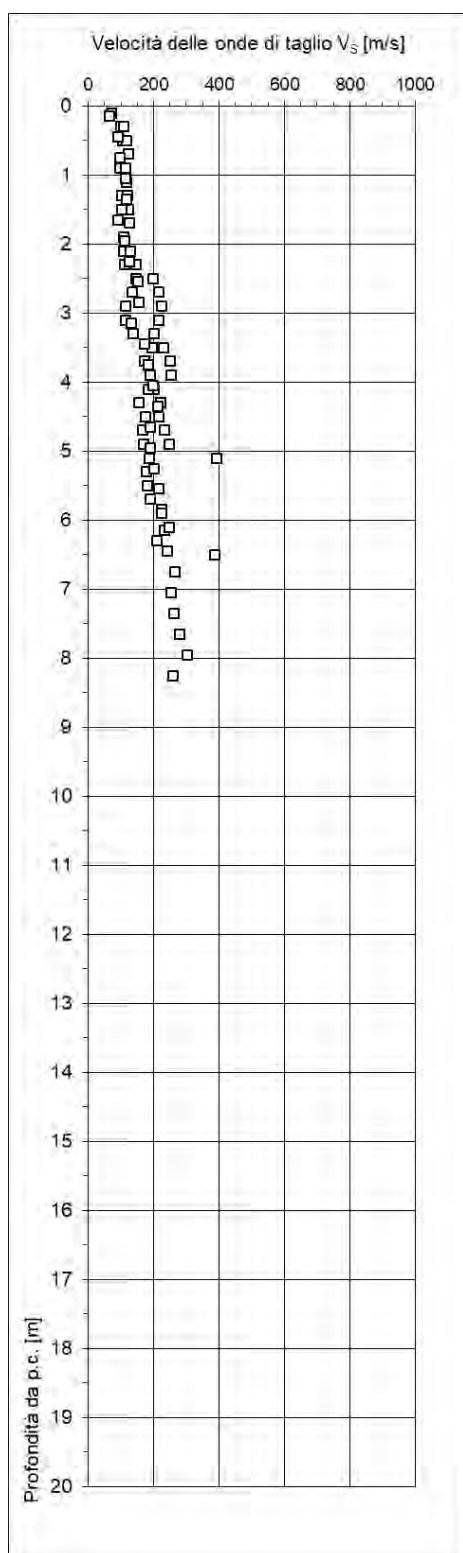


Figura 19 – Velocità delle onde di taglio

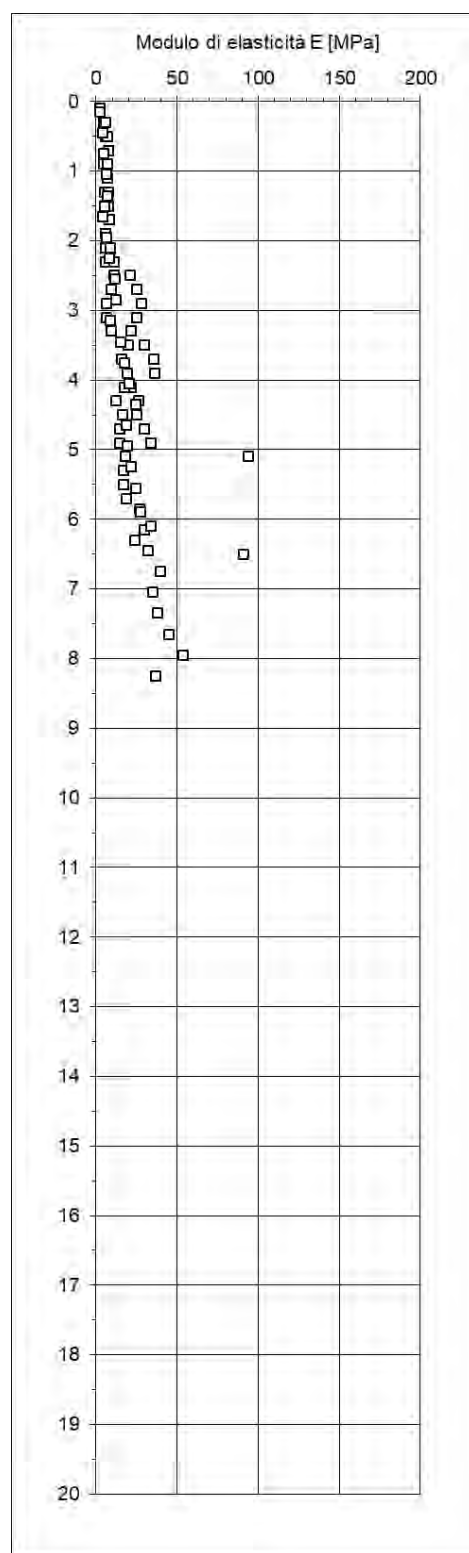


Figura 20 – Modulo di elasticità

#### 6.2.4 Area 5

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH8 e DPSH11 e dell'indagine sismica MASW4 di PD e delle prove penetrometriche DPSH-E08 e DPSH-E09 di PE.

Unità	Litologia	profondità base	spessore	N <sub>SPPT</sub>	γ	D <sub>r</sub>	φ'	c'	V <sub>s</sub>	E
		[m]	[m]	[colpi/piede]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	1,7÷2,3	1,7÷2,3	3 ± 1	18,5±19,0	0,20 ± 0,10	28 ± 1	2,5 ± 2,5	100 ± 20	6 ± 2
A1	sabbie limose e limi sabbiosi	0÷4,9	0÷3,2	8 ± 3	18,5±19,0	0,40 ± 0,10	31 ± 1	2,5 ± 2,5	165 ± 15	14 ± 3,0
B	sabbie e ghiaie	6,3÷6,9	1,6÷4,8	30 ± 15	19,0±20,0	0,70 ± 0,15	35 ± 2	5 ± 5	235 ± 35	30 ± 10
C1	sabbie limose e limi sabbiosi	8,1	0÷1,2	8 ± 3	18,5±19,0	0,35 ± 0,10	30 ± 1	2,5 ± 2,5	180 ± 15	15 ± 3
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0±24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	915 ± 35	265 ± 20

Tabella 15 – Parametri geotecnici area 5

Nell'area la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 30 m da p.c. e non sono state individuate falde sospese.

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrato di seguito in una serie di grafici.



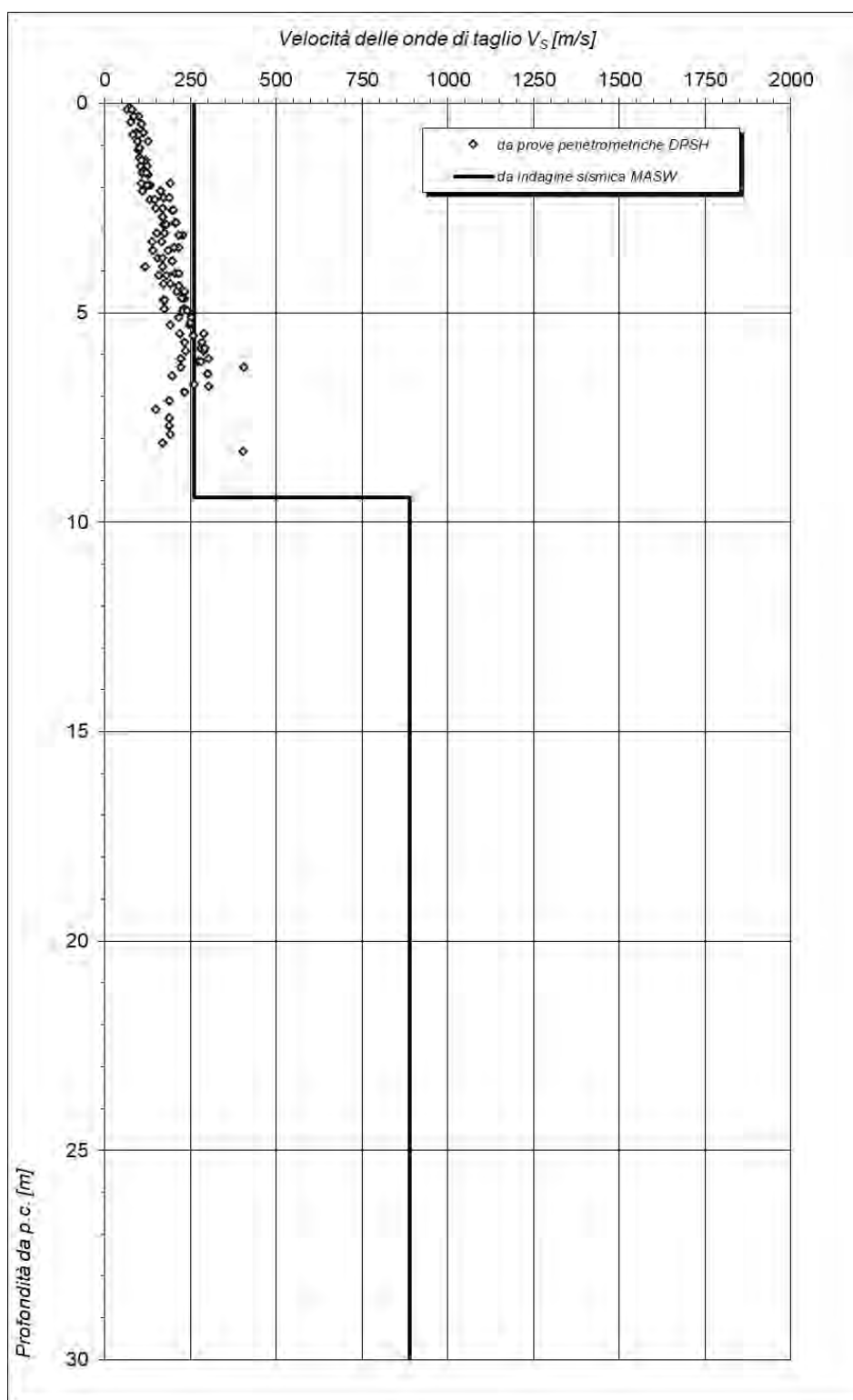


Figura 21 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

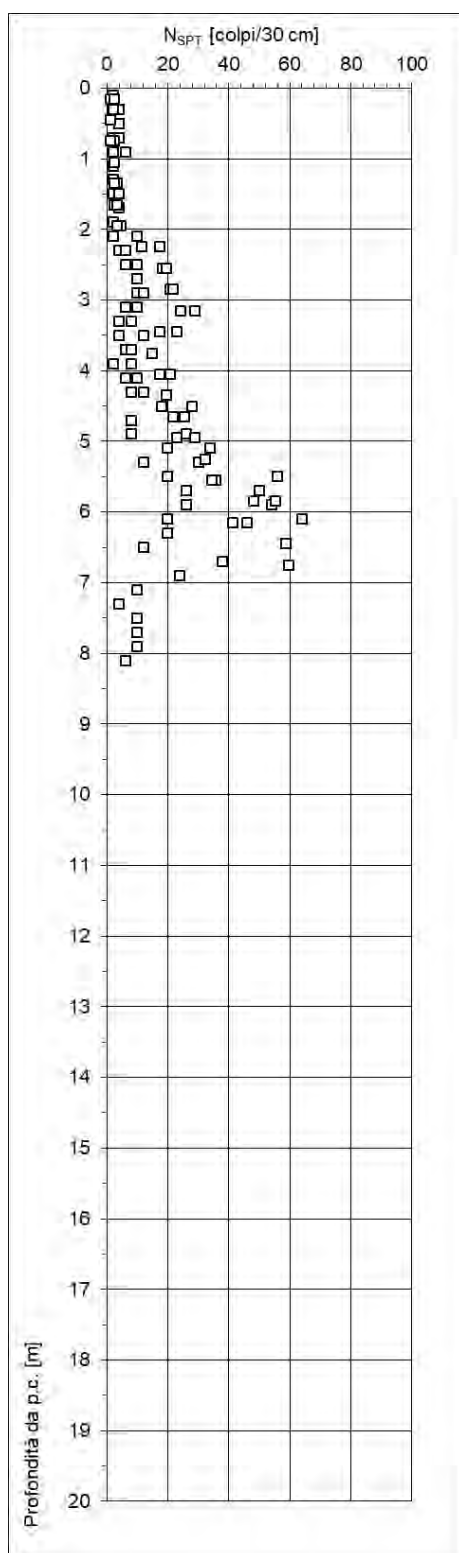


Figura 22 – Resistenza alla penetrazione standard

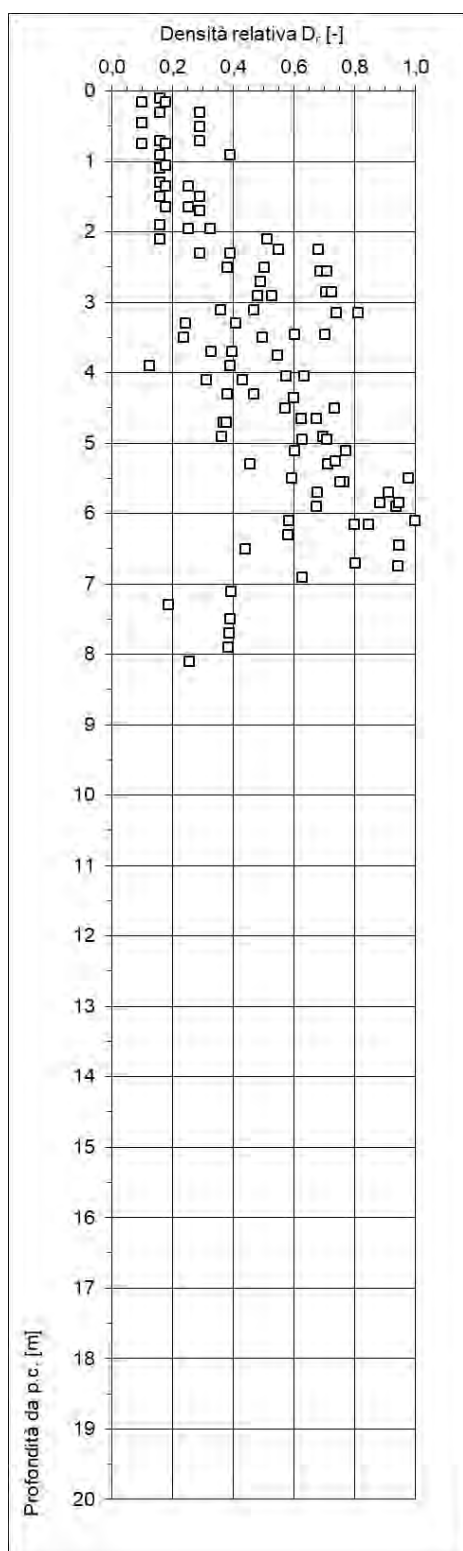


Figura 23 – Densità relativa

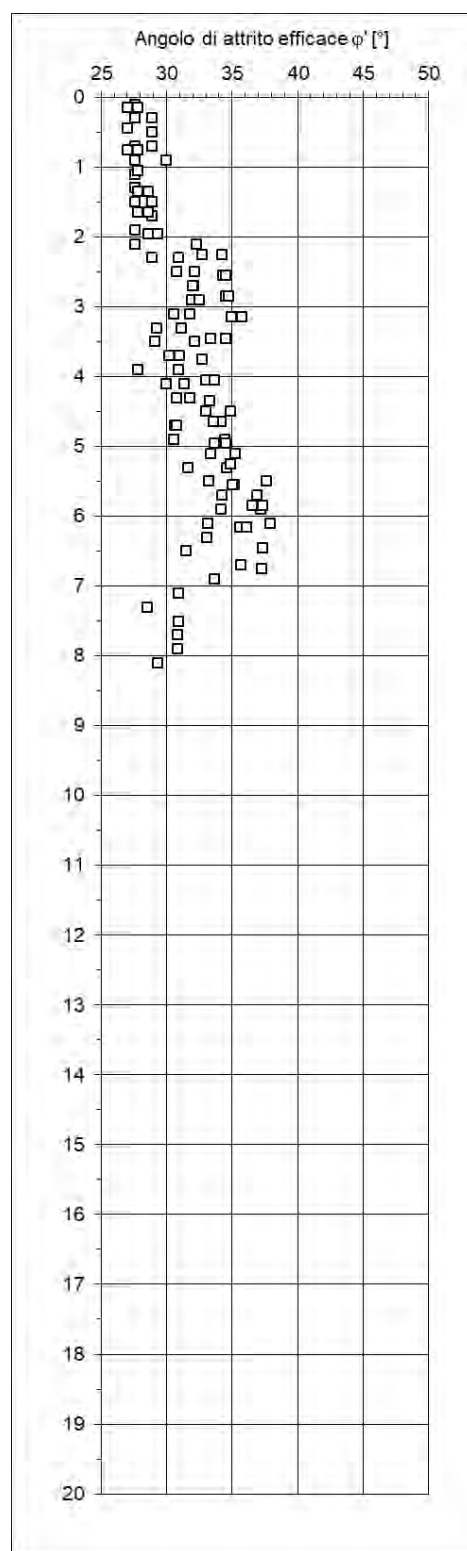


Figura 24 – Angolo di resistenza al taglio

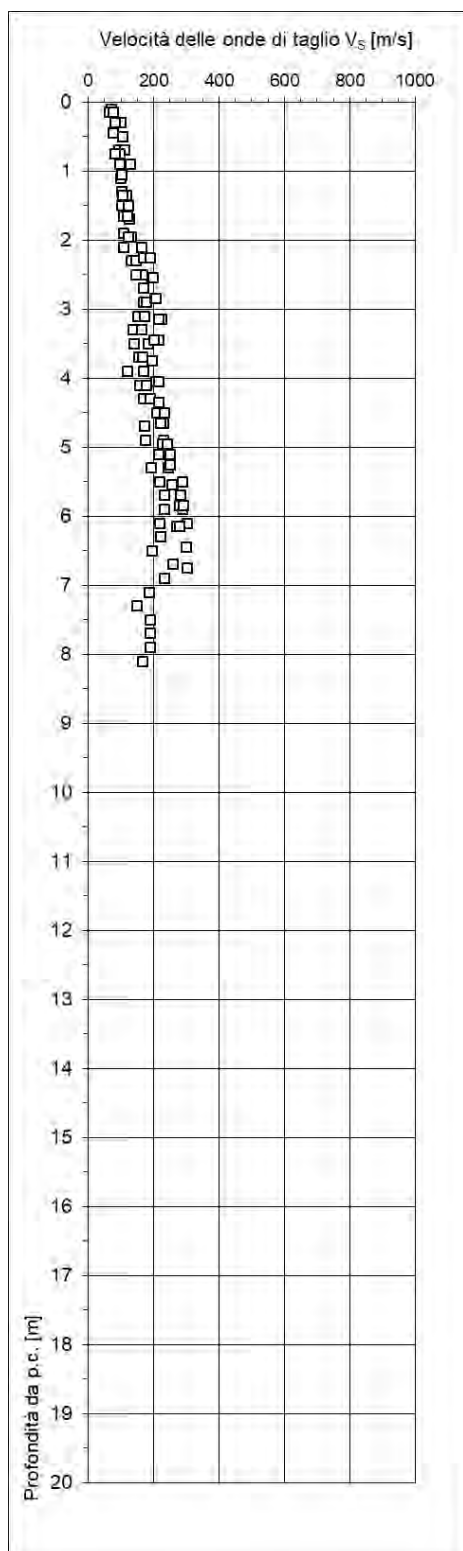


Figura 25 – Velocità delle onde di taglio

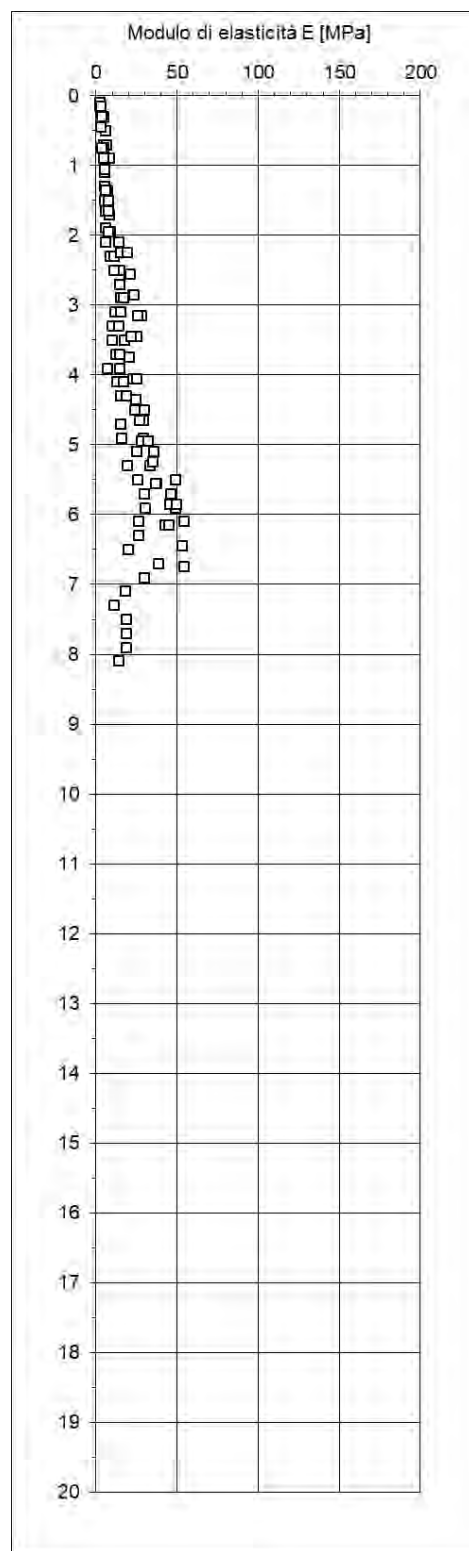


Figura 26 – Modulo di elasticità

## 6.2.5 Area 6

L'area è stata caratterizzata sulla base delle risultanze delle prove penetrometriche DPSH9 e DPSH10 e dell'indagine sismica MASW5 di PD e delle prove penetrometriche dinamiche DPSH-E10 e DPSH-E11 di PE.

Unità	Litologia	profondità base [m]	spessore [m]	N <sub>SP</sub> T [colpi/piede]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c' [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
A	sabbie limose e limi sabbiosi	1,5÷1,9	1,5÷1,9	3 ± 2	18,0÷18,5	0,25 ± 0,10	28 ± 1	2,5 ± 2,5	100 ± 20	5 ± 2
A1	sabbie limose e limi sabbiosi	3,0÷4,3	2,6÷2,7	7 ± 2	18,5÷19,0	0,35 ± 0,10	30 ± 1	2,5 ± 2,5	155 ± 10	12 ± 2
B	sabbie e ghiaie	3,6÷7,9	0,6÷3,6	14 ± 5	18,5÷19,5	0,50 ± 0,10	32 ± 1	5 ± 5	200 ± 20	20 ± 4
C	sabbie e ghiaie	8,9÷9,1	1,0÷3,0	40 ± 10	20,0÷21,0	0,80 ± 0,10	36 ± 2	10 ± 5	260 ± 25	40 ± 8
D	conglomerati a cementazione variabile	nd	nd	-	23,0÷24,0	-	45 ± 2	100 ± 50	915 ± 35	265 ± 20

Tabella 16 – Parametri geotecnici area 6

Nell'area indagata è stata individuata la presenza di una falda idrica locale sospesa avente soggiacenza di 4.0÷5.2 m da p.c., con valori crescenti verso sud; la soggiacenza della falda principale si colloca attorno a valori di 35 m da p.c..

L'andamento in funzione della profondità dei principali parametri geotecnici è mostrato di seguito in una serie di grafici.

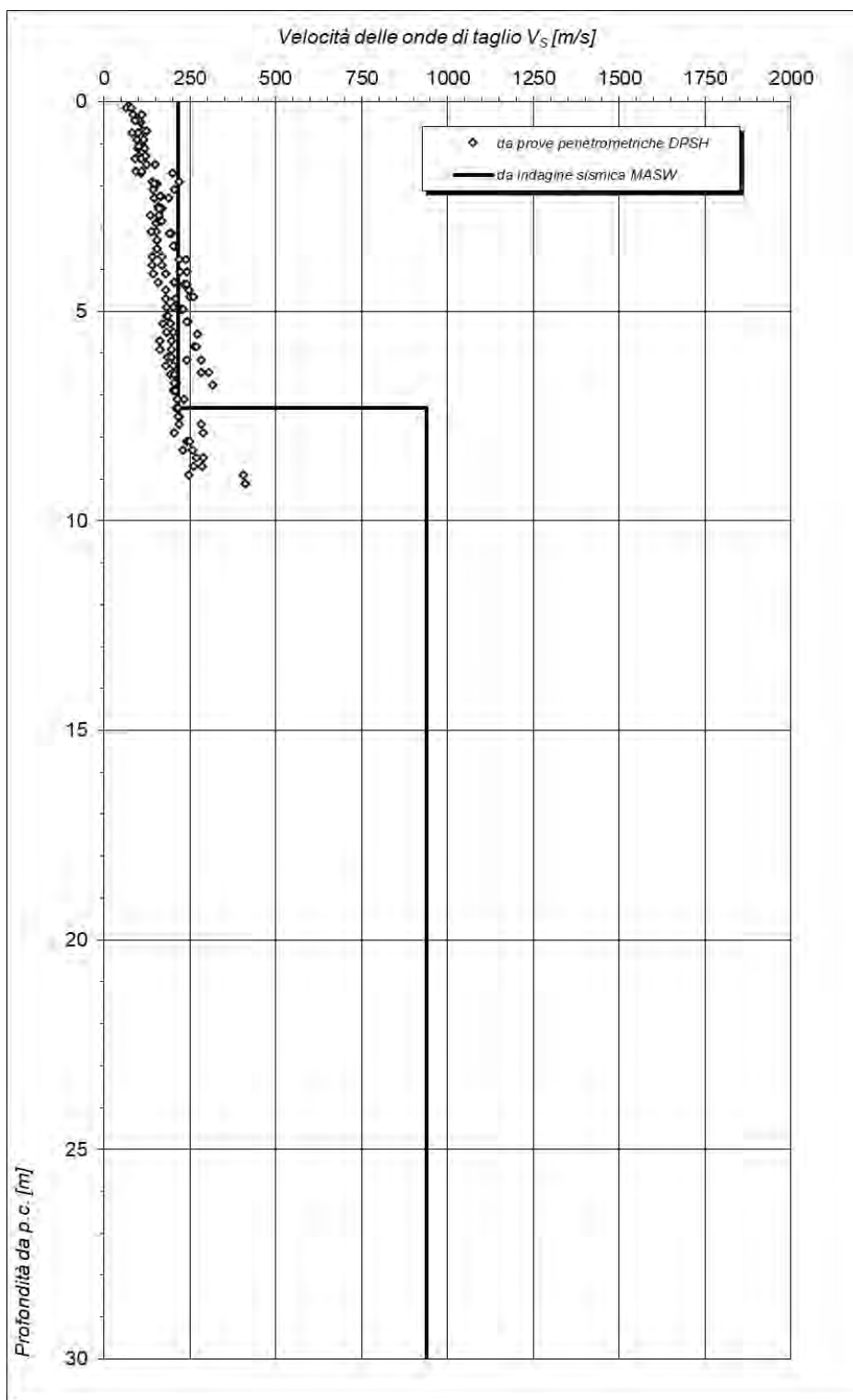


Figura 27 – Velocità di propagazione delle onde di taglio

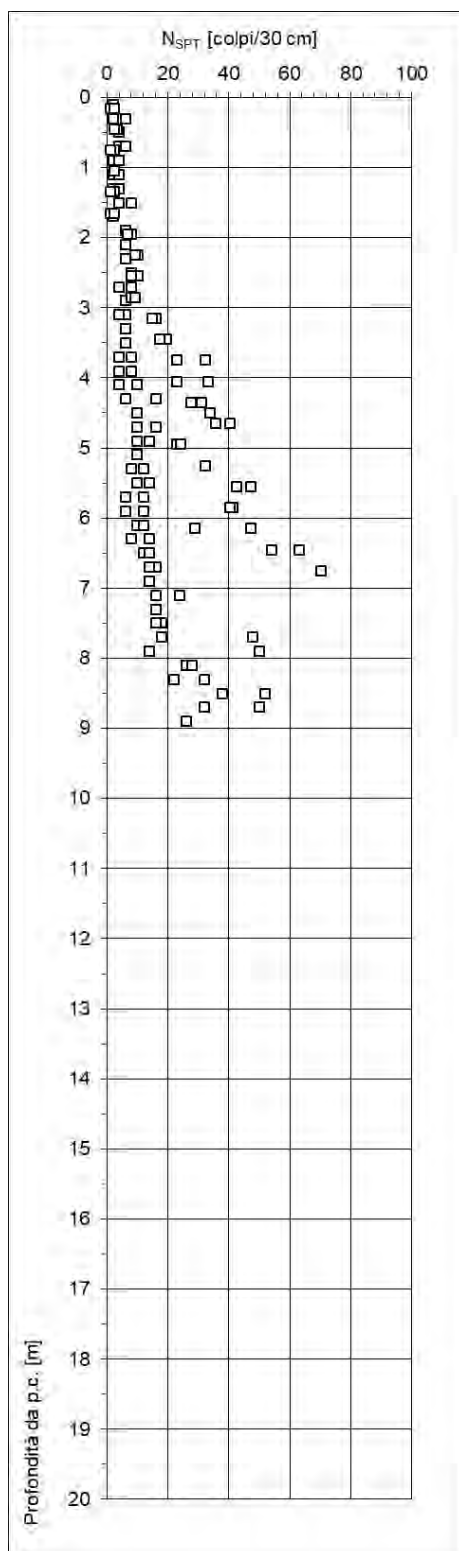


Figura 28 – Resistenza penetrometrica standard



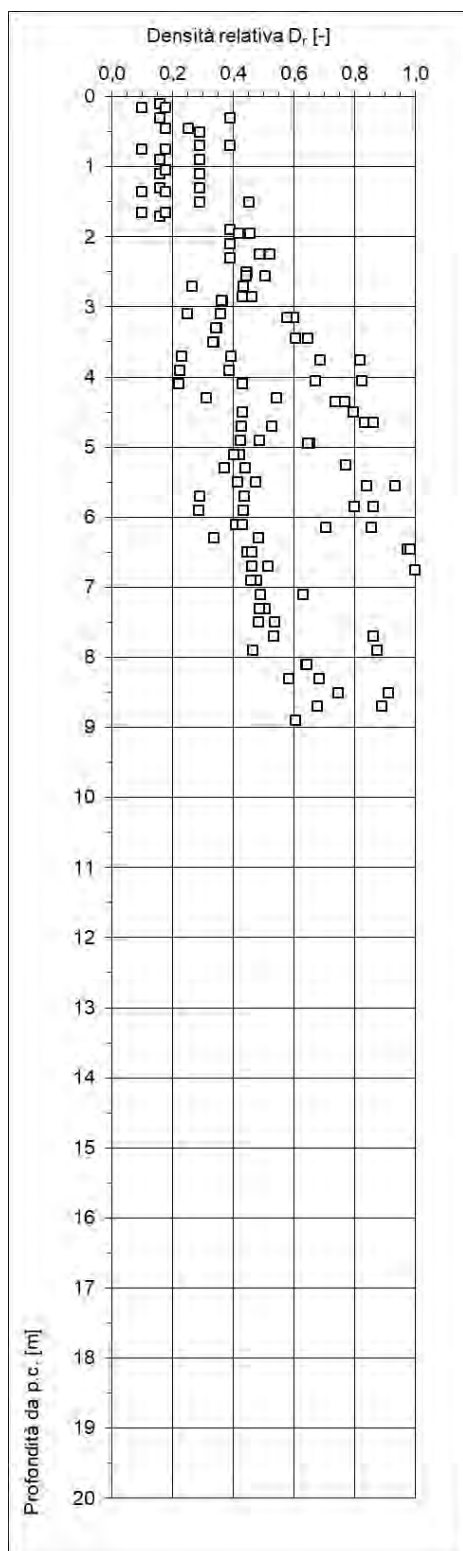


Figura 29 – Densità relativa

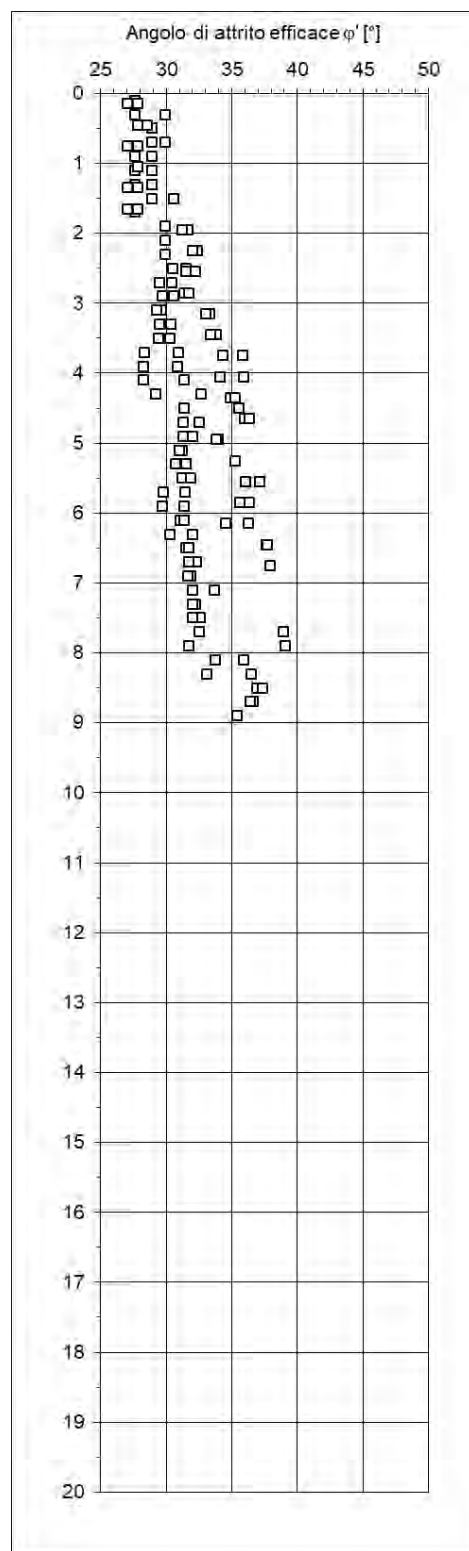


Figura 30 – Angolo di resistenza al taglio



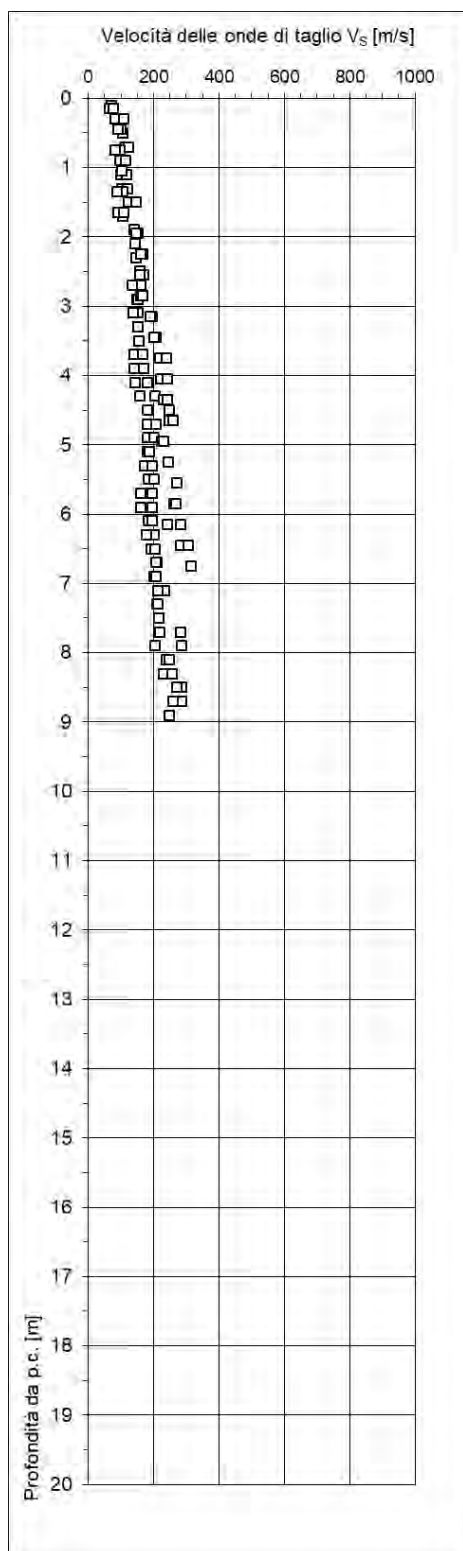


Figura 31 – Velocità delle onde di taglio

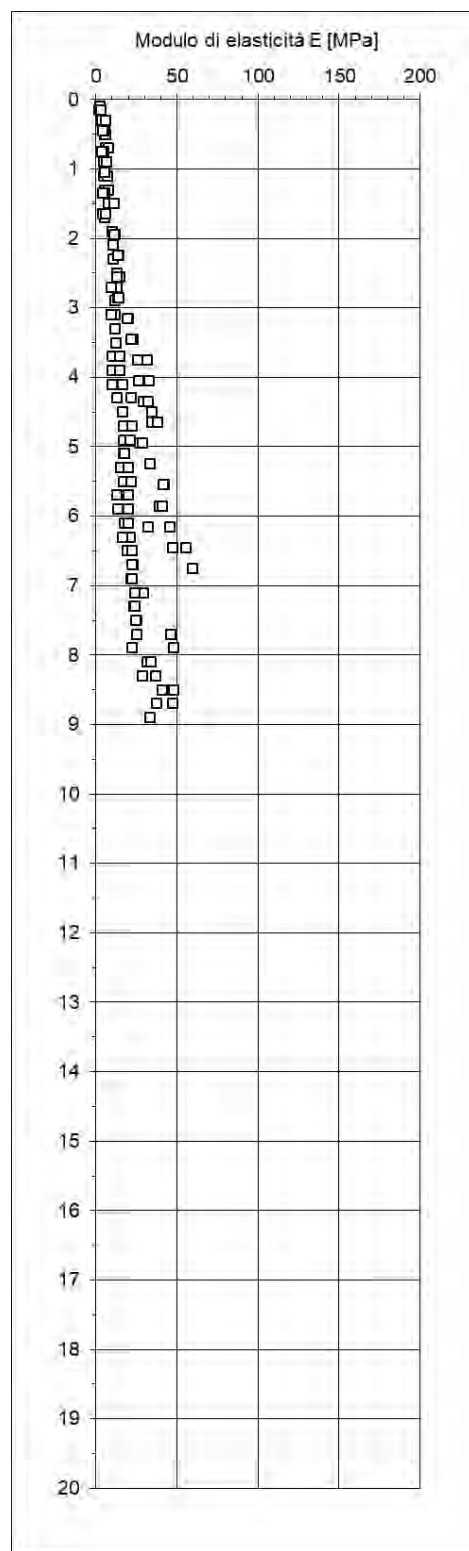


Figura 32 – Modulo di elasticità

## 7 SISMICITÀ

### 7.1 Sismicità storica e contesto geodinamico

Le opere in progetto sono ubicate nei territori comunali di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù. L'analisi della sismicità storica dei comune interessati, e dei comuni confinanti Cermenate e Cucciago, ricavata dal Database Macrosismico Italiano DMBI11, evidenzia risentimenti di intensità macrosimica massima pari a 5, come mostrato di seguito in forma grafica e tabellare; per i comuni di Vertemate con Minoprio e Cucciago non sono riportati eventi di intensità macrosismica superiore a 4.

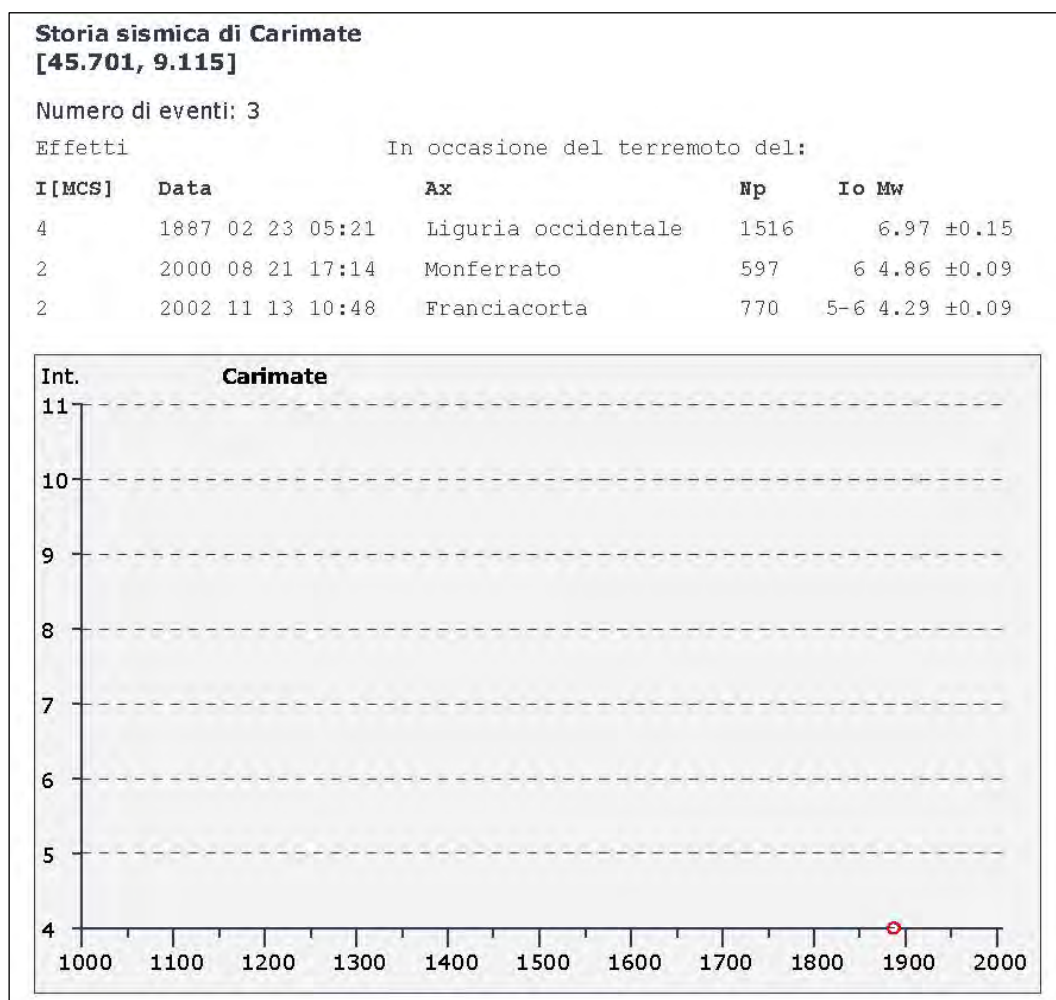


Figura 33 – Storia sismica di Carimate

### Storia sismica di Cantù [45.739, 9.131]

Numero di eventi: 7

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
3	1901 10 30 14:49	Salò	190	8 5.70 ±0.10
4	1936 10 18 03:10	BOSCO CANSIGLIO	267	9 6.12 ±0.09
2	1960 03 23 23:08	Vallese	178	5.00 ±0.20
5	1979 02 09 14:44	CAPRIATE S. GERVASIO	73	6 4.85 ±0.13
3-4	1991 11 20 01:54	Alpi Centrali	469	5.10 ±0.22
NF	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09
3	2002 11 13 10:48	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09

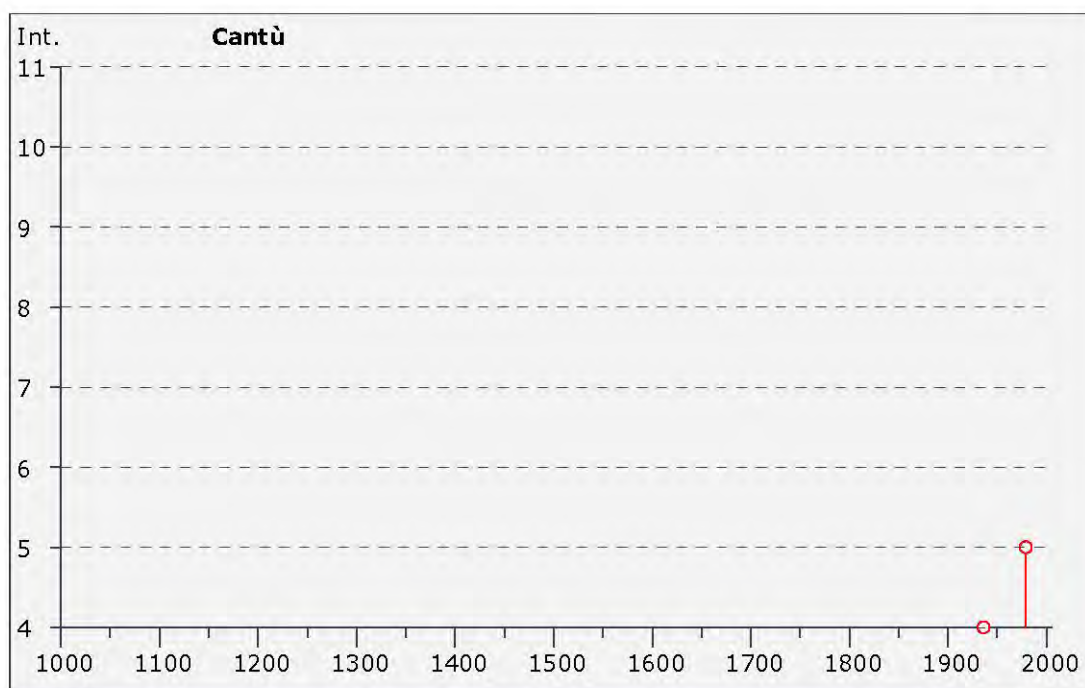


Figura 34 – Storia sismica di Cantù

### Storia sismica di Cermenate [45.702, 9.082]

Numero di eventi: 4

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	I o Mw
4	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09
NF	1991 11 20 01:54	Alpi Centrali	469	5.10 ±0.22
NF	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09
4-5	2004 11 24 22:59	Lago di Garda	176	7-8 5.06 ±0.09

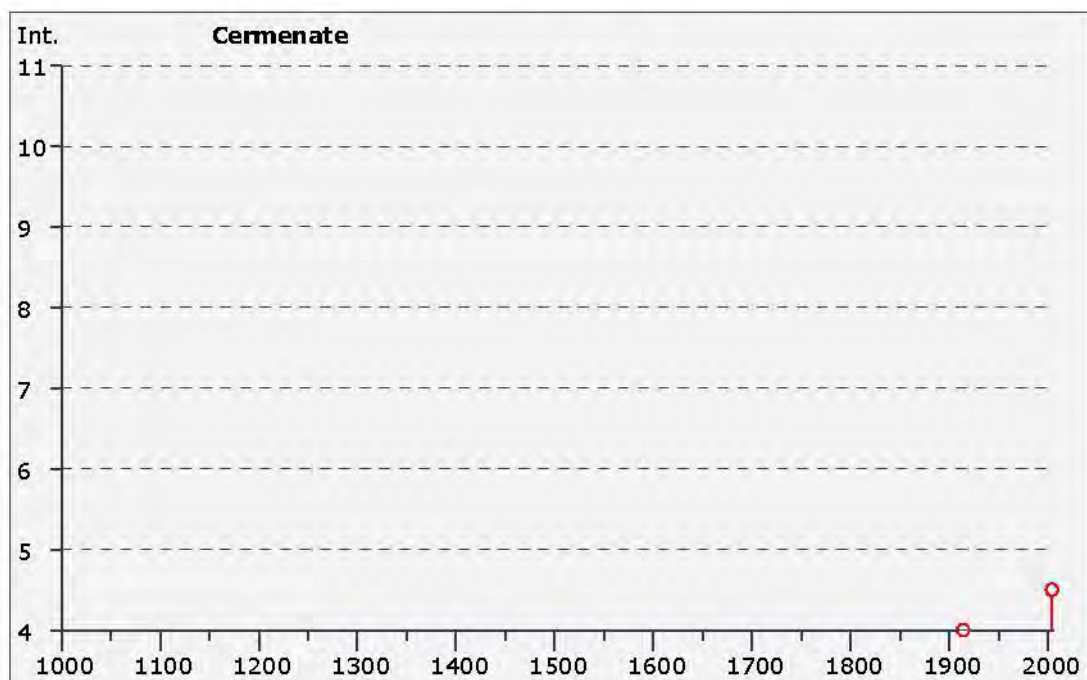


Figura 35 – Storia sismica di Cermenate

Le massime intensità macrosimiche osservate al sito sono relative all'evento del 1979 che interessò l'area di Capriate San Gervasio, con magnitudo momento all'epicentro pari a 4.8, ed all'evento che interessò l'area Gardesana nel 2004 con magnitudo momento all'epicentro pari a 5.1.

La sismicità risentita nell'area, non compresa in alcuna zona sismogenetica, è riferibile dal punto di vista geodinamico alla zona sismogenetica 907 della zonazione ZS9 come mostrato nella seguente tabella ottenuta interrogando il catalogo parametrico dei terremoti



italiani con ricerca all'interno di un'area di raggio pari a 50 km centrata sul sito di progetto  
(coordinate WGS84 – Lat: 45.733885°; Lon: 9.083778° - Coordinate ED50 – Lat:  
45.734814° - Lon: 9.084845°)

#### CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (45.734, 9.085) e raggio 50 km  
a partire dal 217/01/01 fino al 2002/12/31

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
121	DI	1396	11	26				Monza	CPTI	2	75	75		45.58	9.27	A	5.37	0.30		5.10	0.45		5.27	0.42	907	A	168	281	121
271	CP	1576	9	26	6			BERGAMO	POS85			60		45.667	9.667		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	907	G		282	271
284	DI	1593	3	8				BERGAMO	DOM	1	65	65		45.694	9.67	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	907	G		283	284
302	DI	1606	8	22				BERGAMO	DOM	1	65	65		45.694	9.67	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	907	G		284	302
346	DI	1642	6	13	22			BERGAMO	DOM	1	65	65		45.694	9.67	A	5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	907	G		285	346
1131	CP	1887	5	20	4	12		OGGIONO	POS85			55		45.833	9.4		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19			301	1131	
1245	CP	1895	11	2	6	30		SOMMA LOMBARDO	POS85			55		45.667	8.75		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19			2057	1245	
1672	DI	1918	4	24	14	21		LECCESE	DOM	34	60	60		45.778	9.631	A	5.07	0.07		4.66	0.11		4.86	0.10	907	A		293	1672
2169	CP	1961	11	23	1	12	5	CAPRINO BERGAMASCO	POS85			60		45.717	9.567		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	907	A		298	2169
2396	CP	1979	2	9	14	44		TREZZO SULL'ADDA	NT					45.617	9.467		5.03	0.18		4.60	0.27		4.80	0.25	907	A		299	2396
2483	DI	1991	11	20	1	54	19	ALPI CENTRALI	BMING	469	60	50		45.993	9.427	A	4.80	0.09		4.37	0.13		4.59	0.12	903	A		9009	2479

Numero di record estratti: 11

Tabella 17 – Eventi risentiti in un'area circolare di 50 km di raggio con centro nell'area di progetto

La sismicità della zona sismogenetica 907 è legata alla convergenza attiva tra la placca Adria e la placca Europea e si esplica attraverso meccanismi di fagliazione a prevalente componente inversa, che danno luogo a terremoti con ipocentri mediante compresi nella classe di profondità 8÷12 km. La zona include la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia. È caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio-bassa con la sola eccezione del terremoto di Soncino evento del 1802, a cui viene assegnata una magnitudo Mw intorno a 5.9.

L'ubicazione delle zone sismogenetiche ed i meccanismi focali prevalenti ad esse associati sono mostrati di seguito in rapporto all'area di progetto.

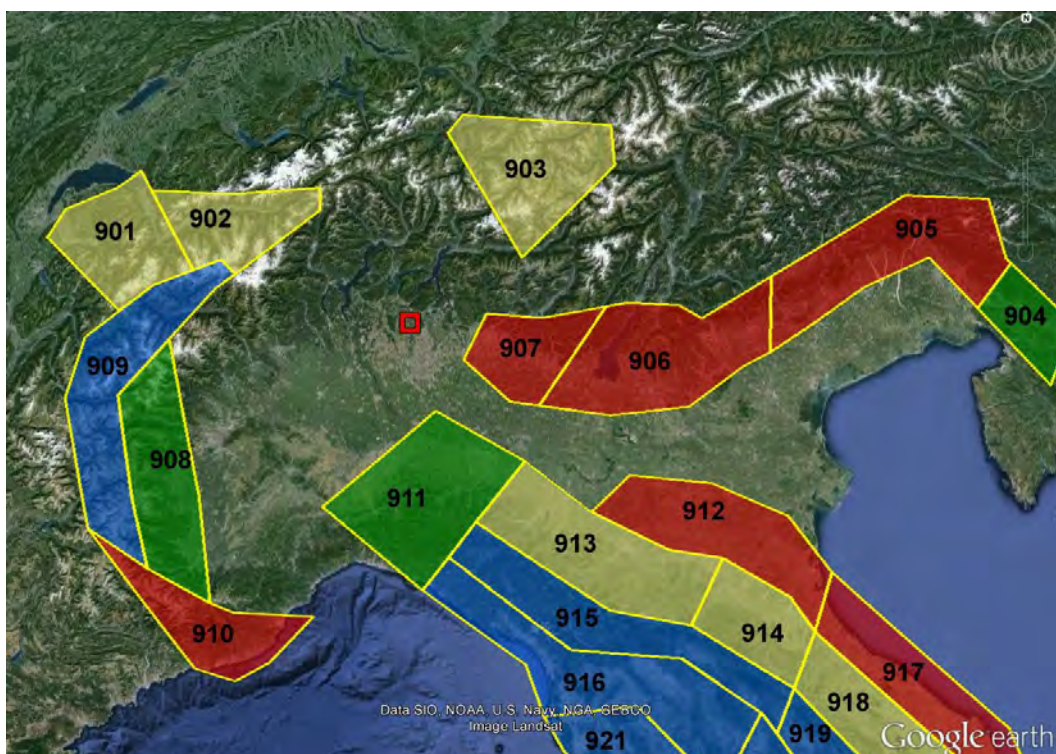


Figura 36 – Zone sismogenetiche ZS9

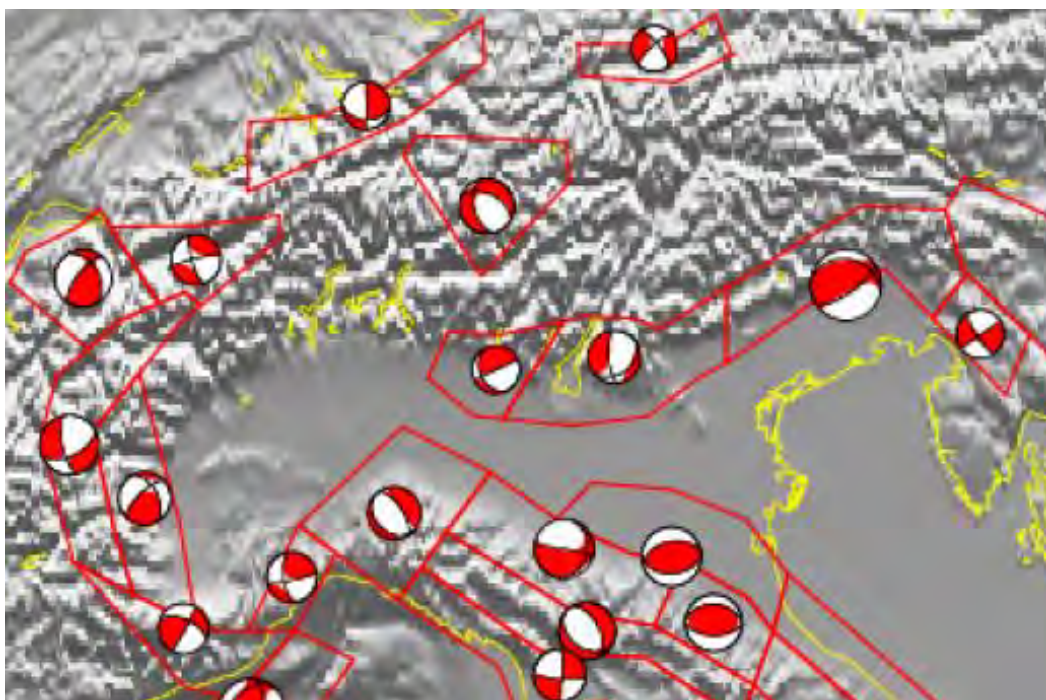


Figura 37 – Meccanismi focali

Nell'ambito delle zone sismogenetiche sopra indicate il più recente database DISS 3.2.1, reso disponibile dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, identifica le seguenti sorgenti sismogenetiche:

- ITCS002 – Western S-Alps external thrust
- ITCS010 – Western S-Alps internal thrust
- ITCS044 – Portalbera-Cremona
- ITCS072 – Capriano-Castenedolo back-thrust
- ITCS115 – Western S-Alps external thrust shallow-west
- ITCS116 – Western S-Alps external thrust shallow-east
- ITIS104 – Romanengo

I massimi valori di magnitudo momento registrati nelle sorgenti sismogenetiche sopra indicate e la minima distanza dal sito in esame sono mostrate nella seguente tabella:

<b>Sorgente sismogenetica</b>	<b>Profondità [km]</b>	<b>Magnitudo momento Mw</b>	<b>Distanza minima dal sito [km]</b>
ITCS002 – Western S-Alps external thrust	6÷13	6.0	35.5
ITCS010 – Western S-Alps internal thrust	5÷12	5.5	22.5
ITCS044 – Portalbera-Cremona	2÷7	5.5	62.0
ITCS072 – Capriano-Castenedolo back-thrust	1÷6	6.0	69.5
ITCS115 - Western S-Alps external thrust shallow-west	2÷6	6.0	30.9
ITCS116: Western S-Alps external thrust shallow-east	2.5÷5.5	5.5	77.9
ITIS104: Romanengo	2.5÷5.8	5.7	63.6

Tabella 18 – Sorgenti sismogenetiche (da database DISS 3.2.1)

L'ubicazione delle sorgenti sismogenetiche sopra indicate è di seguito mostrata in rapporto all'ubicazione dell'area di progetto (riquadro rosso).



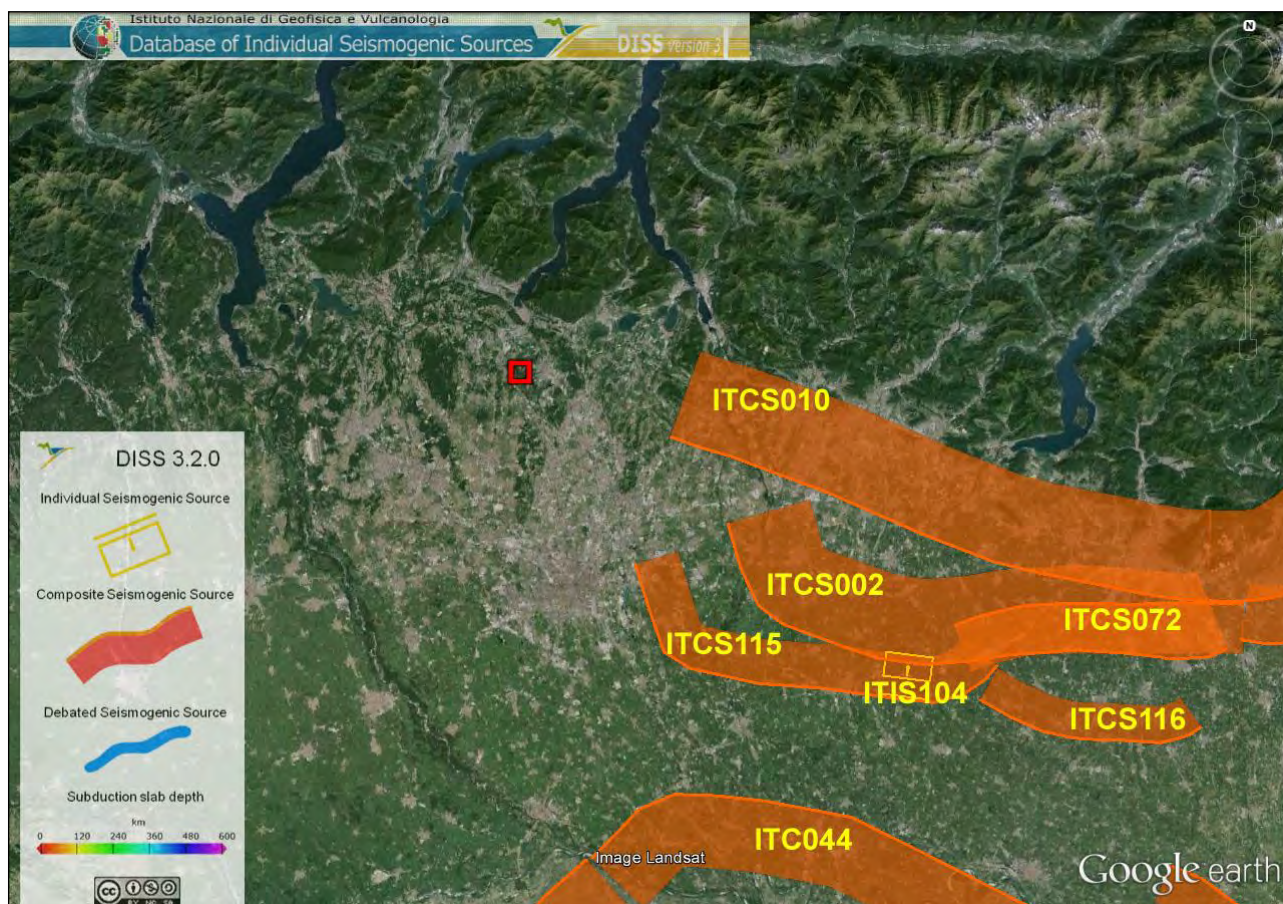


Figura 38 – Sorgenti sismogenetiche (da database DISS 3.2)

Come mostrato dall'immagine sopra riportata il sito di progetto non ricade all'interno di zone sismogenetiche riconosciute.

La consultazione del *Catalogo delle Faglie Capaci – Database ITHACA* ha infine consentito di escludere la presenza di elementi attivi in grado di dar luogo ad effetti di superficie in corrispondenza dell'area di progetto.

## 7.2 Scuotimento sismico di base al bedrock

Per quanto concerne la determinazione dei parametri di scuotimento sismico dell'area di progetto, facendo riferimento al D.M. 17/01/18 *Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*, la sismicità di base del sito è definibile in funzione del valore assunto dall'accelerazione massima attesa su suolo rigido per eventi con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% in 50 anni definita nella tabella 1 allegata al citato D.M.



in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento nazionale mostrato nella figura sottostante per il sito in esame in cui il centro degli assi della griglia identifica il sito di progetto (coordinate geografiche WGS84 – Lat: 45.733885°; Lon: 9.083778° - Coordinate geografiche ED50 – Lat: 45.734814° - Lon: 9.084845°)).

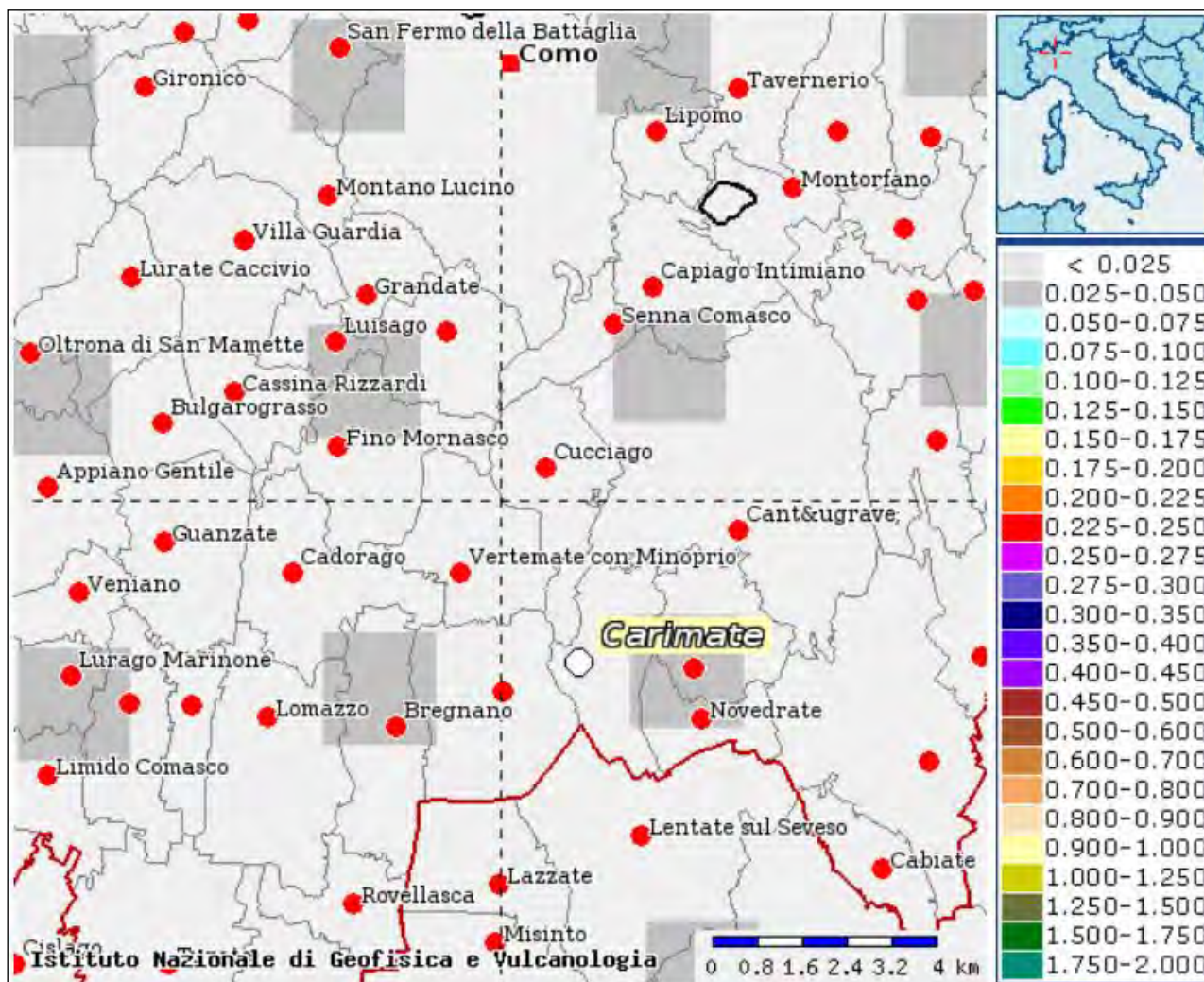


Figura 39 – Valori di  $a_g$  ai nodi del reticolo di riferimento nazionale

In particolare i valori di scuotimento relativi ai quattro nodi utilizzabili per la definizione del valore medio utilizzabile per il sito in esame sono mostrati nella seguente tabella unitamente ai parametri di base che definiscono lo spettro di risposta elastico:

ID Punto [-]	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]	$a_{g(475)}$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
10927	45,7538	9,0528	3259	0,041	2,64	0,28
10928	45,7564	9,1243	3885	0,044	2,64	0,28
11149	45,7038	9,0566	4084	0,042	2,64	0,28
11150	45,7064	9,1280	4600	0,044	2,65	0,28

Tabella 19 – Valori di  $a_g$  ai nodi del reticolo di riferimento nazionale

Sulla base dei dati sopra indicati è possibile definire un valore di progetto delle azioni sismiche come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame adottando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in esame ed i vertici considerati.

Nel caso in esame si ottengono i seguenti valori medi dei parametri sismici di base al bedrock sismico:

$a_{g(475)}$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
<b>0,042</b>	<b>2,643</b>	<b>0,283</b>

Tabella 20 – Valori di  $a_g$  al bedrock del sito

Considerando una Vita Nominale dell'opera pari a 50 anni ed una classe d'uso II, cui corrisponde un coefficiente di utilizzo  $C_U$  pari a 1.0 si ottengono i seguenti valori medi dei parametri sismici di base al bedrock sismico per i diversi stati limite:

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	30	0,016	2,576	0,158
SLD	50	0,020	2,552	0,170
SLV	475	0,042	2,643	0,283
SLC	975	0,051	2,692	0,301

Tabella 21 – Valori di  $a_g$  al bedrock per diversi stati limite

Per quanto concerne la magnitudo degli eventi sismici responsabili della sismicità risentita al sito l'analisi di disaggregazione condotta in corrispondenza dei nodi del reticolo di

riferimento che circoscrivono il sito di progetto consente di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza  $R$  capaci di generare terremoti di magnitudo  $M$ . I valori medi delle coppie Magnitudo – Distanza Epicentrale compatibili con i valori di accelerazioni attesi al sito, definiti per eventi con tempo di ritorno di 475 anni, sono di seguito mostrati insieme al parametro  $\varepsilon$  che rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento devia dal valore mediano predetto:

<i>ID Punto</i> [-]	<i>Magnitudo</i> [-]	<i>Distanza Epicentrale</i> [km]	$\varepsilon$ [-]
10927	5.13	84.2	1.74
10928	5.08	75.8	1.67
11149	5.11	81.9	1.72
11150	5.06	72.8	1.65

*Tabella 22 – Magnitudo media ai nodi del reticolo*

Considerando come rappresentativo del sito in esame il valore definito per il nodo 10927, più prossimo al sito di progetto, si può assumere quale valore medio di progetto una Magnitudo epicentrale pari a 5.13.

La distribuzione statistica dei valori di magnitudo epicentrale desunti dall'analisi di disaggregazione condotta in corrispondenza del nodo 10927 è mostrata nella seguente figura per un tempo di ritorno di 475 anni:

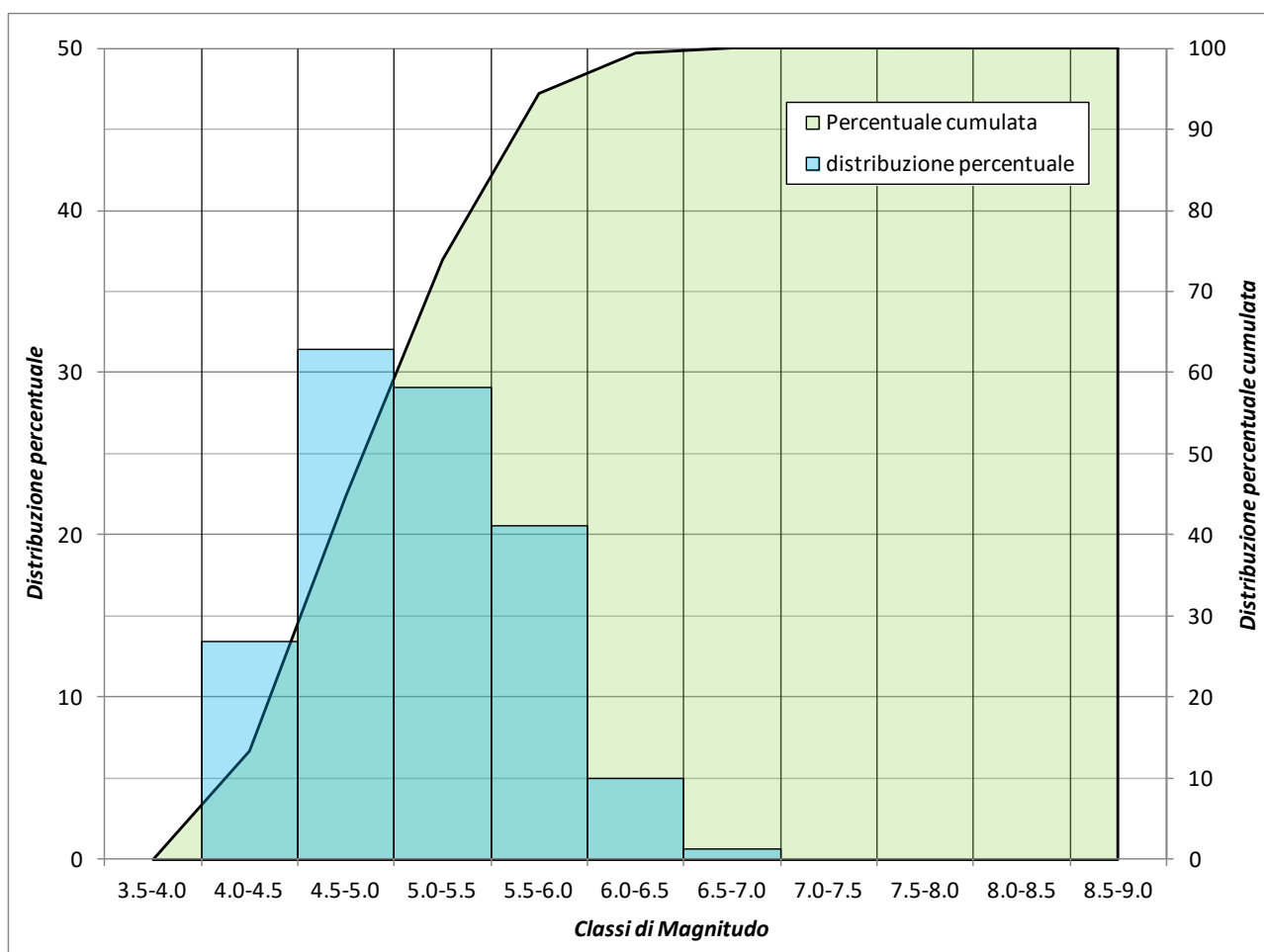


Figura 40 – Distribuzione statistica della magnitudo

Dal grafico sopra riportato si determina un valore di magnitudo epicentrale al 90% percentile della distribuzione statistica pari a:

$$M = 5,65$$

### 7.3 Analisi di risposta sismica locale di II livello

Le opere in progetto ricadenti nell'Area golenale 4, relative ad un'opera di ritenuta di competenza regionale (piccola diga) classificata come *opera rilevante in relazione alla conseguenza di un eventuale collasso* ai sensi del d.d.u.o 7237/2019, si inquadrano come *interventi rilevanti nei riguardi della pubblica incolumità* ai sensi della Circolare Regione Lombardia 29/07/2019 n° 9.

Poiché l'area golenale 4 ricade in comune di Cantù (CO), appartenente alla **zona sismica 4**, ed in ambito di pericolosità sismica locale PSL Z4a, si rende necessario eseguire un approfondimento sismico di 2° livello ai sensi della d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616.

Per la valutazione numerica degli effetti di amplificazione sismica sitospecifica la procedura di cui al punto 1.4.4 dell'Allegato B alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "*Sintesi delle procedure*", prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento sismico con grado di dettaglio crescente in funzione della zona sismica di appartenenza.

L'analisi di 2° livello prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi negli scenari PSL Z4, consentendo di verificare se l'analisi di risposta sismica locale semplificata, basata sull'individuazione della categoria di sottosuolo ai sensi del punto 3.2.2 del D.M. 17/01/18, risulta sufficiente o insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fattore di amplificazione  $F_a$  calcolato superiore a  $F_a$  di soglia comunale fornito da Regione Lombardia). Qualora a mezzo della procedura di 2° livello si verificasse l'inadeguatezza della procedura semplificata, in fase di progettazione, si dovrà procedere ad indagini ed approfondimenti di 3° livello o, in alternativa, si potrà utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Il valore di  $F_a$  si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1÷0.5s (strutture basse, regolari e piuttosto rigide) e 0.5÷1.5s (strutture più alte e flessibili) in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale.

La procedura per la verifica degli effetti litologici (punto 2.2.2 dell'Allegato 5 alla d.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 "*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*") tramite l'impiego delle schede predisposte dalla Regione Lombardia, necessita della conoscenza della litologia prevalente dei materiali presenti in sito, della stratigrafia del sito e dell'andamento delle  $V_s$  con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s (ottenuta utilizzando metodi di indagine diretti ed indiretti, in grado di fornire un modello geologico e geofisico del sottosuolo attendibile) e dello spessore e velocità di ciascun strato.

### 7.3.1 Determinazione della categoria sismica di sottosuolo

Per la valutazione degli effetti di amplificazione stratigrafica è stata determinata la categoria sismica di sottosuolo in funzione del valore di  $V_{s,eq}$  misurato in sito mediante l'indagine sismica MASW n° 3 condotta nell'area. La stratigrafia delle velocità di propagazione delle



onde di taglio ottenuta mediante la prospezione sismica è mostrata nel seguente grafico in cui sono riportati anche i valori ricavati dalle prove di resistenza alla penetrazione standard  $N_{SPT}$  sulla base delle correlazioni di *Ohta e Goto*:

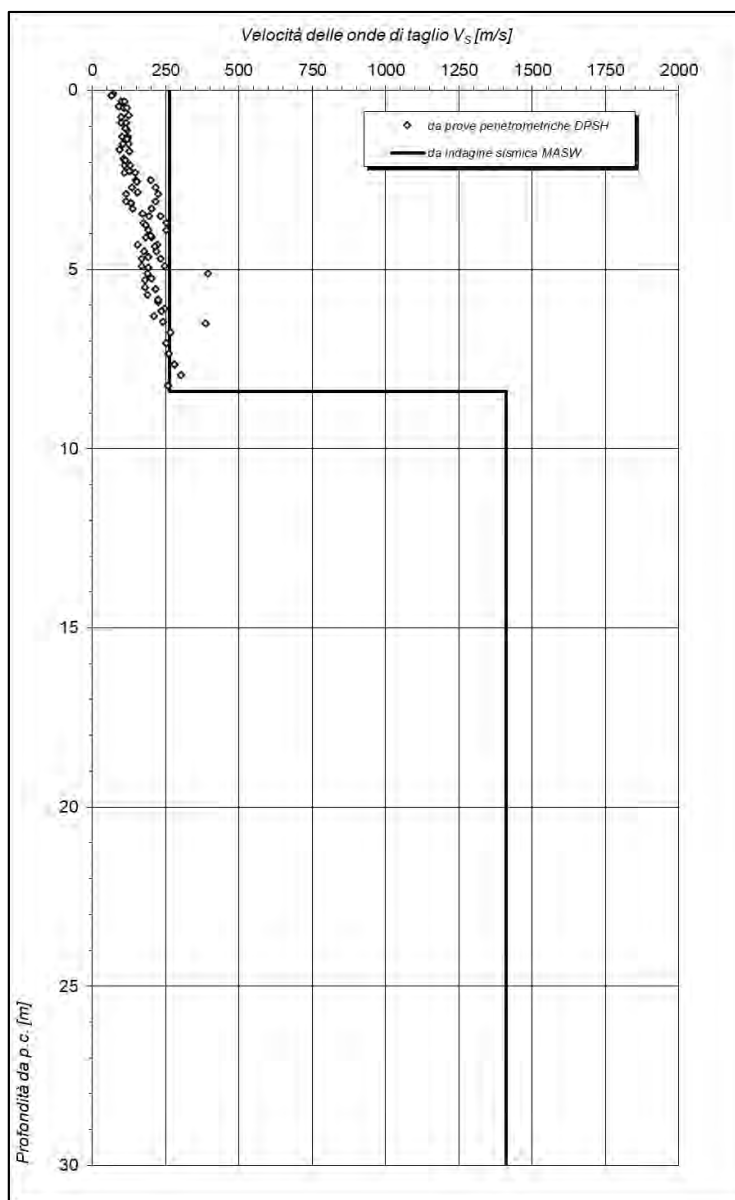


Figura 7.41 – Stratigrafia delle  $V_s$

Sulla base della stratigrafia delle velocità di propagazione delle onde di taglio definita per l'area in esame è possibile definire un valore di velocità equivalente di propagazione delle

onde di taglio  $V_{s,eq}$  secondo la seguente espressione, in accordo al D.M. 17 gennaio 2018 “Norme tecniche per le costruzioni”:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Dove  $H$  rappresenta la profondità del substrato sismico, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto addensato caratterizzata da valori di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  non inferiori a 800 m/s e  $h_i$  e  $V_{s,i}$  rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio di ciascuno strato. Nel caso in cui la profondità del substrato  $H$  sia superiore a 30 m dal piano di riferimento (piano di posa delle fondazioni superficiali, testa dei pali di fondazione, testa di opere di sostegno di terreni naturali, piano di posa delle fondazioni di muri di sostegno di terrapieni) la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H$  pari a 30 nella precedente espressione e considerando le velocità di propagazione dei diversi strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso in esame, considerando la minore profondità di ammorsamento delle opere arginali in progetto, pari a -0,5 m dalla quota media di p.c., e poiché il bedrock sismico si individua a profondità inferiori di 30 m dal piano di riferimento considerato, si ottengono i valori di  $V_{s,eq}$  e le corrispondenti categorie sismiche di sottosuolo di seguito indicati:

Profondità di calcolo [m da p.c.]	$V_{s,eq}$ [m/s]	Categoria sismica
0.0	263	E
0,5	263	E

Tabella 23 – Valori di  $V_{s,eq}$

Sulla base dei risultati ottenuti è possibile quindi attribuire i terreni di fondazione delle opere in progetto alla **categoria E** tra quelle previste al punto 3.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018, costituita da *terreni a grana grossa da scarsamente addensati mediamente addensati e terreni a grana fina da scarsamente consistenti a mediamente consistenti, con valori di*

velocità equivalente compresa tra 100 e 360 m/s e profondità del substrato non superiore a 30 m.

### 7.3.2 Individuazione della scheda di valutazione semplificata

In accordo alla procedura regionale di cui all'allegato 5 della D.G.R. n° IX/2616/2001 si è proceduto a confrontare la stratigrafia di propagazione delle onde di taglio rilevata in sito a mezzo della prospezione sismica MASW con le curve di riferimento attualmente disponibili, come mostrato nella seguente figura

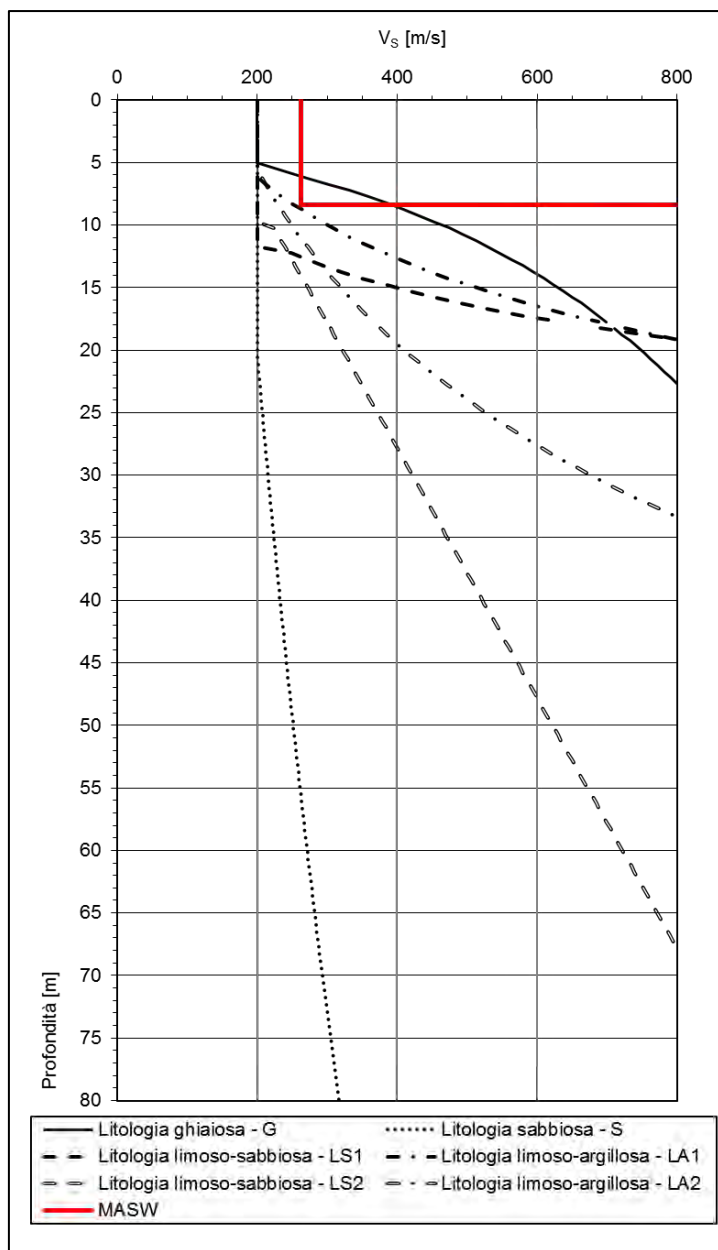




Figura 7.42 – Stratigrafia di  $V_s$  sitospecifica e curve di riferimento regionali

Sulla base del confronto tra la curva sperimentale sitospecifica ottenuta a mezzo della prospezione sismica condotta, e le curve di riferimento regionali è stata scelta la scheda di valutazione di seguito indicata:

Scheda di valutazione
<b>LS1</b> - Litologia limoso-sabbiosa tipo 1

La scheda utilizzata per le successive elaborazioni è riportata di seguito:

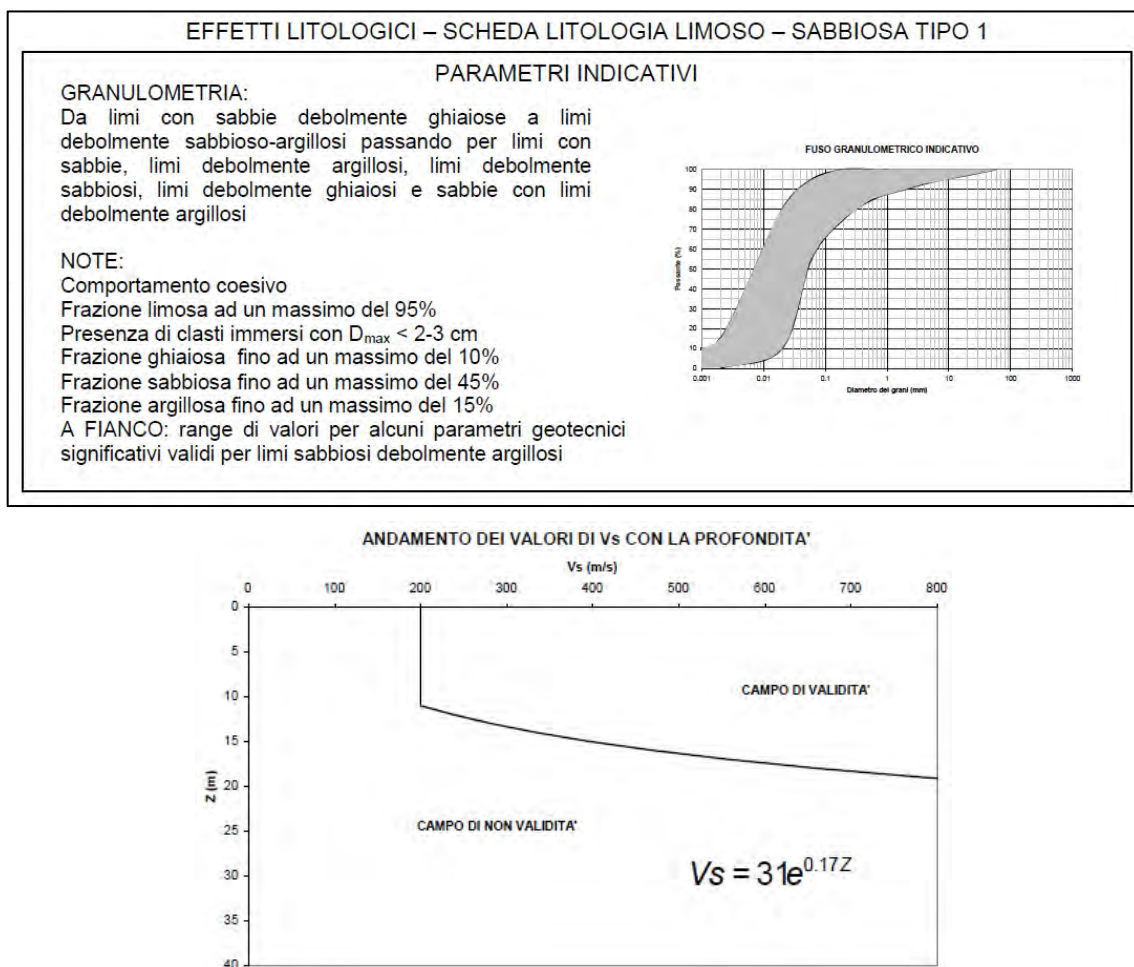


Figura 7.43 – Scheda di valutazione adottata

### 7.3.3 Calcolo del periodo proprio di sito

Per il calcolo del periodo proprio di sito  $T$ , necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione, occorre considerare la stratigrafia di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  fino alla profondità a cui si raggiunge un valore pari a o superiore a 800 m/s.

Nel caso in esame la stratigrafia di  $V_s$  ricavata dalla prospezione sismica MASW, ha individuato il bedrock sismico, caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde di taglio superiori a 800 m/s, alla profondità di circa 8,4 m da p.c.

Per il calcolo del periodo proprio di sito la direttiva regionale prevede l'utilizzo della seguente relazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{si} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

Si precisa che tale approccio di calcolo non risulta conforme a quanto definito negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – ICMS 2008 – e nel DM 17/01/18 che fanno riferimento alla seguente relazione che, a differenza di quella adottata nella procedura regionale, assicura il rispetto della condizione di invarianza di tempo:

$$T = \frac{4 \cdot \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}} \right)}$$

Per l'area esaminata si ottengono i valori di periodo proprio di sito di seguito indicati:

Profondità di calcolo [m da p.c.]	$T$ [s]
0,0	0,13
<b>0,5</b>	<b>0,12</b>

Tabella 24 – Periodo proprio di sito

Nella seguente tabella si riportano per confronto i valori di periodo calcolati a mezzo della relazione di cui agli ICMS- 2008 ed al DM 17/01/18.

Profondità di calcolo [m da p.c.]	$T$ [s]
0,0	0,13
<b>0,5</b>	<b>0,12</b>

Tabella 25 – Periodo proprio di sito

#### 7.3.4 Calcolo del fattore di amplificazione locale

Per il calcolo del fattore di amplificazione litologico locale è necessario individuare dapprima lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale, definito come il primo strato a partire dal piano di posa delle fondazioni avente spessore minimo di 4 m. Qualora non si dovesse riconoscere un primo strato di spessore adeguato è necessario procedere alla individuazione di uno strato superficiale equivalente avente spessore adeguato ottenuto sommando gli strati individuati con le indagini sismiche; a tale strato si assegna una velocità di propagazione delle onde di taglio pari alla media pesata delle velocità dei singoli strati che lo costituiscono.

Per l'ambito di progetto si ottengono i seguenti valori di spessore e velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale equivalente:

Profondità di calcolo [m da p.c.]	$V_{s1}$ [m/s]	$H_1$ [m]
0,0	263	8,4
<b>0,5</b>	<b>263</b>	<b>7,9</b>

Tabella 26 – Parametri sismostrato superiore

Sulla base dei valori di spessore e velocità di propagazione delle onde di taglio dello strato superficiale si individuano le equazioni da impiegare per il calcolo del valore di  $F_a$  per strutture aventi periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5 s e per strutture aventi periodo proprio compreso tra 0.5 e 1.5 s sulla base della seguente scheda di valutazione.

		Profondità primo strato (m)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Velocità primo strato (m/s)	200				1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	250				2	2	2	2	2	2	2	1	1	1					
	300				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
	350				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2				
	400				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	450				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	500				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	600				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	700				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Figura 7.44 – Scheda regionale per analisi sismica semplificata di 2° livello

Nel caso in esame le equazioni individuate, che corrispondono alla curva 2, sono mostrate di seguito:

**Strutture aventi periodo proprio  $T$  compreso tra 0.1 e 0.5 s**

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico
1	$0.08 < T \leq 0.40$	$0.40 < T \leq 1.00$
	$F_{a_{0.1-0.5}} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 2.12 - 0.30\ln T$
2	$0.06 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$F_{a_{0.1-0.5}} = -9.5T^2 + 6.3T + 0.73$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 1.51 - 0.25\ln T$
3	$0.05 < T \leq 0.35$	$0.35 < T \leq 1.00$
	$F_{a_{0.1-0.5}} = -7.3T^2 + 4.5T + 0.80$	$F_{a_{0.1-0.5}} = 1.21 - 0.26\ln T$

**Strutture aventi periodo proprio  $T$  compreso tra 0.5 e 1.5 s**

$$F_{a_{0.5-1.5}} = -0.67T^2 + 1.03T + 0.93$$



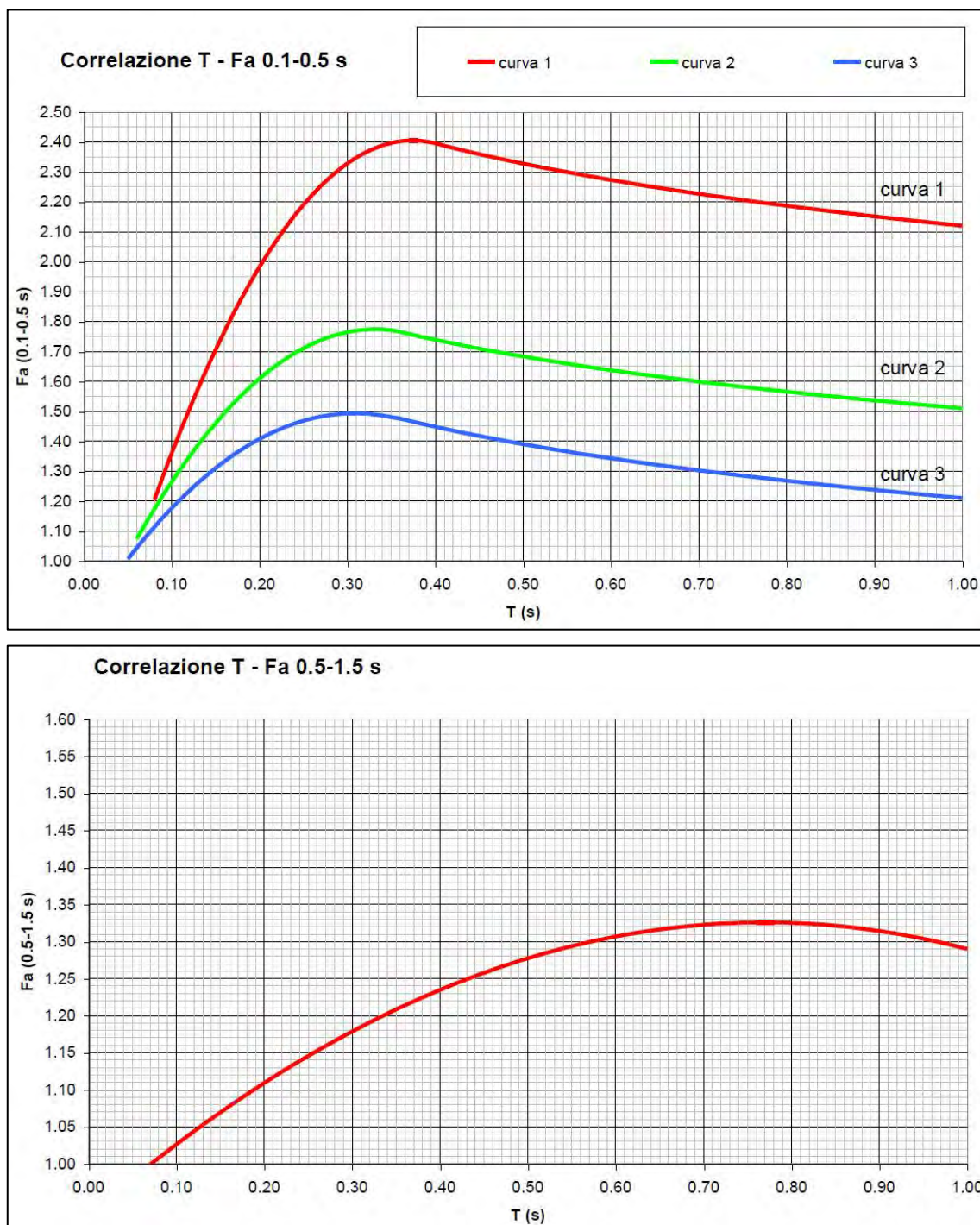


Figura 7.45 – Curve per il calcolo del coefficiente di amplificazione  $F_a$

Utilizzando le equazioni sopra riportate a partire dai valori di periodo proprio di sito precedentemente calcolati si sono determinati i valori del coefficiente di amplificazione litologica  $F_a$  di seguito mostrati:

Profondità di calcolo [m da p.c.]	Periodo proprio struttura	
	0.1 ÷ 0.5 [s]	0.5 ÷ 1.5 [s]
0,0	1,38	1,05
<b>0,5</b>	<b>1,35</b>	<b>1,04</b>

Tabella 27 – Coefficienti di amplificazione litologica calcolati

### 7.3.5 Confronto tra i valori calcolati ed i valori di soglia comunale

Per il comune di Cantù, i valori di soglia del Fattore di amplificazione  $F_a$  forniti da Regione Lombardia, differenziati per categoria di suolo di fondazione e per periodo, sono riportati nelle seguenti tabelle:

VALORI DI $F_a$ DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1 E 0.5s				
Comune	Suolo di tipo B	Suolo di tipo C	Suolo di tipo D	<b>Suolo di tipo E</b>
Cantù	1,4	1,8	2,2	<b>2,0</b>

Tabella 28 – Coefficienti di amplificazione di soglia comunale  $F_a$

VALORI DI $F_a$ DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5 E 1.5s				
Comune	Suolo di tipo B	Suolo di tipo C	Suolo di tipo D	<b>Suolo di tipo E</b>
Cantù	1,7	2,4	4,2	<b>3,1</b>

Tabella 29 – Coefficienti di amplificazione di soglia comunale  $F_a$

Per procedere al confronto con i valori di soglia dei valori del coefficiente di amplificazione litologica precedentemente determinati, arrotondati alla prima cifra decimale, occorre associare la variabilità statistica pari a  $\pm 0.1$  come precisato nella procedura regionale. I valori così ottenuti sono mostrati nella seguente tabella in cui sono messi a confronto con i valori di soglia definiti per il comune considerato per la categoria di sottosuolo di appartenenza:

Ambito	Periodo proprio struttura	
	0.1 – 0.5 [s]	0.5 – 1.5 [s]
Ambito di progetto - <b>Fac</b>	<b>1.3÷1.5</b>	<b>1.0÷1.1</b>
Valore di soglia comunale per suoli di categoria E - <b>Fas</b>	<b>2.0</b>	<b>3.1</b>

Tabella 30 – Confronto coefficienti di amplificazione litologica

I valori del fattore di amplificazione litologica  $F_a$  ricavati a mezzo dell'analisi di approfondimento di secondo livello, tenuto conto della variabilità statistica, sono risultati sempre inferiori ai valori di soglia comunale; le azioni sismiche di progetto determinate a mezzo della procedura semplificata di cui al D.M. 17/01/18 sono quindi da considerarsi sufficienti a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica di sito. Pertanto, per la determinazione delle azioni sismiche di progetto **si potrà utilizzare lo spettro di risposta relativo alla categoria sismica E senza ulteriori approfondimenti di analisi.**

#### 7.4 Analisi di suscettibilità alla liquefazione

Il fenomeno della liquefazione interessa depositi sabbiosi e sabbioso-limosi saturi che durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale le condizioni di stabilità non sono più garantite e la massa di terreno interessata dal fenomeno comincia ad assestarsi fino a che la nuova configurazione del terreno non è compatibile con la diminuita resistenza al taglio. I parametri che governano il fenomeno sono rappresentati in generale da:

- condizioni di drenaggio e grado di saturazione del deposito;
- granulometria del deposito;
- stato di addensamento;
- intensità, forma spettrale e durata delle sollecitazioni cicliche;
- stato tensionale iniziale;
- storia tensionale e deformativa del deposito;
- fenomeni di aging.

Durante un evento sismico vengono indotte nel terreno sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la tensione



geostatica rimane invariata. In conseguenza dell'applicazione di sollecitazioni cicliche, la struttura granulare del terreno tende a diventare più compatta, ma essendo molto più compressibile dell'acqua, la sollecitazione viene trasmessa all'acqua interstiziale. Se l'incremento della pressione interstiziale è tale da raggiungere il valore della tensione geostatica di confinamento, il terreno inizia a subire deformazioni, la cui entità dipende essenzialmente dal suo grado di addensamento.

Se il terreno ha una modesta densità relativa la pressione interstiziale aumenterà molto rapidamente fino a valori prossimi a quelli della tensione geostatica di confinamento e il terreno comincerà a subire grosse deformazioni, con totale annullamento della resistenza a taglio.

Se il terreno viceversa è addensato, esso potrà avere alla fine dei cicli di carico una pressione interstiziale pari alla tensione geostatica di confinamento ma, poiché i terreni addensati si deformano con aumento di volume per il fenomeno della dilatanza, la pressione interstiziale subirà una brusca caduta e il terreno riuscirà a sviluppare una resistenza a taglio sufficiente a sostenere le sollecitazioni applicate.

Poiché la tensione geostatica aumenta con la profondità mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce, ne consegue che la resistenza alla liquefazione di un terreno cresce con la profondità. Numerose evidenze sperimentali dimostrano infatti che il fenomeno della liquefazione può generarsi fino a profondità massime di circa 20 m.

Occorre inoltre considerare che il terreno può essere soggetto a sforzi di taglio statici dovuti alla presenza di strutture in superficie; in tali condizioni l'innescio del fenomeno della liquefazione è condizionato anche dal rapporto tra le tensioni di taglio indotte dalla sollecitazione sismica e quelle statiche preesistenti.

La resistenza alla liquefazione è infine influenzata dall'entità dei legami intergranulari e di cementazione connessi a fenomeni di aging che si sviluppano nel tempo. Inoltre, la struttura di un deposito antico è in genere più stabile per gli effetti di ripetute sollecitazioni cicliche subite nel tempo che, qualora non abbiano dato luogo a fenomeni di liquefazione, avranno prodotto un significativo incremento della resistenza a taglio ciclica.

In caso di accertata liquefacibilità del terreno di fondazione occorrerà valutare le deformazioni indotte e le conseguenze delle stesse sulla funzionalità delle opere previste in progetto.

Ai sensi del D.M. 17/01/18 i terreni di fondazione sono da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico e la verifica a liquefazione può essere omessa quando si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- l'accelerazione massima attesa a piano campagna in condizioni di free-field è inferiore a 0.1 g;
- la profondità media stagionale della falda è superiore a 15 m da p.c.;
- sono presenti depositi sabbiosi puliti con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata  $(N_1)_{60}$  superiore a 30 o con resistenza penetrometrica statica normalizzata  $q_{c1N} > 180$ ;
- sono presenti terreni con distribuzione granulometrica esterna ai limiti indicati nel grafico seguente

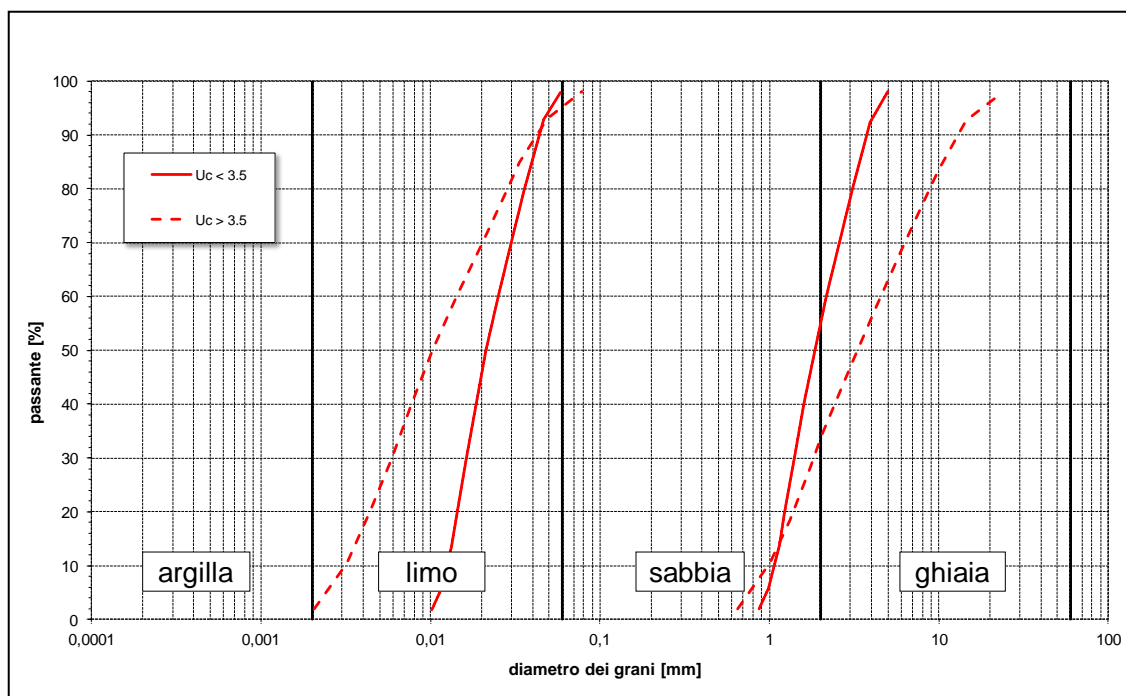


Figura 7.46 – Campo di liquefacibilità potenziale

Le aree di progetto sono caratterizzate dalla presenza di una falda freatica avente soggiacenza media di circa 20÷30 m da p.c.; localmente si individua una falda sospesa a carattere effimero con valori di soggiacenza mediamente compresi tra 3 e 6 m da p.c..

I terreni di fondazione sono in ogni caso da non ritenersi suscettibili a fenomeni di liquefazione in occasione dell'evento sismico atteso per tempi di ritorno pari a 475 anni (Stato limite SLV) e la verifica a liquefazione può essere omessa in accordo al punto 7.11.3.4.2 del D.M. 17/01/18 in quanto:

- l'accelerazione massima a piano fondazione in condizioni di free-field, calcolata sulla base di un sottosuolo di **categoria sismica E** è pari a  $0.042 \times 1.6 = 0.067$  g per un tempo di ritorno di 475 anni (condizioni di Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita per costruzioni di tipo 2 e classe d'uso II).

## 7.5 Determinazione delle azioni sismiche di progetto

Ai fini della quantificazione delle azioni sismiche di progetto è necessario valutare le modifiche in frequenza ed ampiezza del segnale sismico di base agente al bedrock indotte da fenomeni di amplificazione stratigrafica e topografica sitespecifici.

L'approfondimento sismico di II livello di cui al paragrafo 7.3 ha evidenziato che le azioni sismiche di progetto determinate a mezzo della procedura semplificata di cui al D.M. 17/01/18, sono da considerarsi sufficienti a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica di sito.

Pertanto le azioni sismiche possono essere definite sulla base della categoria sismica di sottosuolo e dello scuotimento sismico atteso al bedrock definendo lo spettro di risposta elastico riferito ad uno smorzamento convenzionale del 5% definito dalle seguenti espressioni:

<u>Componente orizzontale</u>	
$0 \leq T < T_B$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o * \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta * F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
$T_B \leq T < T_C$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o$
$T_C \leq T < T_D$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \left( \frac{T_C}{T} \right)$
$T_D \leq T$	$S_e(T) = a_g * S * \eta * F_o \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Componente verticale

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v * \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta * F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g * S * \eta * F_v \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

dove:

T = periodo di vibrazione

Se = accelerazione spettrale

S = fattore funzione della categoria del terreno di fondazione e delle condizioni topografiche  
espresso dalla relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica, pari ad 1 nel caso in esame

$\eta$  = fattore di alterazione dello spettro per smorzamenti viscosi  $\xi$  diversi dal 5% espresso  
dalla relazione:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}}$$

$F_o$  = fattore di quantificazione della componente orizzontale dell'amplificazione spettrale  
massima

$F_v$  = fattore di quantificazione della componente verticale dell'amplificazione spettrale mas-  
sima

$T_C$  = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta  
elastica espresso dalla relazione:

$$T_C = C_C \cdot T^*_C$$

$T^*_C$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su suolo rigido

$C_C$  = parametro funzione della categoria di sottosuolo

$T_B$  = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante definito dalla relazione:

$$T_B = T_C / 3$$

$T_D$  = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante espresso dalla relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Per quanto concerne il fattore di amplificazione stratigrafica l'esame delle stratigrafie delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  misurate nelle prospezioni sismiche MASW eseguite evidenzia la presenza di un bedrock sismico caratterizzato da valori di  $V_s$  superiori ad 800 m/s a profondità comprese tra 6 e 17 m da p.c. con valori di  $V_{Seq}$  al di sopra del bedrock sismico compresi tra 160 a 260 m/s; sulla base di tali elementi i terreni di fondazione delle opere in progetto sono attribuibili alla **categoria sismica E**; per tale categoria sismica in accordo al D.M. 17/01/18 il coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  è definito dalla seguente relazione:

$$1.00 \leq S_s = 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$$

in cui introducendo i valori di  $a_g/g$  e di  $F_0$  più sopra definiti per il tempo di ritorno di 475 anni (SLV) si ottiene un valore di  $S_s$  pari a 1.6. Il fattore di amplificazione stratigrafica  $S_T$ , funzione dell'inclinazione del piano campagna, assume il valore di 1.

### 7.5.1 Aree golenali 1, 2, 3, 5 e 6

Per costruzioni di **tipo 2**, aventi una vita nominale  $V_N$  di 50 anni, e **classe d'uso II**, a cui corrisponde un **coefficiente d'uso  $C_U$**  pari a **1.0**, tipologia in cui rientrano le opere in progetto nelle aree golenali 1, 2 3, 5 e 6, e per lo stato limite di salvaguardia della vita, corrispondente ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari ad un tempo di ritorno dell'evento sismico atteso di 475 anni, i fattori ed i periodi sopra elencati assumono i valori indicati negli schemi seguenti:

Componenti orizzontali				Componenti verticali			
<b>S</b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>D</sub></b>	<b>S</b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>D</sub></b>
[-]	[s]	[s]	[s]	[-]	[s]	[s]	[s]
1.6	0.180	0.539	1.767	1,00	0,05	0,15	1,00

con  $\eta = 1.00$

Introducendo i valori sopra riportati nelle espressioni che definiscono le componenti dello spettro di risposta elastico per lo stato limite SLV si ottiene la forma spettrale riportata nel seguente grafico, riferita ad uno smorzamento viscoso pari al 5%:

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**

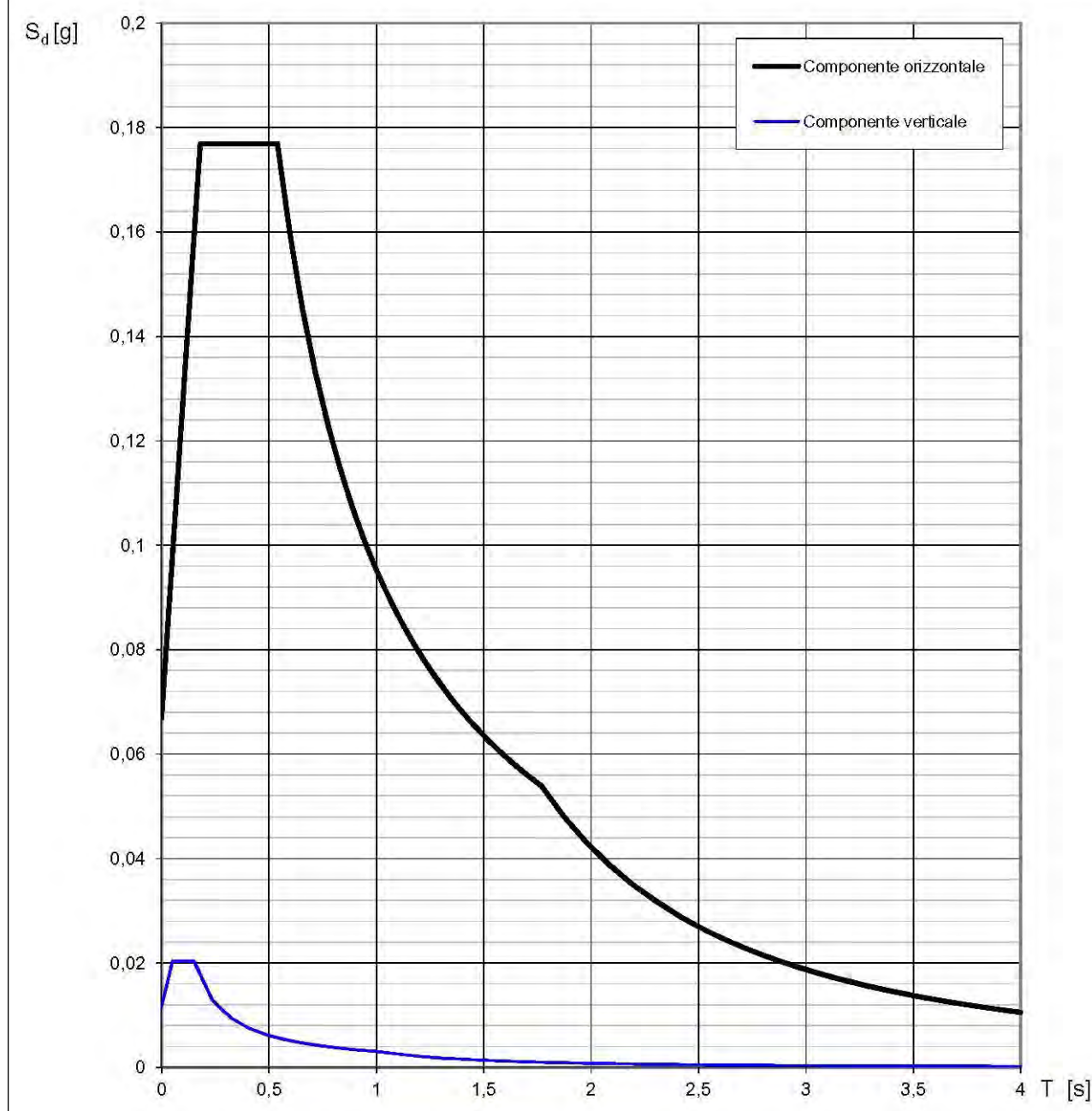


Figura 47 – Spettri di risposta elastica – Aree 1, 2, 3, 5 e 6

Qualora le verifiche di progetto agli SLU non prevedano il ricorso ad accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, gli spettri di progetto per lo stato limite ultimo potranno essere



determinati introducendo nelle espressioni che definiscono lo spettro di risposta elastico un fattore riduttivo  $q$  che tiene conto della capacità dissipativa anelastica della struttura. Per gli stati limite di esercizio si adotteranno invece gli spettri elastici corrispondenti alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato.

Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica, l'azione sismica è schematizzabile come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale  $k_h$  e verticale ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale  $k_v$  espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \beta * \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

dove:

$\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di  $a_g$  atteso;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S * a_g = S_S * S_T * a_g$$

dove:

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), pari nel caso in esame a 1.0;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale da impiegare per le verifiche geotecniche delle fondazioni nei diversi stati limite:

Stato limite	$a_g$ [g]	$S_S$ [-]	$S_T$ [-]	$a_{max}$ [g]	$\beta$ [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [-]
SLO	0,016	1,6	1,0	0,026	0,20	0,005	0,003
SLD	0,020	1,6	1,0	0,032	0,20	0,006	0,003
SLV	0,042	1,6	1,0	0,067	0,20	0,013	0,007
SLC	0,051	1,6	1,0	0,082	0,20	0,016	0,008

Tabella 31 – Parametri sismici pseudostatici per i diversi stati limite – Aree 1, 2, 3, 5 e 6

Per i fronti di scavo e le opere in materiali sciolti i coefficienti assumo i seguenti valori nei diversi stati limite:

Stato limite	$a_g$ [g]	$S_S$ [-]	$S_T$ [-]	$a_{max}$ [g]	$\beta$ [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [-]
SLD	0,020	1,6	1,0	0,032	0,47	0,015	0,008
SLV	0,042	1,6	1,0	0,067	0,38	0,026	0,013

Tabella 32 – Parametri sismici pseudostatici per i diversi stati limite – Aree 1, 2, 3, 5 e 6

### 7.5.2 Area golenale 4

Per costruzioni di **tipo 2**, aventi una vita nominale  $V_N$  di 50 anni, e **classe d'uso III**, a cui corrisponde un **coefficiente d'uso  $C_U$**  pari a **1,5**, tipologia in cui rientrano le opere in progetto nell'area golenale 4, e per lo stato limite di salvaguardia della vita, corrispondente ad una probabilità di superamento del 10% in 75 anni, pari ad un tempo di ritorno dell'evento

sismico atteso di 712 anni, i fattori ed i periodi sopra elencati assumono i valori indicati negli schemi seguenti:

<i>Componenti orizzontali</i>				<i>Componenti verticali</i>			
<b>S</b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>D</sub></b>	<b>S</b>	<b>T<sub>B</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>D</sub></b>
<b>[-]</b>	<b>[s]</b>	<b>[s]</b>	<b>[s]</b>	<b>[-]</b>	<b>[s]</b>	<b>[s]</b>	<b>[s]</b>
1.6	0.184	0.551	1.787	1,00	0,05	0,15	1,00

con  $\eta = 1.00$

Introducendo i valori sopra riportati nelle espressioni che definiscono le componenti dello spettro di risposta elastico per lo stato limite SLV si ottiene la forma spettrale riportata nel seguente grafico, riferita ad uno smorzamento viscoso pari al 5%:

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**

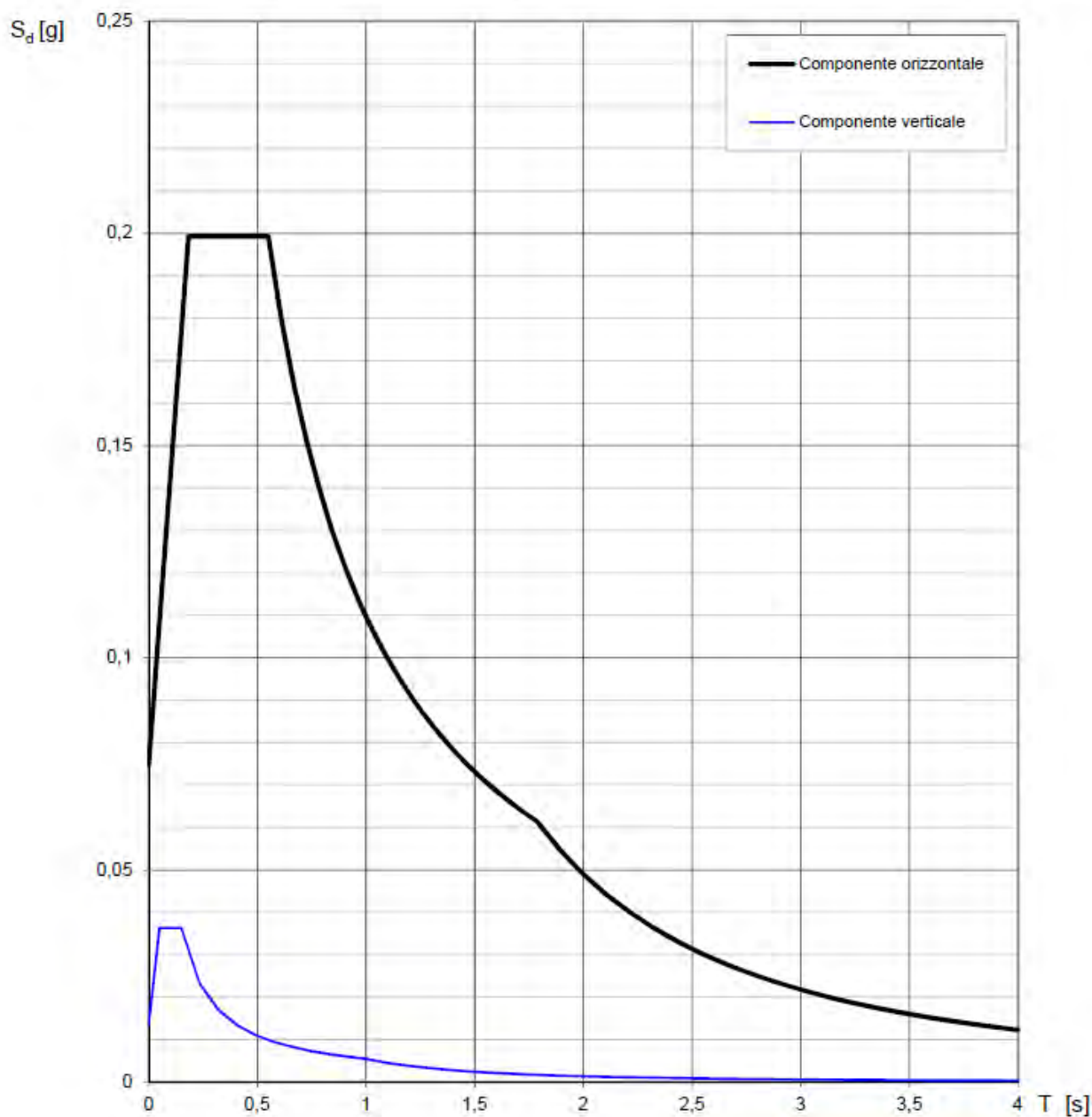


Figura 48 – Spettri di risposta elastica – Area 4

Qualora le verifiche di progetto agli SLU non prevedano il ricorso ad accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, gli spettri di progetto per lo stato limite ultimo potranno essere

determinati introducendo nelle espressioni che definiscono lo spettro di risposta elastico un fattore riduttivo  $q$  che tiene conto della capacità dissipativa anelastica della struttura. Per gli stati limite di esercizio si adotteranno invece gli spettri elastici corrispondenti alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato.

Nell'ipotesi di effettuare analisi semplificate per via pseudostatica, l'azione sismica è schematizzabile come un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel terreno, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale  $k_h$  e verticale ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale  $k_v$  espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \beta * \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

dove:

$\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di  $a_g$  atteso;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S * a_g = S_S * S_T * a_g$$

dove:

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), pari nel caso in esame a 1.0;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Introducendo i valori numerici sopra specificati si ottengono i seguenti valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale da impiegare per le verifiche geotecniche delle fondazioni nei diversi stati limite:

Stato limite	$a_g$ [g]	$S_s$ [-]	$S_T$ [-]	$a_{max}$ [g]	$\beta$ [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [-]
SLO	0,019	1,6	1,0	0,030	0,20	0,006	0,003
SLD	0,024	1,6	1,0	0,038	0,20	0,008	0,004
SLV	0,047	1,6	1,0	0,075	0,20	0,015	0,008
SLC	0,056	1,6	1,0	0,090	0,20	0,018	0,009

Tabella 33 – Parametri sismici pseudostatici per i diversi stati limite – Area 4

Per i fronti di scavo e le opere in materiali sciolti i coefficienti assumo i seguenti valori nei diversi stati limite:

Stato limite	$a_g$ [g]	$S_s$ [-]	$S_T$ [-]	$a_{max}$ [g]	$\beta$ [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [-]
SLD	0,024	1,6	1,0	0,038	0,47	0,018	0,009
SLV	0,047	1,6	1,0	0,075	0,38	0,029	0,014

Tabella 34 – Parametri sismici pseudostatici per i diversi stati limite – Area 4



## 8 ANALISI DI STABILITÀ DEI RILEVATI ARGINALI

Le condizioni di stabilità degli argini in progetto sono state verificate in corrispondenza della sezione più critica all'interno delle aree 1, 2, 3, 5 e 6, qualificate come *interventi di minore rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità* ai sensi della Circolare Regionale 29 luglio 2019 n° 9, rappresentata dalla sezione 13 dell'area 2, ed in corrispondenza delle sezioni più critiche (sia lato Seveso che lato campagna) dell'area golenale 4, qualificata come *intervento rilevante nei riguardi della pubblica incolumità*.

Le verifiche hanno riguardato sia l'argine tra il Torrente Seveso e l'area golenale, sia l'argine esterno dell'area golenale e sono state condotte, sia in condizioni statiche che in condizioni di eccitazione sismica, nelle seguenti condizioni di calcolo:

- a fine costruzione lungo il paramento interno;
- a fine costruzione lungo il paramento esterno;
- in condizioni di massimo invaso lungo il paramento interno;
- in condizioni di massimo invaso lungo il paramento esterno;
- in condizioni di rapido svasso lungo il paramento interno.

Per la condizione di verifica di rapido svasso non è stata analizzata la condizione di eccitazione sismica, in quanto situazione transitoria, e non sono stati portati in conto gli effetti del sovraccarico dovuto a mezzi in transito sull'argine poiché nelle situazioni di criticità idraulica l'accesso agli argini sarà intercluso.

Le condizioni idrauliche per le verifiche in condizioni di massimo invaso sono state assunte come di seguito precisato individuando per ogni condizione di verifica la situazione più critica per il paramento considerato.

### **Argine vasca e torrente esterno**

*Paramento interno (lato vasca):*

- livello vasca: sommità arginale (1 m al livello di piena valutato per tempi di ritorno di 100 anni)
- livello Seveso: livello di piena valutato per tempi di ritorno di 500 anni

*Paramento esterno (lato torrente):*

- livello vasca: quota di sfioro
- livello Seveso: 0.5 m al di sopra del fondo alveo

**Argine vasca e torrente esterno**

*Paramento interno (lato vasca):*

- livello vasca: sommità arginale (1 m al livello di piena valutato per tempi di ritorno di 100 anni)
- livello campagna: asciutto

*Paramento esterno (lato campagna):*

- livello vasca: sommità arginale (1 m al livello di piena valutato per tempi di ritorno di 100 anni)
- livello campagna: asciutto

Nelle verifiche condotte è stato portato in conto l'effetto del sovraccarico dovuto ai mezzi di manutenzione transitanti sulla pista posta alla sommità degli argini, assunto pari a 20 kPa, mentre si è trascurato a favore di sicurezza l'incremento di resistenza a taglio connesso allo sviluppo di fenomeni di suzione all'interno delle porzioni non sature dei terreni.

## **8.1 Parametri geotecnici**

I parametri geotecnici delle diverse unità coinvolte nelle analisi, definiti al paragrafo 6.2 del presente documento sono di seguito sintetizzati.

## Area 2

Unità	Descrizione	Peso di volume naturale $\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Coesione efficace $c'$ [kPa]	Angolo di attrito $\varphi$ [°]
A	Sabbie limose e limi sabbiosi	18.5	2.5	29
B	Sabbie e ghiaie	19.0	5	34
C	Sabbie e ghiaie	21.0	10	40
D	Substrato conglomeratico	23.0	100	45
R	Rilevati arginali	19.0	10	29

Tabella 35 – Parametri geotecnici

## Area 4

Unità	Descrizione	Peso di volume naturale $\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Coesione efficace $c'$ [kPa]	Angolo di attrito $\varphi$ [°]
A	Sabbie limose e limi sabbiosi	18.5	2.5	29
B	Sabbie e ghiaie	19.0	5	33
C	Sabbie e ghiaie	21.0	10	37
D	Substrato conglomeratico	23.0	100	45
R	Rilevati arginali	19.0	10	29

Tabella 36 – Parametri geotecnici

Si precisa che per i rilevati arginali i parametri geotecnici sopra riportati sono stati stimati sulla base delle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei materiali che si prevede di impiegare e delle tecniche di posa in opera; prima dell'esecuzione delle opere si dovrà pertanto procedere alla verifica di tali assunzioni sulla base di prove di resistenza al taglio condotte su materiali compattati nelle condizioni di progetto.

I parametri geotecnici caratteristici sopra riportati sono stati introdotti nelle verifiche mediante l'applicazione dei coefficienti parziali A2+M2 di cui al D.M. 17.01.18 di seguito sintetizzati:

- Azioni permanenti: 1.0
- Azioni variabili favorevoli: 0.0
- Azioni variabili sfavorevoli: 1.3
- Tangente dell'angolo di resistenza al taglio: 1.25
- Coesione efficace: 1.25
- Resistenza non drenata: 1.4
- Peso di volume: 1.0

Nelle verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sulle resistenze dei materiali assumono valore unitario.

Per quanto concerne le condizioni idrogeologiche iniziale la soggiacenza della superficie di saturazione piezometrica è stata posta pari a 3.6 m da p.c. per le verifiche in area 2; per quanto attiene la vasca 4, ove non è stata riconosciuta la presenza di una falda superficiale sospesa, si è cautelativamente considerata una superficie piezometrica iniziale alla quota di 235 m s.l.m..

Il regime delle pressioni interstiziali in condizioni di massimo invaso all'interno del rilevato arginale e dei terreni sottostanti è stato determinato a mezzo di analisi di filtrazione agli elementi finiti in cui si è impostata una pressione agente sul paramento di monte sommerso pari al carico idrico generato dall'acqua invasata; le simulazioni sono state condotte in condizioni stazionarie, non considerando situazioni transitorie.

In condizioni di rapido svasso nei terreni a ridotta permeabilità costituenti il rilevato arginale è stata mantenuta la pressione interstiziale sul paramento lato invaso corrispondente alle condizioni di massimo invaso annullando il carico idrico in modo da poter tenere debitamente in considerazione l'instaurarsi di eccessi di pressione interstiziale.

I valori del coefficiente di permeabilità delle diverse unità geotecniche considerati nelle analisi sono mostrati nella seguente tabella. Si precisa per l'unità A sono cautelativamente

assunti valori più elevati di quelli ottenuti dalle prove infiltrometriche al fine di tenere debitamente in conto nelle analisi la possibile presenza di livelli più permeabili costituenti direzioni preferenziali di flusso.

Unità	Descrizione	Coefficiente di permeabilità verticale $k_v$ [m/s]	Coefficiente di permeabilità orizzontale $k_h$ [m/s]
A – A1	Sabbie limose e limi sabbiosi	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$
B - C	Sabbie e ghiaie	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$
C1	Sabbie limose e limi sabbiosi	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$
D	Substrato conglomeratico	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$2.5 \cdot 10^{-3}$
R	Rilevati arginali	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 37 – Parametri idrodinamici

## 8.2 Codice di calcolo

Tutte le analisi di stabilità di cui al presente rapporto sono state condotte a mezzo del codice di calcolo all'equilibrio limite *Slide ver. 2018 8.029* prodotto e commercializzato da Rocscience Inc.; le analisi sono state eseguite impiegando i metodi di Bishop, basato sull'equilibrio dei momenti e delle forze verticali, con risultante delle forze tra i conci contigui assunta orizzontale, senza sviluppo di forze di taglio tra conci contigui, di Spencer, basato sull'equilibrio dei momenti, delle forze orizzontali e delle forze verticali, con inclinazione della risultante delle forze tra i conci contigui costante e calcolata nel punto in cui l'equilibrio delle forze eguaglia l'equilibrio dei momenti, e GLE – General Limit Equilibrium -, basato sull'equilibrio delle forze orizzontali e verticali e dei momenti, con inclinazione della risultante delle forze tra conci contigui descritta da un funzione  $f(x)$ .

In linea generale le condizioni di stabilità dei rilevati arginali sono esprimibili dal rapporto tra la resistenza a taglio disponibile lungo la potenziale superficie di scivolamento e la sollecitazione agente dovuta alla forza di gravità, alle forze di filtrazione e alle azioni sismiche portate in conto per via pseudo-statica introducendo un insieme di forze statiche orizzontali e verticali rappresentative delle forze inerziali prodotte dal passaggio delle onde sismiche nel

terreno e nelle masse d'acqua invase, date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente di accelerazione sismica orizzontale  $k_h$  ed un coefficiente di accelerazione sismica verticale  $k_v$  espressi dalle seguenti relazioni:

$$k_h = \beta * \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

dove:

$\beta$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, funzione della tipologia di opera, della categoria del suolo di fondazione e del valore di  $a_g$  atteso, pari nel caso in esame a 0.38;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

I valori dei coefficienti di accelerazione sismica orizzontale e verticale impiegati nelle analisi sono di seguito sintetizzati:

Area golenale	$a_g$ [g]	$S_s$ [-]	$S_T$ [-]	$a_{\max}$ [g]	$\beta$ [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [-]
1-2-3-5-6	0,042	1,6	1,0	0,067	0,38	0,026	$\pm 0,013$
4	0,047	1,6	1,0	0,075	0,38	0,029	$\pm 0,014$

Tabella 38 – Parametri sismici pseudostatici

### 8.3 Risultati

Ai sensi dei paragrafi 6.8.2 e 7.11.2 del D.M. 17.01.18 – *Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni* - le verifiche si intendono soddisfatte per valori del coefficiente di sicurezza sulle resistenze del sistema  $\gamma_R$  non inferiori a 1.1 in condizioni statiche ed a 1.2 in condizioni di eccitazione sismica.



I risultati delle analisi, condotte attraverso l'esame di 5000 superfici di potenziale scivolamento, sia in condizioni statiche che in condizioni di eccitazione sismica hanno fornito i risultati di seguito mostrati.

### 8.3.1 Area 2 – Argine interno - Condizioni statiche

Nelle seguenti tabelle si riportano le legende delle unità geotecniche inserite nei modelli di calcolo relativi all'area 2 ed i risultati di tutte le analisi condotte.






Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Rilevato arginale		19	Mohr-Coulomb	10	29
Unità A		18.5	Mohr-Coulomb	2.5	29
Unità B		19	Mohr-Coulomb	5	34
Unità C		21	Mohr-Coulomb	10	40
Unità D		23	Mohr-Coulomb	100	45

Tabella 39 – Legenda unità – parametri geotecnici






Material Name	Color	Model	K5 (m/s)	K2/K1	K1 Angle (deg)	Soil Type
Rilevato arginale		Simple	1e-05	1	0	General
Unità A		Simple	0.0001	10	90	General
Unità B		Simple	0.001	5	90	General
Unità C		Simple	0.001	5	90	General
Unità D		Simple	0.0005	5	90	General

Tabella 40 – Legenda unità – parametri idrodinamici

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.408	1.405	1.405	Figura 49
Paramento esterno fine costruzione	1.258	1.253	1.251	Figura 50
Paramento interno Massimo invaso	1.888	1.887	1.886	Figura 51
Paramento esterno Massimo invaso	1.203	1.199	1.203	Figura 52
Paramento interno Rapido svaso	1.148	1.164	1.191	Figura 53

Tabella 41 – Argine area golenale / torrente – Condizioni statiche

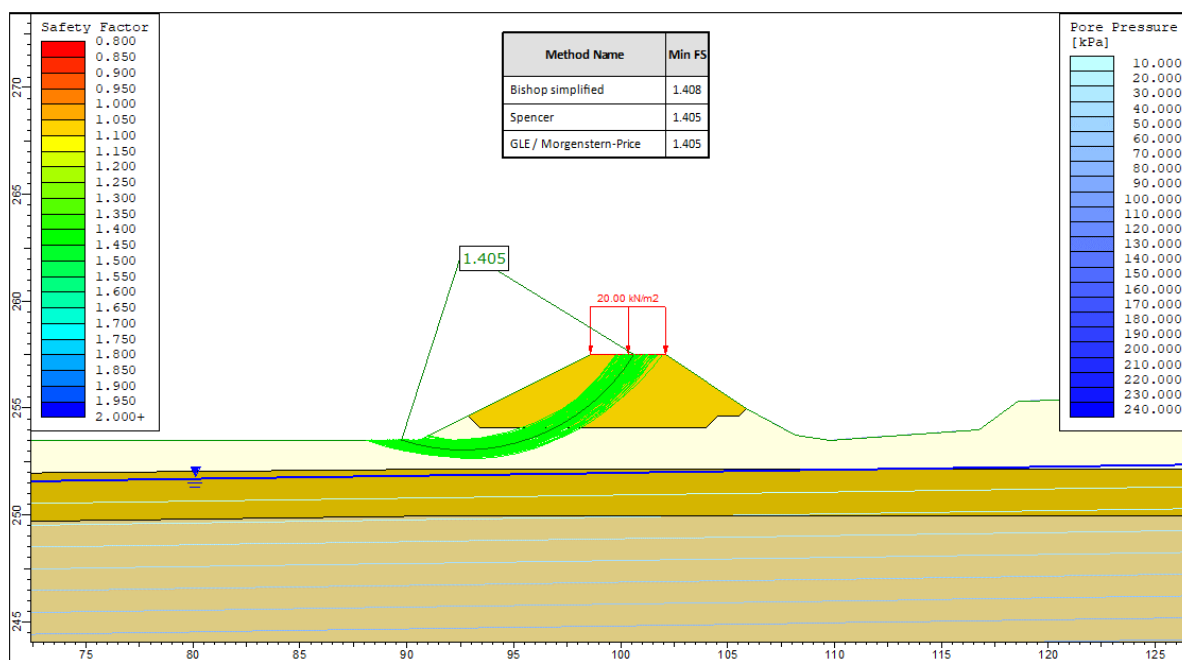


Figura 49 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Fine costruzione

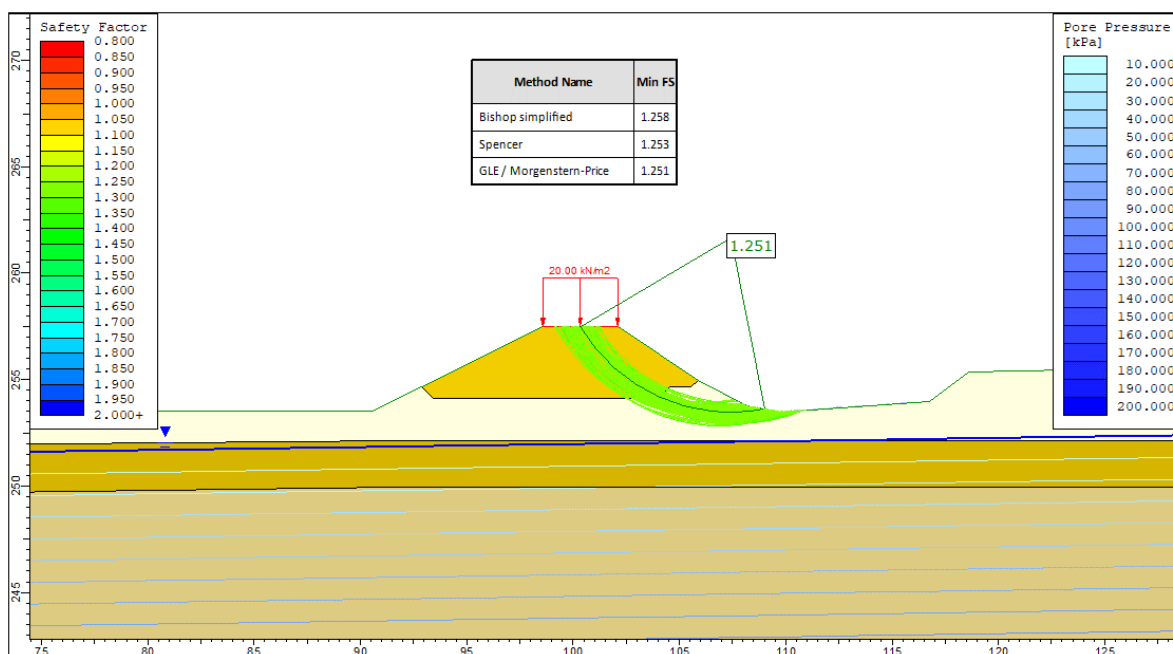


Figura 50 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

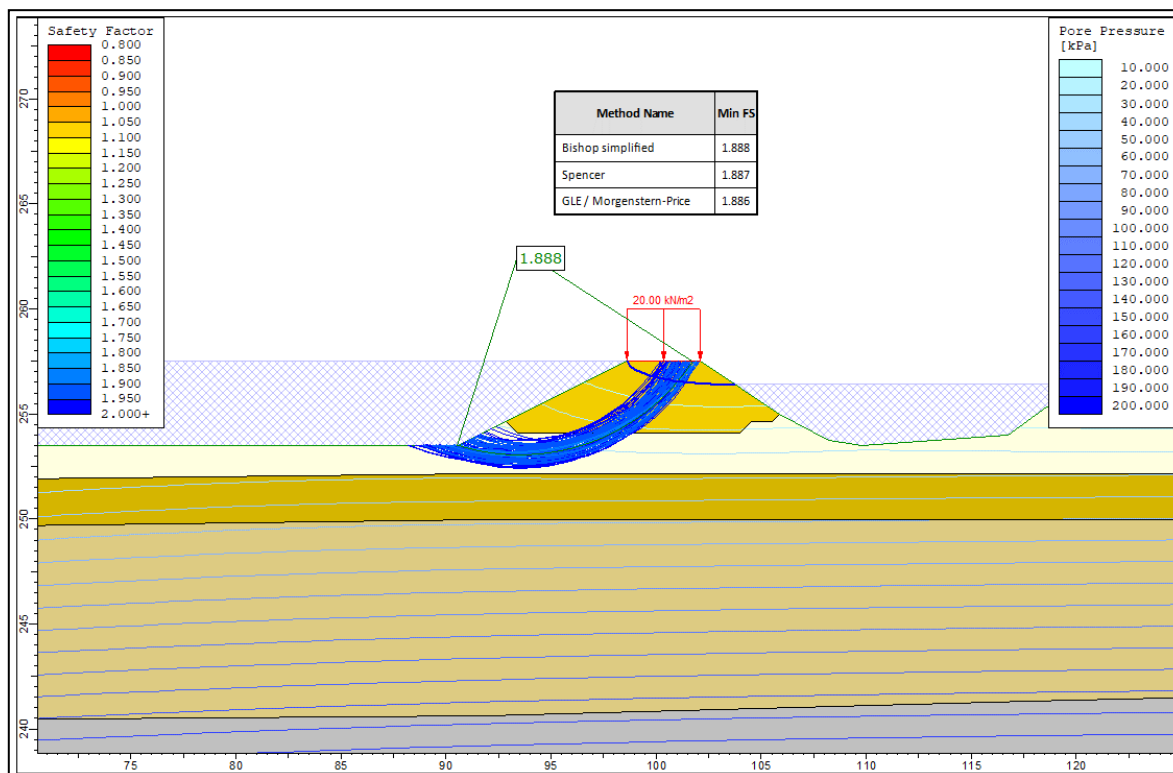


Figura 51 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Massimo invaso

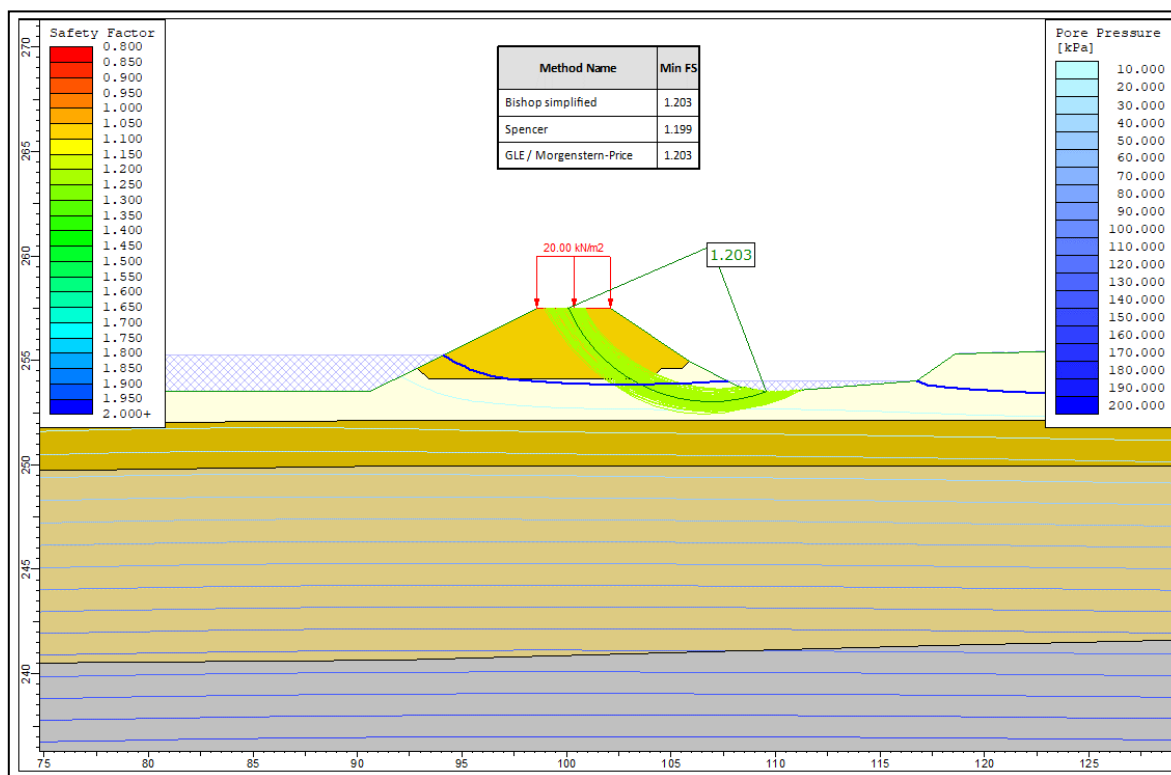


Figura 52 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Massimo invaso

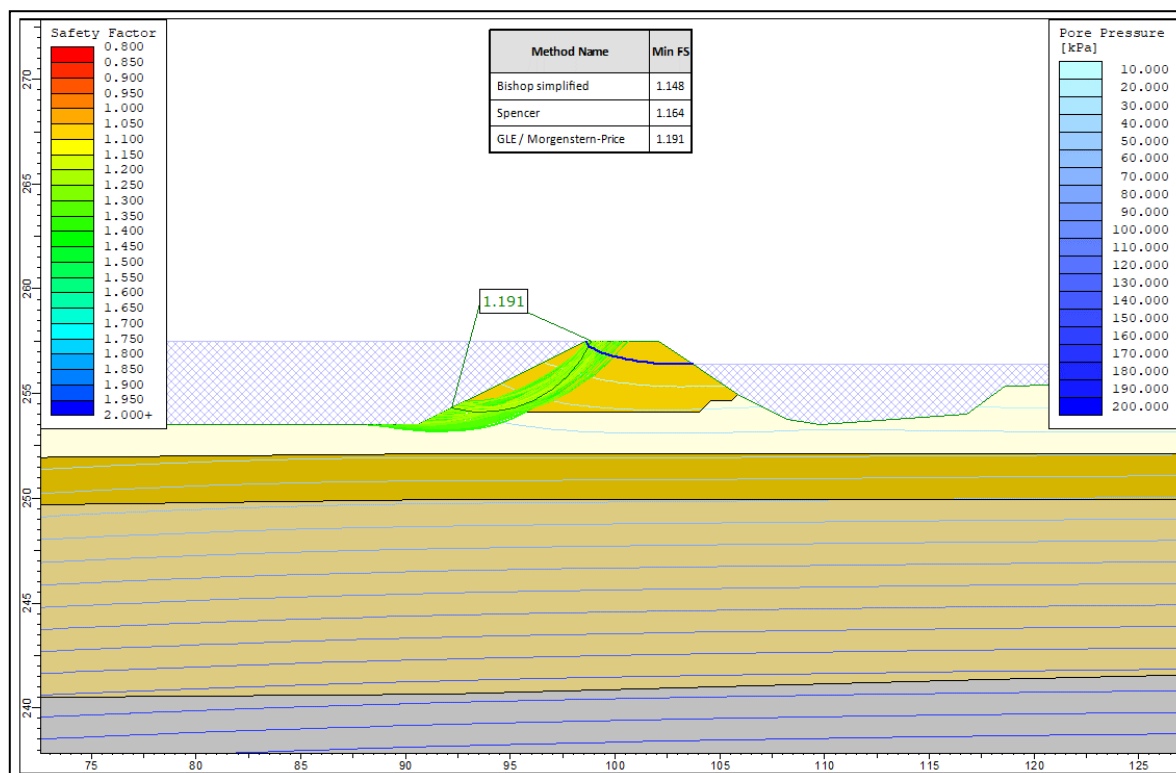


Figura 53 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Rapido svaso

### 8.3.2 Area 2 – Argine esterno - Condizioni statiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.543	1.539	1.542	Figura 54
Paramento esterno fine costruzione	1.405	1.395	1.399	Figura 55
Paramento interno Massimo invaso	2.534	2.525	2.528	Figura 56
Paramento esterno Massimo invaso	1.376	1.373	1.376	Figura 57
Paramento interno Rapido svasso	1.066	1.099	1.098	Figura 58

Tabella 42 – Argine area golenale / esterno – Condizioni statiche

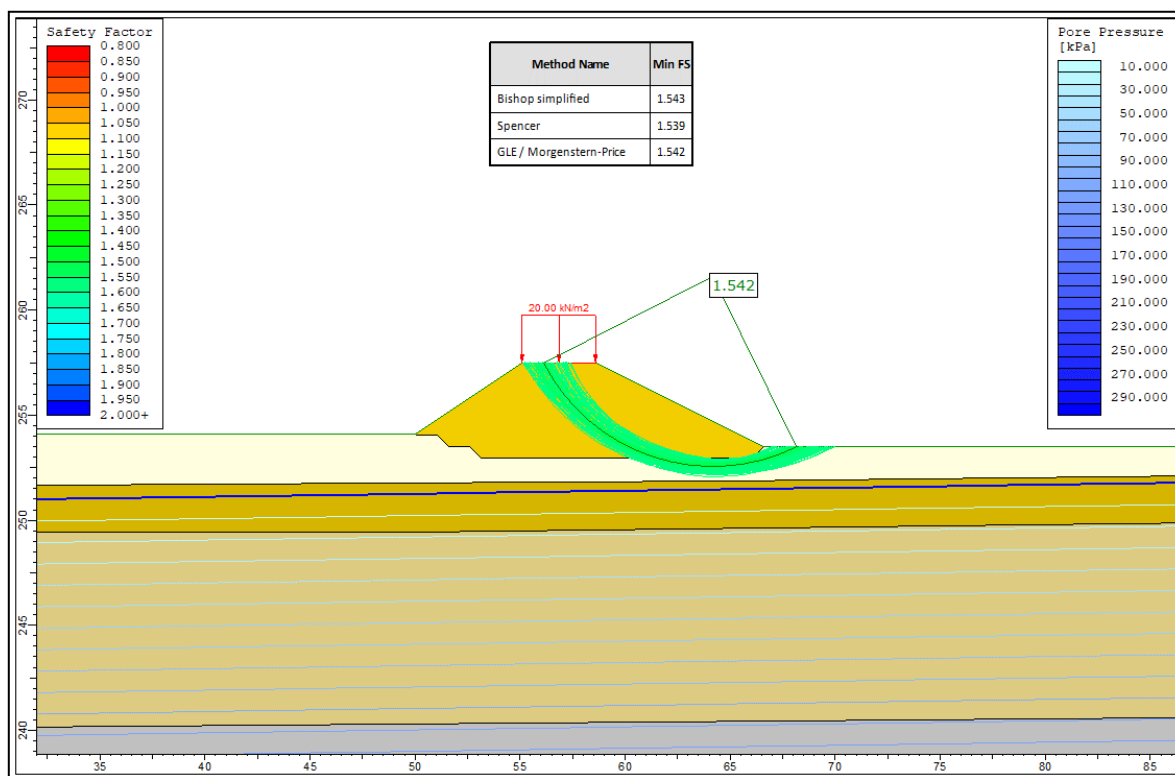


Figura 54 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Fine costruzione

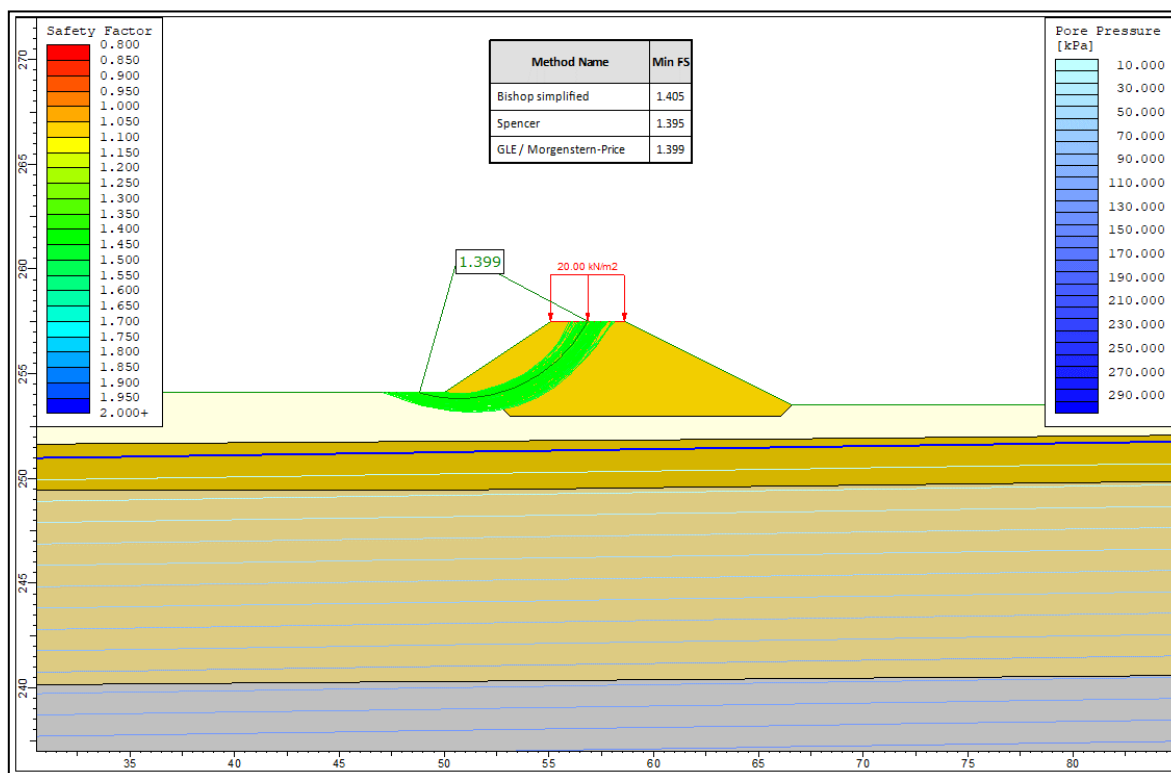


Figura 55 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Fine costruzione

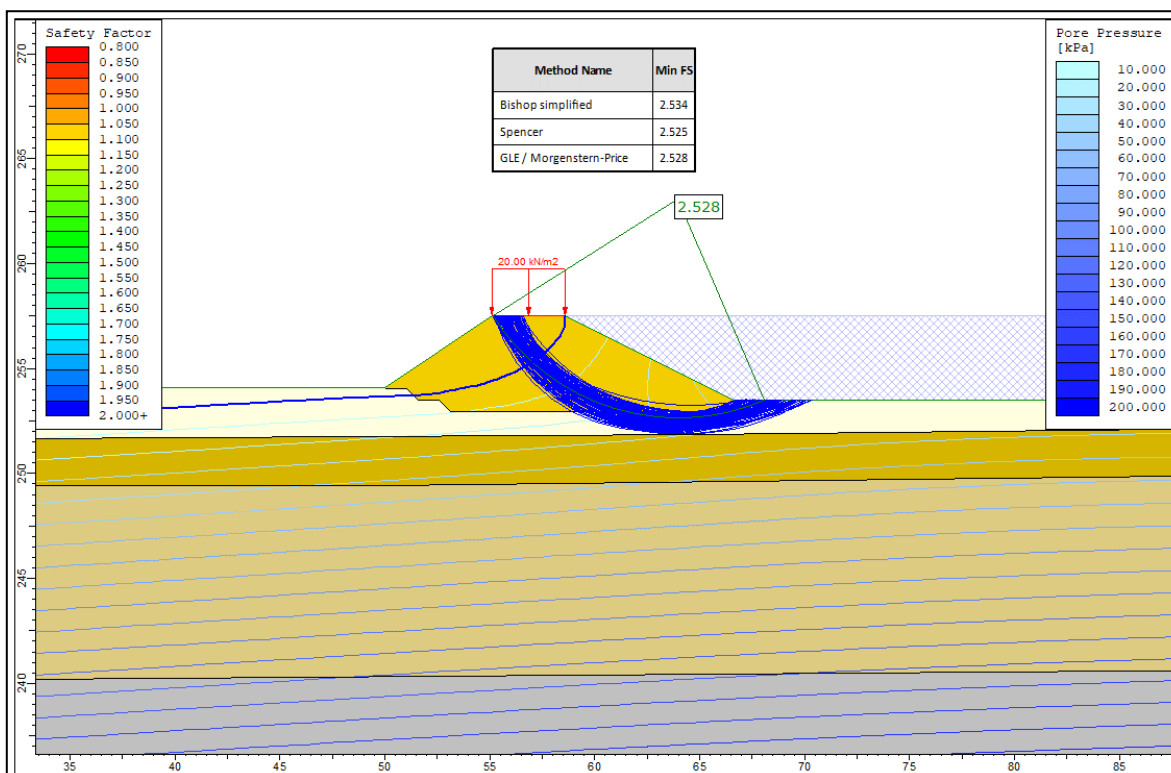


Figura 56 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Massimo invaso



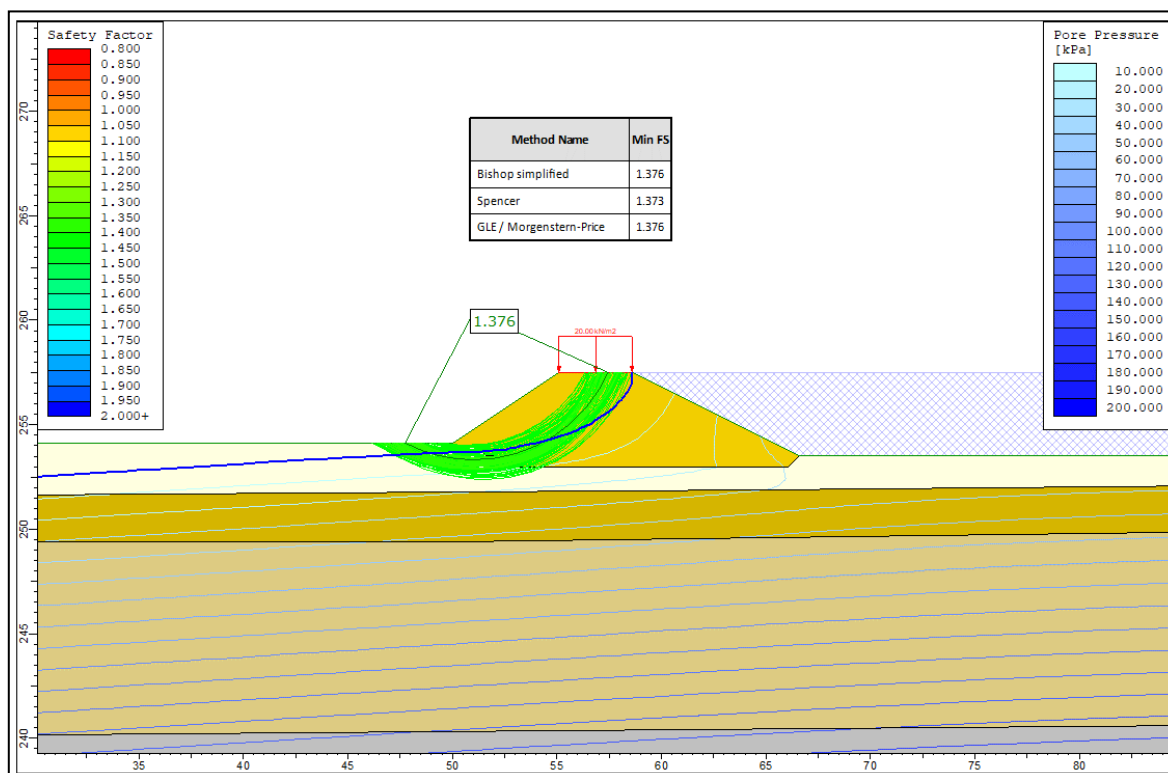


Figura 57 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invaso

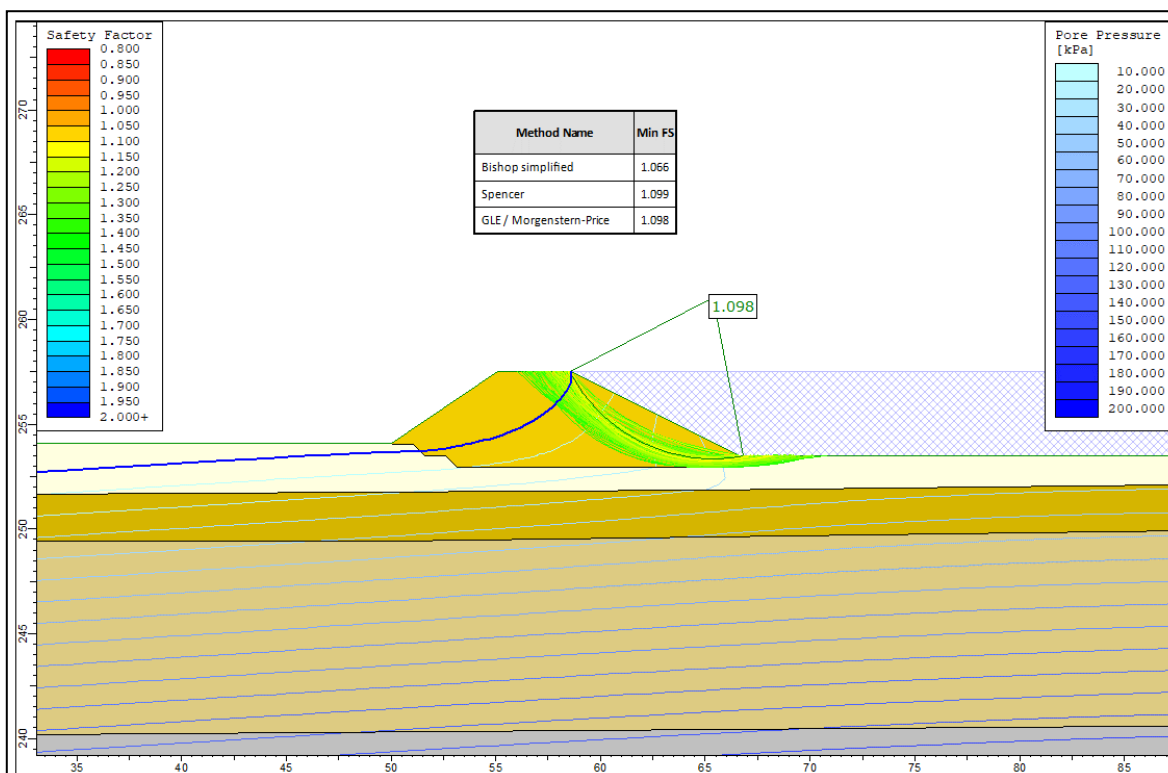


Figura 58 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Rapido svasso

### 8.3.3 Area 2 – Argine interno - Condizioni sismiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.574	1.571	1.572	Figura 59
Paramento esterno fine costruzione	1.413	1.407	1.409	Figura 60
Paramento interno Massimo invaso	1.899	1.897	1.894	Figura 61
Paramento esterno Massimo invaso	1.364	1.365	1.366	Figura 62

Tabella 43 – Argine area golenale / torrente – Condizioni sismiche

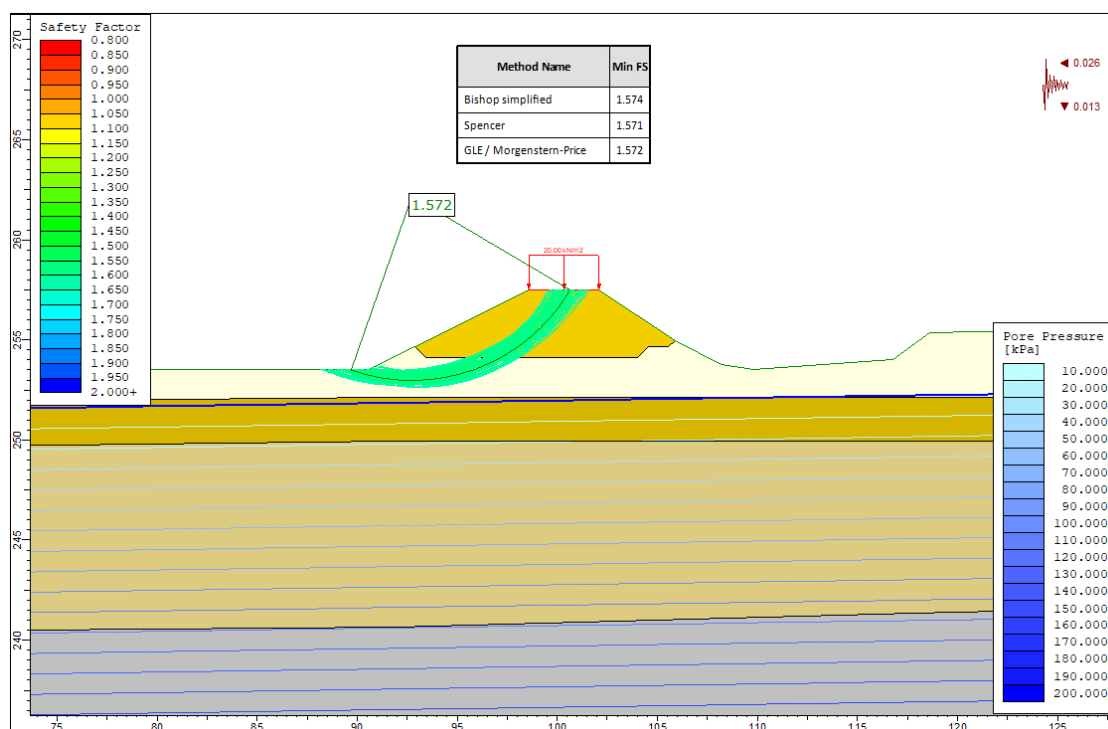


Figura 59 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Fine costruzione

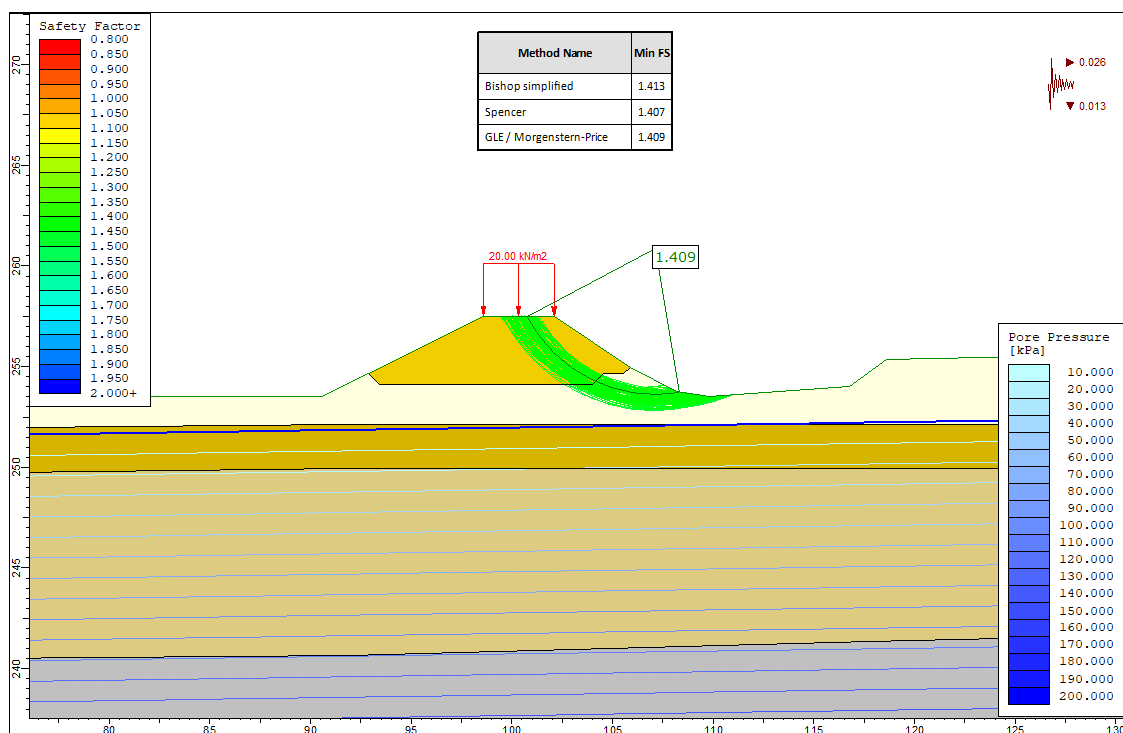


Figura 60 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

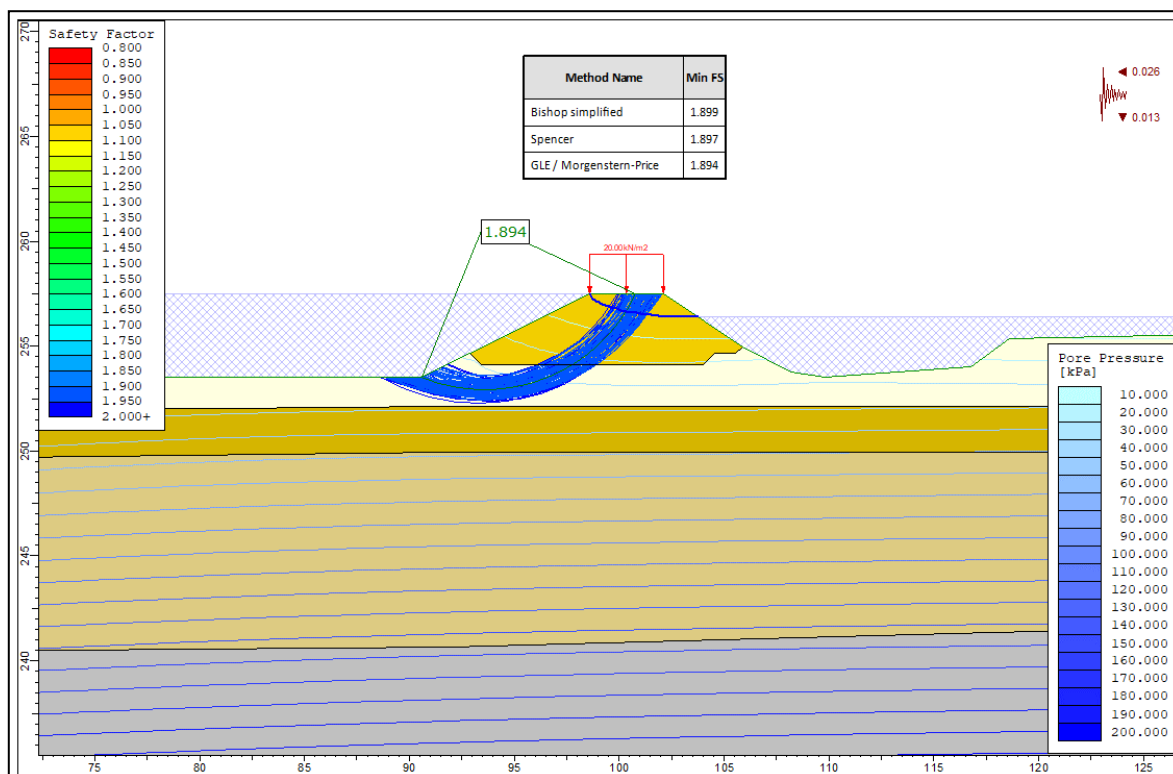


Figura 61 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento interno – Massimo invaso

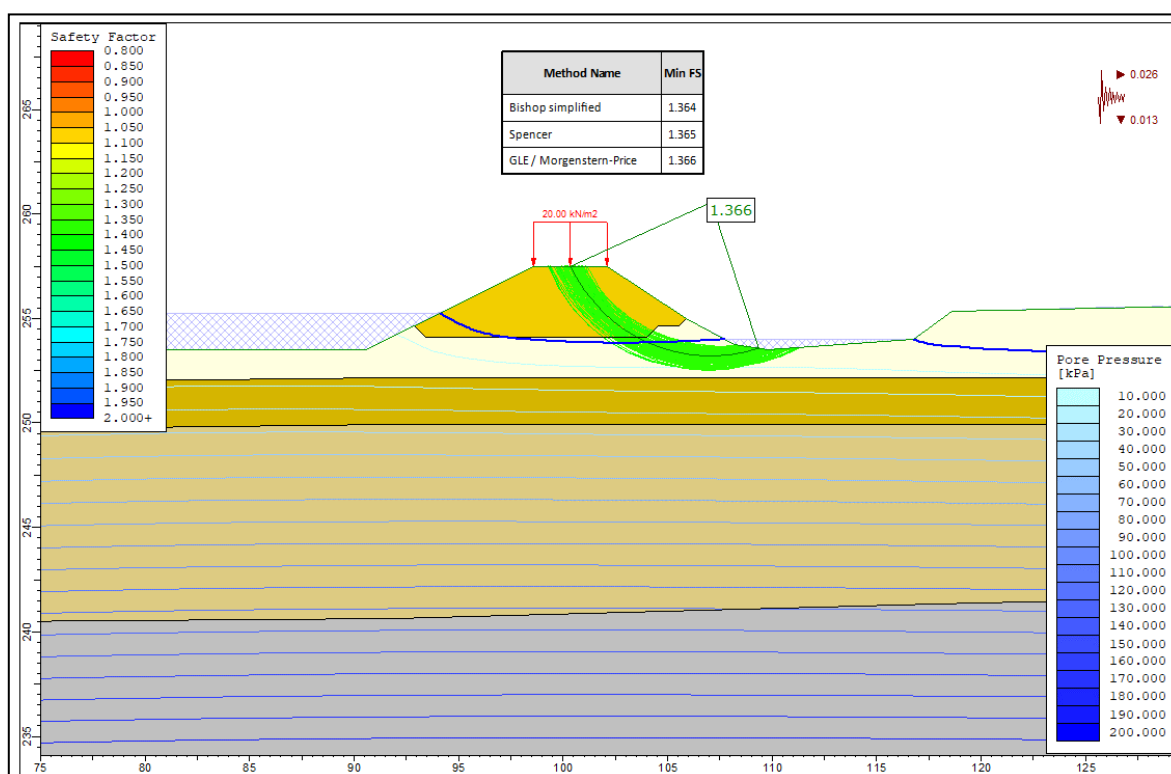


Figura 62 – Sezione 13 Area 2 – Argine interno – Paramento esterno – Massimo invaso

#### 8.3.4 Area 2 – Argine esterno - Condizioni sismiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.893	1.891	1.893	Figura 63
Paramento esterno fine costruzione	1.758	1.749	1.752	Figura 64
Paramento interno Massimo invaso	3.129	3.122	3.123	Figura 65
Paramento esterno Massimo invaso	1.714	1.712	1.714	Figura 66

Tabella 44 – Argine area golenale / esterno – Condizioni sismiche

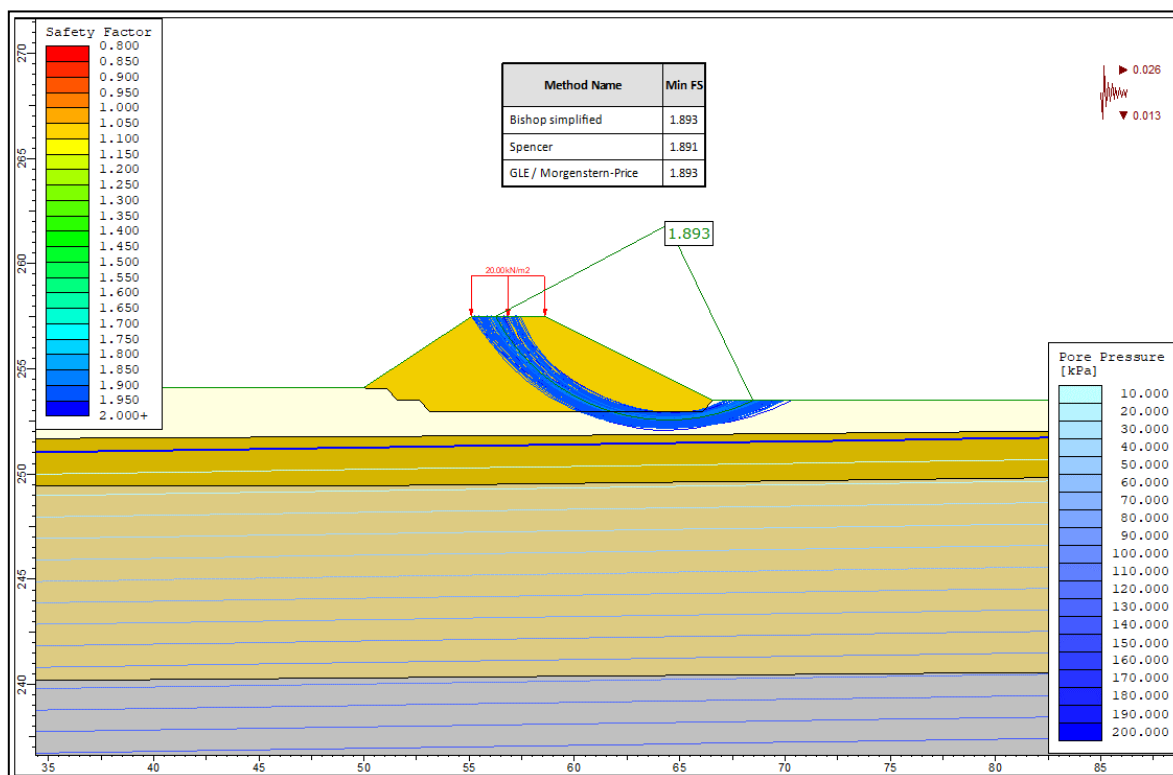


Figura 63 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Fine costruzione

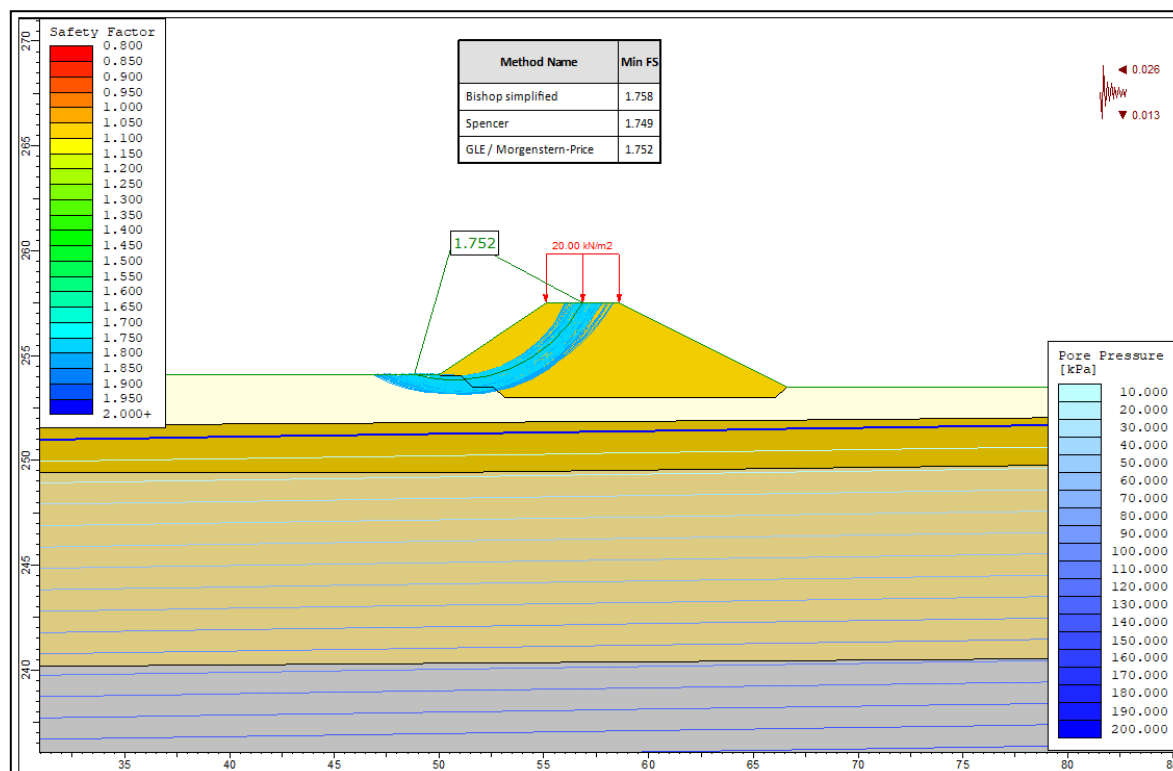


Figura 64 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Fine costruzione

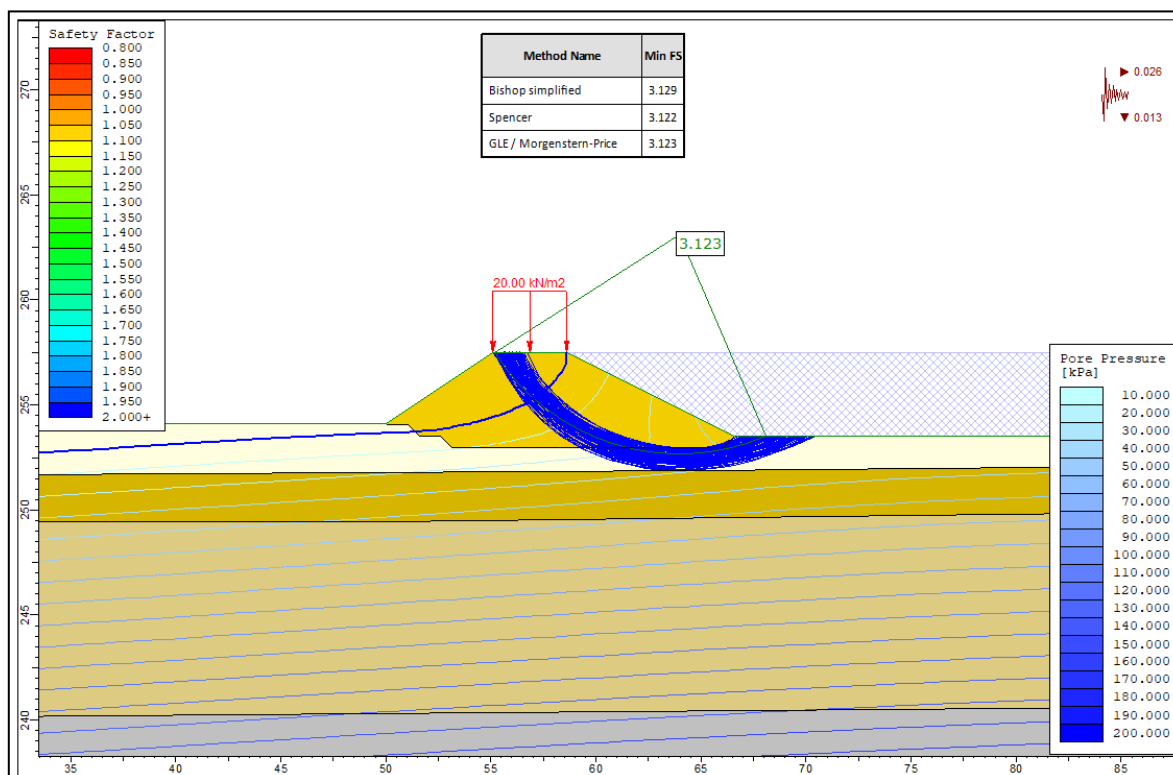


Figura 65 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento interno – Massimo invaso

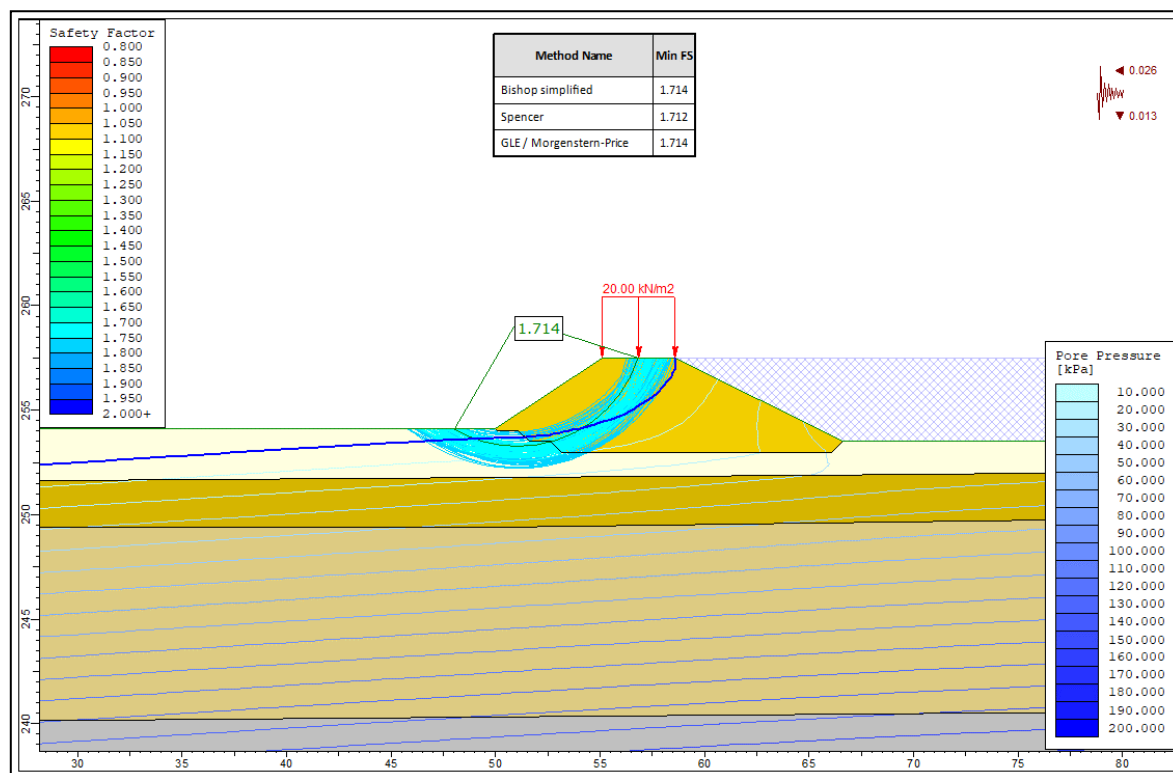


Figura 66 – Sezione 13 Area 2 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invaso



### 8.3.5 Area 4 – Argine interno - Condizioni statiche

Nelle seguenti tabelle si riportano le legende delle unità geotecniche inserite nei modelli di calcolo relativi all'area 4 ed i risultati di tutte le analisi condotte.







Material Name	Color	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Phi b (deg)	Air Entry (kPa)
Rilevato arginale		19	Mohr-Coulomb	10	29	0	0
Argine esistente		19	Mohr-Coulomb	10	29	0	0
Unità A		18.5	Mohr-Coulomb	2.5	29	0	0
Unità B		19	Mohr-Coulomb	5	33	0	0
Unità C		21	Mohr-Coulomb	10	37	0	0
Unità D		23	Mohr-Coulomb	100	45	0	0

Tabella 45 – Legenda unità – parametri geotecnici







Material Name	Color	Model	KS (m/s)	K2/K1	K1 Angle (deg)	Soil Type
Rilevato arginale		Simple	1e-05	1	0	General
Argine esistente		Simple	1e-05	1	0	General
Unità A		Simple	0.0001	10	90	General
Unità B		Simple	0.001	5	90	General
Unità C		Simple	0.001	5	90	General
Unità D		Simple	0.0005	5	90	General

Tabella 46 – Legenda unità – parametri idrodinamici

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.417	1.414	1.415	Figura 67
Paramento esterno fine costruzione	1.189	1.184	1.182	Figura 68
Paramento interno Massimo invaso	1.669	1.670	1.667	Figura 69
Paramento esterno Massimo invaso	1.174	1.171	1.172	Figura 70
Paramento interno Rapido svaso	1.202	1.208	1.208	Figura 71

Tabella 47 – Argine area golenale / torrente – Condizioni statiche

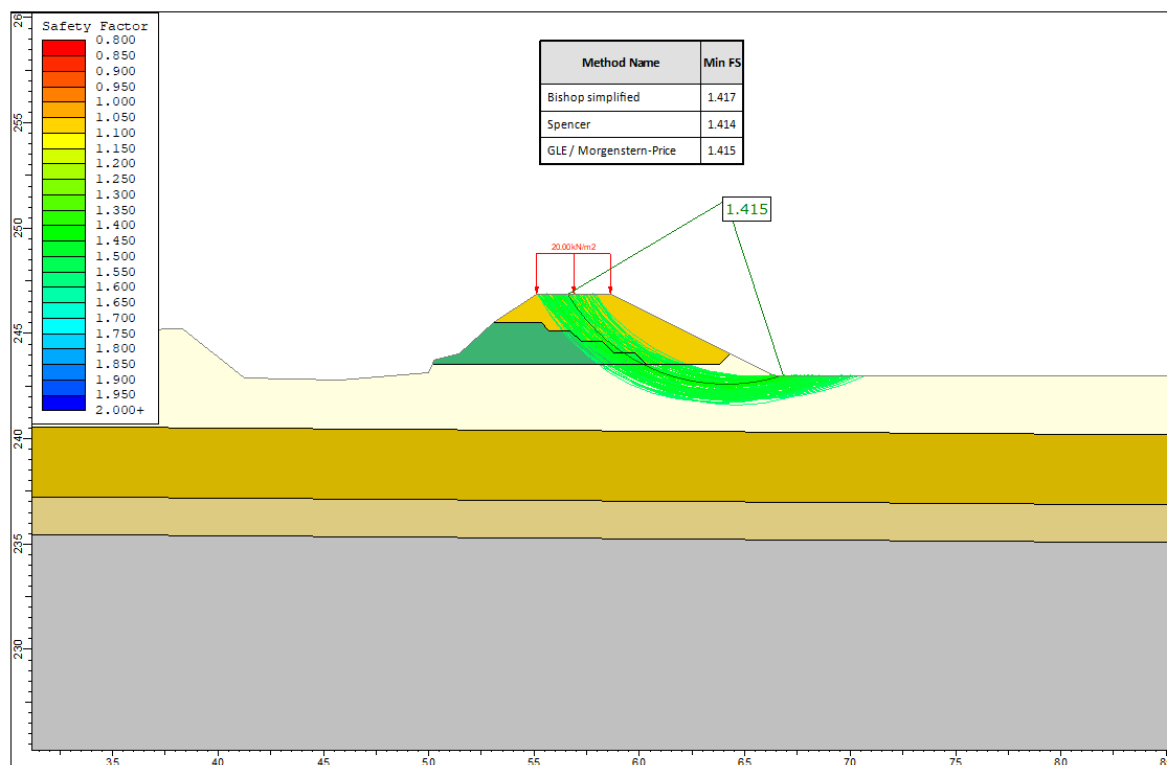


Figura 67 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento interno – Fine costruzione

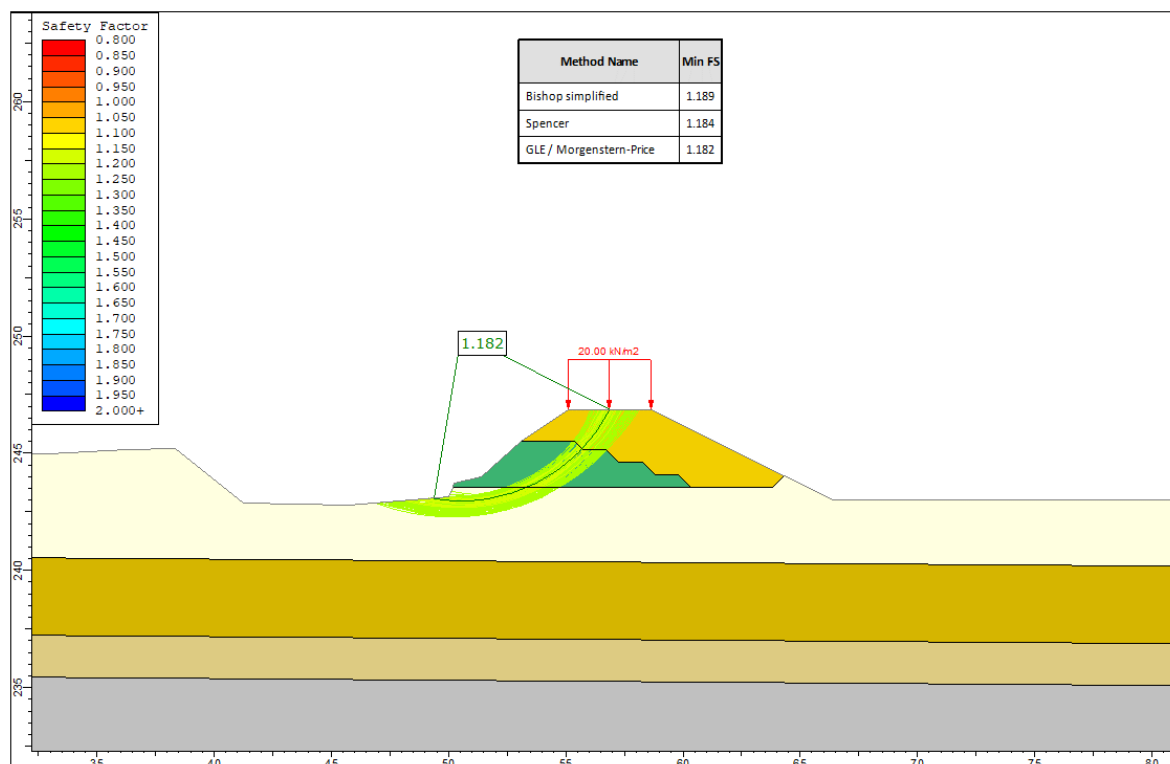


Figura 68 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

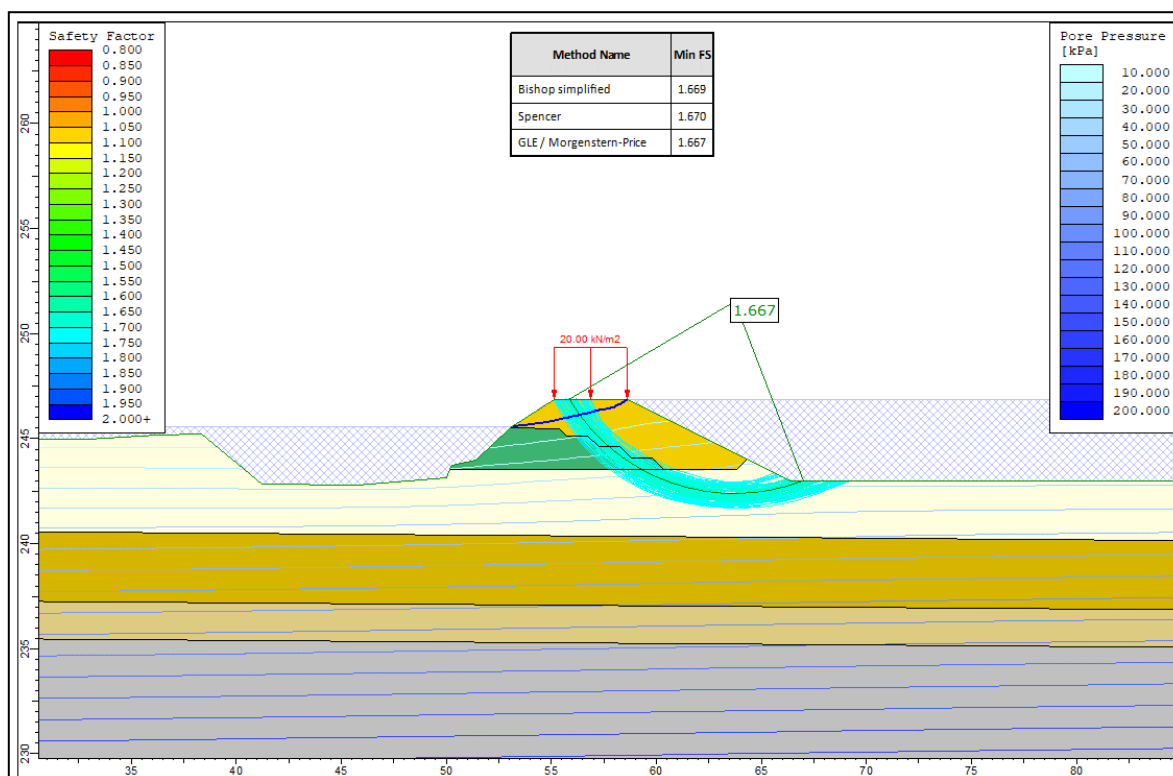


Figura 69 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento interno – Massimo invaso

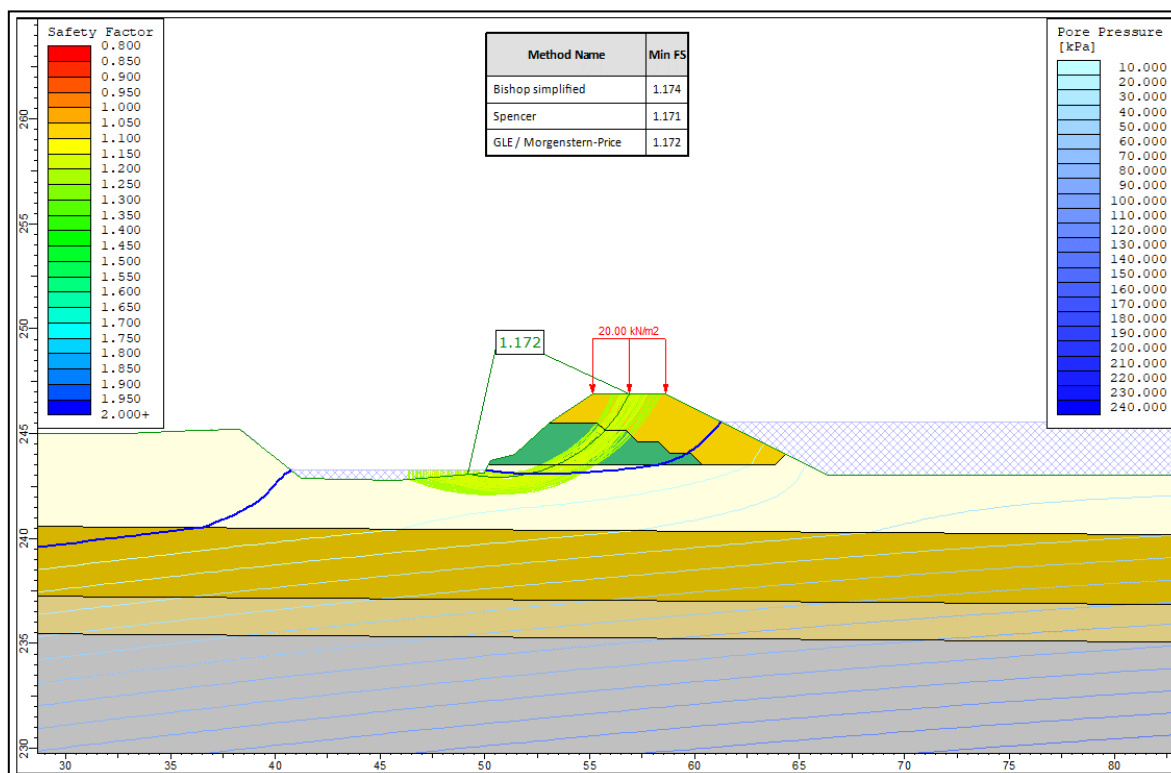


Figura 70 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento esterno – Massimo invaso

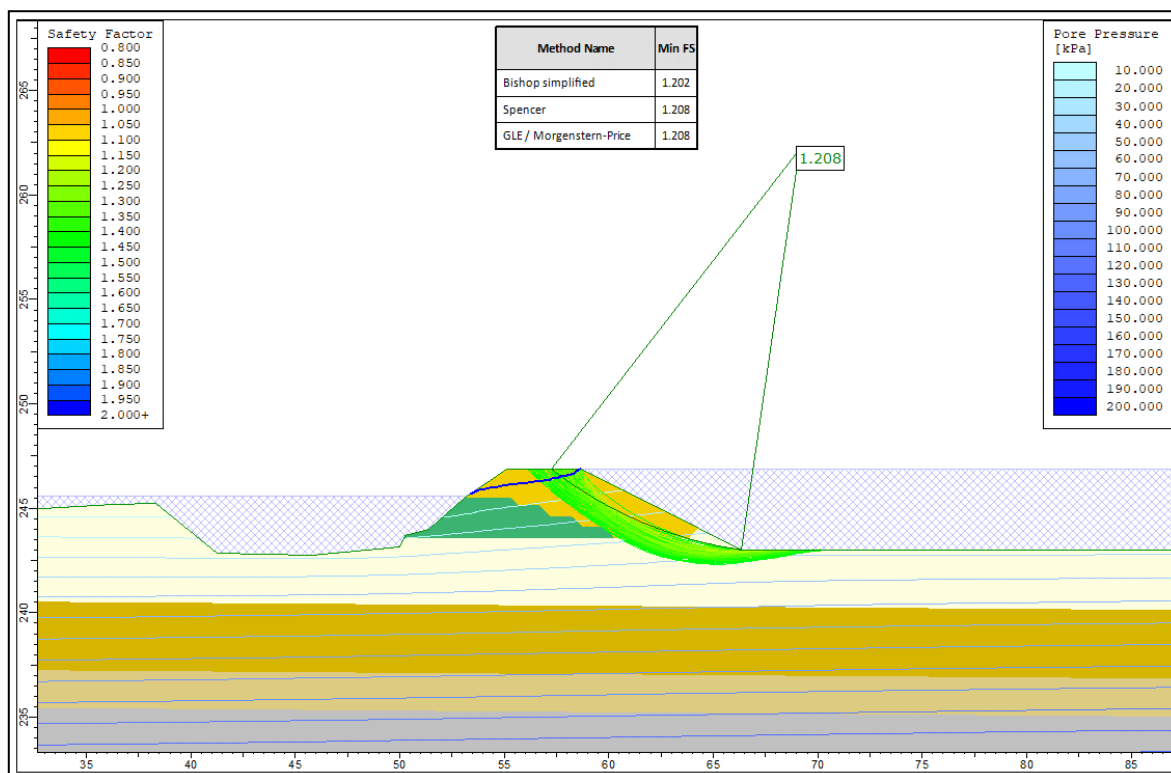


Figura 71 – Sezione 1 Area 4– Argine interno – Paramento interno – Rapido svasso

### 8.3.6 Area 4 – Argine esterno - Condizioni statiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.341	1.339	1.340	Figura 72
Paramento esterno fine costruzione	1.517	1.510	1.511	Figura 73
Paramento interno Massimo invaso	2.735	2.725	2.728	Figura 74
Paramento esterno Massimo invaso	1.517	1.509	1.510	Figura 75
Paramento interno Rapido svasso	1.509	1.504	1.504	Figura 76

Tabella 48 – Argine area golenale / esterno – Condizioni statiche

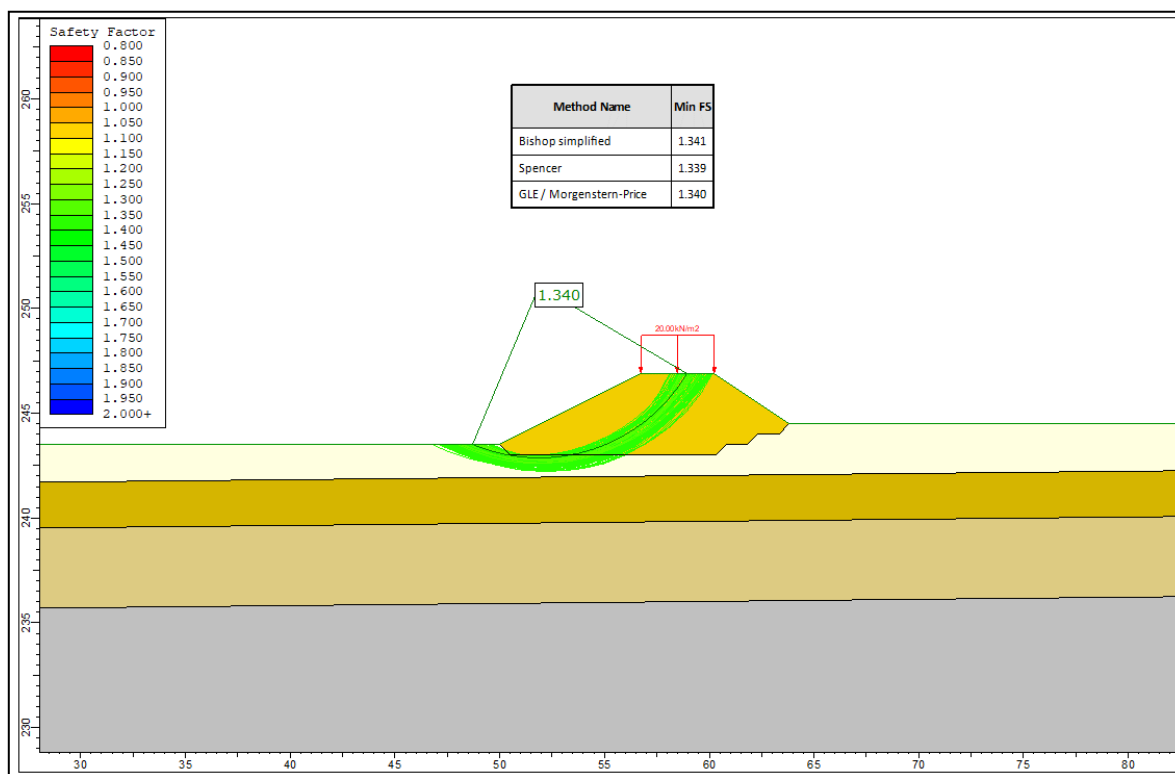


Figura 72 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento interno – Fine costruzione

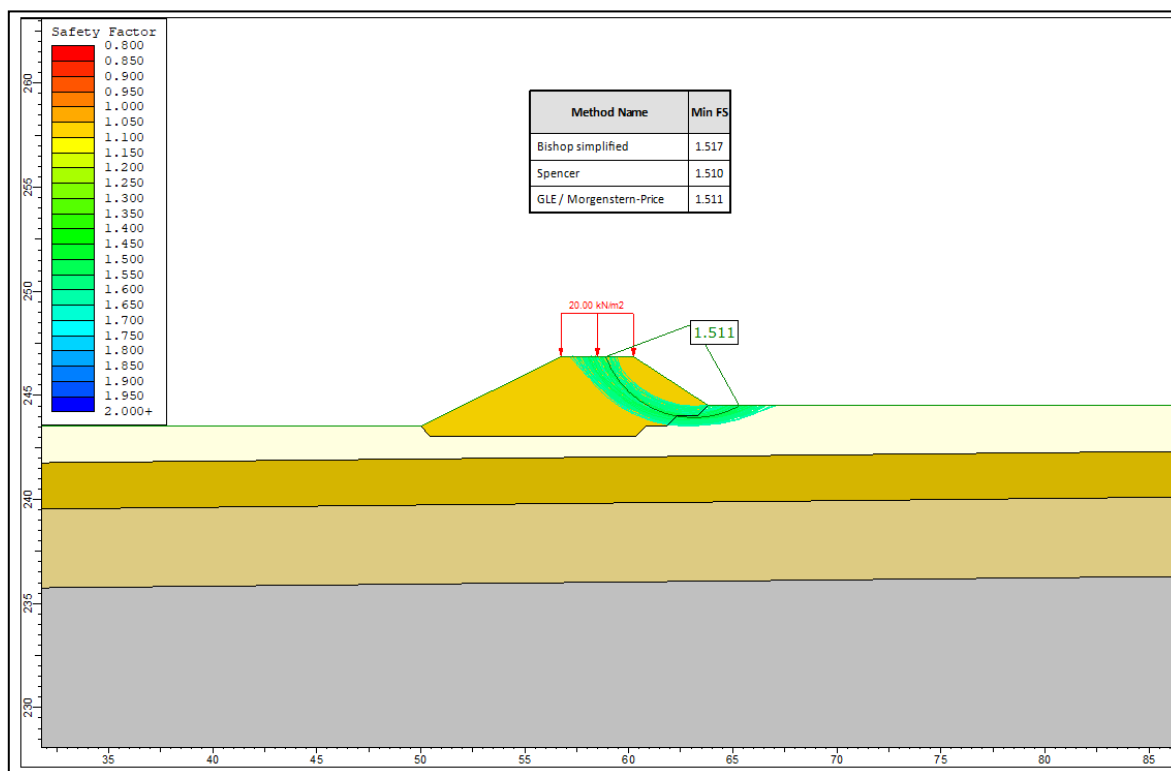


Figura 73 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento esterno – Fine costruzione

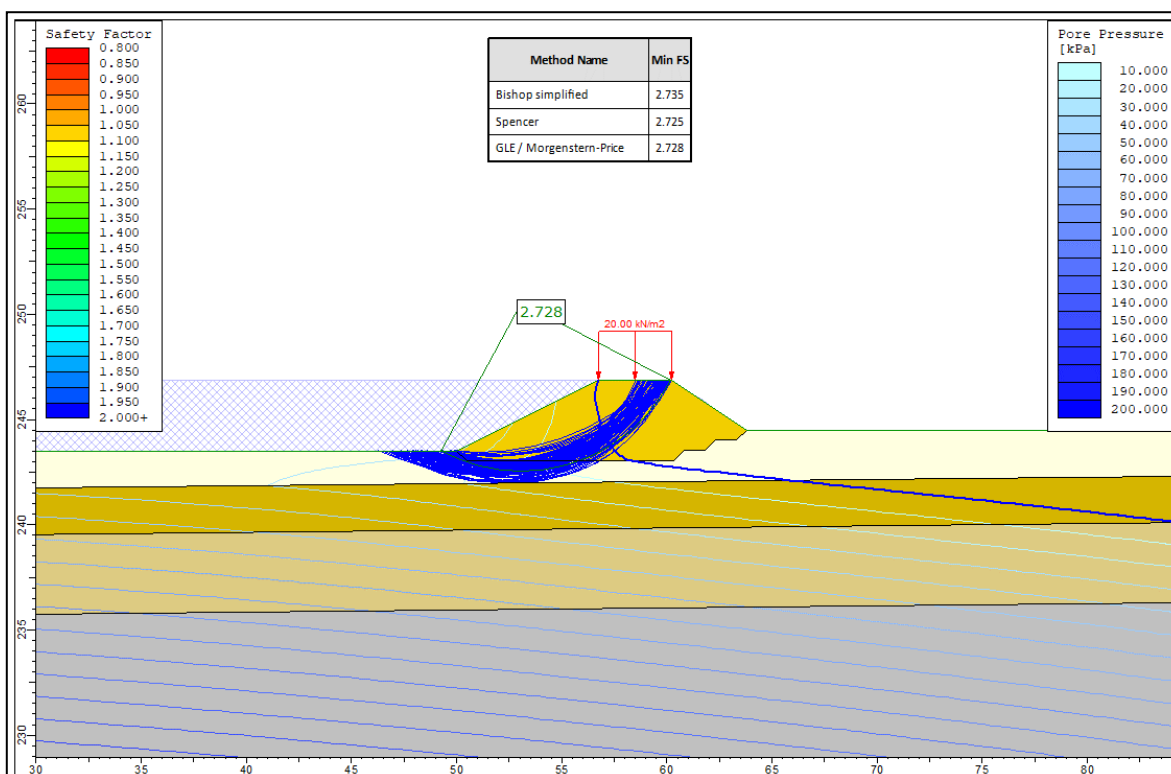


Figura 74 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento interno – Massimo invaso



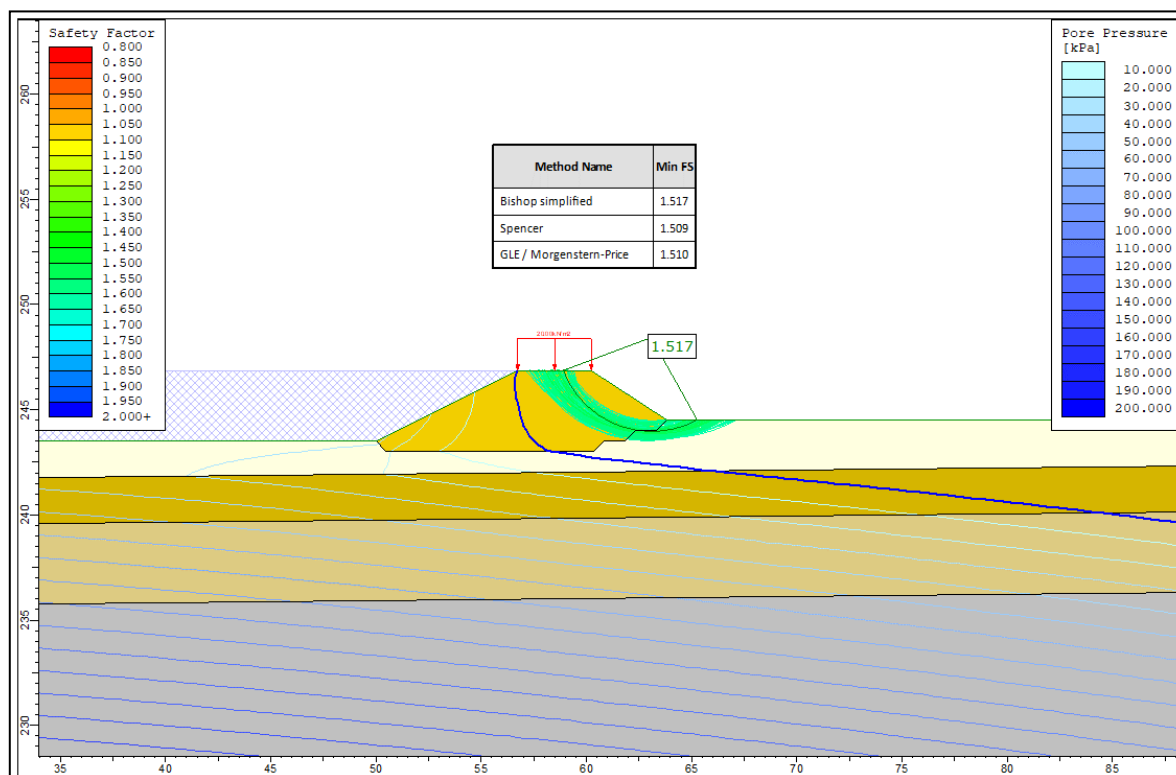


Figura 75 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invaso

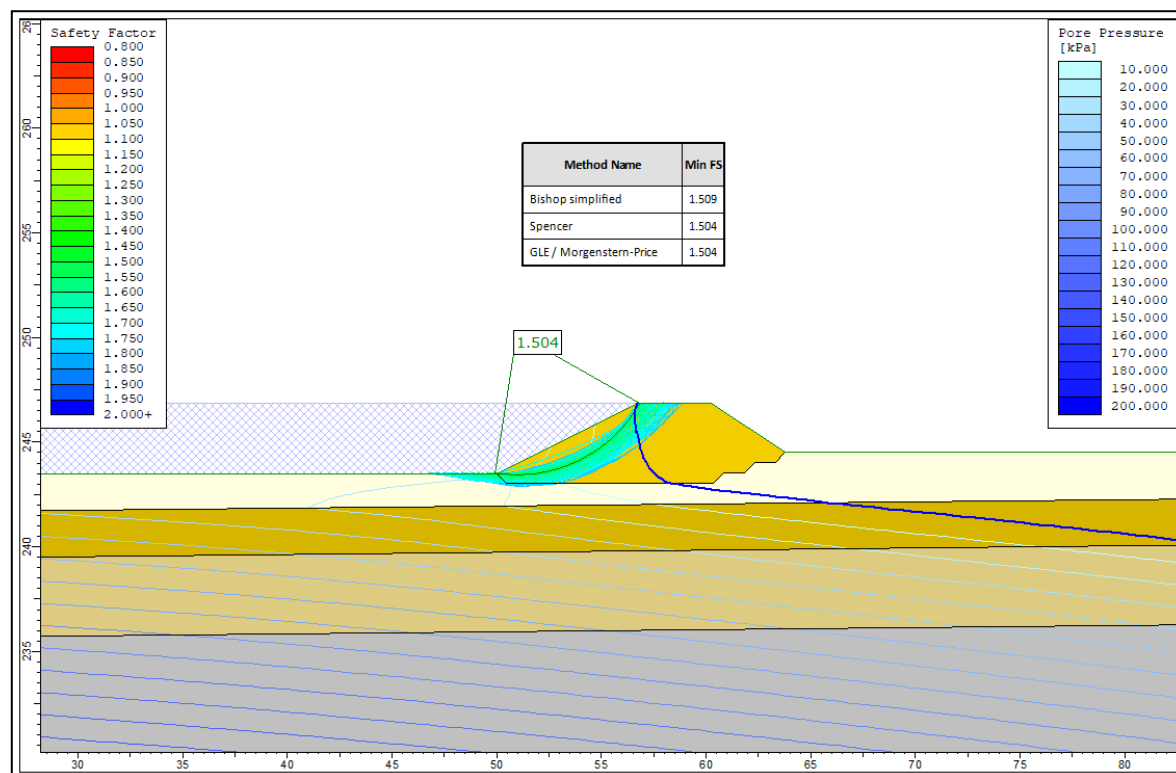


Figura 76 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento interno – Rapido svasso

### 8.3.7 Area 4 – Argine interno - Condizioni sismiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.735	1.732	1.734	Figura 77
Paramento esterno fine costruzione	1.472	1.467	1.469	Figura 78
Paramento interno Massimo invaso	2.027	2.029	2.028	Figura 79
Paramento esterno Massimo invaso	1.440	1.437	1.438	Figura 80

Tabella 49 – Argine area golenale / torrente – Condizioni sismiche

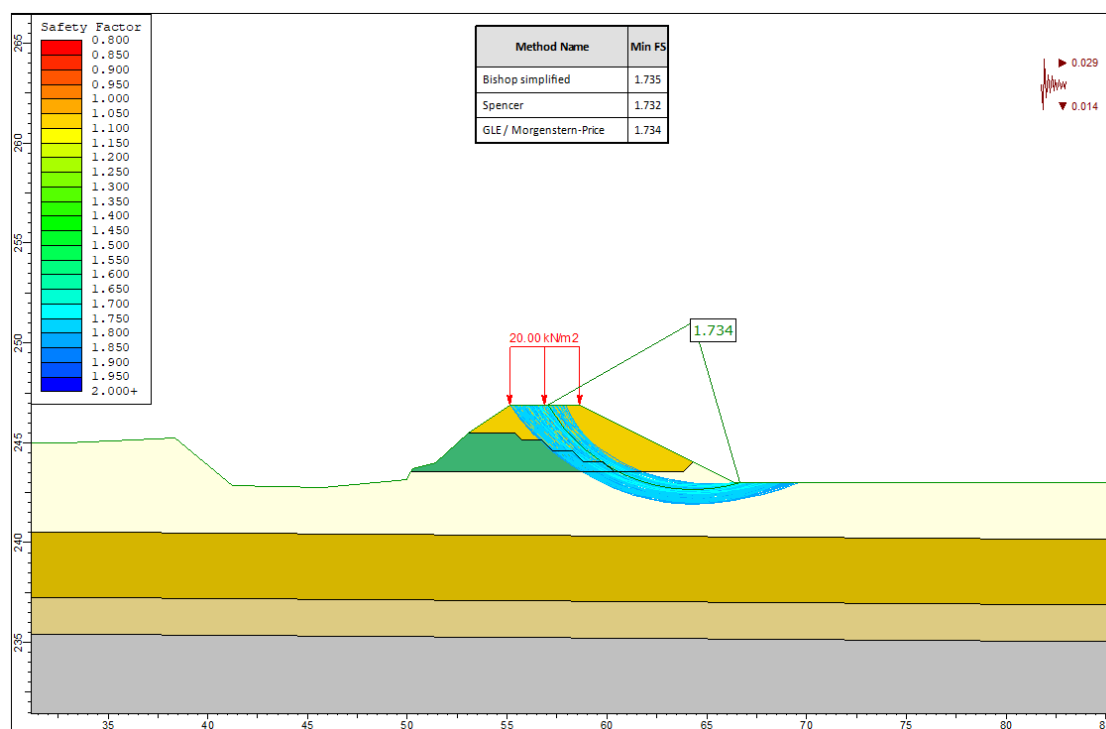


Figura 77 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento interno – Fine costruzione

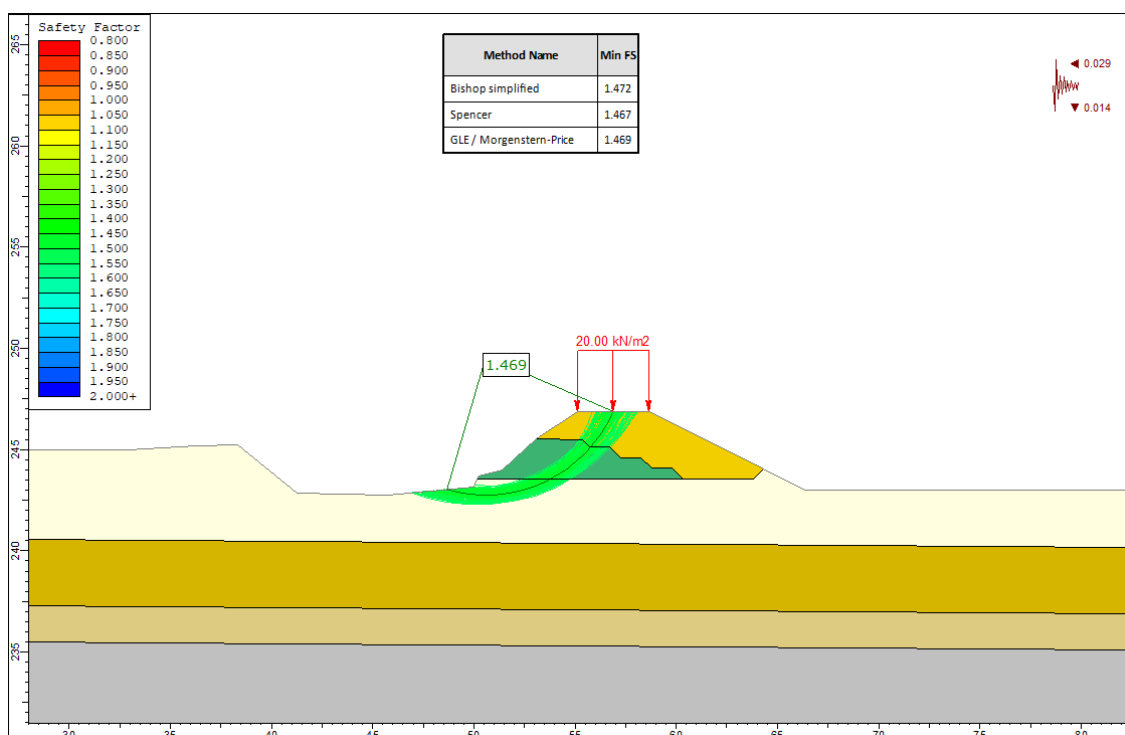


Figura 78 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento esterno – Fine costruzione

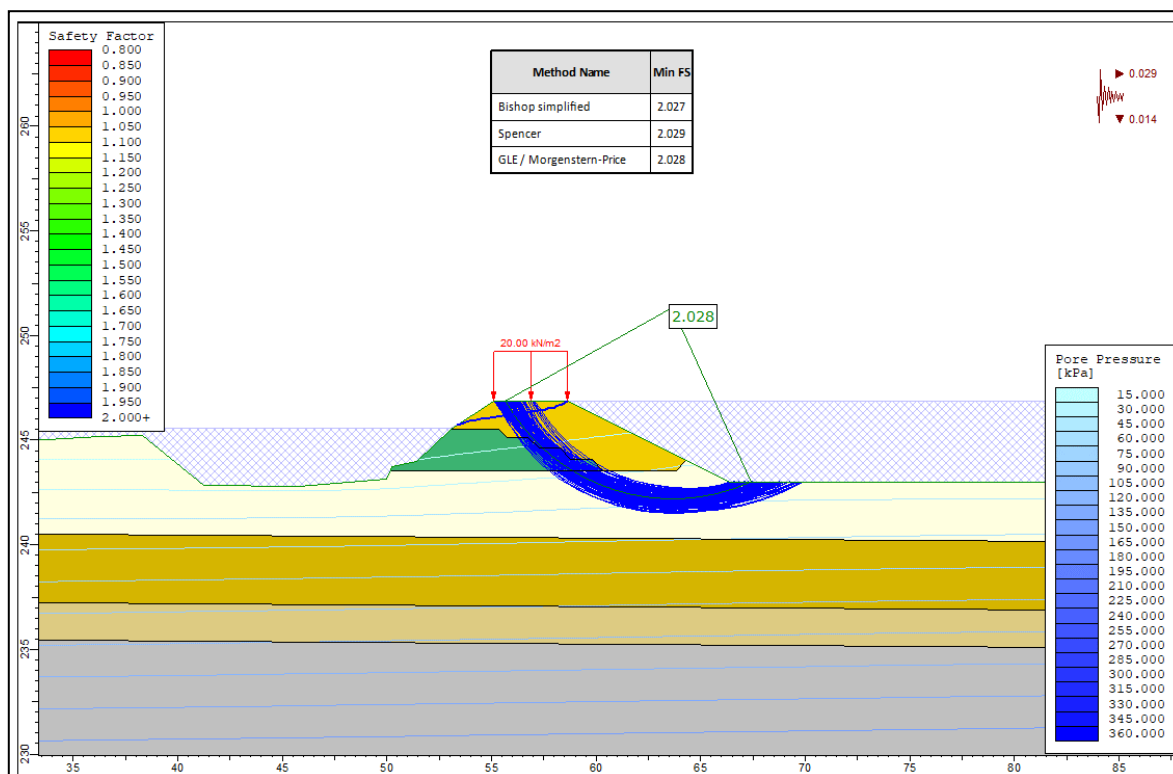


Figura 79 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento interno – Massimo invaso

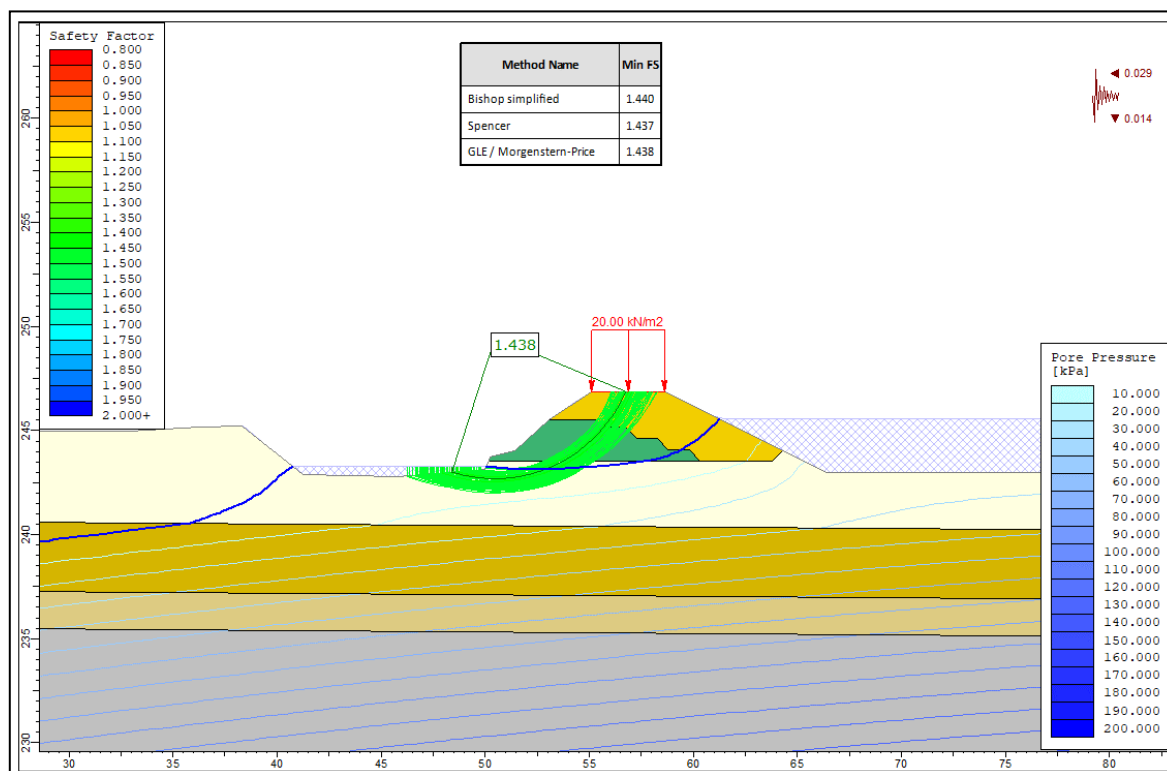


Figura 80 – Sezione 1 Area 4 – Argine interno – Paramento esterno – Massimo invaso

### 8.3.8 Area 4 – Argine esterno - Condizioni sismiche

Condizione di verifica	Fs			Riferimento
	Bishop	Spencer	GLE	
Paramento interno fine costruzione	1.513	1.510	1.514	Figura 81
Paramento esterno fine costruzione	1.656	1.653	1.654	Figura 82
Paramento interno Massimo invaso	2.579	2.573	2.575	Figura 83
Paramento esterno Massimo invaso	1.656	1.653	1.654	Figura 84

Tabella 50 – Argine area golenale / esterno – Condizioni sismiche

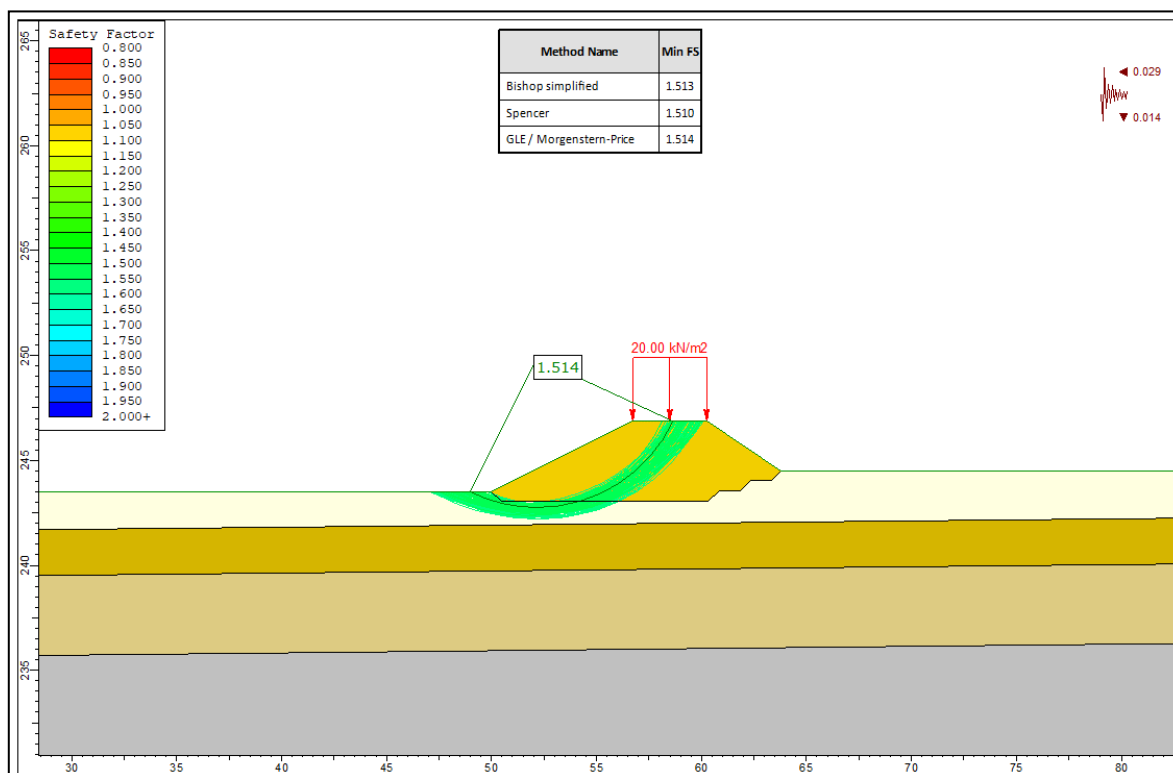


Figura 81 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento interno – Fine costruzione

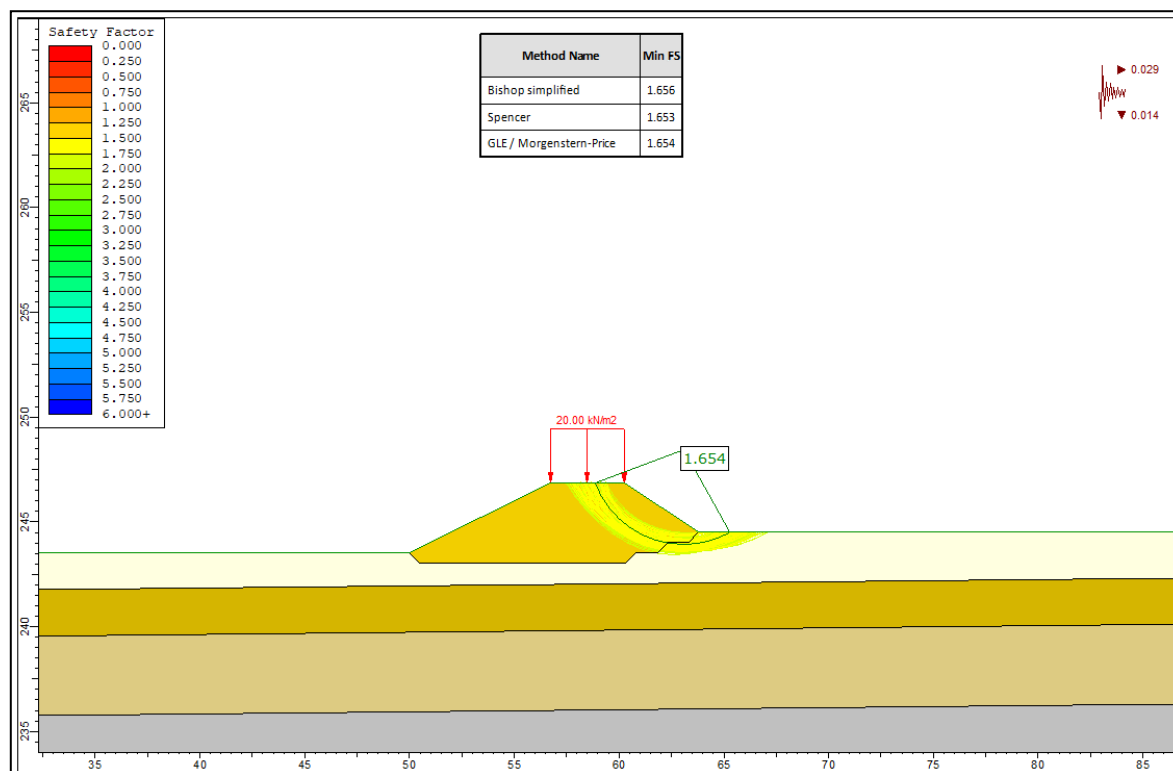


Figura 82 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento esterno – Fine costruzione

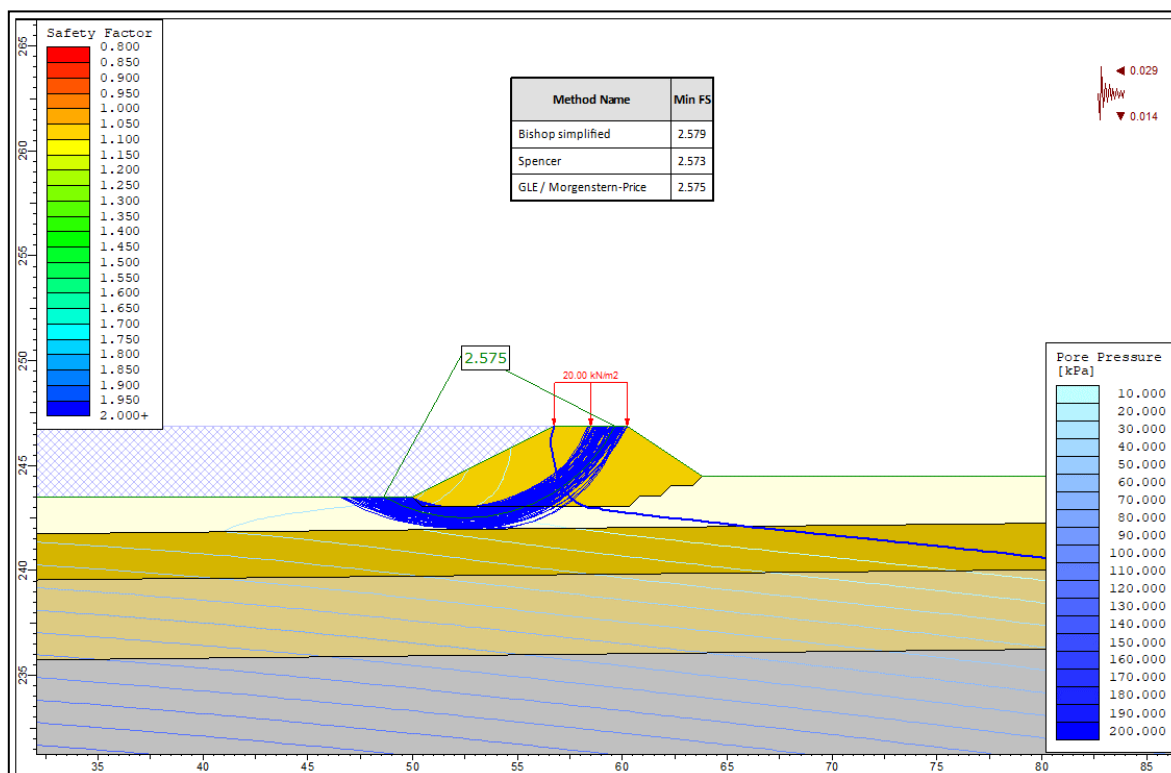


Figura 83 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento interno – Massimo invaso

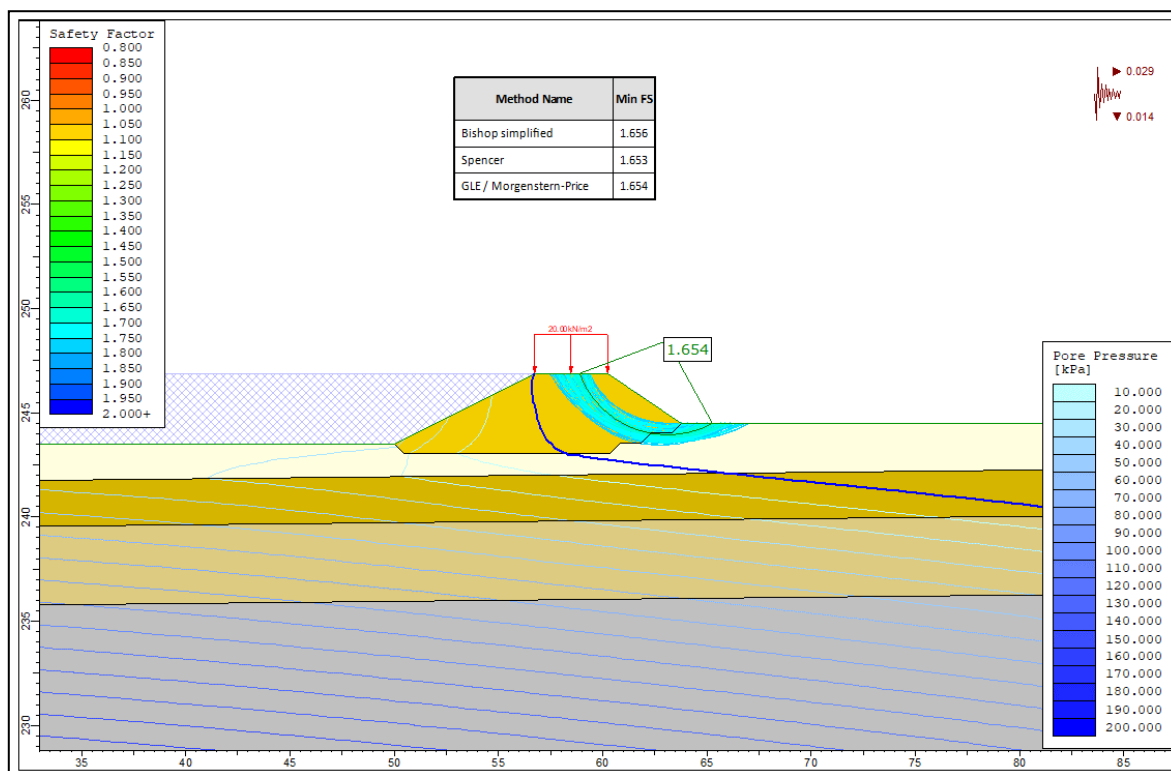


Figura 84 – Sezione 3 Area 4 – Argine esterno – Paramento esterno – Massimo invaso



## 9 ANALISI DI FILTRAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI

### 9.1 Criterio di verifica

La verifica di stabilità nei confronti dello stato limite ultimo idraulico di sifonamento è stata condotta controllando che il gradiente idraulico di efflusso al piede arginale fosse sempre inferiore al gradiente idraulico critico  $i_c$  diviso per il coefficiente di sicurezza parziale  $\gamma_R = 2$  definito al punto 6.2.4.2 del D.M. 17/01/18.

Il gradiente idraulico critico è definito dalla relazione:

$$i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

La verifica al sifonamento è soddisfatta quando si realizza la condizione:

$$i_{max} \leq \frac{i_c}{\gamma_R}$$

Con riferimento ai pesi di volume delle varie unità litologiche (vedi tabelle parametri geotecnici riportate nel capitolo precedente), per il calcolo del gradiente critico si è assunto un peso di volume naturale dell'unità A (unità litologica presente al di sotto del piede arginale) pari a 19 kN/m<sup>3</sup>. Il gradiente critico risulta quindi pari a:

$$i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{\left(\frac{19kN}{m^3} - \frac{9.81kN}{m^3}\right)}{9.81 kN/m^3} = 0.92$$

Applicando il coefficiente di riduzione  $\gamma_R = 2$  come previsto nelle NTC 2019 il valore di riferimento per le verifiche alla filtrazione è quindi pari a **0.47**

Il gradiente di efflusso al piede arginale è stato determinato sulla base di analisi di filtrazione bidimensionale attraverso il rilevato arginale ed i relativi terreni di fondazione a mezzo del codice di calcolo agli elementi finiti.

## 9.2 Codice di calcolo utilizzato

Per le verifiche di filtrazione del rilevato arginale esistente, per ognuna delle sezioni di riferimento, è stato implementato un modello bidimensionale agli elementi finiti attraverso il codice di calcolo *SEEP2D* e l'interfaccia grafica *GMS 6.0* (**G**roundwater **M**odelling **S**ystem).

I calcoli sono stati effettuati utilizzando un modello matematico agli elementi finiti bidimensionale sul piano verticale. L'equazione differenziale che descrive il moto vario bidimensionale nel piano verticale entro un acquifero saturo è la seguente:

$$k_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

in cui:

- $h [m] = z + p/\gamma$  è il carico idraulico variabile da punto a punto in funzione del tempo ( $h(x,z,t)$ );
- $\gamma$  è il peso specifico dell'acqua,
- $k_x, k_z [m/s]$  sono i valori dei coefficienti di permeabilità nelle due direzioni del piano verticale x-z;
- $S_s [m^{-1}]$  è il coefficiente di immagazzinamento specifico, funzione delle caratteristiche di comprimibilità dell'acqua e del mezzo poroso.

Salvo particolari applicazioni (problemi di subsidenza), considerato il valore molto piccolo di  $S_s$  si trascura interamente il termine a secondo membro dell'equazione sopra riportata. Con questa semplificazione scompare l'influenza diretta della variabile temporale e l'evoluzione temporale del carico idraulico è dovuta esclusivamente alle condizioni al contorno, anch'esse variabili nel tempo.

La soluzione, con  $S_s$  posto uguale a zero, viene individuata tramite il metodo degli elementi finiti; come è noto questo metodo prevede una suddivisione del dominio di interesse in elementi di forma regolare (mesh) entro i quali si ipotizza un certo andamento analitico (funzioni interpolari) della funzione incognita da individuare. Gli elementi sono definiti geometricamente dalle coordinate dei nodi di contorno in corrispondenza dei quali il metodo fornisce il valore dell'incognita.

Nel modello matematico adottato le funzioni interpolari sono state imposte lineari, le funzioni peso sono state poste uguali alle funzioni interpolari e di conseguenza anch'esse lineari (metodo di Galerkin).

### 9.3 Scelta delle sezioni di verifica

Le analisi di filtrazione dei rilevati arginali sono state condotte per tutte le aree golenali considerando per ognuna di esse la sezione più critica nei confronti dei moti di filtrazione (massima differenza di quota tra sommità arginale e fondo vasca, fondo Seveso e/o piano campagna).

È stata inoltre verificata la sezione più critica all'interno delle aree 1, 2, 3, 5 e 6, del rilevato arginale esterno, così come per l'area 4 (classificata ai sensi della Circolare Regionale 29 luglio 2019 n° 9 come *intervento rilevante nei riguardi della pubblica incolumità*)

Nello specifico per ognuna delle aree golenali sono state verificate le seguenti sezioni:

<b>Area golenale</b>	<b>Sezione di riferimento</b>
Area golenale 1	Sez. 8 (lato Seveso)
Area golenale 2	Sez. 13 (lato Seveso)
Area golenale 2	Sez. 13 (lato campagna)
Area golenale 3	Sez. 8 (lato Seveso)
Area golenale 4	Sez. 5 (lato Seveso)
Area golenale 4	Argine esterno lato NORD
Area golenale 5	Sez. 10 (lato Seveso)
Area golenale 6	Sez. 6 (lato campagna)

Tabella 51 – Sezioni di riferimento per le analisi di filtrazione

### 9.4 Coefficienti di permeabilità

I valori del coefficiente di permeabilità delle diverse unità geotecniche considerati nelle analisi sono mostrati nella seguente tabella. Si precisa per l'unità A sono cautelativamente assunti valori più elevati di quelli ottenuti dalle prove infiltrometriche al fine di tenere debitamente in conto nelle analisi la possibile presenza di livelli più permeabili costituenti direzioni preferenziali di flusso.

<b>Unità</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Coefficiente di permeabilità verticale</b> $k_v$ [m/s]	<b>Coefficiente di permeabilità orizzontale</b> $k_h$ [m/s]

A	Sabbie limose e limi sabbiosi	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$
B	Sabbie e ghiaie	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$
C	Sabbie e ghiaie (area 4)	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$
C	Sabbie limose e limi sabbiosi	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$
D	Substrato conglomeratico	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$2.5 \cdot 10^{-3}$
R	Rilevati arginali	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$

Tabella 52 – Valori di permeabilità assunte nei calcoli

### 9.5 Condizioni idrodinamiche di riferimento

Per le analisi di filtrazione relative ai rilevati arginali lato fiume sono state effettuate due simulazioni considerando le seguenti condizioni idrodinamiche:

1. Livello nel fiume Seveso pari a +0.5 m sopra la quota di sfioro e vasca vuota (condizione F1 nelle tabelle dei risultati)
2. Livello nel fiume Seveso pari a +0.5 m sopra fondo alveo e livello in vasca pari -0.5 metri rispetto alla sommità arginale (condizione F2 nelle tabelle dei risultati).

Per le verifiche dei rilevati arginali lato campagna è stata invece considerata la seguente condizione idrodinamica:

1. Livello in vasca pari a -0.5 metri rispetto alla sommità arginale e falda piano campagna (condizione C nelle tabelle dei risultati).

### 9.6 Risultati ottenuti e verifiche al sifonamento

Vengono di seguito riportati per ogni sezione di verifica i risultati delle simulazioni idrauliche in termine di gradiente idraulico all'interno del campo di moto. Per la verifica al sifonamento

il gradiente di efflusso è stato calcolato in corrispondenza del piede arginale dove si verifica la possibile fuoriuscita della linea di filtrazione. Dai risultati si evince che tutte le sezioni analizzate risultano verificate

#### 9.6.1 Area golenale 1

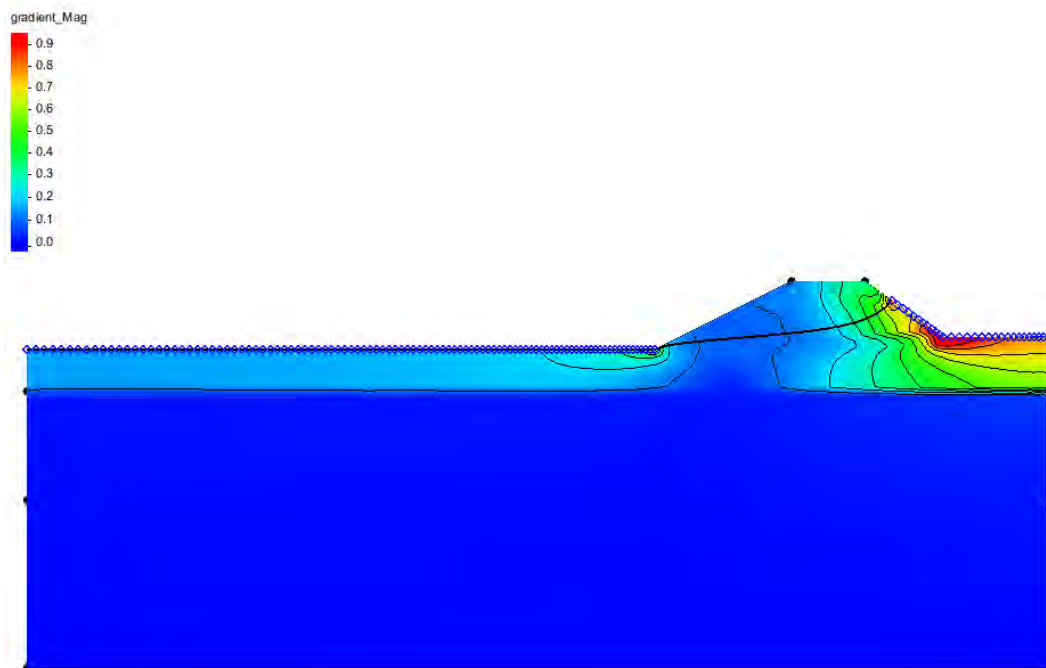


Figura 85 – Sez.8: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F1

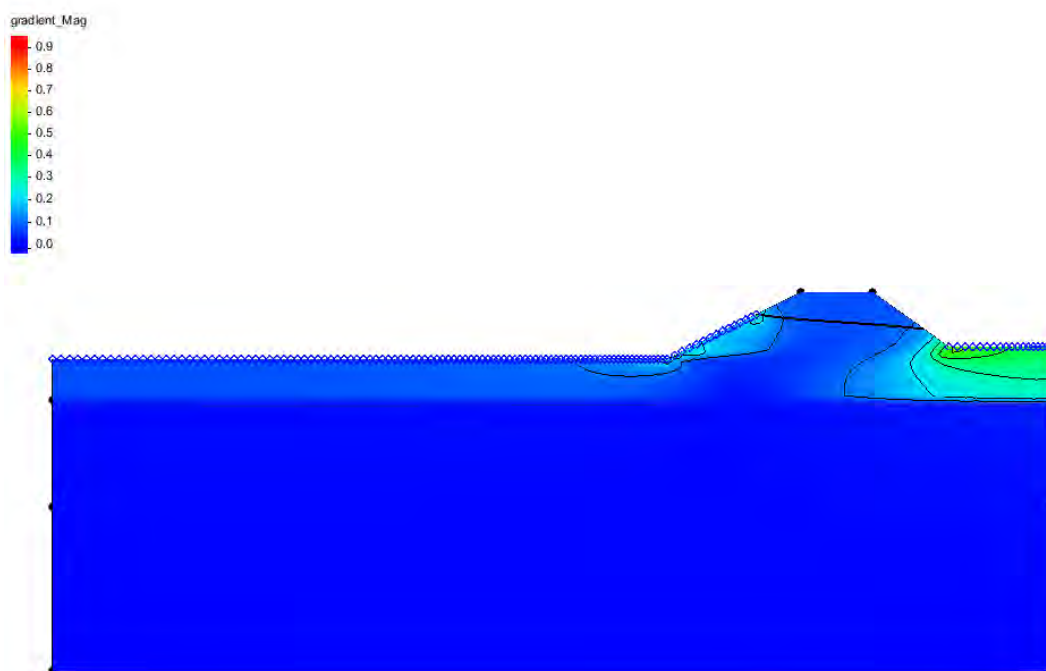


Figura 86 – Sez.8: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F2

Sezione di riferimento	Condizione idrodinamica	Livello Seveso	Livello Vasca	Verifica Gradiente	
				i efflusso	i critico
sez. 8 (lato fiume)	<b>F1</b>	257.12	254.73	<b>0.28</b>	<b>0.47</b>
sez. 8 (lato fiume)	<b>F2</b>	255.83	257.00	<b>0.38</b>	<b>0.47</b>

Tabella 53 – Verifica sifonamento rilevato arginale area golenale 1



## 9.6.2 Area golenale 2

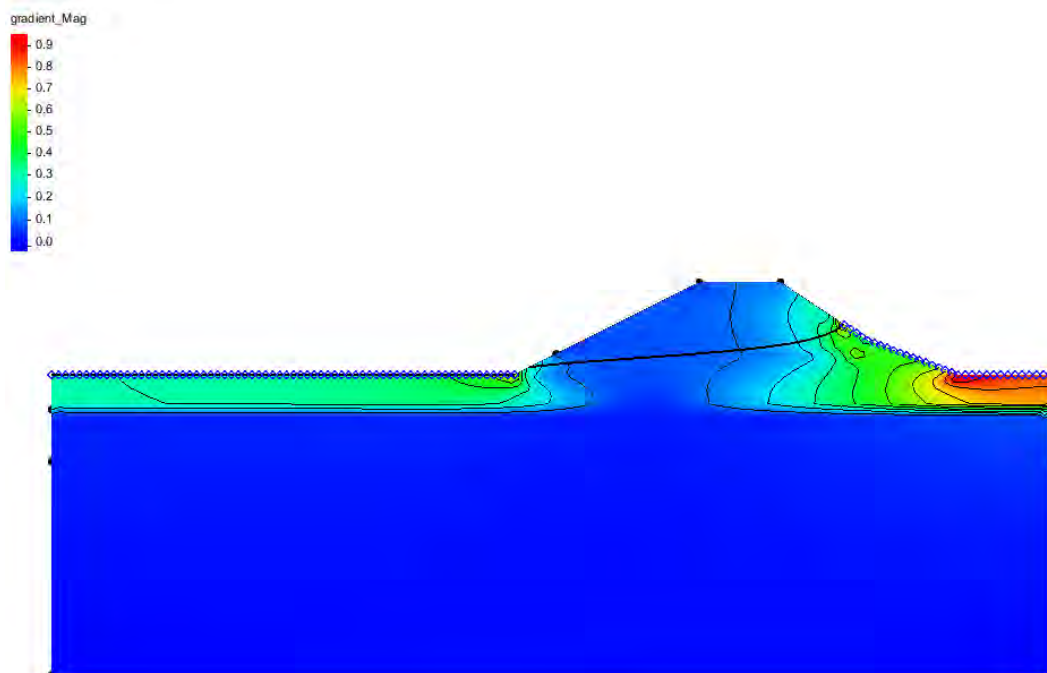


Figura 87 – Sez.13: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F1

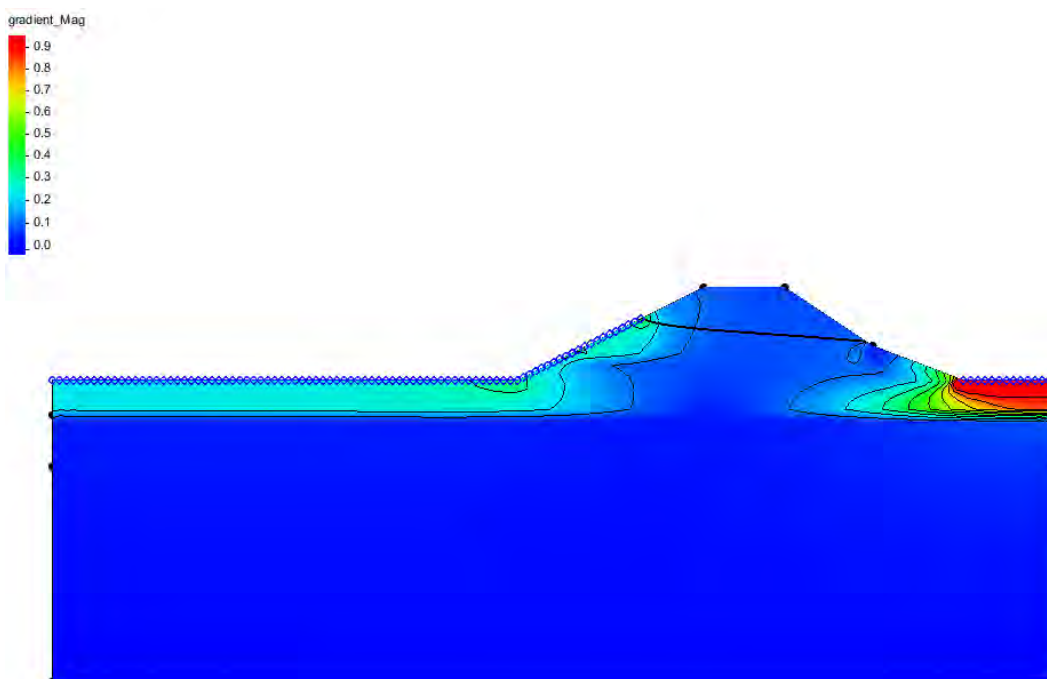


Figura 88 – Sez.13: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F2

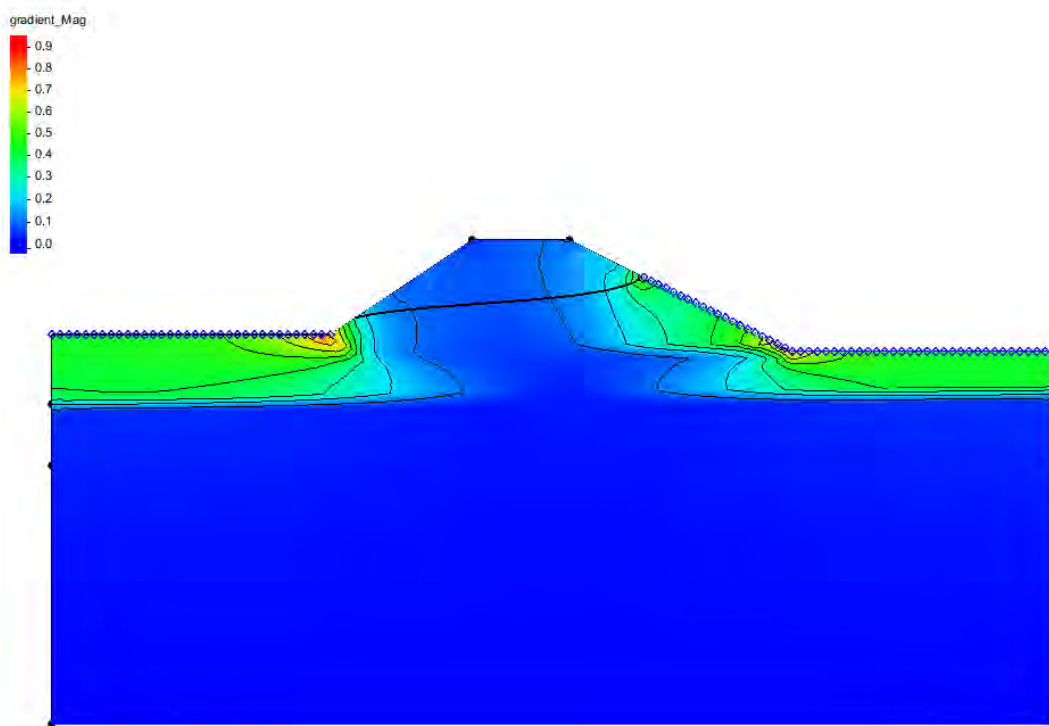


Figura 89 – Sez. 13: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica C

Sezione di riferimento	Condizione idrodinamica	Livello Seveso/p.c.	Livello Vasca	Verifica Gradiente	
				<i>i efflusso</i>	<i>i critico</i>
sez. 13 (lato fiume)	<b>F1</b>	255.75	253.50	<b>0.30</b>	<b>0.47</b>
sez. 13 (lato fiume)	<b>F2</b>	254.00	256.22	<b>0.34</b>	<b>0.47</b>
sez. 13 (lato campagna)	<b>C</b>	254.10	256.22	<b>0.40</b>	<b>0.47</b>

Tabella 54 – Verifica sifonamento rilevato arginale area golenale 2

### 9.6.3 Area golenale 3

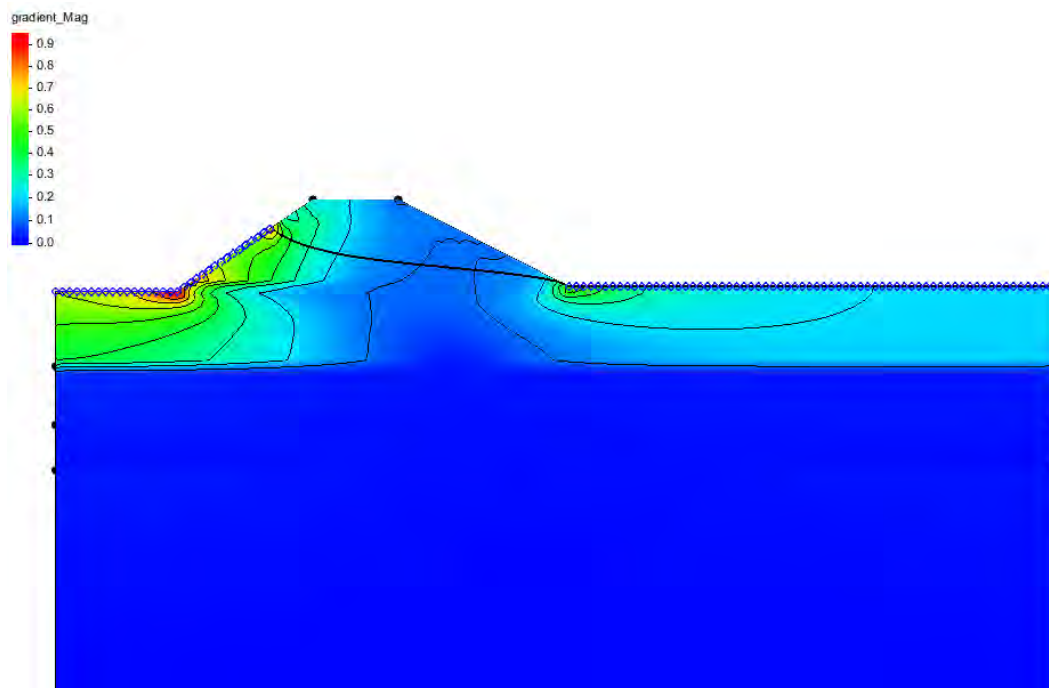


Figura 90 – Sez.8: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F1

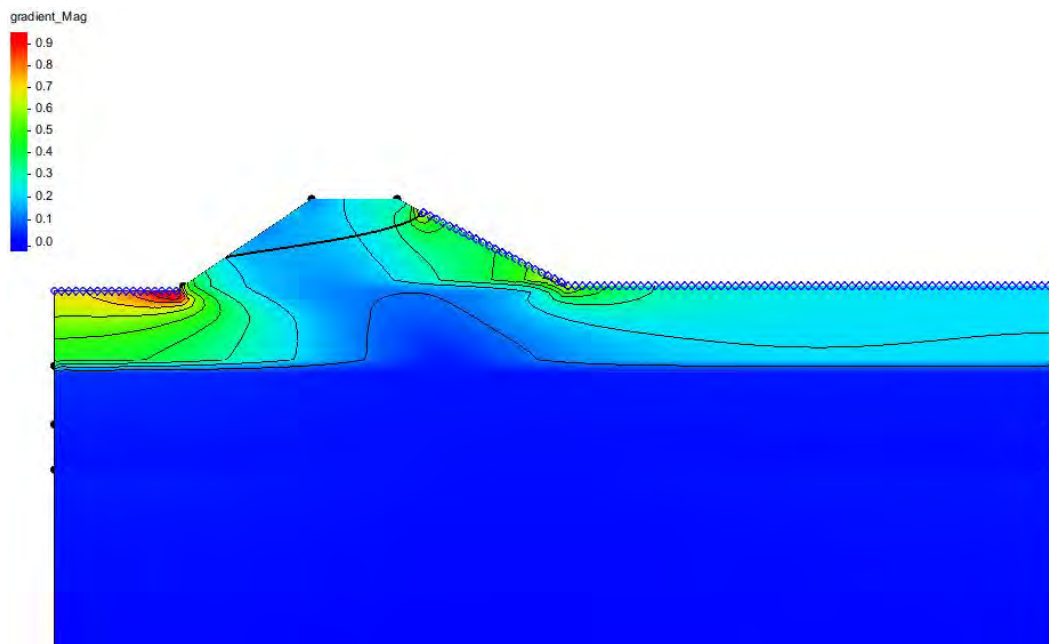


Figura 91 – Sez.8: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F2

Sezione di riferimento	Condizione idrodinamica	Livello Seveso	Livello Vasca	Verifica Gradiente	
				<i>i efflusso</i>	<i>i critico</i>
sez. 8 (lato fiume)	<b>F1</b>	252.50	250.00	<b>0.35</b>	<b>0.47</b>
sez. 8 (lato fiume)	<b>F2</b>	250.30	253.06	<b>0.45</b>	<b>0.47</b>

Tabella 55 – Verifica sifonamento rilevato arginale area golenale 3

#### 9.6.4 Area golenale 4

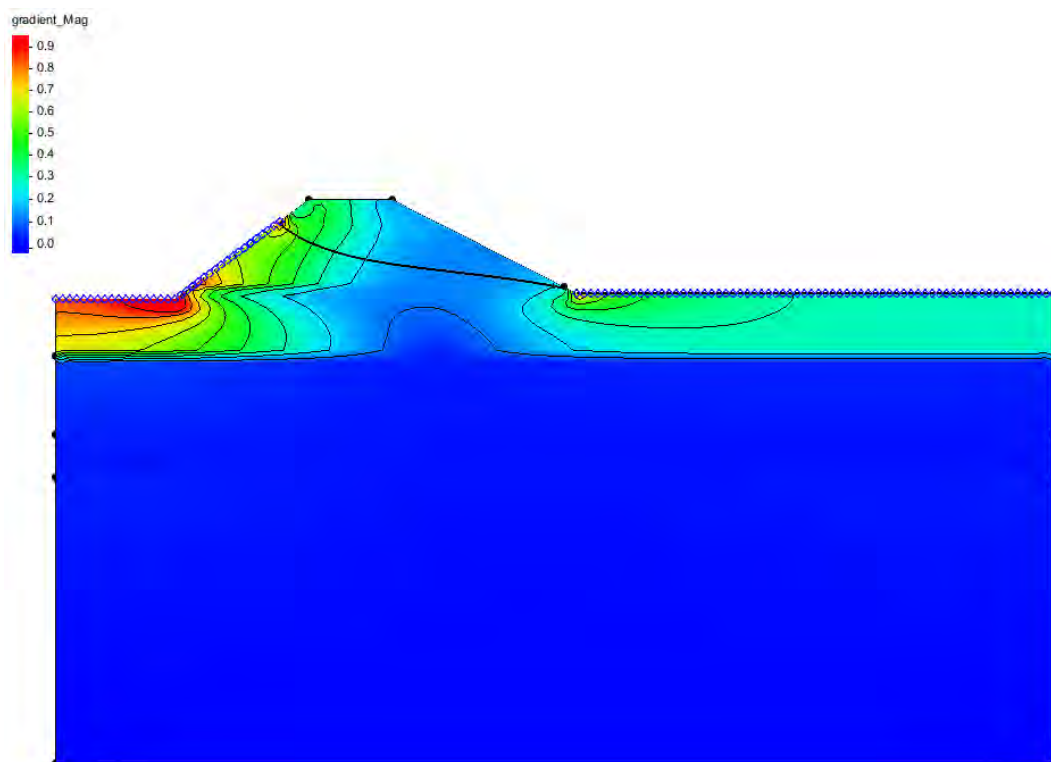


Figura 92 – Sez.5: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F1

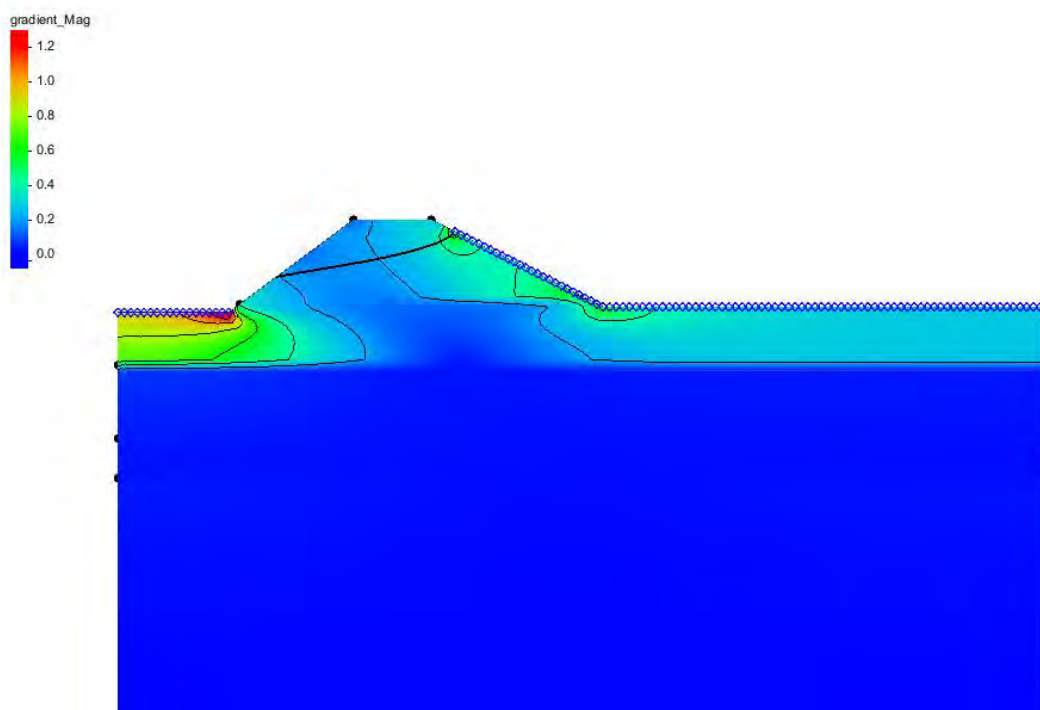


Figura 93 – Sez.5: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F2

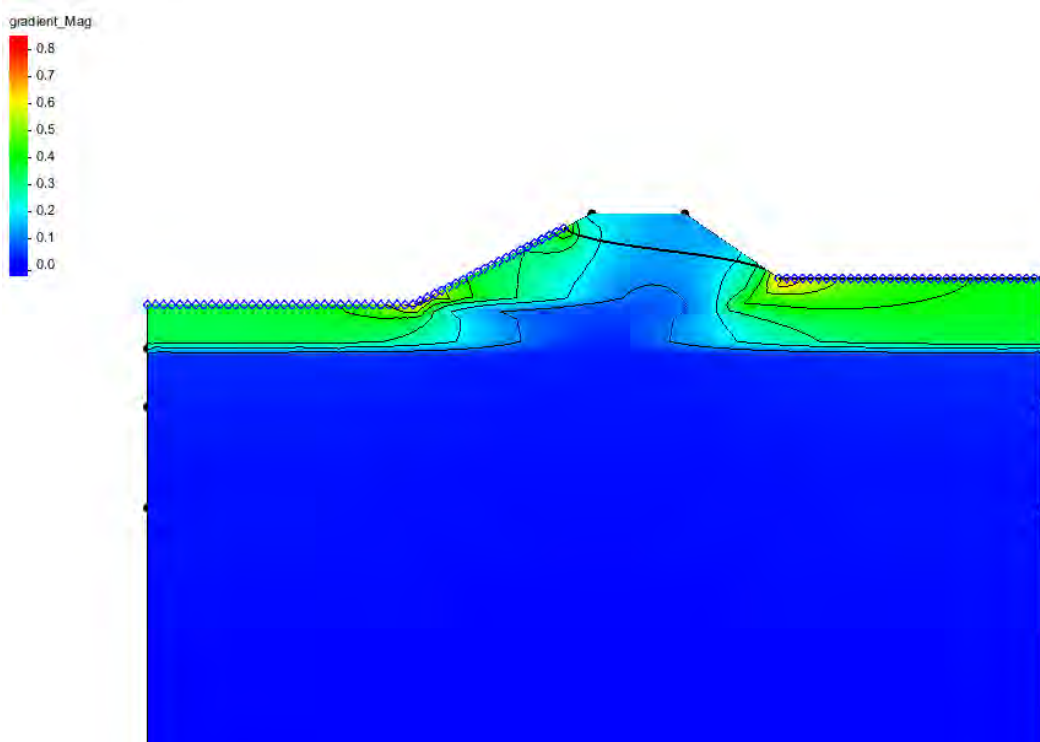


Figura 94 – argine NORD: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica C

Sezione di riferimento	Condizione idrodinamica	Livello Seveso/p.c.	Livello Vasca	Verifica Gradiente	
				i efflusso	i critico
sez. 5 (lato fiume)	<b>F1</b>	246.05	243.00	<b>0.23</b>	<b>0.47</b>
sez. 5 (lato fiume)	<b>F2</b>	243.26	246.43	<b>0.38</b>	<b>0.47</b>
argine lato NORD	<b>C</b>	244.50	246.43	<b>0.38</b>	<b>0.47</b>

Tabella 56 – Verifica sifonamento rilevato arginale area golenale 4

#### 9.6.5 Area golenale 5

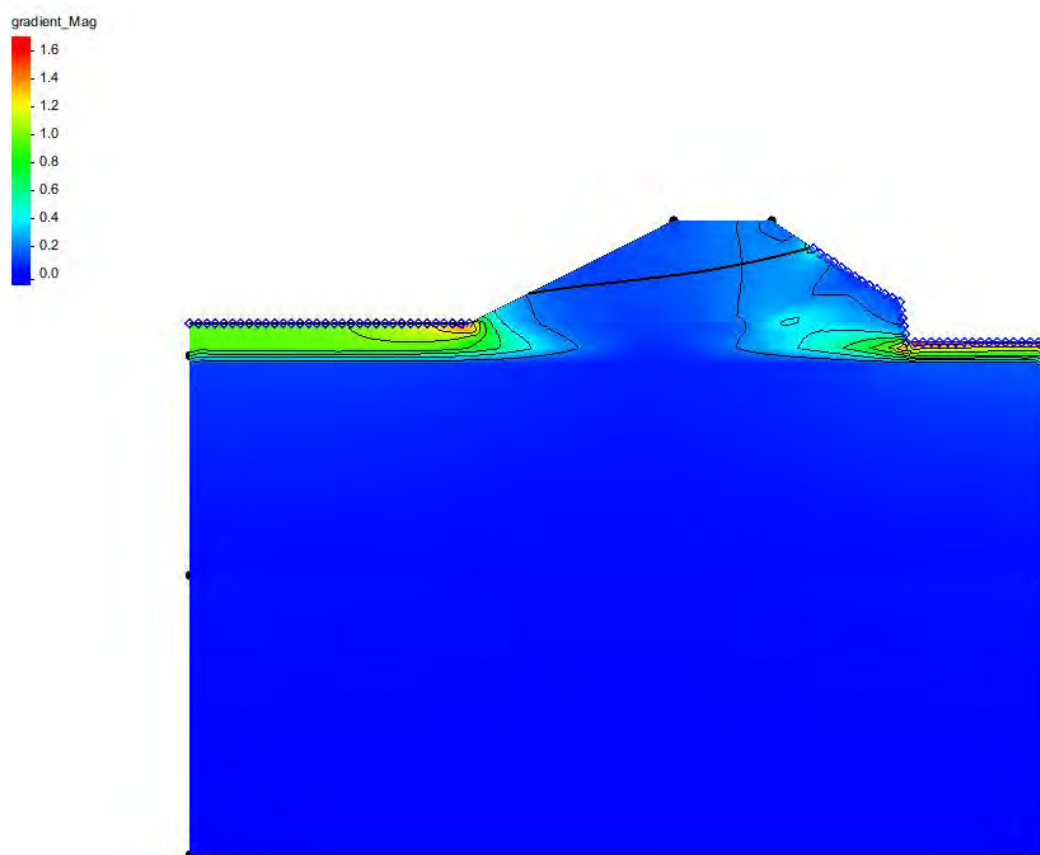


Figura 95 – Sez.10: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F1



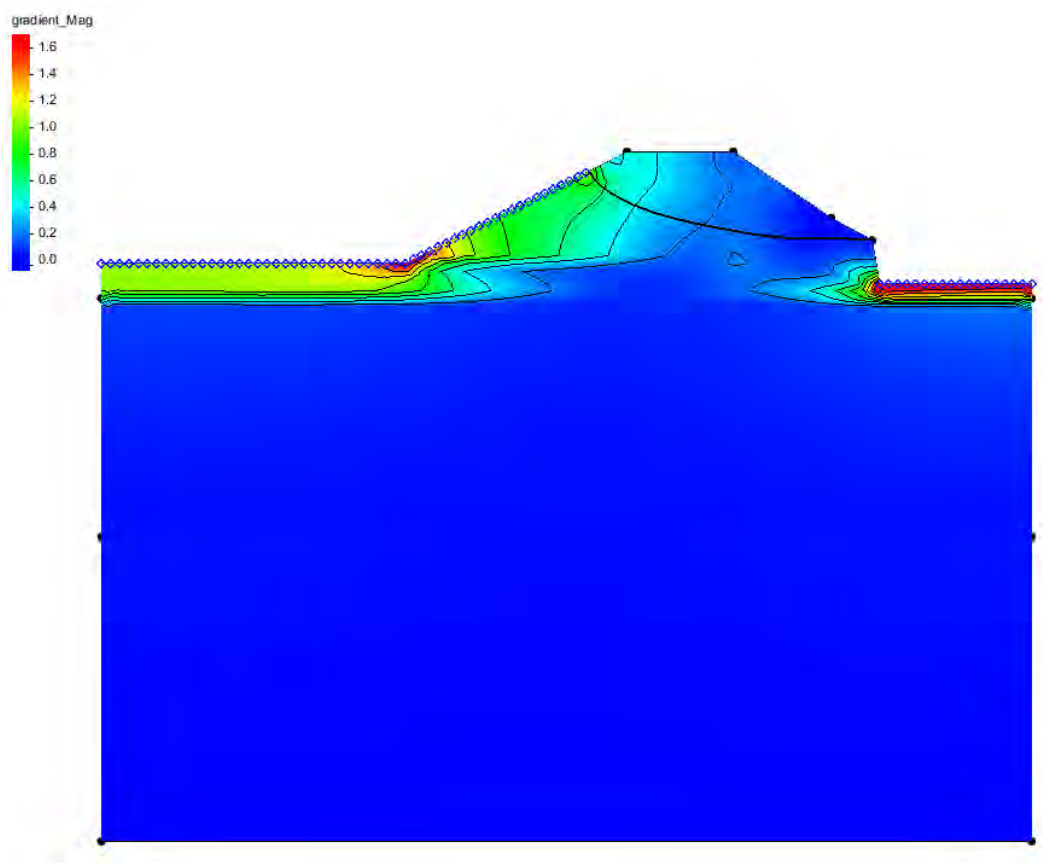


Figura 96 – Sez.10: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica F2

Sezione di riferimento	Condizione idrodinamica	Livello Seveso	Livello Vasca	Verifica Gradiente	
				i efflusso	i critico
sez. 10 (lato fiume)	F1	243.90	241.07	0.42	0.47
sez. 10 (lato fiume)	F2	240.90	244.24	0.28	0.47

Tabella 57 – Verifica sifonamento rilevato arginale area golenale 5

### 9.6.6 Area golenale 6

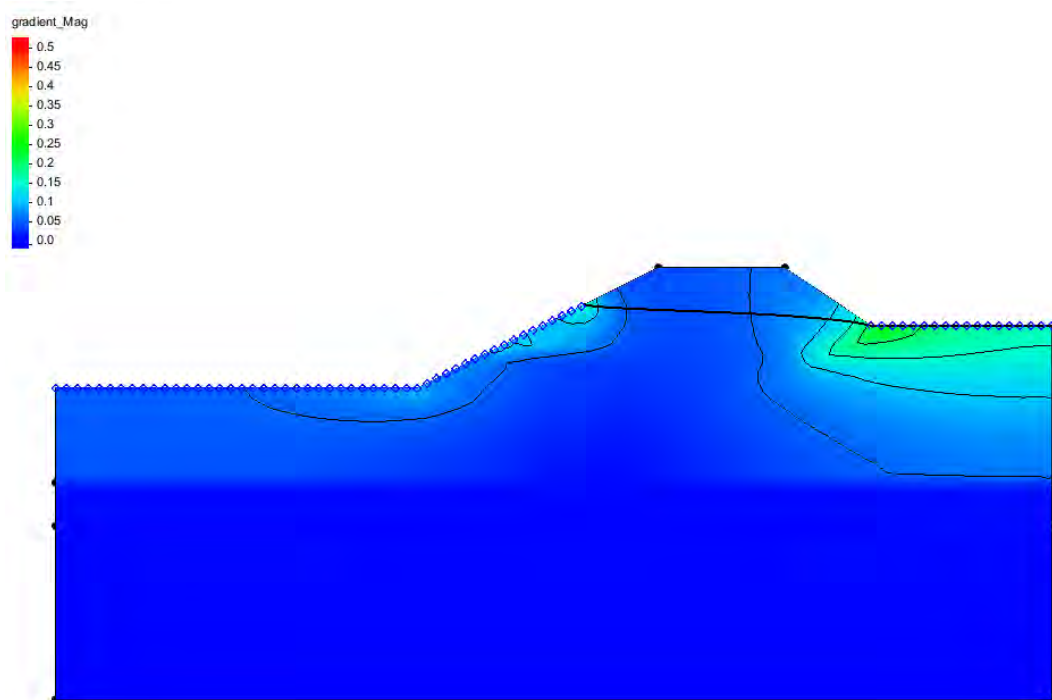


Figura 97 – Sez.6: andamento del gradiente idraulico con condizione idrodinamica C

Sezione di riferimento	Condizione idrodinamica	Livello p.c.	Livello Vasca	Verifica Gradiente	
				i efflusso	i critico
sez. 6 (lato campagna)	C	237.40	238.00	0.21	0.47

Tabella 58 – Verifica sifonamento rilevato arginale area golenale 6

## 10 ANALISI TENSIODEFORMATIVA

L'analisi delle deformazioni indotte sull'esistente rilevato ferroviario dal nuovo rilevato arginale che verrà realizzato in appoggio in vasca 5 è stata condotta in sede di progettazione definitiva a mezzo del codice di calcolo agli elementi finiti Phase<sup>2</sup> rel. 8.0 prodotto e commercializzato da Rocscience Inc.. Il codice di calcolo impiegato permette di schematizzare il comportamento dei terreni secondo modelli costitutivi elasto-plastici agli elementi finiti bi-dimensionali. I modelli costitutivi possono includere anche comportamenti non lineari o anisotropi dei terreni. E' altresì possibile un accoppiamento delle pressioni dei terreni alle pressioni idrostatiche dovute alla presenza di falda acquifera.

Le analisi sono state condotte assumendo un modello costitutivo elasto-plastico alla Mohr-Coulomb sulla base dei parametri di resistenza e deformabilità delle diverse unità coinvolte di seguito riassunti.

Unità	Descrizione	Peso di volume naturale $\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Coesione efficace $c'$ [kPa]	Angolo di attrito $\varphi$ [°]	Modulo di elasticità $E$ [MPa]
A	Terreni di fondazione	18.5	0	28	6
A1	Terreni di fondazione	18.5	0	31	14
B	Terreni di fondazione	19.0	5	35	30
D	Substrato conglomeratico	23.0	100	45	265
R	Rilevato arginale	19.0	10	29	20
RF	Rilevato ferroviario	19.0	0	38	40

Tabella 59 – Analisi FEM – Parametri geotecnici di calcolo

Il modello di calcolo adottato ha una estensione laterale di 130 m ed uno sviluppo verticale di 50 m e consta di 15359 elementi triangolari, con densità della mesh incrementata in corrispondenza della zona centrale del modello.

Al fine di riprodurre compiutamente la storia tensionale dei terreni di fondazione l'analisi FEM è stata condotta attraverso quattro fasi successive:

- Fase 1: stato tensionale geostatico iniziale;
- Fase 2: realizzazione del rilevato ferroviario;
- Fase 3: realizzazione del rilevato arginale;
- Fase 4: riempimento area golenale fino alla sommità arginale.

Per la valutazione degli effetti indotti dalla realizzazione del rilevato arginale e dal riempimento dell'area golenale sull'esistente rilevato ferroviario le deformazioni sono state riferite alla situazione esistente dopo la realizzazione del rilevato ferroviario.

Nelle seguenti immagini ( cfr. *Figura 98* e *Figura 99*) si mostrano i vettori di deformazione ed i campi deformativi indotti al termine della fase 3 e della fase 4; come osservabile le deformazioni verticali alla sommità del nuovo rilevato arginale sono pari a circa 12 mm, mentre le deformazioni massime indotte alla sommità dell'esistente rilevato ferroviario sono contenute in circa 3 mm.

Una sintesi dei risultati ottenuti è mostrata nella seguente tabella:

Fase	Descrizione	Deformazioni verticali [mm]			
		Rilevato arginale		Rilevato ferroviario	
		Cresta	Mezzeria	Cresta	Mezzeria
3	Realizzazione argine	7.9	6.0	2.4	1.0
4	Riempimento golena	12.0	8.5	3.1	1.3

*Tabella 60 – Analisi FEM – Deformazioni verticali*

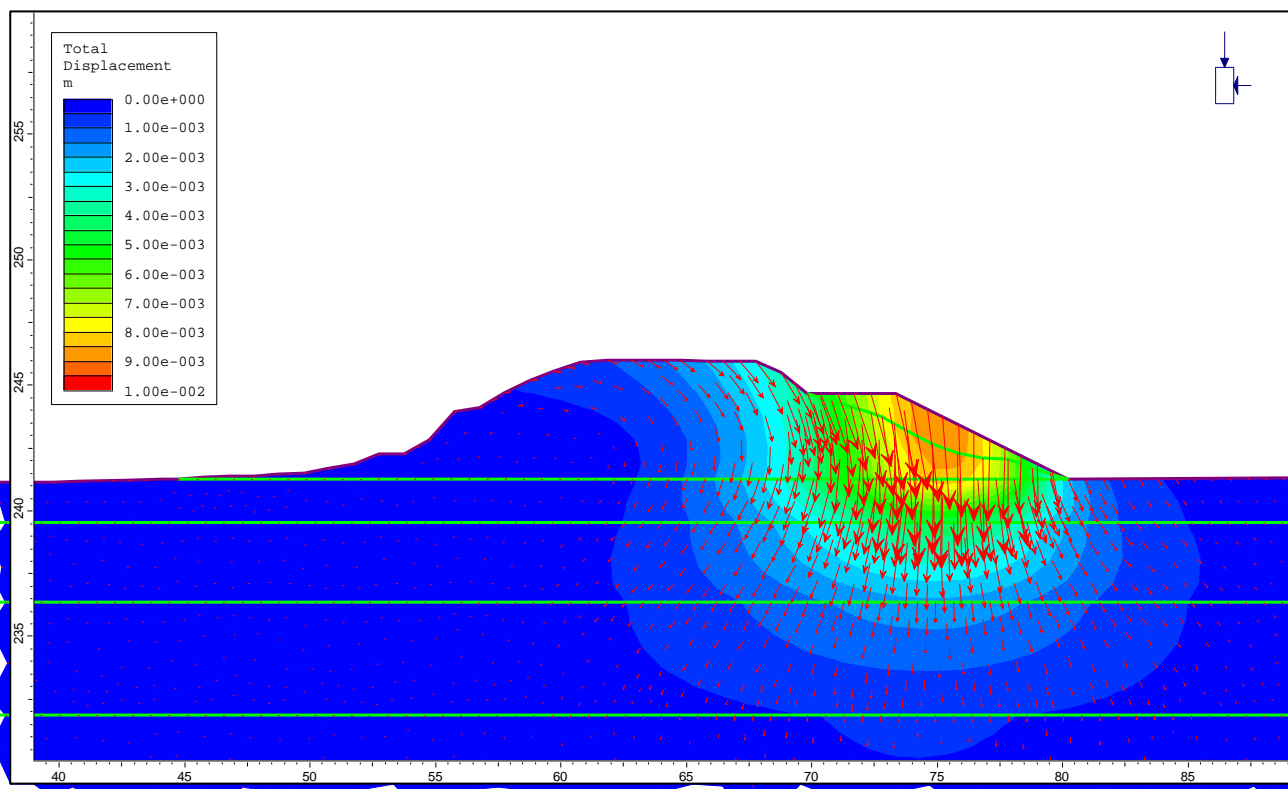


Figura 98 – Area 5 – Deformazioni indotte – Fase 3

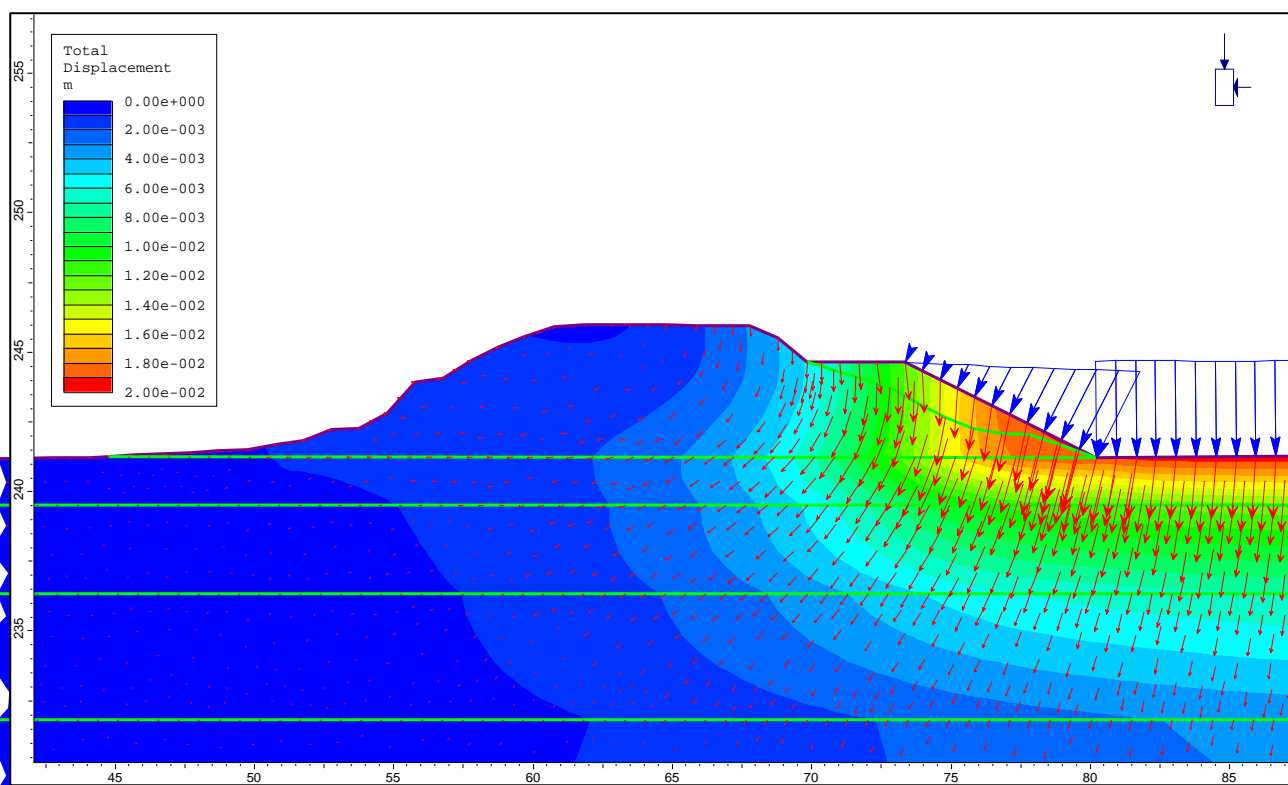


Figura 99 – Area 5 – Deformazioni indotte – Fase 4

Le analisi condotte evidenziano l'assenza di effetti perturbativi sull'esistente rilevato ferroviario indotti dalle opere in progetto tali da comprometterne la funzionalità.

Per i rimanenti rilevati arginali non sono state condotte analisi delle deformazioni indotte sul piano di posa e nell'intorno delle opere non evidenziandosi situazioni di criticità per preesistenze interferenti con le nuove opere in progetto; l'analisi condotta in corrispondenza dell'argine in vasca 5, che evidenzia deformazioni verticali contenute in circa 20 mm in corrispondenza del piede arginale, può in ogni caso essere ritenuta rappresentativa anche per le rimanenti opere in progetto.



## 11 BONIFICA DEI TERRENI DI SOTTOFONDO

L'esame dei risultati delle indagini condotte mette in evidenza la diffusa presenza in superficie di terreni fini limoso-sabbioso-argillosi, appartenenti alle classi ML, SM, SC e CL della classificazione ASTM D2487 e ai gruppi A7-5, A7-6, A6, A4 e A2-4 della classificazione UNI 11531, caratterizzati da valori dell'indice di plasticità mediamente compresi tra 8% e 28%, localmente non plastici. La profondità dell'orizzonte di terreno vegetale è risultata compresa tra 10 e 70 cm da p.c., con valore medio e deviazione standard pari a  $31 \pm 12$  cm.

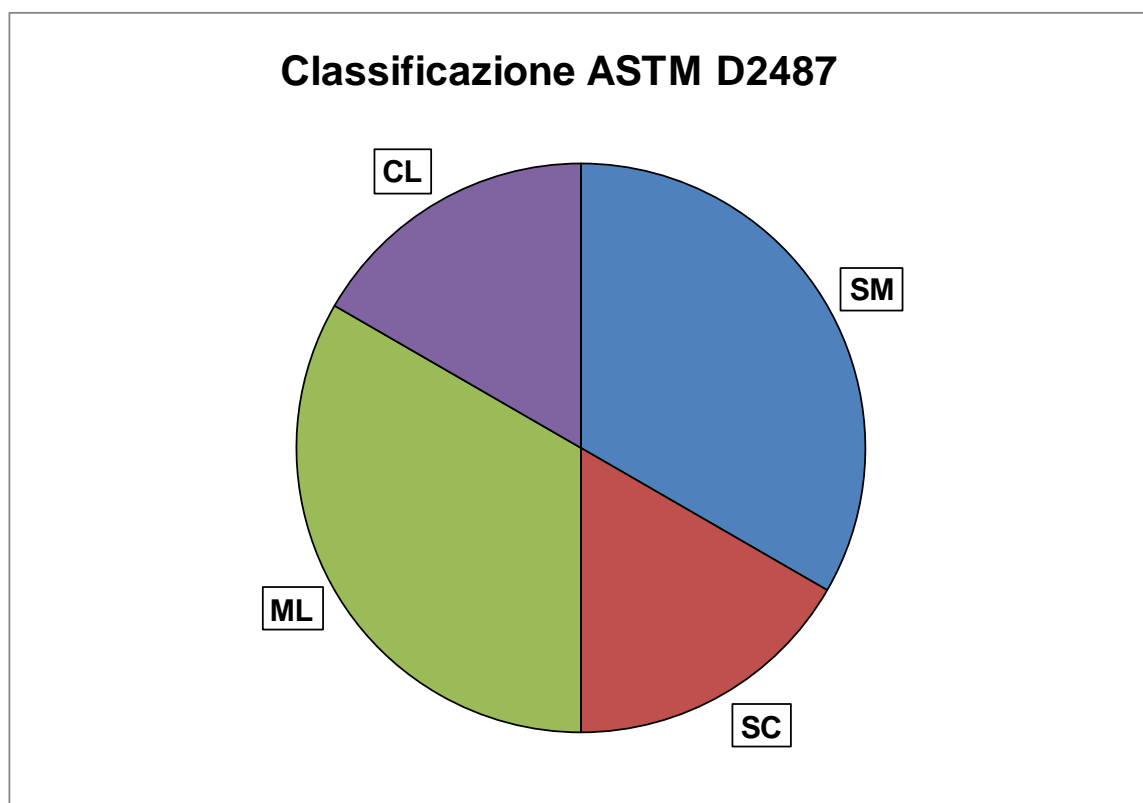


Tabella 61 – Classificazione geotecnica ASTM D2487 ( $z = 0.5 \div 0.7$  m)

### Classificazione UNI 11531-2014

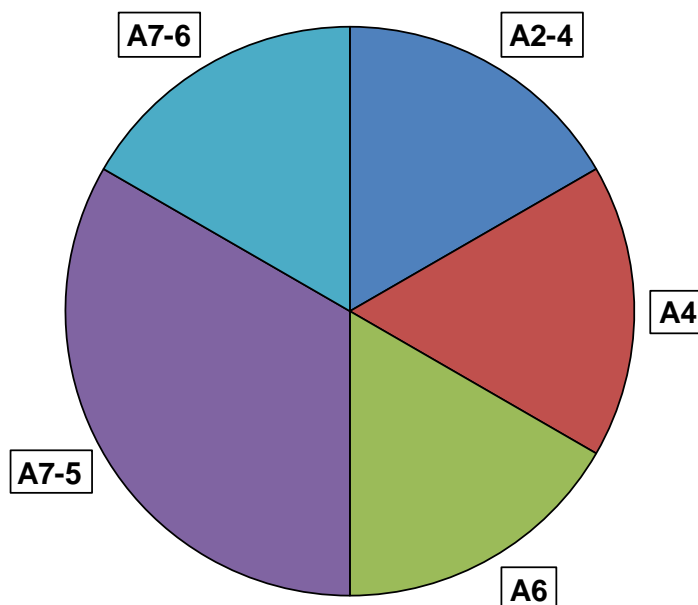


Tabella 62 – Classificazione geotecnica UNI 11531 ( $z = 0.5 \div 0.7$  m)

A profondità mediamente comprese tra 1.2 e 1.5 m i terreni analizzati sono risultati appartenere alle classi SM, SW, SC-SM, ML e CL della classificazione ASTM D2487 e ai gruppi A2-4, A4, A6 e A1-b della classificazione UNI 11531, caratterizzati da valori dell'indice di plasticità mediamente compresi tra 7% e 15%, localmente non plastici.

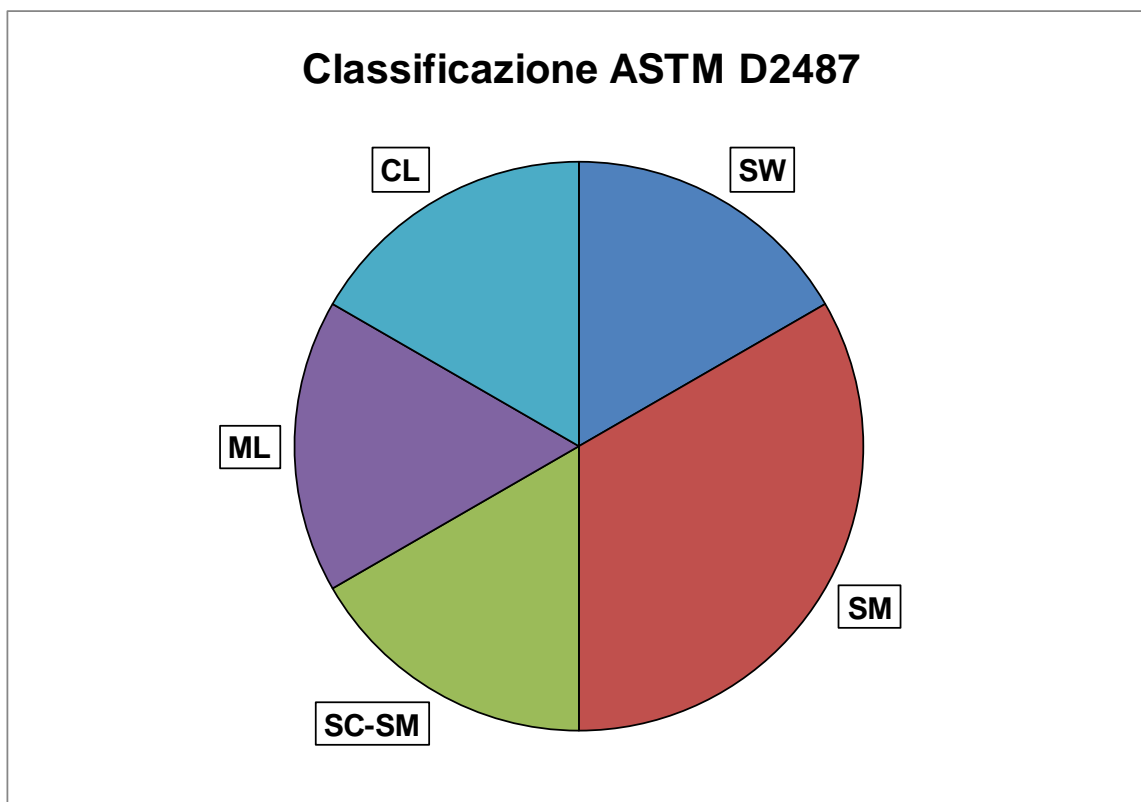


Tabella 63 – Classificazione geotecnica ASTM D2487 ( $z = 1.2 \div 1.5$  m)

### Classificazione UNI 11531-2014

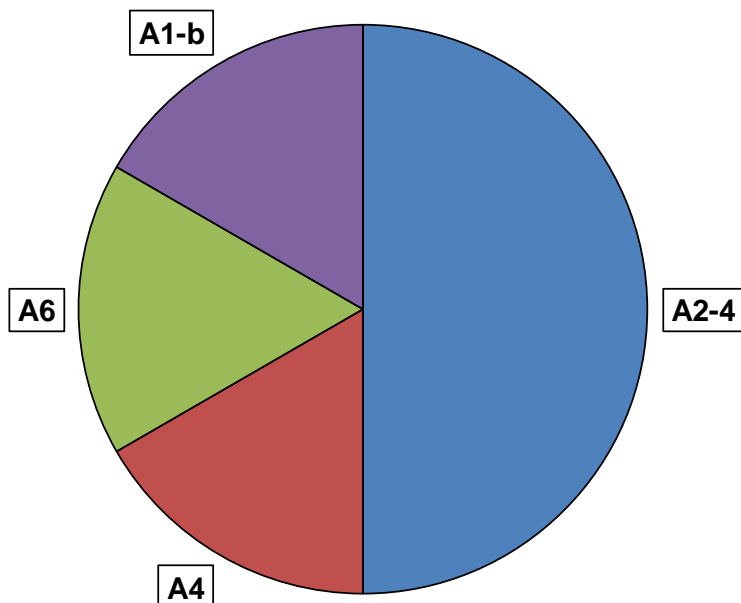


Tabella 64 – Classificazione geotecnica UNI 11531 ( $z = 1.2 \div 1.5$  m)

I valori del modulo di deformazione nell'intervallo di carico  $50 \div 150$  kPa, ricavati dalle prove di carico su piastra effettuate all'interno dei pozzetti esplorativi alla profondità media di 30 cm da p.c., sono risultati compresi tra 3 e 19 MPa al primo ciclo di carico e tra 18 e 92 MPa al secondo ciclo di carico; in particolare i valori al secondo ciclo di carico, sempre superiori a 18 MPa indicano una buona compattabilità dei terreni superficiali.

Tuttavia, tenuto conto della natura limoso-argillosa e della plasticità dei terreni superficiali, si ritiene necessario procedere ad un intervento di bonifica dei sottofondi dei rilevati arginali; i terreni fini presenti in superficie infatti, anche se oltre il livello di terreno vegetale superficiale risultano adeguatamente compattabili, sono tuttavia estremamente suscettibili alle variazioni del contenuto d'acqua e gelivi, costituendo un sottofondo non idoneo alla formazione dei rilevati arginali. La loro asportazione e sostituzione con materiali granulari appartenenti ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5 disposti in strati dello spessore massimo di 30 cm, costipati e rullati in modo da garantire il raggiungimento dei requisiti di deformabilità minima previste nelle Norme Tecniche d'Appalto, consentiranno la formazione di un sottofondo

meno comprimibile, non gelivo e insensibile alle variazioni del contenuto d'acqua, garantendo in ogni condizione climatica la stabilità dei rilevati. Al fine di garantire un'efficace azione di separazione tra i terreni limosi di sottofondo e i materiali granulari di bonifica, si dovrà prevedere la posa in opera di un foglio di geotessile del peso di almeno 300 g/m<sup>2</sup>. Tale operazione permetterà di evitare la compenetrazione dei due tipi di terreno, rendendo più agevoli le operazioni di cantiere di stesa e compattazione dei materiali granulari di bonifica.

Tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei terreni evidenziate dalle analisi condotte e dello sviluppo della coltre di terreno vegetale si ritiene necessario raggiungere una profondità minima di intervento pari a 50 cm compreso lo scotico.

## **12 RIUTILIZZO DELLE TERRE DI SCAVO PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI ARGINALI**

Per la realizzazione dei rilevati arginali è previsto l'utilizzo di terre aventi le seguenti caratteristiche:

- appartenenza alle classi UNI 11531: A-4, A6 e A7-6
- indice di plasticità inferiore a 25
- contenuto in sabbia non inferiore al 15%

I campioni prelevati entro la profondità di 1.5 m da p.c. risultano appartenere alle seguenti classi UNI 11531:

- A1-b (8% dei campioni analizzati)
- A2-4 (33% dei campioni analizzati)
- A4 (17% dei campioni analizzati)
- A6 (17% dei campioni analizzati)
- A7-5 (17% dei campioni analizzati)
- A7-6 (8% dei campioni analizzati)
- indice di plasticità:  $13 \pm 6$
- contenuto in sabbia:  $49 \pm 19$

Pertanto i materiali di scavo risultano idonei alla formazione dei rilevati arginali per il 42% dei campioni analizzati. I restanti terreni pur non essendo riutilizzabili tal quali per la formazione dei rilevati arginali potranno essere riutilizzati in idonea miscela per la formazione degli stessi o per i rimodellamenti morfologici.



## ALLEGATI

---

PROGETTO ESECUTIVO – Relazione Geotecnica

SVS 3.04\_Relazione Geotecnica.docx

M-T-018



**STUDIO MAJONE**  
INGEGNERI ASSOCIATI



**BIOS**  
INNOVAZIONE - SOSTENIBILITÀ



## ALLEGATO 1

COMMITTENTE

AIPO AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

PALAZZO SISTEMA – VIA TARAMELLI 12, 20124 MILANO

**[CO-E-157] LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE  
GOLENALI DEL TORRENTE SEVESO NEI COMUNI DI  
VERTEMATE CON MINOPRIO, CARIMATE E CANTÙ (CO)**



**“REPORT INDAGINI GEOLOGICHE E  
GEOFISICHE”**

Dicembre 2016



**Studio Associato di Geologia**  
Sede legale: via Rossini 18, 21100 Varese

Dott Geol. F. Tomasi



Dott. Geol. A. Strini



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. METODOLOGIE DI INDAGINE .....</b>	<b>5</b>
3.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE.....	5
3.2. PROSPEZIONI GEOFISICHE.....	6
3.3. PROVE INFILTROMETRICHE.....	7
3.4. PROVE DI CARICO SU PIASTRA.....	7
3.5. ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO .....	8
3.6. ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO .....	8
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>10</b>
4.1. AREA DI LAMINAZIONE 1 .....	10
4.1.1. Prove penetrometriche dinamiche .....	12
4.1.2. Prospezioni geofisiche.....	13
4.1.3. Prove infiltrometriche .....	14
4.1.4. Prove di carico su piastra.....	14
4.1.5. Analisi geotecniche di laboratorio .....	16
4.1.6. Analisi chimiche di laboratorio .....	17
4.1.7. Stratigrafie di dettaglio.....	17
4.2. AREA DI LAMINAZIONE 2.....	19
4.2.1. Prove penetrometriche dinamiche .....	20
4.2.2. Prove infiltrometriche .....	22
4.2.3. Prove di carico su piastra.....	22
4.2.4. Analisi geotecniche di laboratorio .....	23
4.2.5. Analisi chimiche di laboratorio .....	24
4.2.6. Stratigrafie di dettaglio.....	25
4.3. AREA DI LAMINAZIONE 3.....	27
4.3.1. Prove penetrometriche dinamiche .....	29
4.3.2. Prospezioni geofisiche.....	30
4.3.3. Prove infiltrometriche .....	32
4.3.4. Prove di carico su piastra.....	32
4.3.5. Analisi geotecniche di laboratorio .....	33
4.3.6. Analisi chimiche di laboratorio .....	34
4.3.7. Stratigrafie di dettaglio.....	35
4.4. AREA DI LAMINAZIONE 4.....	37
4.4.1. Prove penetrometriche dinamiche .....	39
4.4.2. Prospezioni geofisiche.....	40

4.4.3.	<i>Prove infiltrometriche .....</i>	<i>42</i>
4.4.4.	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	<i>42</i>
4.4.5.	<i>Analisi geotecniche di laboratorio .....</i>	<i>43</i>
4.4.6.	<i>Analisi chimiche di laboratorio .....</i>	<i>44</i>
4.4.7.	<i>Stratigrafie di dettaglio.....</i>	<i>45</i>
4.5.	<b>AREA DI LAMINAZIONE 5.....</b>	<b>46</b>
4.5.1.	<i>Prove penetrometriche dinamiche .....</i>	<i>47</i>
4.5.2.	<i>Prospezioni geofisiche.....</i>	<i>49</i>
4.5.3.	<i>Prove infiltrometriche .....</i>	<i>50</i>
4.5.4.	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	<i>51</i>
4.5.5.	<i>Analisi geotecniche di laboratorio .....</i>	<i>52</i>
4.5.6.	<i>Analisi chimiche di laboratorio .....</i>	<i>53</i>
4.5.7.	<i>Stratigrafie di dettaglio.....</i>	<i>54</i>
4.6.	<b>AREA DI LAMINAZIONE 6.....</b>	<b>55</b>
4.6.1.	<i>Prove penetrometriche dinamiche .....</i>	<i>57</i>
4.6.2.	<i>Prospezioni geofisiche.....</i>	<i>58</i>
4.6.3.	<i>Prove infiltrometriche .....</i>	<i>60</i>
4.6.4.	<i>Prove di carico su piastra.....</i>	<i>60</i>
4.6.5.	<i>Analisi geotecniche di laboratorio .....</i>	<i>61</i>
4.6.6.	<i>Analisi chimiche di laboratorio .....</i>	<i>62</i>
4.6.7.	<i>Stratigrafie di dettaglio.....</i>	<i>64</i>

## **ELENCO ALLEGATI**

ALLEGATO 1 – Rapporti di prove infiltrometriche

ALLEGATO 2 – Rapporti di prove di carico su piastra

ALLEGATO 3 – Rapporti di analisi geotecniche di laboratorio

ALLEGATO 4 – Rapporti di analisi chimiche di laboratorio

ALLEGATO 5 – Stratigrafie trincee

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di “*Adeguamento delle Aree golenali del torrente Seveso*”, lo studio geoSfera viene incaricato da AIPo (Agenzia Interregionale per il fiume Po) di eseguire una serie di indagini geognostiche e geofisiche finalizzate alla caratterizzazione delle aree interessate dai futuri lavori di adeguamento.

Si tratta di sei aree di laminazione “golenale”, distribuite tra i comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate, con funzionamento in derivazione; gli interventi a progetto prevedono il mantenimento delle aree di allagamento naturale, che interessano le zone golenali, ma migliorando la capacità di laminazione dell'onda di piena.

In aggiunta sono stati anche prelevati campioni di terreno destinati alla caratterizzazione geotecnica e per la preliminare definizione dello stato di potenziale contaminazione di suolo e sottosuolo. I campioni di terreno sono stati prelevati grazie all'apertura di trincee esplorative, mediante scavatore munito di benna; l'apertura delle trincee ha consentito inoltre una preliminare verifica ai fini archeologici, questa eseguita dal dott. Paolo Sbrana dello studio Ar.Te. Archeologia e Territorio.

Ai fini dell'incarico sono state quindi eseguite in totale:

- N. 11 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- N. 5 prospezioni geofisiche MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves);
- N. 6 prove di carico su piastra;
- N. 6 prove infiltrometriche a doppio anello;
- N. 12 analisi geotecniche di laboratorio (granulometria e limiti di consistenza);
- N. 48 analisi chimiche di laboratorio.

La presente relazione descrive pertanto le indagini eseguite (nel mese di giugno e ottobre 2016) e ne riporta i risultati ottenuti. Per comodità di lettura i risultati vengono descritti per ogni area di intervento pervista a progetto.



## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le aree di indagine sono situate lungo il torrente Seveso, nel tratto in cui esso transita attraversando i comuni, da Nord a Sud, di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate, tutti in provincia di Como.



**Fig. 2.1.** Ubicazione aree di indagine

Le aree sono state denominate da Nord a Sud: area di laminazione 1, area di laminazione 2, area di laminazione 3, area di laminazione 4, area di laminazione 5 e area di laminazione 6.

Le aree di laminazione 1, 2 e 3 ricadono nel territorio comunale di Vertemate con Minoprio, l'area di laminazione 4 è nel territorio comunale di Cantù e le aree di laminazione 5 e 6 sono invece nel territorio comunale di Carimate.



### 3. METODOLOGIE DI INDAGINE

La campagna di indagine, così come prevista nel progetto preliminare [*Adeguamento delle aree golenali nei comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO) MI-E-795*, aprile 2015], ha visto la realizzazione di prove penetrometriche dinamiche, prospezioni geofisiche *Multi-Channel Analysis of Surface Waves* (MASW), prove infiltrometriche, prove di carico su piastra, analisi geotecniche di laboratorio su campioni rimaneggiati e analisi chimiche di laboratorio.

Nei paragrafi seguenti si descrivono strumentazione e metodica di indagine impiegate per le diverse tipologie di prove.

#### 3.1. Prove penetrometriche dinamiche

Le prove sono state eseguite da **Appli S.A.S.** utilizzando un Penetrometro Dinamico DPSH (Dynamic Probing Super Heavy) superpesante PAGANI TG 63-200, con peso del maglio di 63,5 kg e altezza di caduta pari a 75 cm, con punta conica di area pari a 20 cm<sup>2</sup>.

L'indagine è consistita nel misurare il numero di colpi (N<sub>20</sub>) necessari ad infiggere nel terreno, per tratti consecutivi di 20 cm, una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste senza soluzione di continuità.



**Fig. 3.1.** Penetrometro PAGANI modello TG 63-100

### 3.2. Prospezioni geofisiche

Le indagini geofisiche sono state eseguite da Appli S.A.S.. Le prospezioni geofisiche sono state eseguite con metodologia *Multi-Channel Analysis of Surface Waves* (MASW), che permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità, attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh, che rappresentano più di due terzi dell'energia generata nel corso di una prova.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

1. Acquisizione dei dati di campo rappresentati dalle onde superficiali;
2. Costruzione della curva di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
3. Inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale che descrive la variazione di Vs con la profondità.



Per ottenere un profilo della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) è stato prodotto un treno d'onde superficiali a banda larga e registrato minimizzando il rumore. Le onde di superficie sono state generate tramite una mazza di 8 kg battente su un piattello metallico posto ad una distanza di 5 metri dai geofoni esterni dello stendimento, effettuando più energizzazioni; per la registrazione sono stati utilizzati geofoni da 4,5 Hz collegati ad un sismografo PASI modello 16S-U a 24 canali.

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione, disposta sul terreno secondo un array lineare da 24 geofoni con spaziatura pari a 2 metri.

**Fig. 3.2.** Sismografo PASI modello 16S-U

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Per ottenere il profilo verticale della Vs della curva di dispersione è stato stimato un valore di densità del terreno sulla base della tipologia dei materiali attraversati.

### 3.3. Prove infiltrometriche

Le prove infiltrometriche, utilizzate per la determinazione diretta della capacità di infiltrazione, sono state eseguite, in corrispondenza delle trincee denominate PZ, mediante infiltrometro a doppio cilindro; si tratta di due superfici cilindriche aperte alle due basi e concentriche tra loro, infilate parzialmente nel terreno fino ad una profondità di circa 10 cm, tenendo conto del fatto che l'anello esterno ha la funzione di contenere l'espansione laterale dell'acqua e l'anello interno invece delimita il terreno destinato alla prova di infiltrazione. Viene aggiunta una quantità nota di acqua fino a coprire l'estremità di un'asta di misurazione situata in posizione verticale nell'area chiusa del cilindro interno e, tra i due cilindri, si mantiene lo stesso livello d'acqua. Dopo un certo periodo di tempo, che viene misurato, l'acqua si trova allo stesso livello dell'estremità dell'asta; a questo punto si ripete l'operazione di aggiunta di una quantità nota d'acqua. Misurando i tempi di infiltrazione di questi volumi di acqua si ricava la capacità di infiltrazione. Per la realizzazione delle prove infiltrometriche ci si è avvalsi della collaborazione di **EuroGeo** Indagini Geognostiche.

### 3.4. Prove di carico su piastra

In ogni area di laminazione, in corrispondenza delle trincee denominate PZ, è stata eseguita, in collaborazione con **EuroGeo** Indagini Geognostiche, una prova di carico su piastra. La prova consiste nel sottoporre il terreno (preventivamente scorticato dello strato di suolo agricolo superficiale), sottostante ad una piastra rigida circolare del diametro di 300 mm, ad un doppio ciclo di carichi crescenti (gradini), misurando i relativi cedimenti. Per l'esecuzione della prova si è reso necessario l'impiego di un contrasto fisso; in questo caso si è utilizzato un escavatore da 50 quintali.

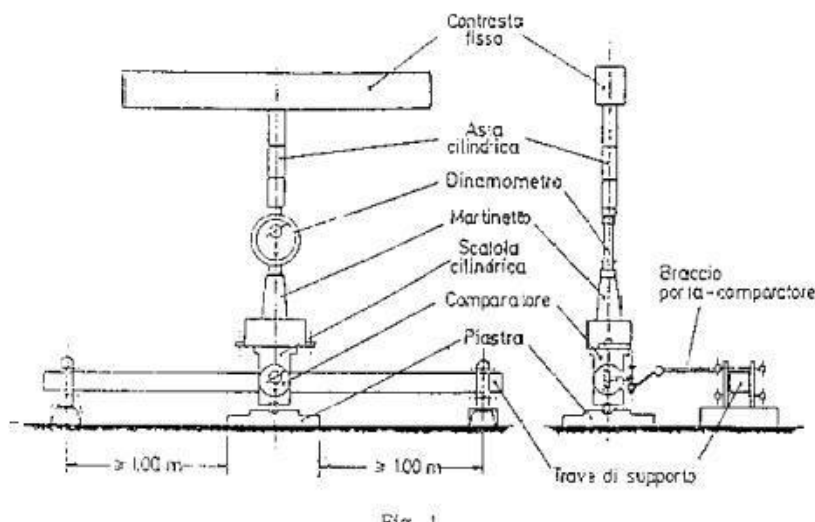


Fig. 3.3. Schema dell'apparecchiatura di prova

Lo scopo della prova è stato quello di definire il modulo di deformazione  $M_d$ , misura convenzionale della capacità portante dei terreni di sottofondo, degli strati di rilevato nonché degli strati non legati di fondazione e di base delle pavimentazioni stradali.

Con il primo ciclo di carico viene determinata la portanza ( $M_{d1}$ ), con il secondo ciclo il modulo ( $M_{d2}$ ) che consente di valutare, mediante il rapporto  $M_{d2}/M_{d1}$ , il grado di costipamento dello strato in esame.

Per maggiori e approfonditi dettagli sull'esecuzione delle prove di carico su piastra si rimanda a: *Determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M'_d$  mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bollettino ufficiale n. 146 parte IV Norme Tecniche.

### 3.5. Analisi geotecniche di laboratorio

In ognuna delle trincee (PZ) sono stati prelevati due campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità di 0,5-0,7 m da piano campagna e di 1,2-1,5 m da piano campagna. Questi sono stati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio, in particolare è stata effettuata:

- Analisi granulometrica mediante setacciatura, per via umida, secondo standar ASTM D6913 – D2487, con tredici crivelli e setacci;
- Analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro secondo standard ASTM D422;
- Determinazione del limite liquido secondo standard ASTM D4318;
- Determinazione del limite liquido e del limite plastico congiuntamente secondo standard ASTM D4318.

Per le analisi ci si è avvalsi di **ALTAIR S.R.L.**, laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti prove terre (settore “a”) e rocce (settore “b”) D.P.R. 06.06.2004 n. 380 – Circ. 7618/STC del 08.09.2010, Autorizzazione n. 52505 del 11.10.2004 e successivi rinnovi. Laboratorio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 ICMQ n. 11353 del 28.10.2011.

### 3.6. Analisi chimiche di laboratorio

I campioni di terreno, prelevati dalle 48 trincee, sono stati analizzati alla ricerca del set analitico indicato nel progetto preliminare, che comprende: sottovaglio 2mm, umidità, metalli (*arsenico, cadmio, cobalto, cromo tot., cromo VI, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco*), BTEX, IPA, Idrocarburi C>12, amianto. Le profondità di campionamento sono state indicate dai progettisti incaricati all'esecuzione del progetto definitivo.

Per le determinazioni analitiche ci si è avvalsi del laboratorio **A.R.C. Analisi e Ricerche Chimiche S.R.L.** di Cassano Magnago (VA), Società certificata ISO 9001/UNI EN ISO 9001 Ed. 2000. Certificato n.° Q.06.118 per “Erogazione di servizi di analisi chimiche di laboratorio”.

Le metodiche analitiche adottate dal laboratorio per l'analisi dei terreni sono riportate nella seguente tabella:

ANALITA	METODICA ADOTTATA
<b>METALLI</b>	
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
Cromo totale	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007

<i>Cromo VI</i>	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992
<i>Mercurio</i>	US EPA 7471B rev. 2 ed. 2007
<i>Nichel</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<i>Piombo</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<i>Rame</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<i>Zinco</i>	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007
<b>IDROCARBURI</b>	
<i>Idrocarburi C12-C40</i>	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007
<b>IPA</b> (da n. 25 a 38)	US EPA 8310 rev. 0 ed. 1986
<b>BTEX</b>	
Benzene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Toluene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Etilbenzene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Xilene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
Stirene	US EPA 8260C rev. 3 ed. 2006
<b>AMIANTO</b>	ASTM E1655-05(2012)

I valori di concentrazione rilevati con le analisi di laboratorio sono stati espressi ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e confrontati con le CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) riportate in Allegato V Titolo V Tab. 1, sia di **Colonna A** per *siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale* sia di **Colonna B** per *siti ad uso commerciale e industriale*.

## 4. RISULTATI

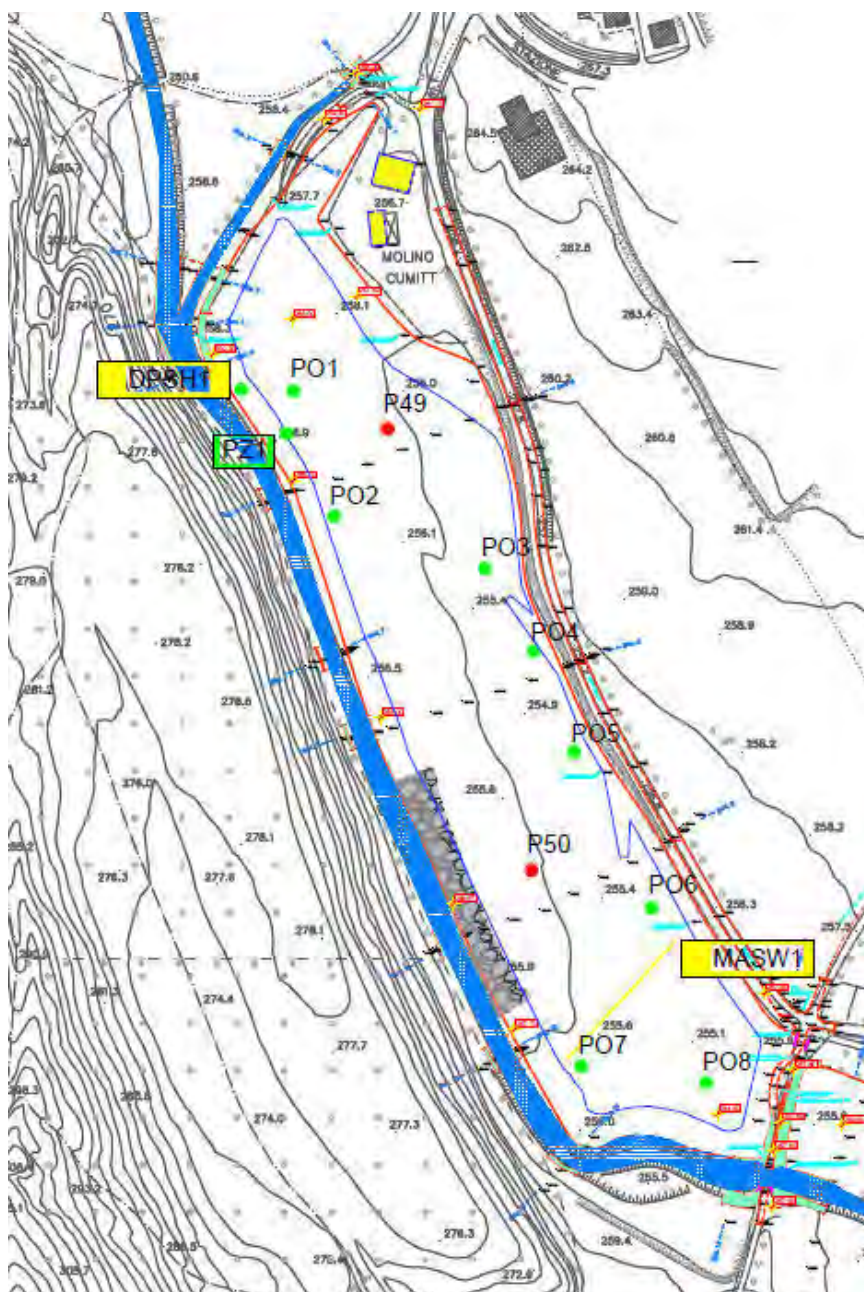
Nei paragrafi seguenti vengono riportati i risultati ottenuti nella campagna di indagine geognostica/geofisica effettuata, suddividendoli per singole aree di prevista laminazione.

### 4.1. Area di laminazione 1

Nell'area di laminazione 1 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.1:

- N. 1 prova penetrometrica dinamica (DPSH1);
- N. 1 prospezione sismica (MASW1);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ1), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ1), eseguita alla profondità di circa 0,5 m da p.c.;
- Apertura di n. 11 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ1, Po1, Po2, Po3, Po4, Po5, Po6, Po7, Po8, Po9, Po10:
  - In corrispondenza della trincea PZ1 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
  - In corrispondenza di ognuna delle trincee Po1, Po2, Po3, Po4, Po5, Po6, Po7, Po8 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità di circa 0,5 m da p.c.; gli 8 campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio. E' stata prelevata anche una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.
- Tutte e 11 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.





**Fig. 4.1.** Area di laminazione 1: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)



#### 4.1.1. Prove penetrometriche dinamiche

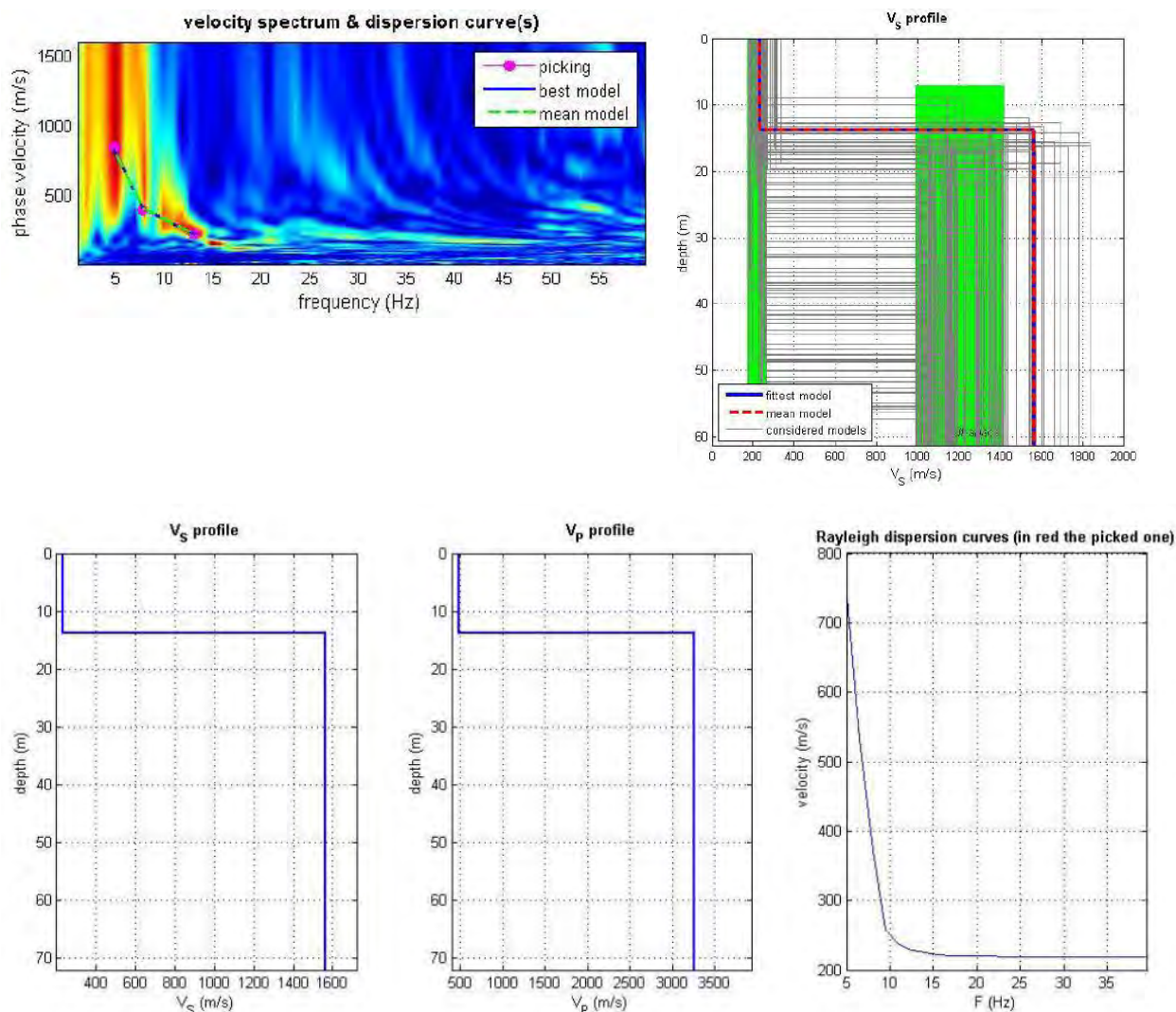
PROVA **DPSH<sub>1</sub>**  
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data 18/04/2016  
Profondità prova 8,8 mt  
Falda rilevata 3,6 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	3	24,50	28,93
0,80	2	16,27	19,29
1,00	3	24,29	28,93
1,20	2	16,13	19,29
1,40	4	32,13	38,57
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	2	14,67	17,82
2,20	6	43,85	53,47
2,40	7	50,97	62,38
2,60	6	40,46	49,69
2,80	3	20,16	24,85
3,00	3	20,09	24,85
3,20	11	73,43	91,10
3,40	17	106,07	140,79
3,60	18	104,55	139,24
3,80	17	98,42	131,50
4,00	23	123,83	177,92
4,20	25	134,15	193,39
4,40	14	80,30	108,30
4,60	12	68,73	87,08
4,80	4	22,85	29,03
5,00	6	34,18	43,54
5,20	15	79,79	108,85
5,40	24	118,61	174,17
5,60	21	97,47	143,52
5,80	16	79,52	109,35
6,00	4	21,20	27,34
6,20	4	21,15	27,34
6,40	10	52,76	68,34
6,60	12	59,70	77,49
6,80	7	34,75	45,20
7,00	11	54,50	71,04
7,20	8	39,56	51,66
7,40	11	54,28	71,04
7,60	12	56,02	73,45
7,80	9	41,94	55,09
8,00	14	60,83	85,69
8,20	15	65,06	91,81
8,40	28	112,64	171,38
8,60	39	126,14	226,87
8,80	50	161,35	290,86

#### 4.1.2. Prospezioni geofisiche

##### PROVA MASW<sub>1</sub>

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.



Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	14,0	14,0	234
2	14,0	30,0	16,0	1564

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) con la profondità è stato ricavato il parametro  $V_{s30}$ , che consiste in una media pesata delle velocità  $V_s$  nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **434 m/s**.

#### 4.1.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ1**

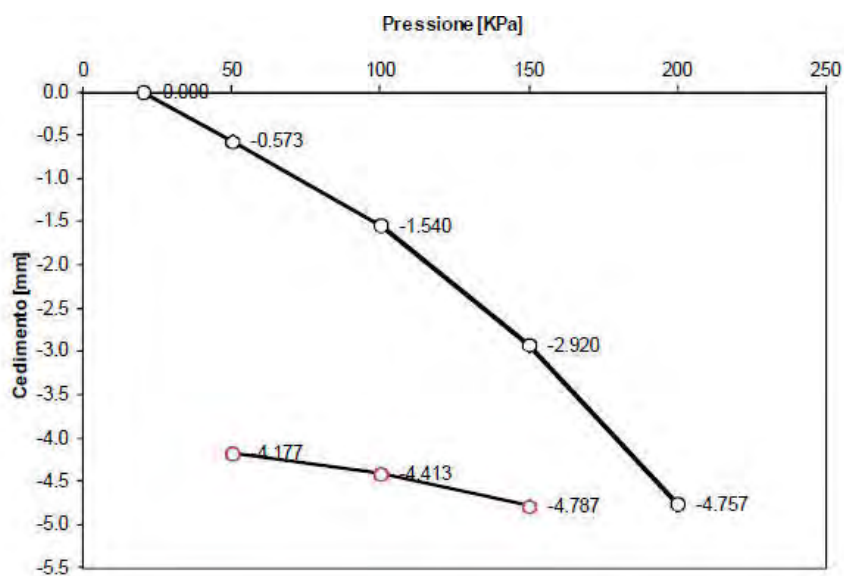
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
10:10:00	140	0	0	0	0	0
10:11:00	152	1	1	12	12	12
10:13:00	156	3	2	4	2	16
10:15:00	159	5	2	3	1,5	19
10:18:00	162	8	3	3	1	22
10:20:00	166	10	2	4	2,00	26
10:22:00	169	12	2	3	1,50	29
10:25:00	173	15	3	4	1,33	33
10:30:00	177	20	5	4	0,8	37
10:33:00	183	23	3	6	2	43
10:34:00	183	24	1	0	0	43
10:35:00	123	25	1	-60	-60	-17
10:40:00	129	30	5	6	1,2	-11
10:45:00	136	35	5	7	1,4	-4
10:50:00	142	40	5	6	1,2	2
11:00:00	151	50	10	9	0,9	11
11:10:00	160	60	10	9	0,9	20
11:20:00	169	70	10	9	0,9	29
11:30:00	178	80	10	9	0,9	38
11:40:00	186	90	10	8	0,8	46
11:50:00	195	100	10	9	0,9	55
12:00:00	204	110	10	9	0,9	64

**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,90 mm/min**

#### 4.1.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ1; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo $M_{d1}$ e $M_{d2}$	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione $Md_1$ (1° ciclo)	12782,28 kpa	130,34 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione $Md_2$ (2° ciclo)	49180,33 kpa	501,49 kg/cm <sup>2</sup>
$Md_2/Md_1$	3,85 kpa	

#### 4.1.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

##### CAMPIONE **PZ1 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	2,21%
Sabbia g.	2-4,75	1,50%
Sabbia m.	0,425-2	7,57%
Sabbia f.	0,075-0,425	46,59%
Limo	0,005-0,075	30,77%
Argilla	<0,005	11,36%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SM
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	46%
Limite plastico (WP)	31%
Indice di plasticità (IP)	15%

##### CAMPIONE **PZ1 1,2-1,5 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,00%
Sabbia g.	2-4,75	0,01%
Sabbia m.	0,425-2	1,62%
Sabbia f.	0,075-0,425	67,14%
Limo	0,005-0,075	21,80%
Argilla	<0,005	9,44%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SC
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	29%
Limite plastico (WP)	22%
Indice di plasticità (IP)	7%

#### 4.1.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE								CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	Po1	Po2	Po3	Po4	Po5	Po6	Po7	Po8		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m		
	VALORE (mg/kg)									
Umidità	18,32%	18,35%	23,14%	20,03%	18,73%	21,62%	19,87%	17,65%		
Sottov. 2mm	37,7%	40,1%	30,4%	32,8%	39,7%	40,1%	43,6%	41,1%		
Arsenico	10,5	12,3	13,7	10,5	8,62	9,46	10,2	9,18	20	50
Cadmio	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Cobalto	5,95	7,59	6,98	7,04	6,33	7,13	8,09	7,23	20	250
Cromo totale	28,4	44,3	36,3	53,4	36,6	39,4	36,6	43,6	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	25,3	30,5	27,9	31,8	27,0	28,1	29,1	29,0	120	500
Piombo	8,02	8,38	7,95	22,6	17,8	11,6	12,8	9,79	100	1000
Rame	10,6	11,4	10,4	16,5	15,0	13,7	14,9	13,7	120	600
Zinco	33,2	38,6	34,1	59,1	52,7	41,2	44,6	41,5	150	1500
Idrocarburi C>12	15,2	33,9	25,8	23,5	22,5	37,6	12,4	12,2	50	750

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **NON SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. né per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (*Allegato 5, Tabella 1, Colonna A*) né tanto meno per siti ad uso commerciale, industriale (*Allegato 5, Tabella 1, Colonna B*).

#### 4.1.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ1			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	1,5	Sabbia limosa massiva color marrone tendente al grigio e meno limosa in profondità



P01			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso scuro
2	0,3	1,7	Sabbia limosa massiva marrone
3	1,7	2,0	Sabbia limosa grigia

P02			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso scuro
2	0,3	0,5	Sabbia debolmente limosa massiva color nocciola
3	0,5	0,8	Sabbia limosa color nocciola
4	0,8	1,5	Sabbia limosa grigia con screziature arancioni

P03			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,35	Limo sabbioso scuro
2	0,35	0,8	sabbia debolmente limosa color nocciola che verso il basso diventa di colore grigio con screziature arancio
3	0,8	1,40	Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia fine

P04			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia limosa scura
2	0,3	0,8	Sabbia debolmente limosa di color nocciola con qualche raro clasto di diametro fino a 8 cm e qualche raro resto di mattone. In profondità leggermente più limosa
3	0,8	1,0	Sabbia grigia con screziature arancioni
4	1,0	1,4	Sabbia come sopra con rare lenti di ghiaia di spessore centimetrico

P05			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura
2	0,4	1,0	Sabbia limosa color nocciola tendente al grigio con screziature arancioni da 0,7 m
3	1,0	1,4	Sabbia limosa

P06			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia limosa scura
2	0,3	0,8	Sabbia debolmente limosa marrone con rari ciottoli
3	0,8	1,4	Sabbia debolmente limosa grigia con screziature arancioni

Po7			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	0,8	Sabbia limosa con rari clasti di dimensione centimetrica
3	0,8	1,1	Limo debolmente sabbioso
4	1,1	1,4	Sabbia grigia con screziature arancioni e occasionali lenti di ghiaia

Po8			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso scuro
2	0,3	1,2	Sabbia massiva nocciola tendente verso il basso a sabbia limosa
3	1,2	1,5	Sabbia limosa grigiastria

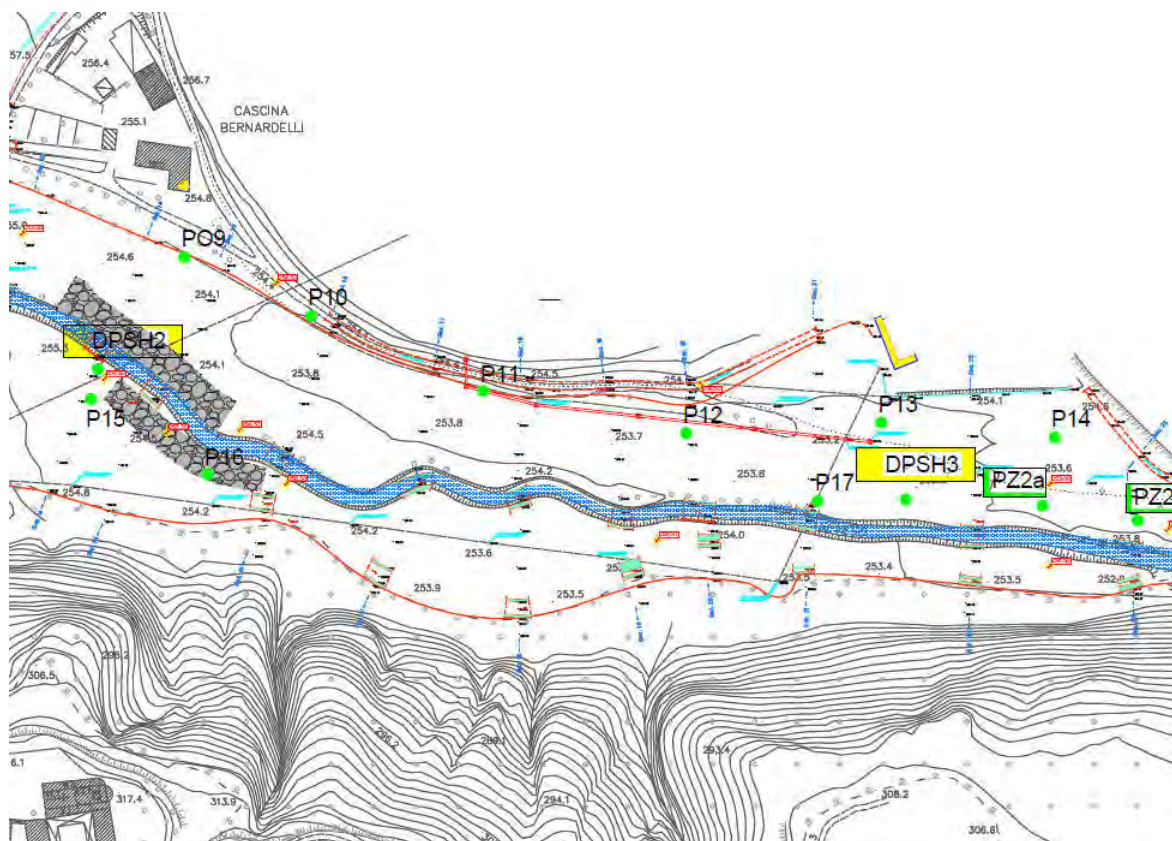
#### 4.2. Area di laminazione 2

Nell'area di laminazione 2 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.2:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH2, DPSH3);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ2a), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ2a);
- Apertura di n. 11 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ2 PZ2a, Po9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17:
  - In corrispondenza della trincea PZ2a è stato prelevato n. 1 campione rimaneggiato di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio;
  - In corrispondenza della trincea PZ2 è stato prelevato n. 1 campione rimaneggiato di terreno, alla profondità tra 1,6-1,8 m da p.c., sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio;

L'apertura della trincea denominata PZ2a, per il prelievo dell'aliquota superficiale, si è resa necessaria per ovviare al fatto che durante l'apertura della prevista trincea PZ2 si è riscontrata la presenza di materiali di riporto e rifiuti fino alla profondità di circa 1,5 m da p.c. Di conseguenza anche la prova infiltrometrica e la prova di carico su piastra sono state eseguite in corrispondenza di PZ2a.

- In corrispondenza di ognuna delle trincee Po9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità di circa 0,5 m da p.c.; i 9 campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio. E' stata prelevata anche una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.
- Tutte e 11 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.



**Fig. 4.2.** Area di laminazione 2: ubicazione indagini

#### 4.2.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA  
Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

**DPSH2**  
DPSH TG 63-200 PAGANI  
18/04/2016  
5,4 mt  
3,8 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	3	24,50	28,93
0,80	2	16,27	19,29
1,00	2	16,20	19,29
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	2	14,67	17,82
2,20	2	14,62	17,82
2,40	5	36,41	44,55
2,60	7	47,20	57,97
2,80	5	33,60	41,41
3,00	8	53,58	66,25
3,20	13	81,39	107,66

3,40	16	99,83	132,51
3,60	18	104,55	139,24
3,80	12	74,11	92,83
4,00	19	109,65	146,97
4,20	28	150,25	216,59
4,40	17	97,50	131,50
4,60	24	120,04	174,17
4,80	19	101,63	137,88
5,00	28	139,19	203,19
5,20	36	165,37	261,25
5,40	50	210,83	362,85

**PROVA**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

**DPSH<sub>3</sub>**

DPSH TG 63-200 PAGANI  
18/04/2016  
7,4 mt  
6,4 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	17,96	21,01
0,40	7	62,58	73,55
0,60	6	49,01	57,86
0,80	3	24,40	28,93
1,00	2	16,20	19,29
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	1	7,39	8,91
1,80	1	7,36	8,91
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	1	7,28	8,91
2,60	2	13,49	16,56
2,80	7	47,04	57,97
3,00	7	46,88	57,97
3,20	4	26,70	33,13
3,40	1	6,65	8,28
3,60	3	18,59	23,21
3,80	4	24,70	30,94
4,00	2	12,32	15,47
4,20	2	12,28	15,47
4,40	1	6,12	7,74
4,60	1	5,73	7,26
4,80	1	5,71	7,26
5,00	1	5,70	7,26
5,20	5	28,41	36,28
5,40	5	28,34	36,28
5,60	4	21,30	27,34
5,80	1	5,31	6,83
6,00	3	15,90	20,50
6,20	4	21,15	27,34
6,40	3	15,83	20,50
6,60	4	19,90	25,83
6,80	7	34,75	45,20
7,00	10	49,54	64,58
7,20	35	139,15	226,02
7,40	50	182,16	322,89

#### 4.2.2. Prove infiltrometriche

##### PROVA PZ2a

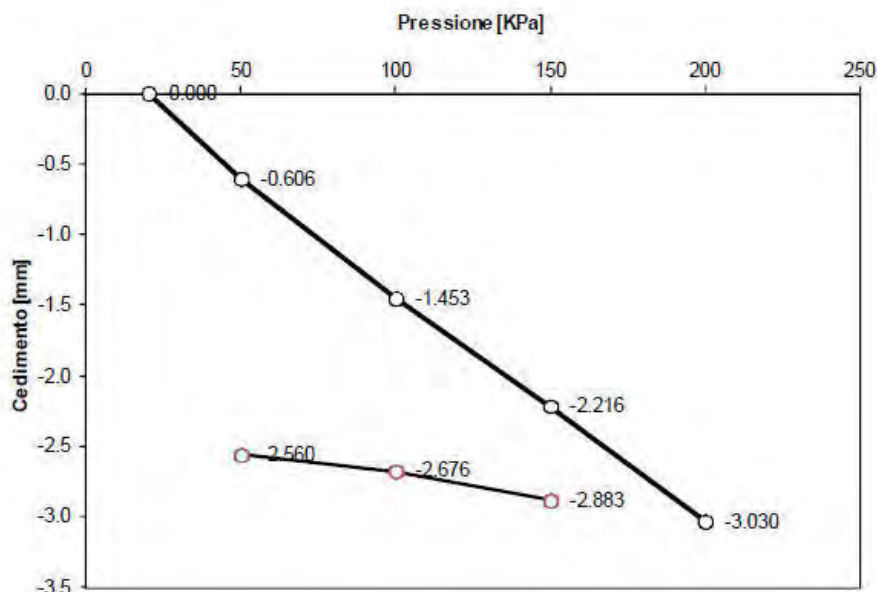
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
11:22:15	127	0	0	0	0	0
11:23:15	127	3	3	0	0	0
11:25:10	129	5	2	2	1	2
11:30:15	130	8	3	1	0,33	3
11:34:15	131	12	4	1	0,25	4
11:42:15	132	20	8	1	0,13	5
11:52:15	133	30	10	1	0,10	6
12:02:15	134	40	10	1	0,10	7
12:12:15	135	50	10	1	0,10	8
12:22:15	136	60	10	1	0,10	9
12:32:15	137	70	10	1	0,10	10
12:42:15	138	80	10	1	0,10	11
12:52:15	139	90	10	1	0,1	12

**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,10 mm/min**

#### 4.2.3. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ2a; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md1 e Md2	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md <sub>1</sub> (1° ciclo)	18633,54 kpa	190,01 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione Md <sub>2</sub> (2° ciclo)	92879,26 kpa	947,09 kg/cm <sup>2</sup>
Md <sub>2</sub> /Md <sub>1</sub>	4,98 kpa	

#### 4.2.4. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ2a 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	2,58%
Ghiaia f.	4,75-19,0	9,09%
Sabbia g.	2-4,75	4,63%
Sabbia m.	0,425-2	8,37%
Sabbia f.	0,075-0,425	20,43%
Limo	0,005-0,075	41,50%
Argilla	<0,005	13,38%

CLASSIFICAZIONE ASTM	ML o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	44%
Limite plastico (WP)	31%
Indice di plasticità (IP)	13%



CAMPIONE **PZ2 1,6-1,8 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,14%
Sabbia g.	2-4,75	0,06%
Sabbia m.	0,425-2	0,99%
Sabbia f.	0,075-0,425	70,17%
Limo	0,005-0,075	18,35%
Argilla	<0,005	10,29%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SM
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	34%
Limite plastico (WP)	25%
Indice di plasticità (IP)	9%

4.2.5. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE									CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m		
	VALORE (mg/kg)										
Umidità	24,33%	22,43%	23,3%	19,58%	17,93%	15,20%	18,05%	21,90%	21,17%		
Sottov. 2mm	29,1%	41,1%	23,9%	37,9%	40,0%	55,2%	32,2%	48,0%	26,8%		
Arsenico	54,0	12,1	12,8	12,9	12,4	11,2	11,1	7,18	7,83	20	50
Cadmio	0,65	0,71	0,77	0,77	0,50	<0,5	0,50	0,6	<0,5	2	15
Cobalto	12,4	8,52	10,5	9,90	7,96	6,92	7,79	7,03	6,86	20	250
Cromo totale	70,3	49,9	53,1	58,1	40,2	44,6	41,4	209	28,8	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	59,3	35,1	41,1	40,3	36,9	32,4	31,4	25,4	24,3	120	500
Piombo	17,9	38,5	47,8	45,6	16,2	7,75	15,5	38,9	14,8	100	1000
Rame	22,3	40,7	58,9	58,4	22,0	13,4	18,7	37,3	15,5	120	600
Zinco	66,2	137	187	178	50,9	39,2	51,8	131	65,0	150	1500
Idrocarburi C>12	32,5	25,8	20,9	20,2	16,7	14,4	28,7	54,9	20,8	50	750

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **SI RISCOSTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A): cromo totale in P16; zinco in P11 e P12; idrocarburi C>12 in P16.

Per siti ad uso commerciale, industriale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna B): arsenico in Po9.

#### 4.2.6. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ2			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	1,5	Riporti costituiti da ghiaia a supporto di matrice con resti di mattoni, plastica. Da 0,9 m riporti di colore grigio con resti di mattone abbondanti, asfalto e vetri
3	1,5	1,9	Sabbia debolmente limosa con rari ciottoli

PZ2a			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso scuro
2	0,4	0,75	Ghiaia con matrice sabbioso limosa arrossata con rari frammenti di mattone
3	0,75	1,5	Sabbia di colore scuro

Po9			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso scuro
2	0,2	0,9	Limo sabbioso con qualche ciottolo
3	0,9	1,3	Sabbia con ciottoli di dimensioni massime fino a 40 cm
4	1,3	1,5	Ghiaia con grossi blocchi e matrice sabbiosa leggermente arrossata. Presenza di qualche clasto alterato

P10			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,7	Limo sabbioso con rari ciottoli alla base
2	0,7	1,2	Sabbia limosa/limo sabbioso di colore marrone
3	1,2	1,5	Limo sabbioso (meno sabbioso del precedente)

P11			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Limo sabbioso di colore scuro

2	0,5	1,4	Limo sabbioso con qualche frammento di mattone e piastrella nella parte più superficiale
3	1,4	1,7	Sabbia grossolana con ciottoli

P12			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso di colore scuro
2	0,3	0,6	Sabbia limosa
3	0,6	1,1	Sabbia limosa con ciottoli e blocchi di dimensioni massime fino a 40 cm
4	1,1	1,2	Ghiaia e sabbia

P13			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Sabbia limosa di colore scuro
2	0,2	1,5	Sabbia limosa con sparsi ciottoli di dimensioni massime 5 cm

P14			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Sabbia limosa di colore scuro
2	0,2	1,54	Sabbia debolmente limosa con ciottoli di diametro fino a 15 cm più abbondanti nella parte superiore

P15			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo sabbioso di colore scuro
2	0,2	1,5	Limo sabbioso di colore nocciola con rari frammenti di mattone di dimensioni millimetriche nella parte superficiale. Presenza di occasionali livelli più sabbiosi. Passante in profondità a sabbia limosa

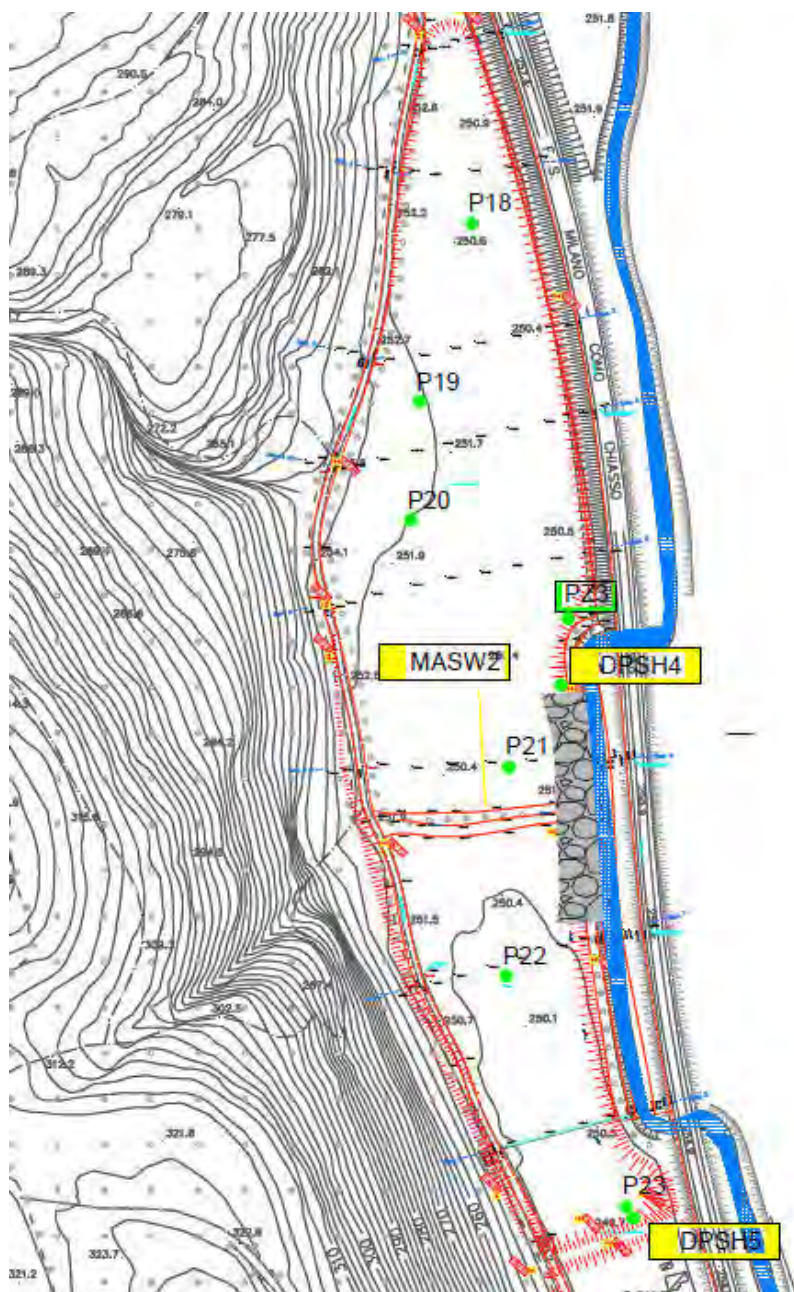
P16			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia grigia tendente a sabbia limosa in profondità
2	0,3	0,6	Sabbia limosa grigiastria
3	0,6	1,5	Limi sabbiosi di colore nocciola

P17			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo debolmente sabbioso scuro
2	0,3	0,8	Limo debolmente sabbioso di colore marrone
3	0,8	1,3	Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia al fondo

#### 4.3. Area di laminazione 3

Nell'area di laminazione 3 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.3:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH4, DPSH5);
  - N. 1 prospezione sismica (MASW2);
  - N. 1 prova infiltrometrica (PZ3), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
  - N. 1 prova di carico su piastra (PZ3);
  - Apertura di n. 7 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ3, P18, P19, P20, P21, P22, P23:
    - In corrispondenza della trincea PZ3 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
    - In corrispondenza di ognuna delle trincee P18, P19, P20, P21, P22, P23 è stato prelevato un campione di terreno; il prelievo è stato eseguito alla profondità di circa 0,5 m da p.c. ad esclusione della trincea P23 nella quale è stato eseguito tra 0,7-1,0 m da p.c.. I 6 campioni di terreno sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio.
- E' stata prelevata anche, in P18, P19, P20, P21 e P22, una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.
- Tutte e 7 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.



**Fig. 4.3.** Area di laminazione 3: ubicazione indagini

#### 4.3.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA **DPSH4**  
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data 18/04/2016  
Profondità prova 8,4 mt  
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	1	8,94	10,51
0,60	2	16,34	19,29
0,80	2	16,27	19,29
1,00	1	8,10	9,64
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	1	7,39	8,91
1,80	1	7,36	8,91
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	1	7,28	8,91
2,60	1	6,74	8,28
2,80	1	6,72	8,28
3,00	2	13,39	16,56
3,20	1	6,68	8,28
3,40	2	13,31	16,56
3,60	5	30,98	38,68
3,80	8	49,41	61,88
4,00	8	49,26	61,88
4,20	8	49,12	61,88
4,40	6	36,73	46,41
4,60	6	34,36	43,54
4,80	3	17,14	21,77
5,00	1	5,70	7,26
5,20	2	11,36	14,51
5,40	2	11,34	14,51
5,60	2	10,65	13,67
5,80	3	15,94	20,50
6,00	6	31,80	41,00
6,20	6	31,73	41,00
6,40	5	26,38	34,17
6,60	6	29,85	38,75
6,80	6	29,79	38,75
7,00	8	39,63	51,66
7,20	6	29,67	38,75
7,40	6	29,61	38,75
7,60	7	32,68	42,85
7,80	7	32,62	42,85
8,00	16	69,52	97,93
8,20	18	78,07	110,18
8,40	50	170,54	306,04

<b>PROVA</b>	<b>DPSH<sub>5</sub></b>
Strumento utilizzato	DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data	24/05/2016
Profondità prova	5,4 mt
Falda rilevata	3,4 mt

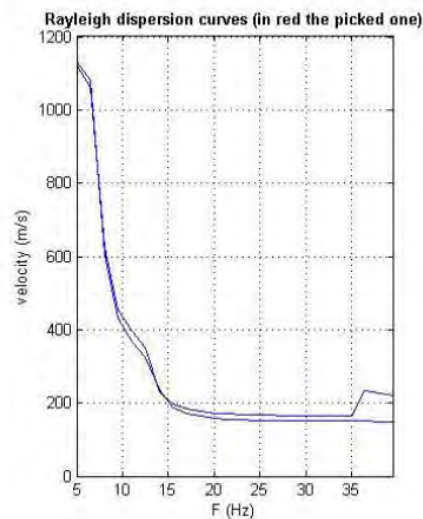
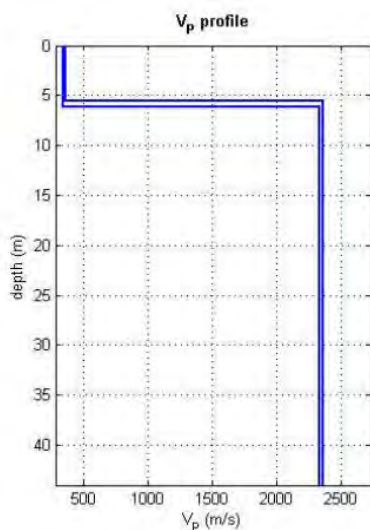
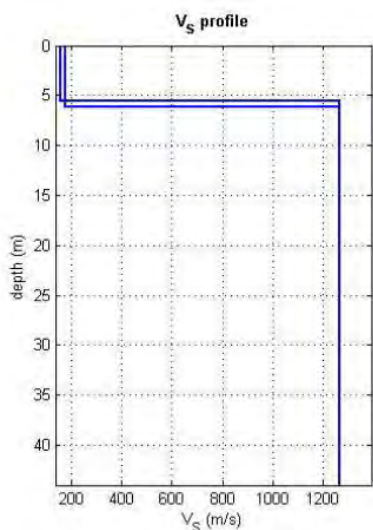
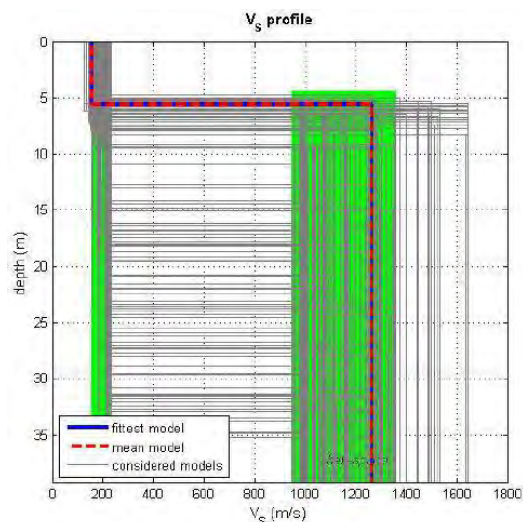
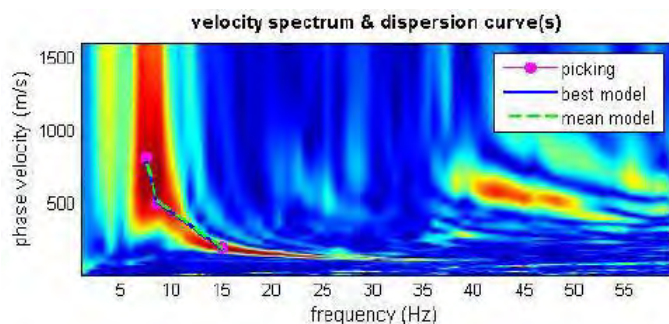
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	5	44,90	52,54
0,40	2	17,88	21,01
0,60	1	8,17	9,64
0,80	1	8,13	9,64
1,00	2	16,20	19,29
1,20	3	24,19	28,93
1,40	3	24,10	28,93
1,60	4	29,57	35,64
1,80	4	29,45	35,64
2,00	3	22,01	26,73
2,20	3	21,92	26,73
2,40	2	14,56	17,82
2,60	2	13,49	16,56
2,80	1	6,72	8,28
3,00	2	13,39	16,56
3,20	1	6,68	8,28
3,40	2	13,31	16,56
3,60	1	6,20	7,74
3,80	4	24,70	30,94
4,00	11	67,73	85,09
4,20	7	42,98	54,15
4,40	9	55,10	69,62
4,60	5	28,64	36,28
4,80	12	68,54	87,08
5,00	27	134,22	195,94
5,20	21	104,09	152,40
5,40	50	210,83	362,85

#### 4.3.2. Prospezioni geofisiche

**PROVA MASW<sub>2</sub>**

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.





Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	5,5	5,5	160
2	5,5	30,0	24,5	1264

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) con la profondità è stato ricavato il parametro  $V_{s30}$ , che consiste in una media pesata delle velocità  $V_s$  nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **554 m/s**.

#### 4.3.3. Prove infiltrometriche

##### PROVA PZ3

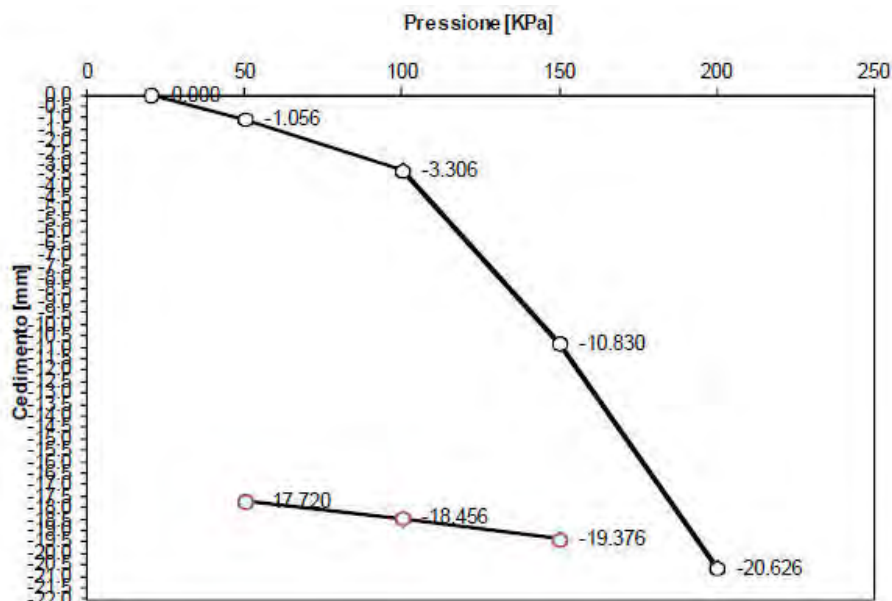
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
14:38:00	154	0	0	0	0	0
14:39:30	160	1	1	6	6	6
14:41:00	163	3	2	3	1,5	9
14:43:00	168	5	2	5	2,5	14
14:45:30	173	8	3	5	1,667	19
14:48:00	177	10	2	4	2,00	23
14:53:00	187	12	2	10	5,00	33
14:55:00	121	0	2	0	0,00	33
14:58:00	127	20	5	6	1,2	39
15:03:00	135	25	5	8	1,6	47
15:08:00	145	30	5	10	2	57
15:13:00	152	35	5	7	1,4	64
15:18:00	158	40	5	6	1,2	70
15:23:00	165	45	5	7	1,4	77
15:28:00	172	50	5	7	1,4	84
15:33:00	178	55	5	6	1,2	90
15:38:00	185	60	5	7	1,4	97
15:43:00	192	65	5	7	1,4	104
15:48:00	198	70	5	6	1,2	110

**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 1,30 mm/min**

#### 4.3.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ3; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md <sub>1</sub> e Md <sub>2</sub>	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md <sub>1</sub> (1° ciclo)	3069,37 kpa	31,30 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione Md <sub>2</sub> (2° ciclo)	18115,94 kpa	184,73 kg/cm <sup>2</sup>
Md <sub>2</sub> /Md <sub>1</sub>	5,90 kpa	

#### 4.3.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ3 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,15%
Sabbia g.	2-4,75	1,23%
Sabbia m.	0,425-2	6,10%
Sabbia f.	0,075-0,425	29,06%
Limo	0,005-0,075	42,23%
Argilla	<0,005	21,23%

CLASSIFICAZIONE ASTM	ML o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	42%
Limite plastico (WP)	28%
Indice di plasticità (IP)	14%

**CAMPIONE PZ3 1,2-1,5 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,08%
Sabbia g.	2-4,75	0,72%
Sabbia m.	0,425-2	3,65%
Sabbia f.	0,075-0,425	12,37%
Limo	0,005-0,075	60,16%
Argilla	<0,005	23,02%

<b>CLASSIFICAZIONE ASTM</b>	<b>CL o OL</b>
-----------------------------	----------------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	39%
Limite plastico (WP)	24%
Indice di plasticità (IP)	15%

**4.3.6. Analisi chimiche di laboratorio**

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE						CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P18	P19	P20	P21	P22	P23		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)							
Umidità	27,06%	22,64%	17,15%	20,37%	25,85%	19,8%		
Sottov. 2mm	24,9%	47,8	50,0%	28,47%	18,9%	75,4%		
Arsenico	14,7	13,7	13,54	10,6	12,2	8,71	20	50
Cadmio	0,60	<0,5	<0,5	0,60	0,60	1,23	2	15
Cobalto	10,9	6,96	6,56	9,32	10,5	8,12	20	250
Cromo totale	55,1	32,0	40,7	40,8	55,9	33,2	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,20	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	42,6	28,9	29,1	33,8	40,6	28,4	120	500
Piombo	14,5	8,02	7,38	21,3	14,6	10,4	100	1000
Rame	21,8	11,9	13,1	25,4	21,3	15,0	120	600
Zinco	66,2	43,4	31,9	73,3	63,3	44,1	150	1500
Amianto totale	<1000	-	-	<1000	-	<1000	1000	1000
Idrocarburi C>12	44,9	11,3	18,4	14,1	15,7	<10	50	750
Benzene	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	0,1	2
Toluene	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	0,5	50

<i>Etilbenzene</i>	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	<b>0,5</b>	<b>50</b>
<i>Xilene</i>	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	<b>0,5</b>	<b>50</b>
<i>Stirene</i>	<0,1	-	-	<0,1	-	<0,1	<b>0,5</b>	<b>50</b>
<i>Benzo(a)antracene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,5</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(a)pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,5</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,5</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(g,h,l)perilene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Crisene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>5</b>	<b>50</b>
<i>Dibenzo(a,e)pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,l)pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	0,06	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,i)pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,h)pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>0,1</b>	<b>5</b>
<i>Pirene</i>	<0,05	-	-	<0,05	-	<0,05	<b>5</b>	<b>50</b>
<i>Somma IPA</i>	<0,2	-	-	<0,2	-	<1	<b>10</b>	<b>100</b>

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **NON SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. né per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A) né tanto meno per siti ad uso commerciale, industriale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna B).

#### 4.3.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ3			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Limo sabbioso (terreno vegetale).
2	0,15	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P18			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo debolmente sabbioso (terreno vegetale).
2	0,3	1,7	Limo e/o limo debolmente sabbioso.

P19			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia limosa scura
2	0,3	0,8	Sabbia con ghiaia
3	0,8	1,6	Sabbia limosa con lenti di ghiaia

P20			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura
2	0,4	0,55	Lente di ghiaia con ciottoli di dimensioni fino a 10 cm
3	0,55	1,5	Sabbia debolmente limosa con ciottoli e lenti di ghiaia e sabbia
4	1,5	1,6	Ghiaia sabbiosa

P21			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso di colore scuro
2	0,4	1,0	Limo più sabbioso del precedente
3	1,0	1,6	Limo debolmente sabbioso

P22			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,2	Limo di colore scuro
2	0,2	1,0	Limo debolmente argilloso di colore nocciola
3	1,0	1,5	Limo come sopra più argilloso in profondità

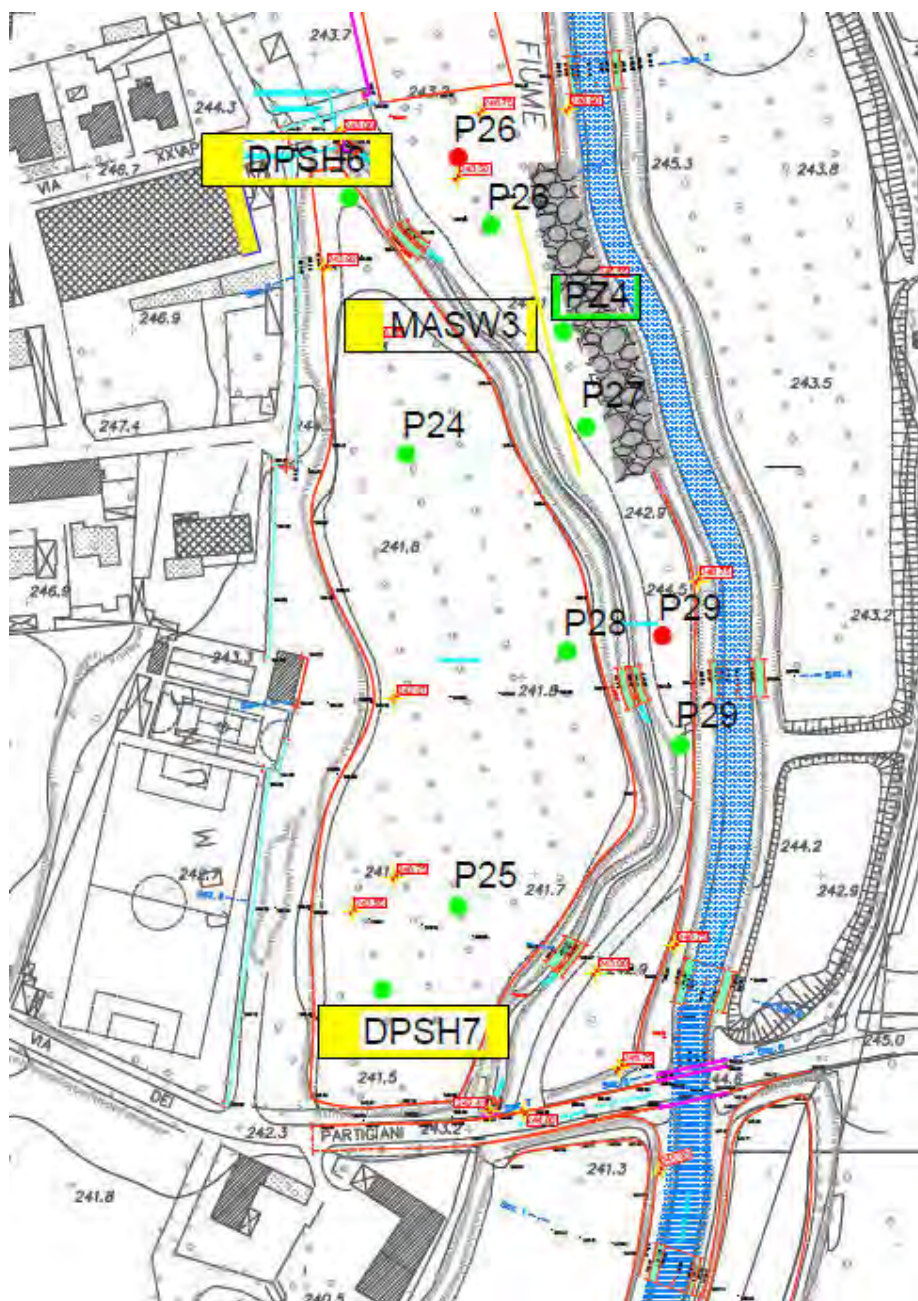
P23			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,25	Sabbia limosa con resti organici
2	0,25	0,4	Sabbia debolmente limosa con rari clasti di 5 mm
3	0,4	1,0	Sabbia massiva debolmente limosa con rari clasti di 1 cm; rare lenti di ghiaia fine

#### 4.4. Area di laminazione 4

Nell'area di laminazione 4 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.4:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH6, DPSH7);
- N. 1 prospezione sismica (MASW3);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ4), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ4);
- Apertura di n. 7 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ4, P24, P25, P26, P27, P28, P29:
  - In corrispondenza della trincea PZ4 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
  - In corrispondenza di ognuna delle trincee P24, P25, P26, P27, P28, P29 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 0,7-1,0 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio.
- Tutte e 7 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.





**Fig. 4.4.** Area di laminazione 4: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

#### 4.4.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA **DPSH6**  
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data 21/04/2016  
Profondità prova 5,2 mt  
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	2	16,34	19,29
0,80	3	24,40	28,93
1,00	1	8,10	9,64
1,20	2	16,13	19,29
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	1	7,28	8,91
2,60	10	67,43	82,82
2,80	13	81,98	107,66
3,00	15	94,25	124,23
3,20	12	80,10	99,38
3,40	9	59,88	74,54
3,60	15	87,13	116,03
3,80	20	115,79	154,71
4,00	20	115,42	154,71
4,20	8	49,12	61,88
4,40	11	67,34	85,09
4,60	10	57,27	72,57
4,80	13	69,54	94,34
5,00	16	85,34	116,11
5,20	50	211,54	362,85

PROVA **DPSH7**  
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data 21/04/2016  
Profondità prova 6,6 mt  
Falda rilevata 3,0(?) mt

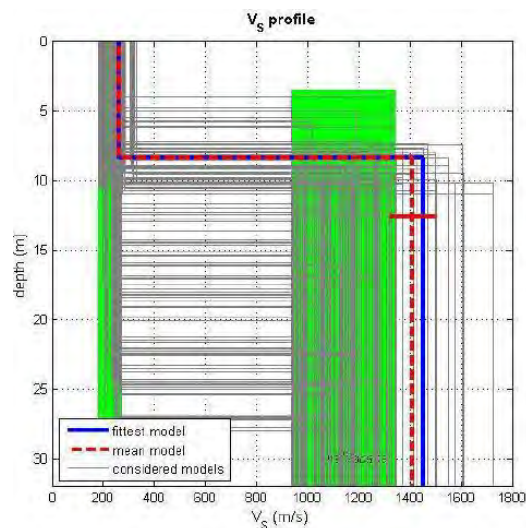
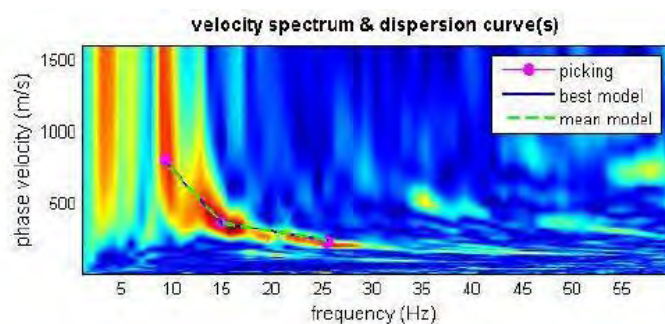
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	3	26,82	31,52
0,60	3	24,50	28,93
0,80	3	24,40	28,93
1,00	2	16,20	19,29
1,20	2	16,13	19,29
1,40	2	16,06	19,29
1,60	1	7,39	8,91
1,80	2	14,73	17,82
2,00	1	7,34	8,91
2,20	2	14,62	17,82
2,40	3	21,84	26,73
2,60	3	20,23	24,85
2,80	2	13,44	16,56
3,00	1	6,70	8,28
3,20	1	6,68	8,28

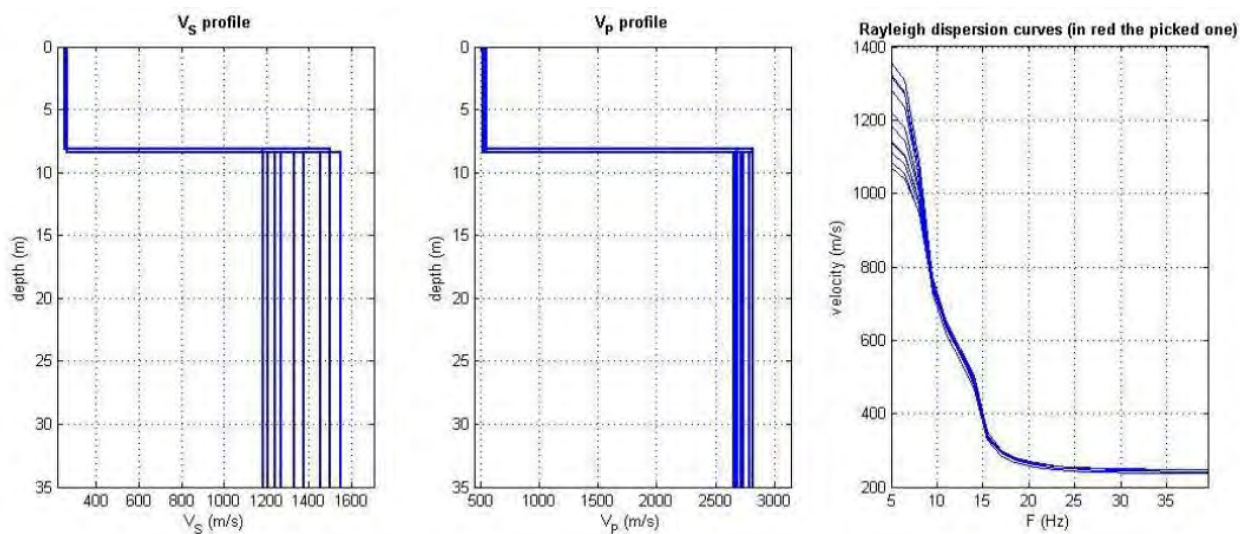
3,40	2	13,31	16,56
3,60	8	49,56	61,88
3,80	5	30,88	38,68
4,00	7	43,10	54,15
4,20	6	36,84	46,41
4,40	3	18,37	23,21
4,60	5	28,64	36,28
4,80	4	22,85	29,03
5,00	4	22,79	29,03
5,20	6	34,09	43,54
5,40	5	28,34	36,28
5,60	5	26,62	34,17
5,80	6	31,87	41,00
6,00	12	63,60	82,01
6,20	17	84,08	116,18
6,40	9	47,48	61,51
6,60	50	184,16	322,89

#### 4.4.2. Prospezioni geofisiche

##### PROVA MASW<sub>3</sub>

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.





Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	8,4	8,4	263
2	8,4	30,0	21,6	1411

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) con la profondità è stato ricavato il parametro  $V_{s30}$ , che consiste in una media pesata delle velocità  $V_s$  nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **642 m/s**.

#### 4.4.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ4**

Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
10:07:10	90	0	0	0	0	0
10:08:10	95	1	1	5	5	5
10:09:10	98	2	1	3	3	8
10:10:10	103	3	1	5	5	13
10:12:10	107	5	2	4	2	17
10:14:10	110	7	2	3	1,50	20
10:16:30	114	9,33	2,33	4	1,72	24
10:18:10	118	11	1,67	4	2,40	28
10:20:10	123	13	2	5	2,5	33
10:22:10	127	15	2	4	2	37
10:24:10	131	17	2	4	2	41
10:28:10	138	21	4	7	1,75	48
10:32:10	143	25	4	5	1,25	53
10:36:10	148	29	4	5	1,25	58
10:40:10	154	33	4	6	1,5	64
10:44:10	160	37	4	6	1,5	70
10:48:10	166	41	4	6	1,5	76
10:52:10	172	45	4	6	1,5	82
10:56:10	178	49	4	6	1,5	88
11:00:10	184	53	4	6	1,5	94

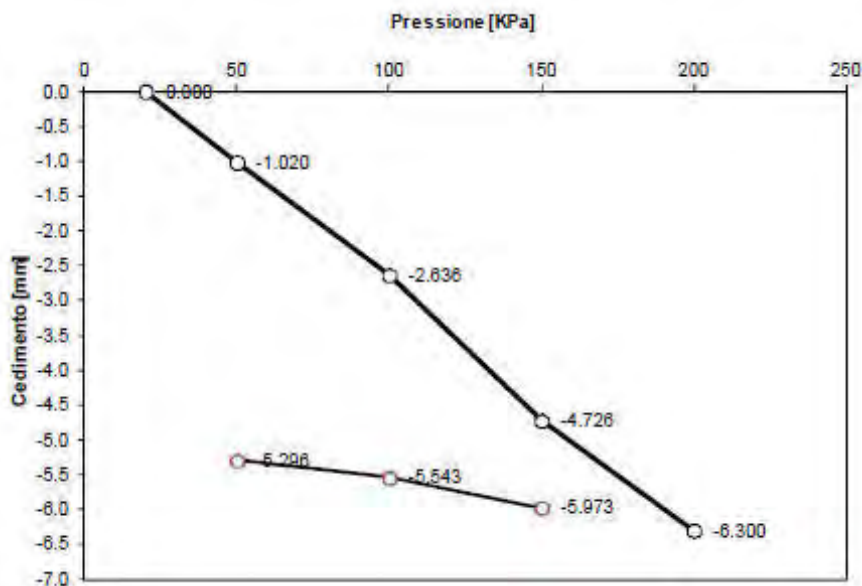
**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 1,50 mm/min**

#### 4.4.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ4; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo Md <sub>1</sub> e Md <sub>2</sub>	50 – 150 kpa





RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md <sub>1</sub> (1° ciclo)	8094,98 kpa	82,54 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione Md <sub>2</sub> (2° ciclo)	44313,15 kpa	451,86 kg/cm <sup>2</sup>
Md <sub>2</sub> /Md <sub>1</sub>	5,47 kpa	

#### 4.4.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

CAMPIONE **PZ4 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	1,29%
Ghiaia f.	4,75-19,0	4,14%
Sabbia g.	2-4,75	1,56%
Sabbia m.	0,425-2	10,06%
Sabbia f.	0,075-0,425	35,94%
Limo	0,005-0,075	32,36%
Argilla	<0,005	14,65%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SC
----------------------	----

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	28%
Limite plastico (WP)	20%
Indice di plasticità (IP)	8%

**CAMPIONE PZ4 1,2-1,5 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	1,14%
Ghiaia f.	4,75-19,0	18,11%
Sabbia g.	2-4,75	24,54%
Sabbia m.	0,425-2	42,27%
Sabbia f.	0,075-0,425	9,44%
Limo	0,005-0,075	3,09%
Argilla	<0,005	1,40%

CLASSIFICAZIONE ASTM	SW-SM SW-SC
----------------------	-------------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	ND
Limite plastico (WP)	NP
Indice di plasticità (IP)	ND

**4.4.6. Analisi chimiche di laboratorio**

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE						CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P24	P25	P26	P27	P28	P29		
	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)							
Umidità	20,3 %	17,4%	19,5%	16,8%	20,2%	23,9%		
Sottov. 2mm	76,9%	67,8%	47,6%	39,2%	63,1	65,2%		
Arsenico	14,7	12,2	10,3	9,93	10,2	7,27	20	50
Cadmio	1,26	1,23	1,01	1,16	0,98	0,86	2	15
Cobalto	8,88	8,08	7,21	7,37	6,92	6,08	20	250
Cromo totale	43,3	49,6	31,4	48,4	32,4	37,3	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	38,2	37,2	30,4	34,5	30,8	26,2	120	500
Piombo	11,8	19,7	9,09	10,6	10,2	6,66	100	1000
Rame	16,0	25,6	12,8	13,9	12,9	8,91	120	600
Zinco	45,4	63,1	35,7	40,6	39,6	28,5	150	1500
Idrocarburi C>12	380	26,7	33,9	49,7	26,6	35,6	50	750

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **SI RISCOVRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione)



previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A) per i soli idrocarburi C>12 in P24.

#### 4.4.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ4			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia con ghiaia; ciottoli con diametro massimo di 5 cm, occasionali fino a 20 cm. Colore scuro.
2	0,3	0,85	Sabbia fine limosa di colore scuro.
3	0,85	1,5	Sabbia medio grossolana con ciottoli di diametro massimo fino a 2,5 cm.

P24			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia fine limosa con occasionali frammenti di mattoni con dimensioni inferiori a 0,5 cm. Coltivo.
2	0,3	0,6	Sabbia limosa con ghiaia fine; ciottoli con dimensioni inferiori a 1 cm.
3	0,6	1,0	Sabbia limosa con rari ciottoli.

P25			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia media di colore scuro. Coltivo.
2	0,3	1,0	Sabbia e ghiaia. Ciottoli di dimensioni massimo 5 cm. Occasionalmente frammenti di mattoni.

P26			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,22	Sabbia di colore scuro. Coltivo.
2	0,22	1,0	Sabbia limosa marrone.

P27			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Limo sabbioso di colore scuro con ciottoli sparsi. Coltivo.
2	0,15	0,6	Sabbia fine debolmente limosa.
3	0,6	1,0	Ghiaia con ciottoli mediamente di 6-7 cm, massimo 15 cm.

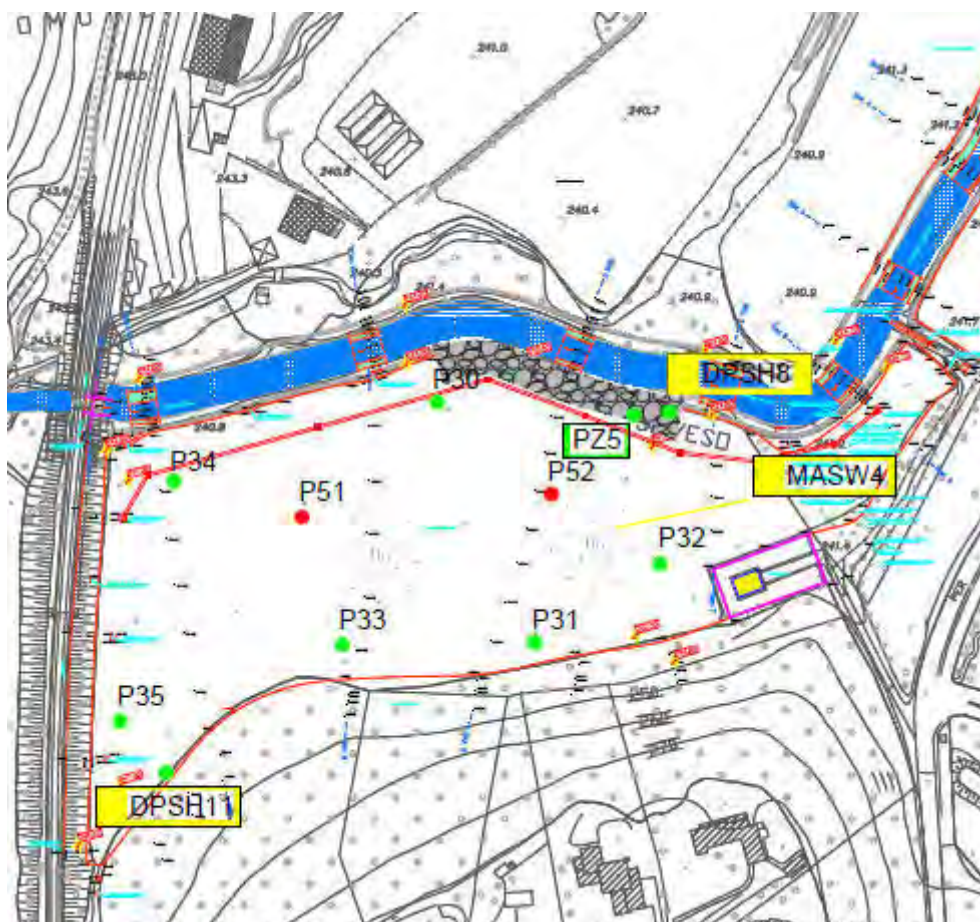
P28			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura. Coltivo.
2	0,4	1,5	Sabbia limosa di colore nocciola, massiva.

P29			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Sabbia limosa scura. Coltivo.
2	0,15	1,5	Sabbia massiva di colore marrone. Presenza di ghiaia al fondo

#### 4.5. Area di laminazione 5

Nell'area di laminazione 5 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.5:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH8, DPSH11);
- N. 1 prospezione sismica (MASW4);
- N. 1 prova infiltrometrica (PZ5), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
- N. 1 prova di carico su piastra (PZ5);
- Apertura di n. 9 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ5, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P51, P52:
  - In corrispondenza della trincea PZ5 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
  - In corrispondenza di ognuna delle trincee P30, P31, P32, P33, P34, P35 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 0,7-1,0 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio.
- Tutte e 9 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.



**Fig. 4.5.** Area di laminazione 5: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

#### 4.5.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA  
Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

**DPSH8**  
DPSH TG 63-200 PAGANI  
26/05/2016  
8,4 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	2	17,88	21,01
0,60	2	16,34	19,29
0,80	1	8,13	9,64
1,00	3	24,29	28,93
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	1	7,39	8,91
1,80	2	14,73	17,82
2,00	1	7,34	8,91
2,20	1	7,31	8,91
2,40	2	14,56	17,82

2,60	5	33,72	41,41
2,80	5	33,60	41,41
3,00	5	33,49	41,41
3,20	3	20,03	24,85
3,40	2	13,31	16,56
3,60	2	12,39	15,47
3,80	3	18,53	23,21
4,00	1	6,16	7,74
4,20	3	18,42	23,21
4,40	4	24,49	30,94
4,60	14	75,10	101,60
4,80	4	22,85	29,03
5,00	13	69,34	94,34
5,20	10	56,82	72,57
5,40	6	34,01	43,54
5,60	10	53,25	68,34
5,80	13	64,61	88,84
6,00	13	64,45	88,84
6,20	10	52,88	68,34
6,40	10	52,76	68,34
6,60	6	29,85	38,75
6,80	19	88,19	122,70
7,00	12	59,45	77,49
7,20	5	24,72	32,29
7,40	2	9,87	12,92
7,60	5	23,34	30,60
7,80	5	23,30	30,60
8,00	5	23,26	30,60
8,20	3	13,93	18,36
8,40	50	170,54	306,04

**PROVA**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

**DPSH11**

DPSH TG 63-200 PAGANI  
25/05/2016  
6,4 mt

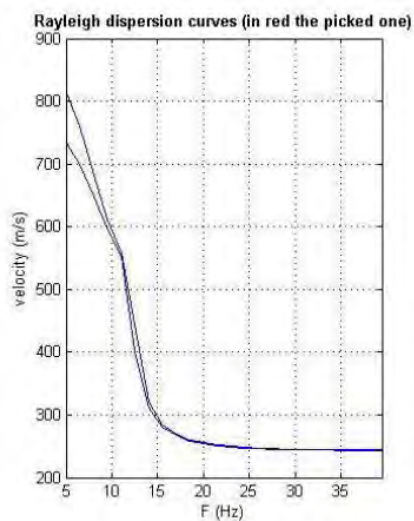
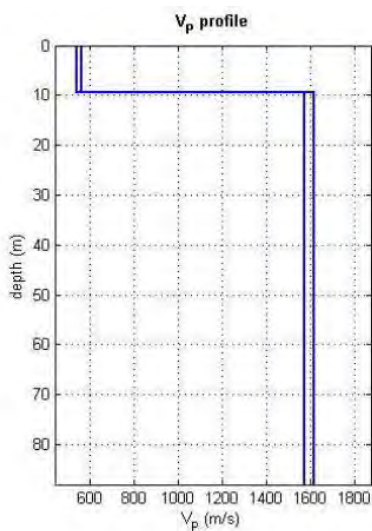
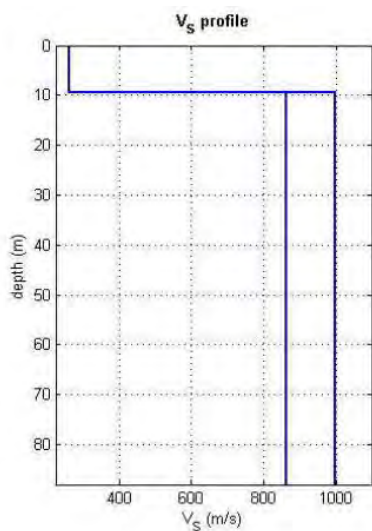
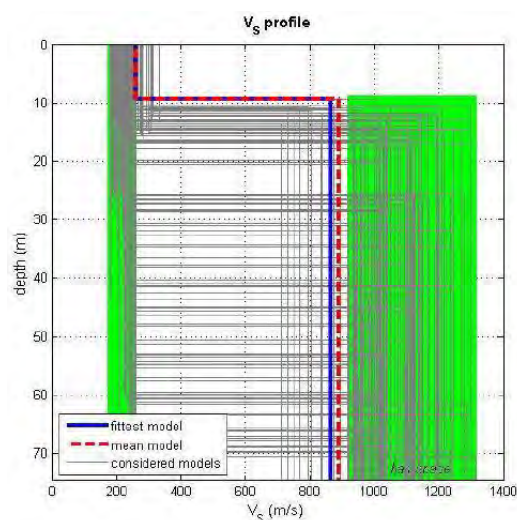
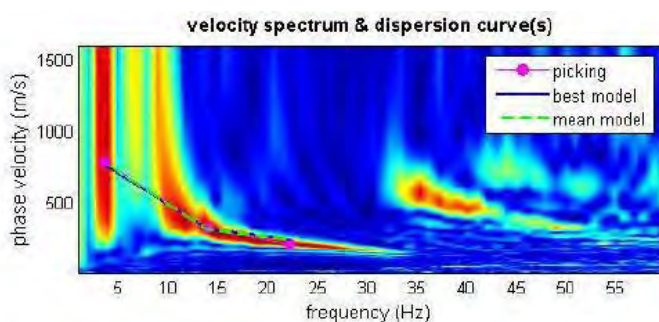
Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	1	8,94	10,51
0,60	2	16,34	19,29
0,80	2	16,27	19,29
1,00	1	8,10	9,64
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	2	14,73	17,82
2,00	10	73,35	89,11
2,20	5	36,54	44,55
2,40	3	21,84	26,73
2,60	3	20,23	24,85
2,80	5	33,60	41,41
3,00	6	40,18	49,69
3,20	5	33,38	41,41
3,40	4	26,61	33,13
3,60	6	37,17	46,41
3,80	4	24,70	30,94
4,00	4	24,63	30,94
4,20	5	30,70	38,68
4,40	6	36,73	46,41
4,60	9	51,55	65,31
4,80	4	22,85	29,03

5,00	4	22,79	29,03
5,20	17	90,43	123,37
5,40	15	79,58	108,85
5,60	28	129,96	191,36
5,80	25	115,71	170,85
6,00	27	124,64	184,52
6,20	32	136,40	218,69
6,40	50	195,46	341,71

#### 4.5.2. Prospezioni geofisiche

##### PROVA MASW<sub>4</sub>

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.



Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	Vs (m/s)
	da	a		
1	0,0	9,4	9,4	260
2	9,4	30,0	20,6	890

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) con la profondità è stato ricavato il parametro Vs30, che consiste in una media pesata delle velocità Vs nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **500 m/s**.

#### 4.5.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ5**

Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
13:56:00	120	0	0	0	0	0
13:57:00	124	1	1	4	4	4
13:58:00	125	2	1	1	1	5
13:59:00	125	3	1	0	0	5
14:00:00	125	4	1	0	0	5
14:05:30	127	9,5	5,5	2	0,36	7
14:10:00	130	14	4,5	3	0,67	10
14:15:00	133	19	5	3	0,6	13
14:20:00	137	24	5	4	0,8	17
14:30:00	143	34	10	6	0,6	23
14:40:00	149	44	10	6	0,6	29
14:50:00	156	54,9	10	7	0,7	36
15:00:00	163	64	10	7	0,7	43
15:10:00	169	74	10	6	0,6	49
15:20:00	175	84	10	6	0,6	55
15:30:00	181	94	10	6	0,6	61
15:40:00	187	104	10	6	0,6	67

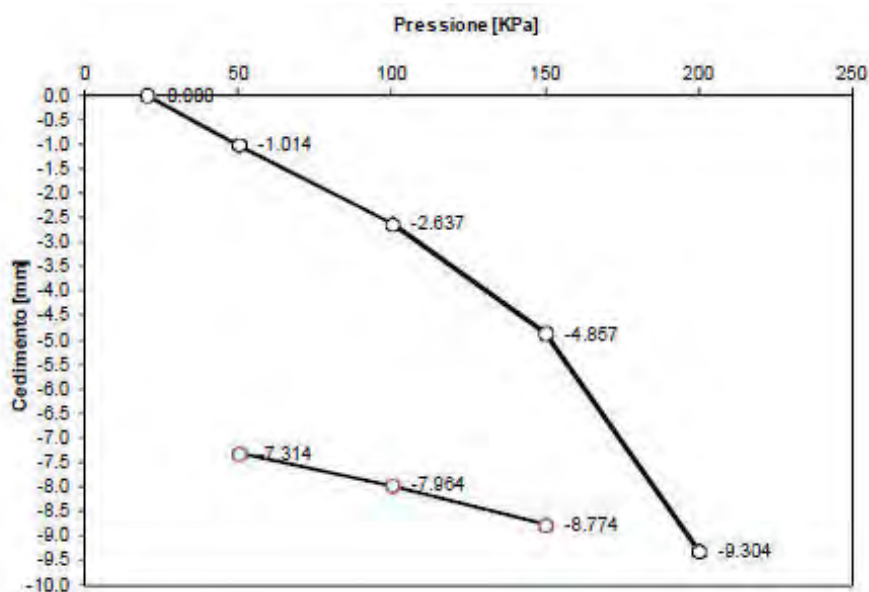
**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,60 mm/min**



#### 4.5.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ5; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo $Md_1$ e $Md_2$	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione $Md_1$ (1° ciclo)	7806,40 kpa	79,60 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione $Md_2$ (2° ciclo)	20547,95 kpa	209,53 kg/cm <sup>2</sup>
$Md_2/Md_1$	2,63 kpa	



#### 4.5.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

##### CAMPIONE PZ5 0,5-0,7 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,00%
Sabbia g.	2-4,75	0,17%
Sabbia m.	0,425-2	3,38%
Sabbia f.	0,075-0,425	28,47%
Limo	0,005-0,075	51,21%
Argilla	<0,005	16,67%

CLASSIFICAZIONE ASTM	CL o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	33%
Limite plastico (WP)	22%
Indice di plasticità (IP)	11%

##### CAMPIONE PZ5 1,2-1,5 m

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	0,00%
Sabbia g.	2-4,75	0,13%
Sabbia m.	0,425-2	1,63%
Sabbia f.	0,075-0,425	34,56%
Limo	0,005-0,075	43,83%
Argilla	<0,005	19,85%

CLASSIFICAZIONE ASTM	CL o OL
----------------------	---------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	29%
Limite plastico (WP)	20%
Indice di plasticità (IP)	9%

#### 4.5.6. Analisi chimiche di laboratorio

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE						CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P30	P31	P32	P33	P34	P35		
	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)							
Umidità	20,9%	25,3%	26,4%	21,9%	20,5%	27,0%	-	-
Sottov. 2mm	58,1	62,4%	62,3%	61,8%	64,7%	87,3%	-	-
Arsenico	13,2	13,9	18,5	14,0	12,7	21,0	20	50
Cadmio	1,41	1,55	1,86	1,48	1,07	2,22	2	15
Cobalto	9,4	9,89	12,57	9,65	7,44	14,0	20	250
Cromo totale	44,9	55,5	59,6	53,2	34,8	76,3	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	39,1	44,2	54,0	41,3	32,8	61,3	120	500
Piombo	12,1	12,4	15,7	10,9	9,79	19,3	100	1000
Rame	17,2	18,8	23,8	16,9	14,1	29,1	120	600
Zinco	52,8	55,8	68,0	51,5	40,0	85,1	150	1500
Amianto totale	-	-	-	-	<1000	<1000	1000	1000
Idrocarburi C>12	41,1	47,9	27,2	37,2	29,5	37,9	50	750
Benzene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	2
Toluene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Etilbenzene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Xilene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Stirene	-	-	-	-	<0,1	<0,1	0,5	50
Benzo(a)antra cene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,5	10
Benzo(a)pirene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	10
Benzo(b)fluora ntene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,5	10
Benzo(k)fluora ntene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,5	10
Benzo(g,h,l)per ilene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	10
Crisene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	5	50
Dibenzo(a,e)pi rene	-	-	-	-	0,96	0,60	0,1	10
Dibenzo(a,l)pir	-	-	-	-	0,63	0,83	0,1	10

[CO-E-157] – Lavori di adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)

ene								
Dibenzo(a,i)pirene	-	-	-	-	0,58	1,69	0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene	-	-	-	-	1,62	0,80	0,1	10
Dibenzo(a,h)antracene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	0,1	5
Pirene	-	-	-	-	<0,05	<0,05	5	50
Somma IPA	-	-	-	-	3,85	3,99	10	100

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **SI RISCOSTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A): Arsenico, Cadmio, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene in P35; Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene in P34.

#### 4.5.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ5			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,5	1,5	Limo debolmente sabbioso di colore marrone.

P30			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P31			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P32			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso con qualche occasionale ciottolo in profondità

P33			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,5	Limo debolmente sabbioso.

P34			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,3	Limo debolmente sabbioso.
3	1,3	1,8	Sabbia limosa

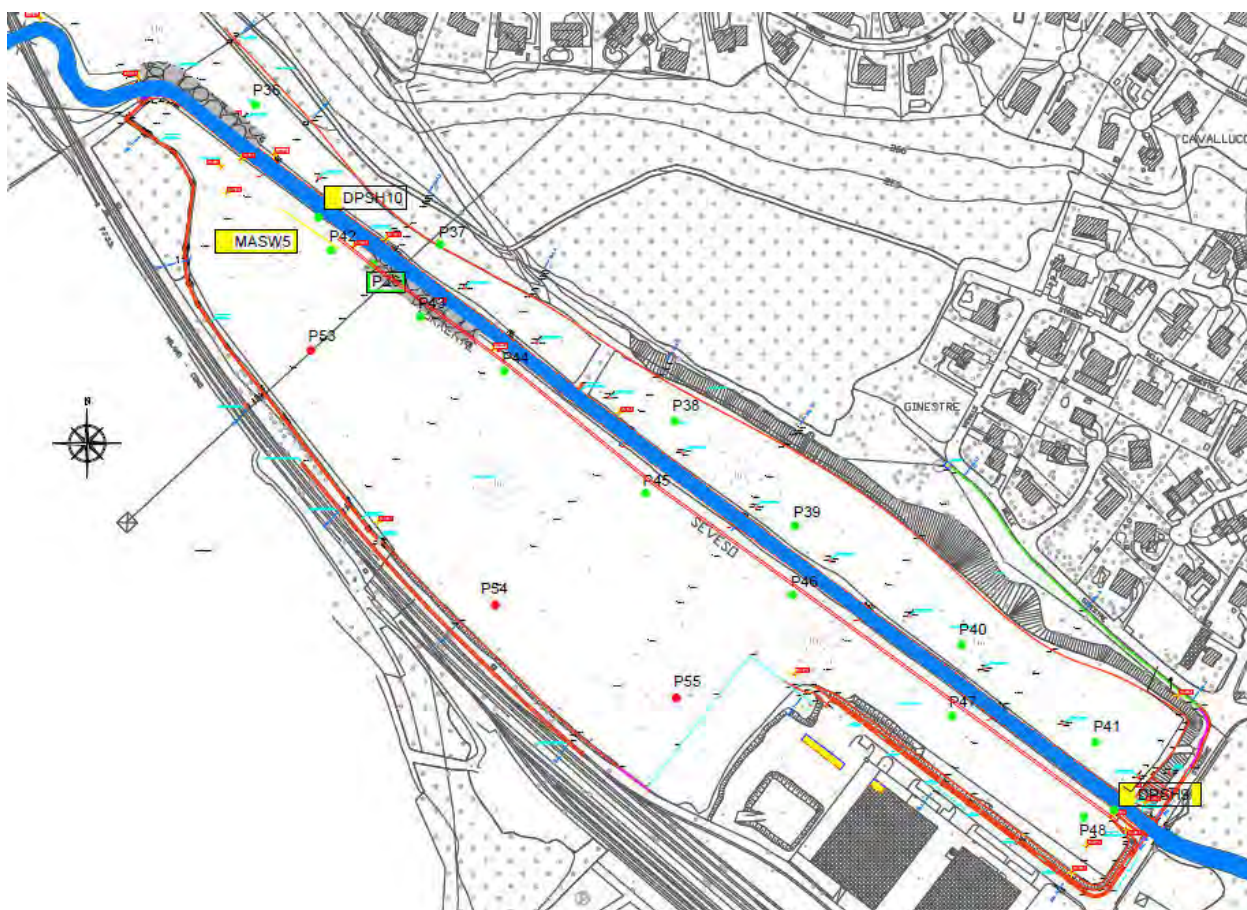
P35			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Limo sabbioso. Coltivo.
2	0,3	1,6	Limo debolmente sabbioso; tendente a diventare leggermente argilloso in profondità

#### 4.6. Area di laminazione 6

Nell'area di laminazione 6 sono state eseguite le seguenti indagini, la cui ubicazione è riportata in figura 4.6:

- N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH9, DPSH10);
  - N. 1 prospezione sismica (MASW5);
  - N. 1 prova infiltrometrica (PZ6), eseguita alla profondità di circa 1 m da p.c.;
  - N. 1 prova di carico su piastra (PZ6);
  - Apertura di n. 17 trincee, mediante uso di escavatore meccanico, denominate: PZ6, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P53, P54, P55:
    - In corrispondenza della trincea PZ6 sono stati prelevati n. 2 campioni rimaneggiati di terreno, alla profondità tra 0,5-0,7 m da p.c. e alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
    - In corrispondenza di ognuna delle trincee P36, P37, P38, P39, P40, P41 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità di circa 0,5 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio;
- E' stata prelevata anche una seconda aliquota di terreno, alla profondità di circa 1,0 m da p.c., non avviata ad analisi chimica; tale aliquota è mantenuta a disposizione per ulteriori analisi nel caso in cui quella superficiale non dovesse risultare conforme alle CSC.

- In corrispondenza di ognuna delle trincee P42, P43 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 1,2-1,5 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio;
- In corrispondenza di ognuna delle trincee P44, P45, P46, P47, P48 è stato prelevato un campione di terreno, alla profondità tra 0,7-1,0 m da p.c., sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio.
- Tutte e 17 le trincee sono servite anche per una verifica archeologica preliminare, eseguita da professionista abilitato, presente al momento dell'apertura delle stesse.



**Fig. 4.6.** Area di laminazione 6: ubicazione indagini (con i pallini rossi sono indicate le trincee integrative di preliminare verifica archeologica)

#### 4.6.1. Prove penetrometriche dinamiche

PROVA **DPSH9**  
Strumento utilizzato DPSH TG 63-200 PAGANI  
Prova eseguita in data 24/05/2016  
Profondità prova 9,0 mt  
Falda rilevata 4,0 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	1	8,94	10,51
0,60	2	16,34	19,29
0,80	2	16,27	19,29
1,00	1	8,10	9,64
1,20	1	8,06	9,64
1,40	1	8,03	9,64
1,60	2	14,78	17,82
1,80	1	7,36	8,91
2,00	3	22,01	26,73
2,20	3	21,92	26,73
2,40	3	21,84	26,73
2,60	4	26,97	33,13
2,80	4	26,88	33,13
3,00	3	20,09	24,85
3,20	3	20,03	24,85
3,40	3	19,96	24,85
3,60	3	18,59	23,21
3,80	2	12,35	15,47
4,00	2	12,32	15,47
4,20	2	12,28	15,47
4,40	3	18,37	23,21
4,60	5	28,64	36,28
4,80	5	28,56	36,28
5,00	5	28,48	36,28
5,20	5	28,41	36,28
5,40	4	22,67	29,03
5,60	5	26,62	34,17
5,80	3	15,94	20,50
6,00	3	15,90	20,50
6,20	5	26,44	34,17
6,40	7	36,93	47,84
6,60	6	29,85	38,75
6,80	8	39,72	51,66
7,00	7	34,68	45,20
7,20	12	59,33	77,49
7,40	8	39,48	51,66
7,60	9	42,02	55,09
7,80	9	41,94	55,09
8,00	7	32,56	42,85
8,20	13	56,38	79,57
8,40	11	50,99	67,33
8,60	26	99,22	151,25
8,80	25	95,22	145,43
9,00	50	160,99	290,86

**PROVA**

Strumento utilizzato  
Prova eseguita in data  
Profondità prova  
Falda rilevata

**DPSH10**

DPSH TG 63-200 PAGANI  
24/05/2016  
9,2 mt  
5,2 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	8,98	10,51
0,40	3	26,82	31,52
0,60	2	16,34	19,29
0,80	3	24,40	28,93
1,00	2	16,20	19,29
1,20	2	16,13	19,29
1,40	2	16,06	19,29
1,60	4	29,57	35,64
1,80	12	88,36	106,93
2,00	17	117,13	151,48
2,20	12	87,70	106,93
2,40	8	58,25	71,29
2,60	4	26,97	33,13
2,80	2	13,44	16,56
3,00	3	20,09	24,85
3,20	2	13,35	16,56
3,40	3	19,96	24,85
3,60	3	18,59	23,21
3,80	4	24,70	30,94
4,00	4	24,63	30,94
4,20	5	30,70	38,68
4,40	8	48,98	61,88
4,60	17	91,20	123,37
4,80	8	45,70	58,06
5,00	7	39,88	50,80
5,20	5	28,41	36,28
5,40	6	34,01	43,54
5,60	7	37,27	47,84
5,80	6	31,87	41,00
6,00	6	31,80	41,00
6,20	6	31,73	41,00
6,40	4	21,10	27,34
6,60	7	34,82	45,20
6,80	7	34,75	45,20
7,00	7	34,68	45,20
7,20	8	39,56	51,66
7,40	8	39,48	51,66
7,60	8	37,35	48,97
7,80	24	97,14	146,90
8,00	25	100,98	153,02
8,20	14	60,72	85,69
8,40	16	69,26	97,93
8,60	19	78,03	110,53
8,80	16	65,59	93,08
9,00	13	53,20	75,62
9,20	50	160,64	290,86

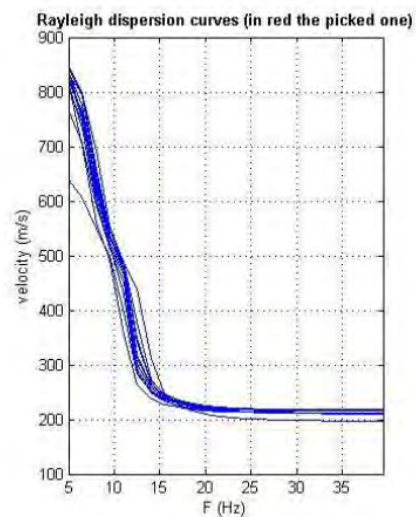
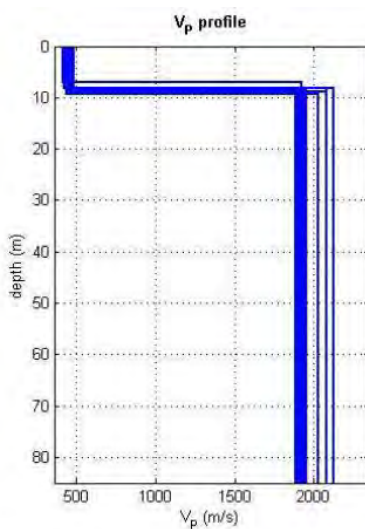
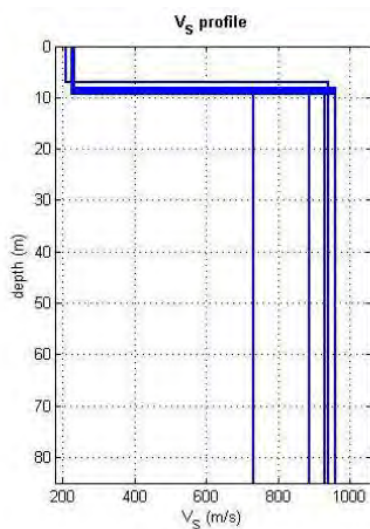
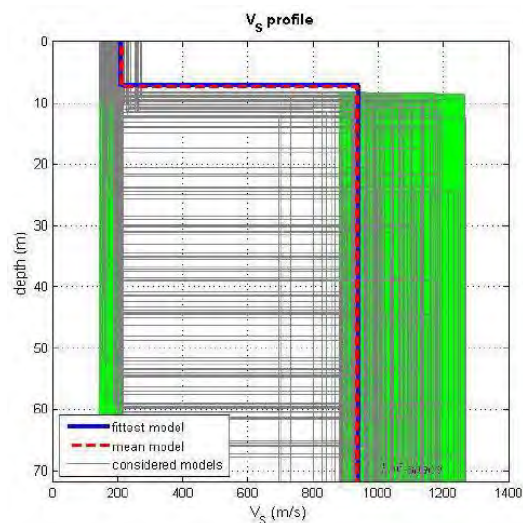
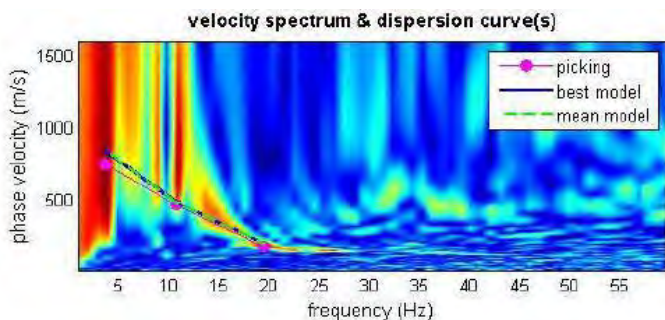
#### 4.6.2. Prospezioni geofisiche

**PROVA**

**MASW<sub>5</sub>**

L'analisi sismica con metodologia MASW ha permesso la costruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.





Dall'inversione delle curve di dispersione ricavate dallo stendimento sismico si ottiene il seguente modello medio delle velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità.

Strato	Profondità (m)		Spessore (m)	$V_s$ (m/s)
	da	a		
1	0,0	7,3	7,3	215
2	7,3	30,0	22,7	938

Dall'analisi della velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ ) con la profondità è stato ricavato il parametro  $V_{s30}$ , che consiste in una media pesata delle velocità  $V_s$  nei primi 30 metri. Tale parametro è risultato essere di **521 m/s**.

#### 4.6.3. Prove infiltrometriche

PROVA **PZ6**

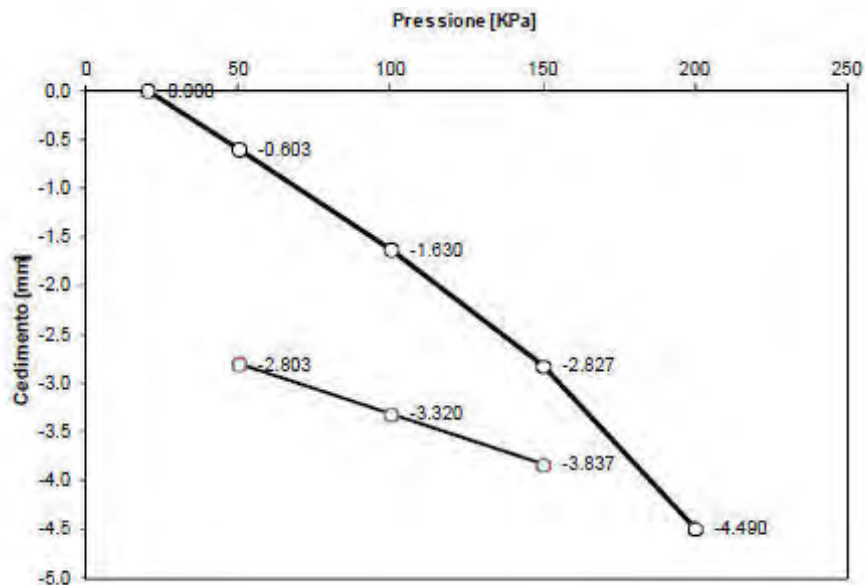
Tempo (Ore min sec)	Livello acqua (mm)	Tempo cumulativo (min)	Intervallo di tempo (min)	Infiltrazione (mm)	Capacità di infiltrazione (mm/min)	Infiltrazione cumulativa (mm)
10:22:30	117	0	0	0	0	0
10:23:30	119	1	1	2	2	2
10:24:30	120	2	1	1	1	3
10:25:30	120	3	1	0	0	3
10:26:30	120	4	1	0	0	3
10:27:30	121	5	1	1	1	4
10:29:30	121	7	2	0	0	4
10:31:30	121	9	2	0	0	4
10:33:30	121	11	2	0	0	4
10:35:30	122	13	2	1	0,5	5
10:37:30	122	15	2	0	0	5
10:42:30	123	20	5	1	0,2	6
10:47:30	125	25	5	2	0,4	8
10:52:30	127	30	5	2	0,4	10
10:57:30	130	35	5	3	0,6	13
11:02:30	132	40	5	2	0,4	15
11:07:30	134	45	5	2	0,4	17
11:17:30	138	55	10	4	0,4	21
11:27:30	141	65	10	3	0,3	24
11:37:30	145	75	10	4	0,4	28
11:47:30	148	85	10	3	0,3	31
11:57:30	151	95	10	3	0,3	34
12:07:30	154	105	10	3	0,3	37
12:17:30	157	115	10	3	0,3	40

**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE: 0,30 mm/min**

#### 4.6.4. Prove di carico su piastra

La prova di carico su piastra ha permesso di definire il modulo di deformazione, per i due cicli di carico eseguiti, del terreno naturale posto al di sotto dell'orizzonte più superficiale corrispondente al suolo di coltivo (spessore c.ca 0,30 m). Di seguito si riporta il risultato della prova eseguita in PZ6; per il dettaglio dell'indagine si rimanda all'Allegato 2.

GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO	
Tipologia terreno	Terreno naturale
Strato esecuzione prova	Sottofondo
Intervallo calcolo $Md_1$ e $Md_2$	50 – 150 kpa



RISULTATI DELLA PROVA		
Modulo di deformazione Md <sub>1</sub> (1° ciclo)	13489,21 kpa	137,55 kg/cm <sup>2</sup>
Modulo di deformazione Md <sub>2</sub> (2° ciclo)	29013,54 kpa	29585 kg/cm <sup>2</sup>
Md <sub>2</sub> /Md <sub>1</sub>	2,15 kpa	

#### 4.6.5. Analisi geotecniche di laboratorio

I risultati delle analisi geotecniche di laboratorio sono riportati in dettaglio nel certificato allegato al presente report (*Allegato n. 3*) e di seguito riassunti:

**CAMPIONE PZ6 0,5-0,7 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	3,69%
Sabbia g.	2-4,75	1,21%
Sabbia m.	0,425-2	9,89%
Sabbia f.	0,075-0,425	46,06%
Limo	0,005-0,075	24,40%
Argilla	<0,005	14,76%

<b>CLASSIFICAZIONE ASTM</b>	<b>SM</b>
-----------------------------	-----------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	26%
Limite plastico (WP)	NP
Indice di plasticità (IP)	ND

**CAMPIONE PZ6 1,2-1,5 m**

GRANULOMETRIA		
Descrizione	Dimensioni dei grani (mm)	Percentuale passante
Ghiaia g.	19-75	0,00%
Ghiaia f.	4,75-19,0	1,28%
Sabbia g.	2-4,75	0,46%
Sabbia m.	0,425-2	4,72%
Sabbia f.	0,075-0,425	55,78%
Limo	0,005-0,075	25,99%
Argilla	<0,005	11,77%

<b>CLASSIFICAZIONE ASTM</b>	<b>SM</b>
-----------------------------	-----------

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite liquido (WL)	21%
Limite plastico (WP)	NP
Indice di plasticità (IP)	ND

**4.6.6. Analisi chimiche di laboratorio**

I risultati delle analisi di laboratorio sono riportati in dettaglio nei certificati allegati al presente report (*Allegato n. 4*) e riassunti nelle tabelle seguenti.

ANALITA	CAMPIONE								CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43		
	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	-0,5m	1,2-1,5m	1,2-1,5m		
	VALORE (mg/kg)									
Umidità	18,86%	19,19%	20,48%	19,63%	18,81%	16,90%	19,2%	14,3%		
Sottov. 2mm	5,47%	9,60%	18,1%	13,2%	12,8%	14,8%	70,1%	57,9%		
Arsenico	11,4	11,7	10,5	12,6	16,5	13,5	8,38	5,47	20	50
Cadmio	<0,5	0,53	0,54	0,63	0,67	0,56	0,98	0,71	2	15
Cobalto	8,42	9,51	8,21	9,00	10,5	9,31	6,97	4,71	20	250
Cromo totale	38,9	51,2	45,6	61,7	54,7	53,7	39,8	25,2	150	800
Cromo VI	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,24	0,25	2	15
Mercurio	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	5
Nichel	34,2	37,7	36,4	42,7	45,2	40,7	29,4	20,5	120	500
Piombo	13,6	10,9	25,2	27,6	28,8	24,8	6,81	5,05	100	1000
Rame	17,0	22,1	30,4	42,2	32,4	23,6	10,8	7,89	120	600
Zinco	48,5	55,4	107	143	106	71,2	35	25,4	150	1500
Amianto totale	-	-	-	-	-	-	<1000	-	1000	1000
Idrocarburi C>12	<10	33,5	12,9	10,6	28,9	16,8	<10	<10	50	750
Benzene	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	0,1	2
Toluene	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	0,5	50

<i>Etilbenzene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	<b>0,5</b>	<b>50</b>
<i>Xilene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	<b>0,5</b>	<b>50</b>
<i>Stirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,1	-	<b>0,5</b>	<b>50</b>
<i>Benzo(a)antracene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,5</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(a)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,5</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,5</b>	<b>10</b>
<i>Benzo(g,h,l)perilene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Crisene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>5</b>	<b>50</b>
<i>Dibenzo(a,e)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,l)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,i)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,h)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>10</b>
<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>0,1</b>	<b>5</b>
<i>Pirene</i>	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	<b>5</b>	<b>50</b>
<i>Somma IPA</i>	-	-	-	-	-	-	<1	-	<b>10</b>	<b>100</b>

ANALITA	CAMPIONE					CSC (Colonna A)	CSC (Colonna B)
	P44	P45	P46	P47	P48		
	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0	0,7-1,0		
	VALORE (mg/kg)						
<i>Umidità</i>	17,7%	20,8	18,9%	20,2%	17,2%		
<i>Sottov. 2mm</i>	31,8%	60,8	60,9%	61,8%	60,4%		
<i>Arsenico</i>	11,9	13,9	11,7	13,1	7,02	<b>20</b>	<b>50</b>
<i>Cadmio</i>	1,32	1,50	1,17	1,09	0,72	<b>2</b>	<b>15</b>
<i>Cobalto</i>	7,91	9,13	7,91	7,39	5,26	<b>20</b>	<b>250</b>
<i>Cromo totale</i>	56,3	47,6	47,4	44,2	24,2	<b>150</b>	<b>800</b>
<i>Cromo VI</i>	0,20	0,21	0,21	0,20	0,24	<b>2</b>	<b>15</b>
<i>Mercurio</i>	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<b>1</b>	<b>5</b>
<i>Nichel</i>	34,5	39,2	33,8	33,8	23,4	<b>120</b>	<b>500</b>
<i>Piombo</i>	24,8	27,5	14,8	12,3	6,28	<b>100</b>	<b>1000</b>
<i>Rame</i>	29,0	29,5	20,2	15,1	8,76	<b>120</b>	<b>600</b>
<i>Zinco</i>	107	103	59,5	43,8	28,1	<b>150</b>	<b>1500</b>
<i>Amianto totale</i>				<1000		<b>1000</b>	<b>1000</b>
<i>Idrocarburi C&gt;12</i>	<10		<10	<10	<10	<b>50</b>	<b>750</b>
<i>Benzene</i>				<0,05		<b>0,1</b>	<b>2</b>
<i>Toluene</i>				<0,1		<b>0,5</b>	<b>50</b>

Etilbenzene				<0,1		0,5	50
Xilene				<0,1		0,5	50
Stirene				<0,1		0,5	50
Benzo(a)antracene				<0,05		0,5	10
Benzo(a)pirene				<0,05		0,1	10
Benzo(b)fluorantene				<0,05		0,5	10
Benzo(k)fluorantene				<0,05		0,5	10
Benzo(g,h,l)perilene				<0,05		0,1	10
Crisene				<0,05		5	50
Dibenzo(a,e)pirene				0,05		0,1	10
Dibenzo(a,l)pirene				<0,05		0,1	10
Dibenzo(a,i)pirene				0,06		0,1	10
Dibenzo(a,h)pirene				0,05		0,1	10
Dibenzo(a,h)antracene				<0,05		0,1	10
Indeno(1,2,3-cd)pirene				<0,05		0,1	5
Pirene				<0,05		5	50
Somma IPA				<1		10	100

Sulla base dei risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno **NON SI RICONTRANO SUPERAMENTI DELLE CSC** (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna A) né tanto meno per siti ad uso commerciale, industriale (Allegato 5, Tabella 1, Colonna B).

#### 4.6.7. Stratigrafie di dettaglio

Il prelievo dei campioni di terreno per le analisi chimiche di laboratorio e per le analisi geotecniche di laboratorio, nonché l'esecuzione della prova infiltrometrica e di carico su piastra, sono stati possibili grazie l'apertura di trincee esplorative mediante uso di escavatore. L'apertura delle trincee ha permesso quindi anche la presa visione della stratigrafia dei terreni attraversati. Le stratigrafie di dettaglio sono allegate al presente report (*Allegato n. 5*) e riassunte di seguito.

PZ6			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa.
2	0,4	0,9	Sabbia limosa scura con rari clasti e frammenti di mattoni.
3	0,9	1,5	Sabbia limosa massiva di colore marrone.

P36			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,1	Sabbia grossolana.
2	0,1	0,5	Limo debolmente sabbioso con clasti.
3	0,5	1,6	Limo con rari clasti.

P37			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,1	Sabbia grossolana limosa.
2	0,1	1,8	Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti da millimetrici a c.ca 10cm.

P38			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,15	Limo sabbioso.
2	0,15	1,6	Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti millimetrici.

P39			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,05	Sabbia grossolana.
2	0,05	0,3	Limo sabbioso.
3	0,3	1,0	Limo debolmente sabbioso.
4	1,0	1,6	Limo.

P40			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso.
2	0,4	1,5	Limo debolmente sabbioso passante verso il basso a limo.

P41			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Limo sabbioso e/o sabbia limosa (terreno vegetale).
2	0,4	1,6	Limo debolmente sabbioso.

P42			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,6	Sabbia debolmente limosa.
2	0,6	1,5	Sabbia debolmente limosa massiva, di colore marrone.

P43			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia limosa scura con rari ciottoli di dimensioni inferiori a 1 cm. Coltivo.
2	0,4	1,5	Sabbia massiva debolmente limosa, di colore marrone.



P44			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia fine debolmente limosa. Coltivo.
2	0,4	1,5	Sabbia debolmente limosa, di colore marrone. Occasional frammenti di mattone.

P45			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,4	Sabbia fine debolmente limosa. Coltivo.
2	0,4	1,2	Sabbia fine debolmente limosa. Rare screziature millimetriche arrossate. Verso il basso diventa più limosa
3	1,2	1,5	Sabbia limosa con qualche raro ciottolo, più limosa negli ultimi 20 cm

P46			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,3	Sabbia debolmente limosa di colore scuro.
2	0,3	1,0	Sabbia debolmente limosa di colore marrone.

P47			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Sabbia fine debolmente limosa.
2	0,5	1,0	Sabbia massiva debolmente limosa, compatta.

P48			
Strato	Profondità (m)		Descrizione
	da	a	
1	0,0	0,5	Sabbia debolmente limosa di colore scuro con rari ciottoli.
2	0,5	1,0	Sabbia fine debolmente limosa, di colore marrone.

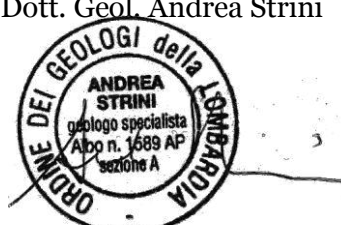
Varese, dicembre 2016

**GeoSFerA**

Studio Associato di Geologia

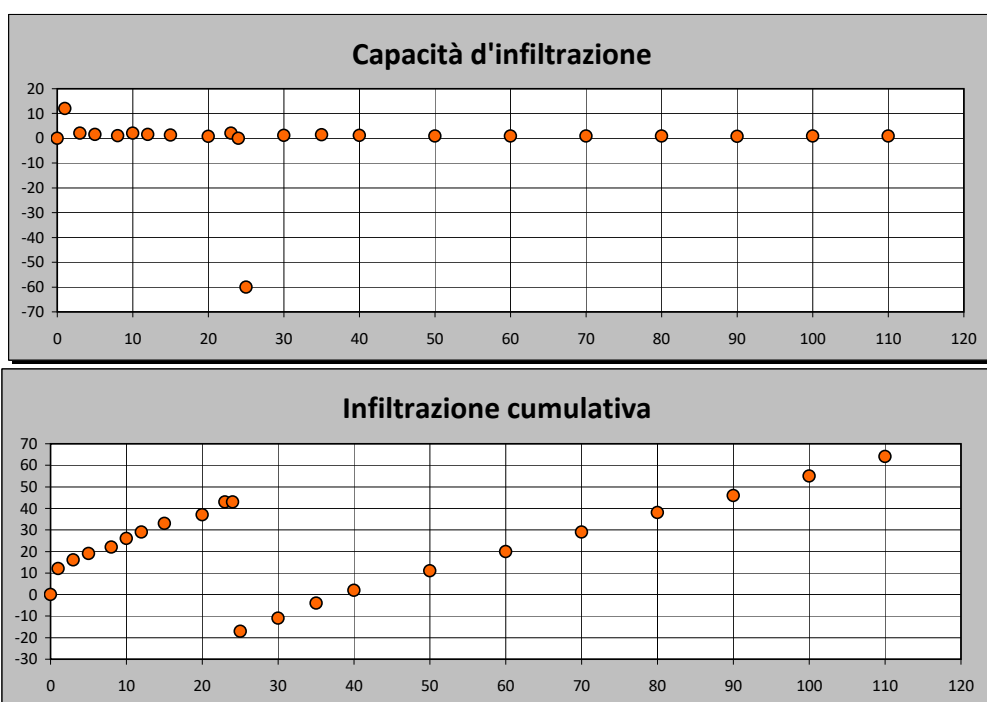
Dott. Geol. Ferruccio Tomasi

Dott. Geol. Andrea Strini



## **ALLEGATO 1 – Rapporti di prove infiltometriche**

tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
10:10:00	140	0	0	0	0	0
10:11:00	152	1	1	12	12	12
10:13:00	156	3	2	4	2	16
10:15:00	159	5	2	3	1,5	19
10:18:00	162	8	3	3	1	22
10:20:00	166	10	2	4	2,00	26
10:22:00	169	12	2	3	1,50	29
10:25:00	173	15	3	4	1,33	33
10:30:00	177	20	5	4	0,8	37
10:33:00	183	23	3	6	2	43
10:34:00	183	24	1	0	0	43
10:35:00	123	25	1	-60	-60	-17
10:40:00	129	30	5	6	1,2	-11
10:45:00	136	35	5	7	1,4	-4
10:50:00	142	40	5	6	1,2	2
11:00:00	151	50	10	9	0,9	11
11:10:00	160	60	10	9	0,9	20
11:20:00	169	70	10	9	0,9	29
11:30:00	178	80	10	9	0,9	38
11:40:00	186	90	10	8	0,8	46
11:50:00	195	100	10	9	0,9	55
12:00:00	204	110	10	9	0,9	64

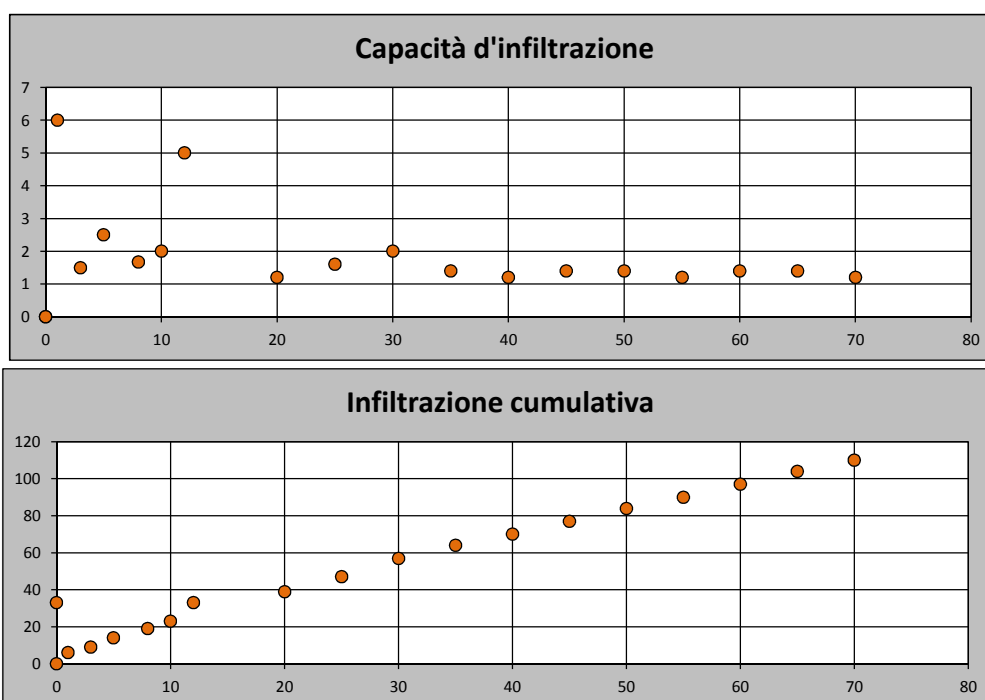


**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE**

**0,90 mm/min**



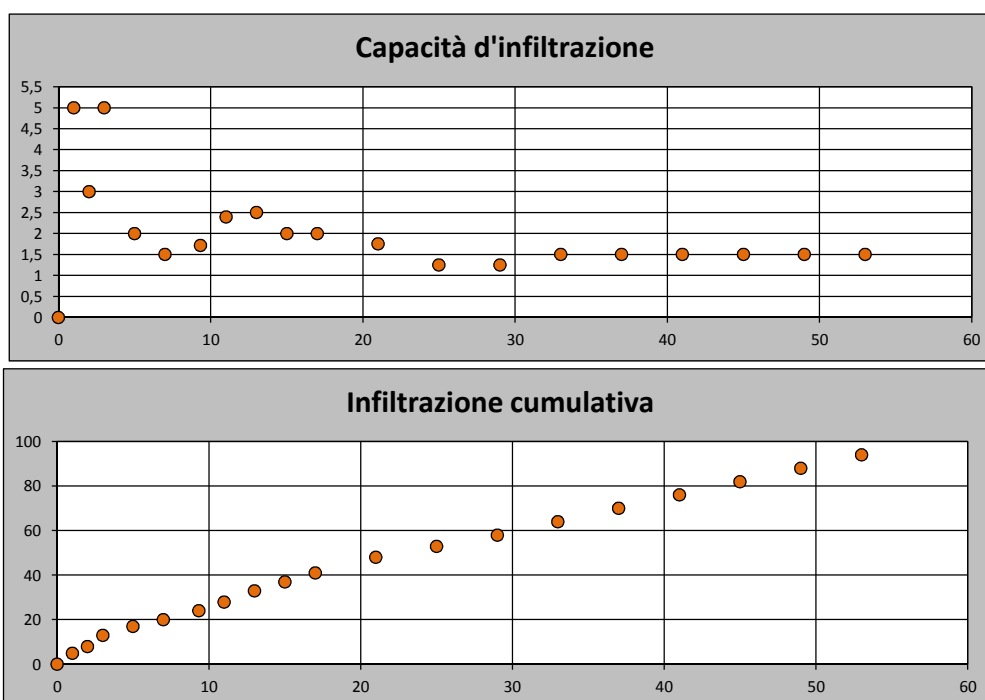
tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
14:38:00	154	0	0	0	0	0
14:39:30	160	1	1	6	6	6
14:41:00	163	3	2	3	1,5	9
14:43:00	168	5	2	5	2,5	14
14:45:30	173	8	3	5	1,66666667	19
14:48:00	177	10	2	4	2,00	23
14:53:00	187	12	2	10	5,00	33
14:55:00	121	0	2	0	0,00	33
14:58:00	127	20	5	6	1,2	39
15:03:00	135	25	5	8	1,6	47
15:08:00	145	30	5	10	2	57
15:13:00	152	35	5	7	1,4	64
15:18:00	158	40	5	6	1,2	70
15:23:00	165	45	5	7	1,4	77
15:28:00	172	50	5	7	1,4	84
15:33:00	178	55	5	6	1,2	90
15:38:00	185	60	5	7	1,4	97
15:43:00	192	65	5	7	1,4	104
15:48:00	198	70	5	6	1,2	110



**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE**

**1,30 mm/min**

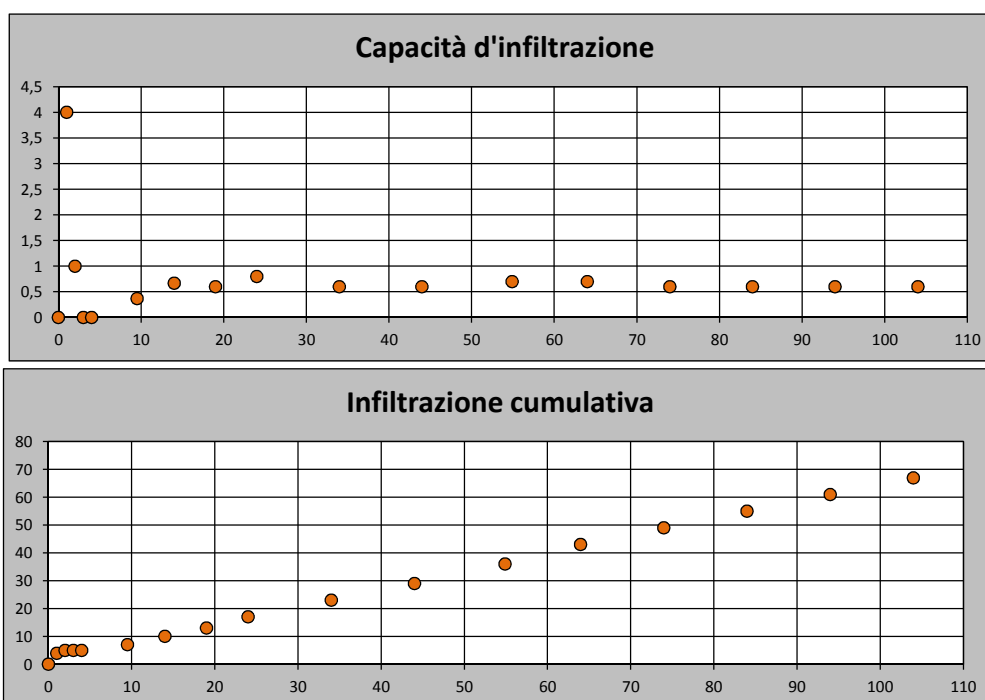
tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
10:07:10	90	0	0	0	0	0
10:08:10	95	1	1	5	5	5
10:09:10	98	2	1	3	3	8
10:10:10	103	3	1	5	5	13
10:12:10	107	5	2	4	2	17
10:14:10	110	7	2	3	1,50	20
10:16:30	114	9,33	2,33	4	1,72	24
10:18:10	118	11	1,67	4	2,40	28
10:20:10	123	13	2	5	2,5	33
10:22:10	127	15	2	4	2	37
10:24:10	131	17	2	4	2	41
10:28:10	138	21	4	7	1,75	48
10:32:10	143	25	4	5	1,25	53
10:36:10	148	29	4	5	1,25	58
10:40:10	154	33	4	6	1,5	64
10:44:10	160	37	4	6	1,5	70
10:48:10	166	41	4	6	1,5	76
10:52:10	172	45	4	6	1,5	82
10:56:10	178	49	4	6	1,5	88
11:00:10	184	53	4	6	1,5	94



**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE**

**1,50 mm/min**

tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
13:56:00	120	0	0	0	0	0
13:57:00	124	1	1	4	4	4
13:58:00	125	2	1	1	1	5
13:59:00	125	3	1	0	0	5
14:00:00	125	4	1	0	0	5
14:05:30	127	9,5	5,5	2	0,36	7
14:10:00	130	14	4,5	3	0,67	10
14:15:00	133	19	5	3	0,6	13
14:20:00	137	24	5	4	0,8	17
14:30:00	143	34	10	6	0,6	23
14:40:00	149	44	10	6	0,6	29
14:50:00	156	54,9	10	7	0,7	36
15:00:00	163	64	10	7	0,7	43
15:10:00	169	74	10	6	0,6	49
15:20:00	175	84	10	6	0,6	55
15:30:00	181	94	10	6	0,6	61
15:40:00	187	104	10	6	0,6	67

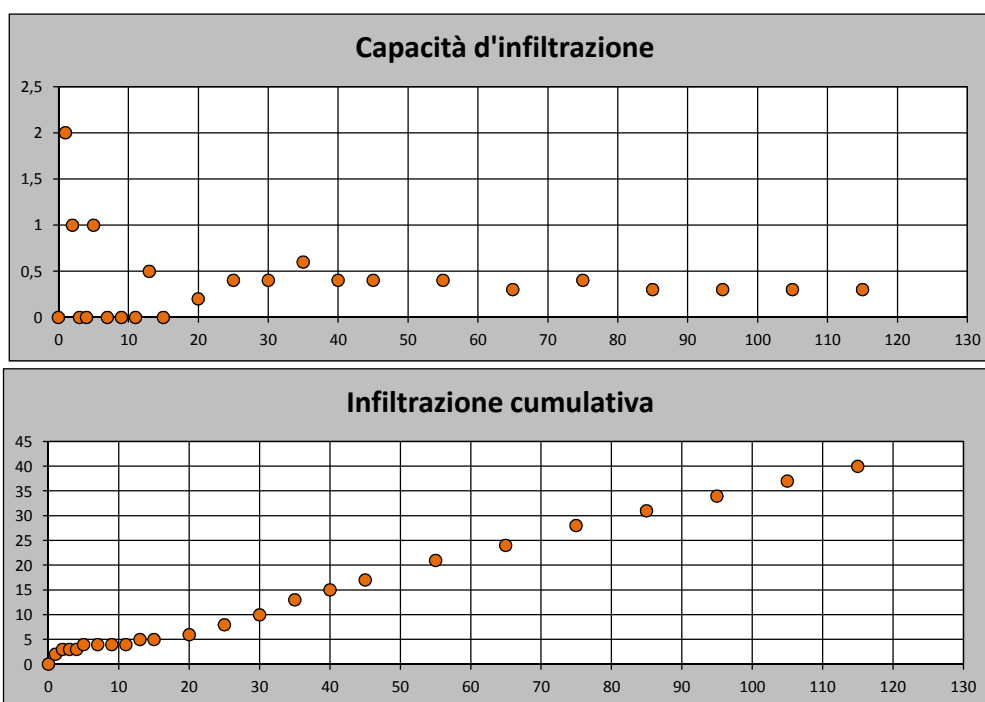


**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE**

**0,60 mm/min**



tempo (ore min sec)	livello acqua (mm)	tempo cumulativo (min)	intervallo di tempo (min)	infiltrazione (mm)	capacità d'infiltrazione (mm/min)	infiltrazione cumulativa (mm)
10:22:30	117	0	0	0	0	0
10:23:30	119	1	1	2	2	2
10:24:30	120	2	1	1	1	3
10:25:30	120	3	1	0	0	3
10:26:30	120	4	1	0	0	3
10:27:30	121	5	1	1	1	4
10:29:30	121	7	2	0	0	4
10:31:30	121	9	2	0	0	4
10:33:30	121	11	2	0	0	4
10:35:30	122	13	2	1	0,5	5
10:37:30	122	15	2	0	0	5
10:42:30	123	20	5	1	0,2	6
10:47:30	125	25	5	2	0,4	8
10:52:30	127	30	5	2	0,4	10
10:57:30	130	35	5	3	0,6	13
11:02:30	132	40	5	2	0,4	15
11:07:30	134	45	5	2	0,4	17
11:17:30	138	55	10	4	0,4	21
11:27:30	141	65	10	3	0,3	24
11:37:30	145	75	10	4	0,4	28
11:47:30	148	85	10	3	0,3	31
11:57:30	151	95	10	3	0,3	34
12:07:30	154	105	10	3	0,3	37
12:17:30	157	115	10	3	0,3	40



**CAPACITA' D'INFILTRAZIONE**

**0,30 mm/min**

## **ALLEGATO 2 – RAPPORTI DI PROVE DI CARICO SU PIASTRA**

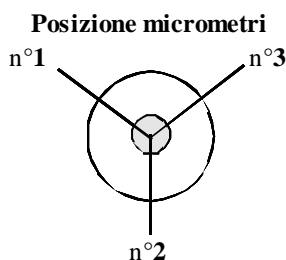
## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>1_Pz 01</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.250
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	25.25	21.38	23.12	23.250
1	25.25	21.38	23.12	23.250
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.250

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	24.57	20.93	22.57	22.690
2	24.55	20.92	22.56	22.677
3				
Cedimento finale medio				-0.573

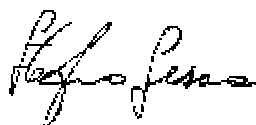
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.53	20.04	21.62	21.730
2	23.51	20.02	21.60	21.710
3				
Cedimento finale medio				-1.540

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	22.11	18.67	20.27	20.350
2	22.09	18.65	20.25	20.330
3				
Cedimento finale medio				-2.920

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	19.90	17.52	18.12	18.513
2	19.88	17.50	18.10	18.493
3				
Cedimento finale medio				-4.757

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.250

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>1_Pz 01</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE

#### 2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.83	17.44	18.95	19.073
2	20.83	17.44	18.95	19.073
3				
Cedimento finale medio				-4.177

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.62	17.19	18.72	18.843
2	20.61	17.19	18.71	18.837
3				
Cedimento finale medio				-4.413

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.21	16.83	18.41	18.483
2	20.19	16.81	18.39	18.463
3				
Cedimento finale medio				-4.787

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.250

### TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-0.573
100	-1.540
150	-2.920
200	-4.757
50	-4.177
100	-4.413
150	-4.787

**EUROGEO S.R.L.**  
*Dr. Antonio Longhi*

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

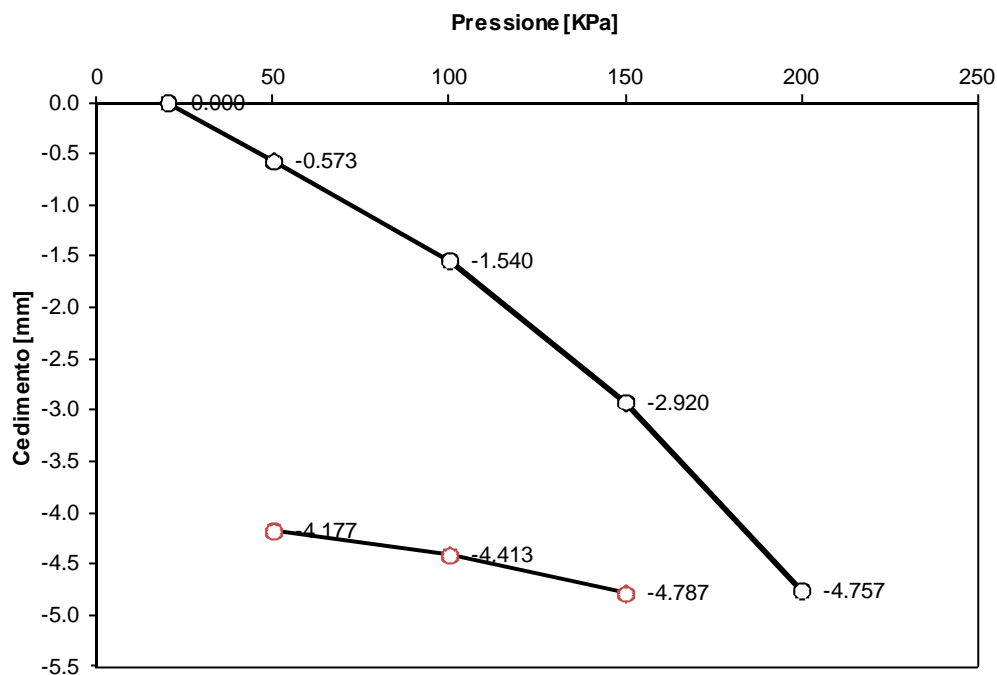
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>1_Pz 01</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	<b>Terreno Naturale</b>
STRATO ESECUZIONE PROVA	<b>sottofondo</b>
INTERVALLO CALCOLO $Md_1$ e $Md_2$	<b>50 - 150 Kpa</b>



### RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>MODULO DI DEFORMAZIONE <math>Md_1</math> (1° ciclo)</b>	<b>12782.28</b>	<b>130.34</b>
<b>MODULO DI DEFORMAZIONE <math>Md_2</math> (2° ciclo)</b>	<b>49180.33</b>	<b>501.49</b>
<b><math>Md_2 / Md_1</math></b>	<b>3.85</b>	

.....

.....

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>1_Pz 01</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### FOTO PROVA



**Note:**

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

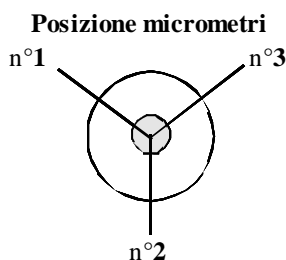
## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>2 Pz 02</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	24.683
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	24.30	25.00	24.78	24.693
1	24.28	24.99	24.78	24.683
2				
3				
4				
Lettura finale media				24.683

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.42	24.31	24.53	24.087
2	23.40	24.30	24.53	24.077
3				
Cedimento finale medio				-0.606

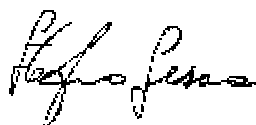
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	22.28	23.33	24.12	23.243
2	22.27	23.31	24.11	23.230
3				
Cedimento finale medio				-1.453

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	21.36	22.51	23.56	22.477
2	21.35	22.50	23.55	22.467
3				
Cedimento finale medio				-2.216

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.53	21.63	22.86	21.673
2	20.51	21.61	22.84	21.653
3				
Cedimento finale medio				-3.030

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.683

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana



## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>2 Pz 02</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE

#### 2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.94	22.14	23.29	22.123
2	20.94	22.14	23.29	22.123
3				
Cedimento finale medio				-2.560

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.83	22.04	23.19	22.020
2	20.82	22.02	23.18	22.007
3				
Cedimento finale medio				-2.676

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.64	21.78	23.01	21.810
2	20.63	21.77	23.00	21.800
3				
Cedimento finale medio				-2.883

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.683

### TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-0.606
100	-1.453
150	-2.216
200	-3.030
50	-2.560
100	-2.676
150	-2.883

**EUROGEO S.R.L.**  
*Dr. Antonio Longhi*

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

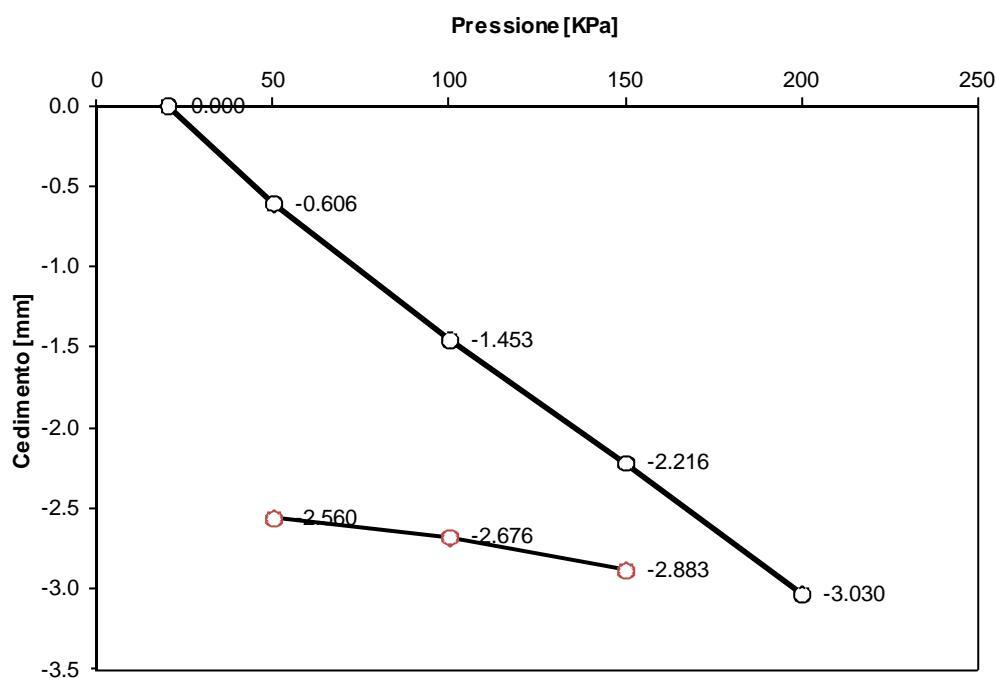
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>2_Pz 02</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO $Md_1$ e $Md_2$	50 - 150 Kpa



### RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_1$ (1° ciclo)	18633.54	190.01
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_2$ (2° ciclo)	92879.26	947.09
$Md_2 / Md_1$	4.98	

.....

.....

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>2_Pz 02</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	25/10/16
LOC.	Vertemate CO

### FOTO PROVA



**Note:**

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

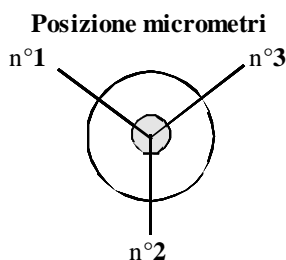
## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>3 Pz 03</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.703
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	23.62	23.55	24.00	23.723
1	23.60	23.53	23.98	23.703
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.703

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	22.66	22.51	22.83	22.667
2	22.64	22.49	22.81	22.647
3				
Cedimento finale medio				-1.056

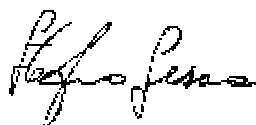
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.46	20.36	20.43	20.417
2	20.44	20.34	20.41	20.397
3				
Cedimento finale medio				-3.306

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	13.28	13.38	12.02	12.893
2	13.26	13.36	12.00	12.873
3				
Cedimento finale medio				-10.830

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	3.68	3.60	2.56	3.280
2	3.44	3.39	2.40	3.077
3				
Cedimento finale medio				-20.626

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.703

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>3_Pz 03</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE

#### 2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	6.08	5.95	5.88	5.970
2	6.08	5.97	5.90	5.983
3				
Cedimento finale medio				-17.720

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	5.32	5.67	5.56	5.517
2	5.09	5.35	5.30	5.247
3				
Cedimento finale medio				-18.456

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	3.82	4.29	4.88	4.330
2	3.82	4.29	4.87	4.327
3				
Cedimento finale medio				-19.376

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.703

### TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-1.056
100	-3.306
150	-10.830
200	-20.626
50	-17.720
100	-18.456
150	-19.376

**EUROGEO S.R.L.**  
*Dr. Antonio Longhi*

Direttore:

Dott. Geol. A. Longhi

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

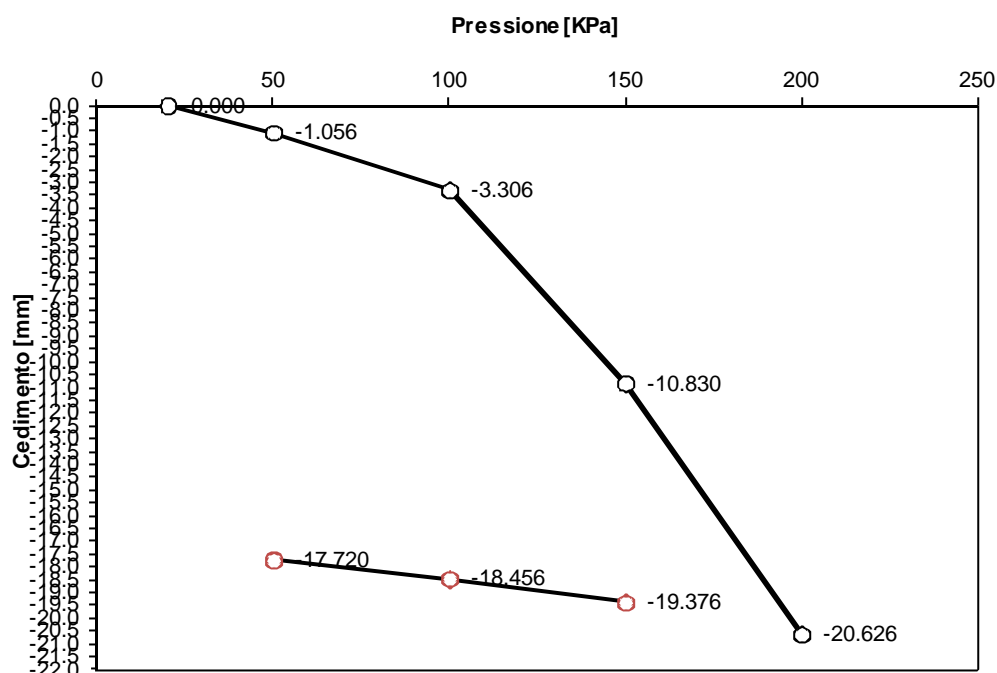
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>3_Pz 03</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

### GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO $Md_1$ e $Md_2$	50 - 150 Kpa



### RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_1$ (1° ciclo)	3069.37	31.30
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_2$ (2° ciclo)	18115.94	184.73
$Md_2 / Md_1$	5.90	

.....

.....

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>3_Pz 03</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	27/10/16
LOC.	Vertemate CO

### FOTO PROVA



**Note:**

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .



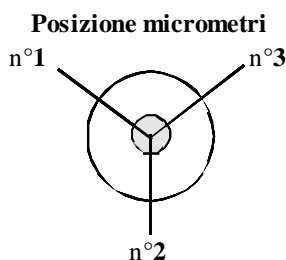
## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	5 Pz 04
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Cantù Asnago CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.493
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	25.20	22.69	22.59	23.493
1	25.20	22.69	22.59	23.493
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.493

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	24.62	21.54	21.31	22.490
2	24.61	21.52	21.29	22.473
3				
Cedimento finale medio				-1.020

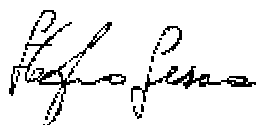
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.47	19.85	19.31	20.877
2	23.45	19.83	19.29	20.857
3				
Cedimento finale medio				-2.636

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.96	18.12	17.28	18.787
2	20.94	18.10	17.26	18.767
3				
Cedimento finale medio				-4.726

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.19	16.23	15.22	17.213
2	20.17	16.21	15.20	17.193
3				
Cedimento finale medio				-6.300

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.493

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>5_Pz 04</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	28/10/16
LOC.	Cantù Asnago CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE

#### 2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	21.15	17.19	16.25	18.197
2	21.15	17.19	16.25	18.197
3				
Cedimento finale medio				-5.296

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.90	16.98	15.99	17.957
2	20.89	16.98	15.98	17.950
3				
Cedimento finale medio				-5.543

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.49	16.56	15.56	17.537
2	20.48	16.54	15.54	17.520
3				
Cedimento finale medio				-5.973

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.493

### TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-1.020
100	-2.636
150	-4.726
200	-6.300
50	-5.296
100	-5.543
150	-5.973

**EUROGEO S.R.L.**  
*Dr. Antonio Longhi*

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

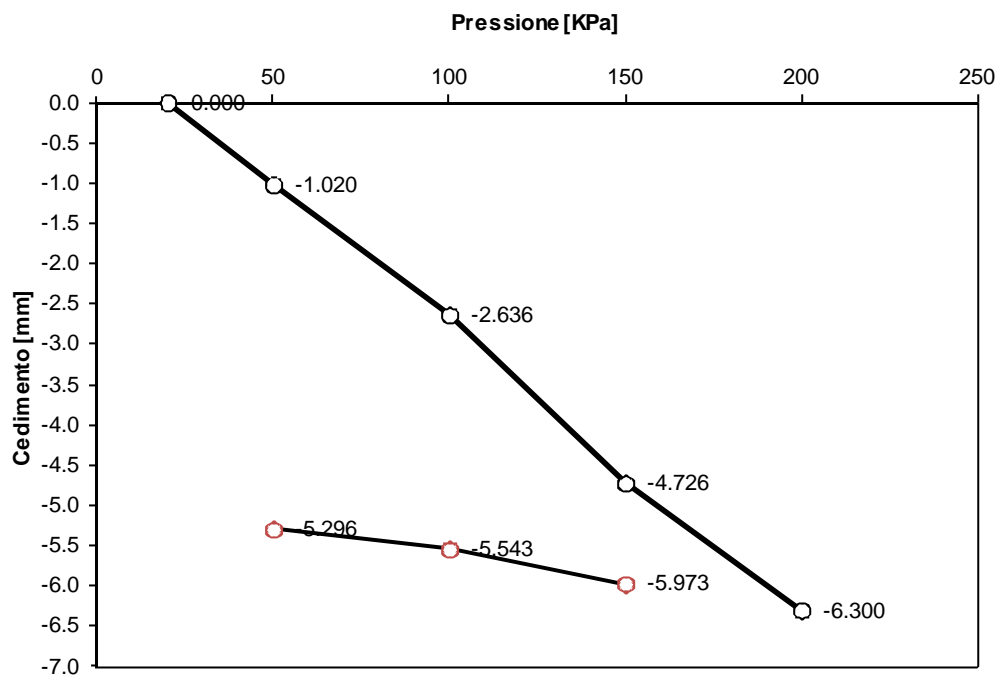
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	5_Pz 04
Prof. (m da p.c.)	0.3

DATA	28/10/16
LOC.	Cantù Asnago CO

### GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottotondo
INTERVALLO CALCOLO $Md_1$ e $Md_2$	50 - 150 Kpa



### RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_1$ (1° ciclo)	8094.98	82.54
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_2$ (2° ciclo)	44313.15	451.86
$Md_2 / Md_1$	5.47	

.....

.....

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>5_Pz 04</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	28/10/16
LOC.	ntù Asnago C

### FOTO PROVA



**Note:**

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

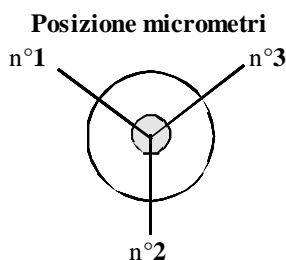
## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>4 Pz 05</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	23.897
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	
0	23.99	24.67	23.08	23.913
1	23.96	24.66	23.07	23.897
2				
3				
4				
Lettura finale media				23.897

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	22.48	23.99	22.24	22.903
2	22.46	23.97	22.22	22.883
3				
Cedimento finale medio				-1.014

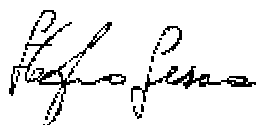
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	20.28	22.78	20.76	21.273
2	20.27	22.77	20.74	21.260
3				
Cedimento finale medio				-2.637

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	17.82	20.66	18.70	19.060
2	17.80	20.64	18.68	19.040
3				
Cedimento finale medio				-4.857

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	13.15	15.91	14.78	14.613
2	13.13	15.89	14.76	14.593
3				
Cedimento finale medio				-9.304

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.897

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>4_Pz 05</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE

#### 2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	15.07	18.00	16.68	16.583
2	15.07	18.00	16.68	16.583
3				
Cedimento finale medio				-7.314

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	14.42	17.34	5.56	12.440
2	14.40	17.32	16.08	15.933
3			16.06	
Cedimento finale medio				-7.964

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	13.62	16.47	15.31	15.133
2	13.61	16.46	15.30	15.123
3				
Cedimento finale medio				-8.774

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-23.897

### TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-1.014
100	-2.637
150	-4.857
200	-9.304
50	-7.314
100	-7.964
150	-8.774

**EUROGEO S.R.L.**  
*Dr. Antonio Longhi*

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

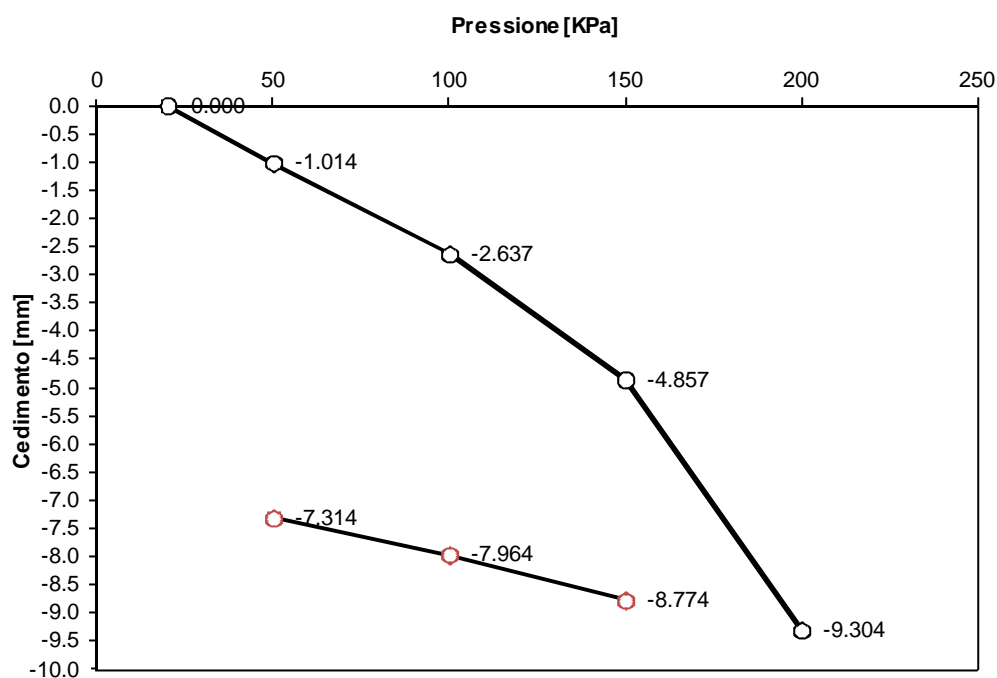
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>4_Pz 05</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

### GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	Terreno Naturale
STRATO ESECUZIONE PROVA	sottofondo
INTERVALLO CALCOLO $Md_1$ e $Md_2$	50 - 150 Kpa



### RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_1$ (1° ciclo)	7806.40	79.60
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_2$ (2° ciclo)	20547.95	209.53
$Md_2 / Md_1$	2.63	

.....

.....



## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>4_Pz 05</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	28/10/16
LOC.	Carimate CO

### FOTO PROVA



#### Note:

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

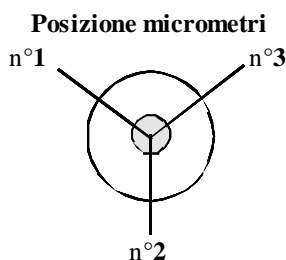
## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>6_Pz 06</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE



Zero inizio prova	24.330
-------------------	--------

Precarico - PRESSIONE 20 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
0	23.90	24.97	24.12	24.330
1	23.90	24.97	24.12	24.330
2				
3				
4				
Lettura finale media				24.330

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	23.16	24.43	23.65	23.747
2	23.14	24.41	23.63	23.727
3				
Cedimento finale medio				-0.603

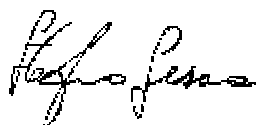
PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	21.73	23.57	22.86	22.720
2	21.70	23.55	22.85	22.700
3				
Cedimento finale medio				-1.630

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	20.98	22.81	20.77	21.520
2	20.96	22.80	20.75	21.503
3				
Cedimento finale medio				-2.827

PRESSIONE 200 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1	18.25	20.82	20.51	19.860
2	18.23	20.81	20.48	19.840
3				
Cedimento finale medio				-4.490

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
mm	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.330

Operatore:



Dott. Geol. S. Sesana

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>6_Pz 06</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

### TABELLA LETTURE DI CANTIERE

#### 2° CICLO DI CARICO

PRESSIONE 50 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	19.84	22.98	21.77	21.530
2	19.83	22.98	21.77	21.527
3				
Cedimento finale medio				-2.803

PRESSIONE 100 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	19.20	22.60	21.27	21.023
2	19.18	22.59	21.26	21.010
3				
Cedimento finale medio				-3.320

PRESSIONE 150 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1	18.58	22.16	20.77	20.503
2	18.57	22.15	20.76	20.493
3				
Cedimento finale medio				-3.837

PRESSIONE 000 Kpa				
Tempo	micrometri			
min	1	2	3	Media
	mm	mm	mm	mm
1				0.000
2				0.000
3				
Cedimento finale medio				-24.330

### TABELLA RIASSUNTIVA PRESSIONE - CEDIMENTO

Pressione KPa	Cedimento mm
20	0.000
50	-0.603
100	-1.630
150	-2.827
200	-4.490
50	-2.803
100	-3.320
150	-3.837

**EUROGEO S.R.L.**  
*Dr. Antonio Longhi*

Direttore: **Dott. Geol. A. Longhi**

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

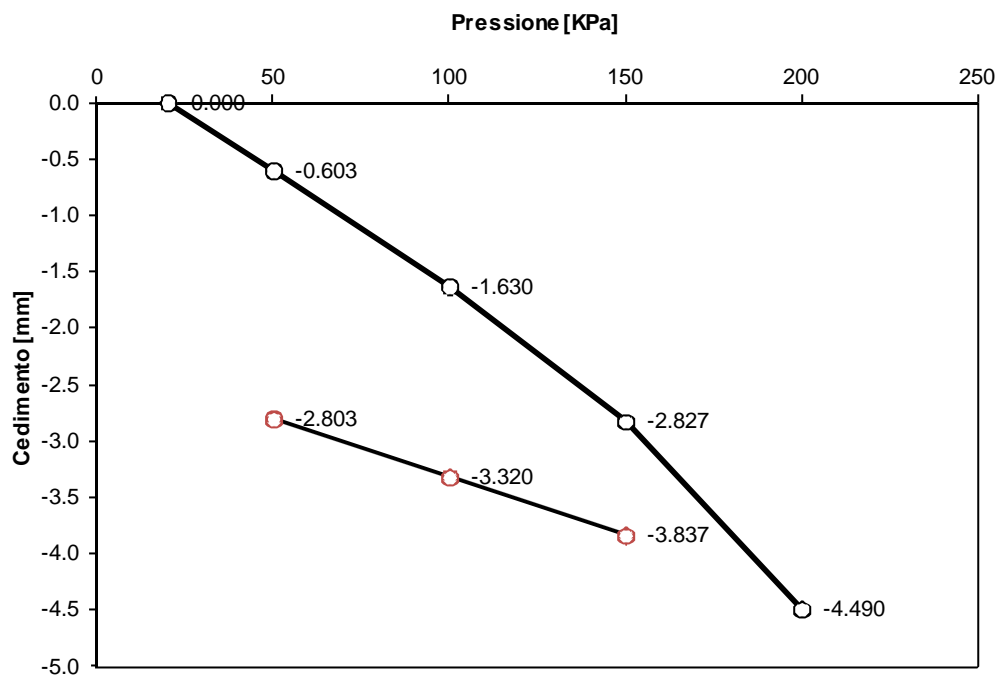
Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>6_Pz 06</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

### GRAFICO PRESSIONE - CEDIMENTO

TIPOLOGIA TERRENO	<b>Terreno Naturale</b>
STRATO ESECUZIONE PROVA	<b>sottofondo</b>
INTERVALLO CALCOLO $Md_1$ e $Md_2$	<b>50 - 150 Kpa</b>



### RISULTATI DELLA PROVA

	Kpa	Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_1$ (1° ciclo)	<b>13489.21</b>	<b>137.55</b>
MODULO DI DEFORMAZIONE $Md_2$ (2° ciclo)	<b>29013.54</b>	<b>295.85</b>
$Md_2 / Md_1$	<b>2.15</b>	

.....

.....

## PROVA DI CARICO SU PIASTRA

Norma CNR 146

Committente:	GEOSFERA
PROVA	<b>6_Pz 06</b>
Prof. (m da p.c.)	<b>0.3</b>

DATA	03/11/16
LOC.	Carimate CO

### FOTO PROVA



**Note:**

Terreno naturale.

Prova eseguita nella posizione ed alla profondità indicata dalla Committenza.

Prova eseguita alla presenza della Committenza .

## **ALLEGATO 3 – RAPPORTI DI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO**



<b>Certificato n.</b> 2083	<b>del</b> 15/11/2016	<b>Accettazione n.</b> 2029	<b>del</b> 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

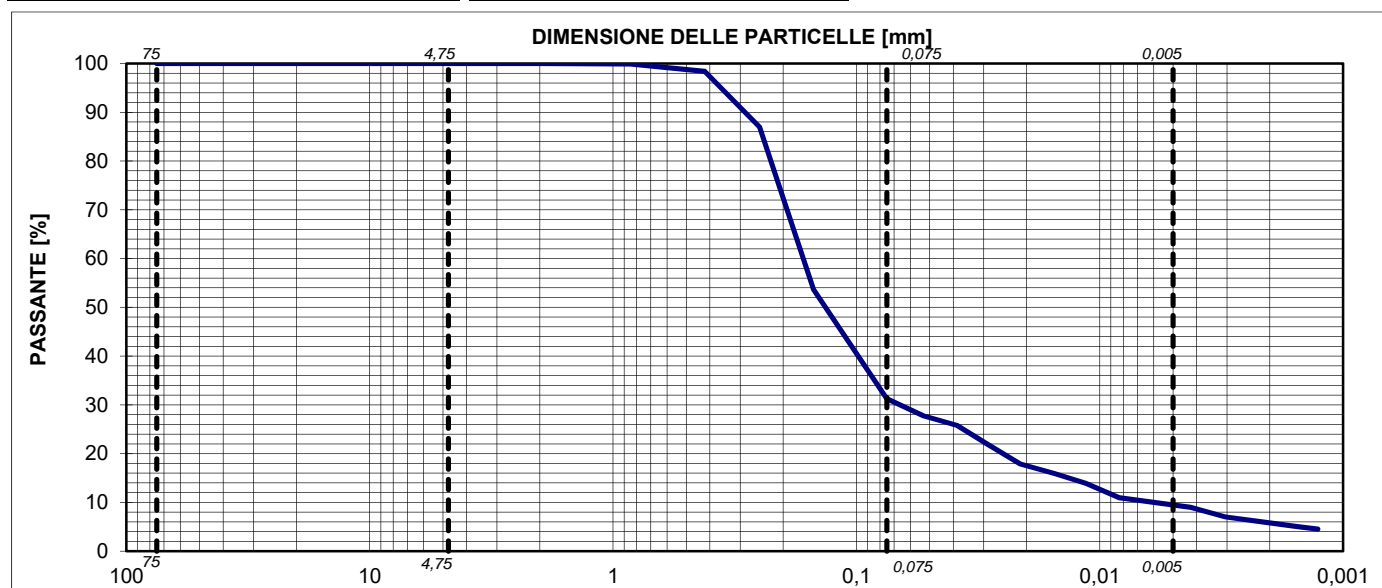
<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	VERTEMATE (CO) - AREA 1		
<b>SONDAGGIO :</b>	PZ1	<b>CAMPIONE:</b>	CR2 IN CLASSE Q3
		<b>PROFONDITA' :</b>	1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1388,6	g	
Diametro massimo	-	mm	
Diametro minimo	-	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	100,00 %
Passante	4,75	No. 4	100,00 %
Passante	2,0	No. 10	99,99 %
Passante	0,850	No. 20	99,89 %
Passante	0,425	No. 40	98,37 %
Passante	0,254	No. 60	86,97 %
Passante	0,150	No. 100	53,65 %
Passante	0,075	No. 200	31,23 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,00	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,01	%
Sabbia m	(0,425-2)	1,62	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	67,14	%
Limo+argilla	(< 0,075)	31,23	%
Limo	(0,005-0,075)	21,80	%
Argilla	(< 0,005)	9,44	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0531	mm	27,76	%
0,0386	mm	25,78	%
0,0287	mm	21,83	%
0,0212	mm	17,88	%
0,0153	mm	15,90	%
0,0114	mm	13,93	%
0,0083	mm	10,96	%
0,0059	mm	9,98	%
0,0042	mm	8,99	%
0,0030	mm	7,01	%
0,0022	mm	6,03	%
0,0015	mm	5,04	%
0,0013	mm	4,54	%
ASTM CLASSIFICATION			
SC			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)		29	%		
Limite Plastico (WP)		22	%		
Indice di Plasticità (IP)		7	%		
Indice di Consistenza (IC)		-	%		
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	22,52	54,61	46,95	31,35	12
	22,89	47,57	42,02	29,01	24
	23,30	54,39	47,59	28,00	34
LP	22,39	33,52	31,48	22,44	-
	22,32	34,32	32,12	22,45	-

N. dei colpi	W (%)
10	31,35
25	22,44



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>





<b>Certificato n.</b> 2082	<b>del</b> 15/11/2016	<b>Accettazione n.</b> 2029	<b>del</b> 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	VERTEMATE (CO) - AREA 1		
<b>SONDAGGIO :</b>	PZ1	<b>CAMPIONE:</b>	CR1 IN CLASSE Q3
		<b>PROFONDITA' :</b>	0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA		
Peso iniziale	1318,3	g
Diametro massimo	20	mm
Diametro minimo	5	mm
Contenuto d'acqua	-	%

	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	99,29	%
Passante	4,75	No. 4	97,79	%
Passante	2,0	No. 10	96,29	%
Passante	0,850	No. 20	93,85	%
Passante	0,425	No. 40	88,72	%
Passante	0,254	No. 60	77,84	%
Passante	0,150	No. 100	58,44	%
Passante	0,075	No. 200	42,13	%

Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	2,21	%
Sabbia g	(2-4,75)	1,50	%
Sabbia m	(0,425-2)	7,57	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	46,59	%
Limo+argilla	(< 0,075)	42,13	%

Limo	(0,005-0,075)	30,77	%
Argilla	(< 0,005)	11,36	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE		
Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm

	Diametro	u.m.	Percentuale	
	0,0539	mm	36,11	%
	0,0405	mm	29,45	%
	0,0293	mm	26,78	%
	0,0215	mm	22,12	%
	0,0155	mm	20,12	%
	0,0115	mm	17,45	%
	0,0084	mm	13,46	%
	0,0060	mm	12,12	%
	0,0043	mm	10,79	%
	0,0031	mm	6,79	%
	0,0022	mm	5,46	%
	0,0016	mm	4,80	%
	0,0013	mm	4,13	%

ASTM CLASSIFICATION	
SM	
AASHTO M 145-82	
-	

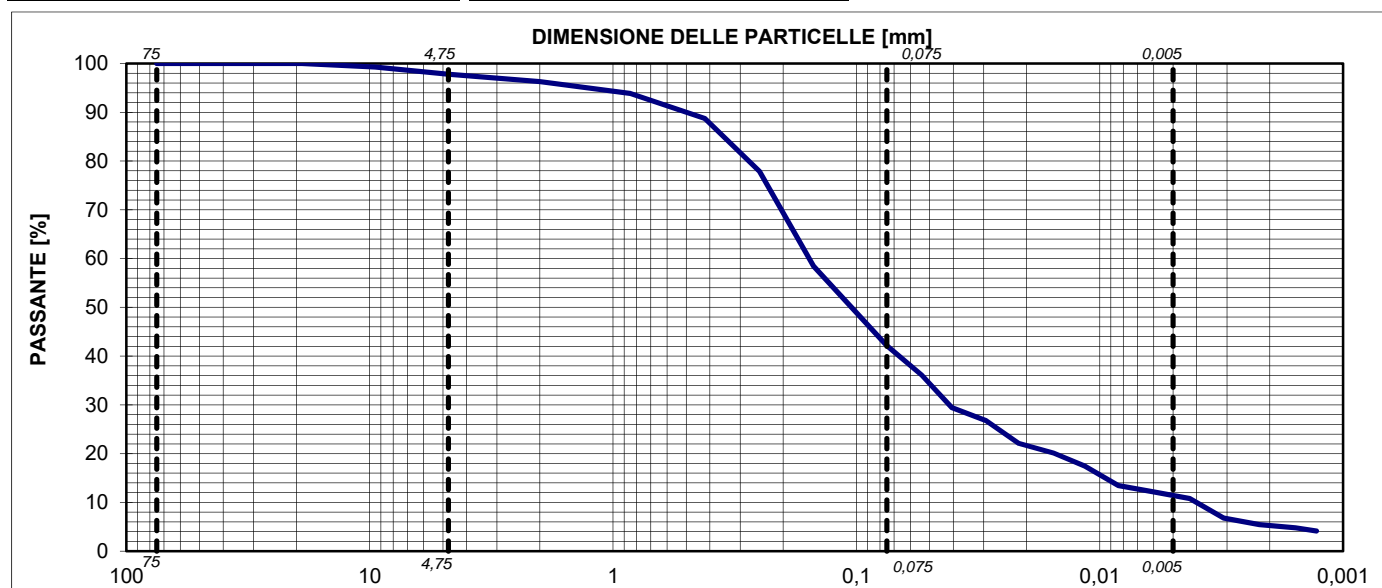
γ <sub>s</sub>	-	Mg/mc
----------------	---	-------

CU	-	-
CC	-	-

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	46	%	
Limite Plastico	(WP)	31	%	
Indice di Plasticità	(IP)	15	%	
Indice di Consistenza	(IC)	-	%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,47	45,40	38,39	46,98	18
	22,78	44,59	37,72	45,98	24
	23,52	42,21	36,39	45,22	33
LP	22,63	33,25	30,71	31,44	-
	23,09	33,77	31,24	31,04	-

N. dei colpi	W (%)
18	46.98
24	45.98



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>



<b>Certificato n.</b> 2085	<b>del</b> 15/11/2016	<b>Accettazione n.</b> 2029	<b>del</b> 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	VERTEMATE (CO) - AREA 2		
<b>SONDAGGIO :</b>	PZ2	<b>CAMPIONE:</b>	CR1 IN CLASSE Q3
		<b>PROFONDITA' :</b>	1,60-1,80 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1502,1	g	
Diametro massimo	15	mm	
Diametro minimo	10	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	99,88 %
Passante	4,75	No. 4	99,86 %
Passante	2,0	No. 10	99,80 %
Passante	0,850	No. 20	99,64 %
Passante	0,425	No. 40	98,82 %
Passante	0,254	No. 60	89,44 %
Passante	0,150	No. 100	48,02 %
Passante	0,075	No. 200	28,64 %
Ghiaia g	(19-75)		0,00 %
Ghiaia f	(4,75-19,0)		0,14 %
Sabbia g	(2-4,75)		0,06 %
Sabbia m	(0,425-2)		0,99 %
Sabbia f	(0,075-0,425)		70,17 %
Limo+argilla	(< 0,075)		28,64 %
Limo	(0,005-0,075)		18,35 %
Argilla	(< 0,005)		10,29 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0517	mm	27,27	%
0,0370	mm	26,36	%
0,0269	mm	24,55	%
0,0198	mm	21,83	%
0,0145	mm	19,11	%
0,0113	mm	13,68	%
0,0081	mm	12,32	%
0,0058	mm	11,41	%
0,0042	mm	9,15	%
0,0030	mm	7,34	%
0,0022	mm	5,53	%
0,0015	mm	4,62	%
0,0013	mm	3,71	%
ASTM CLASSIFICATION			
SM			
AASHTO M 145-82			
-			



<b>Certificato n.</b> 2084	<b>del</b> 15/11/2016	<b>Accettazione n.</b> 2029	<b>del</b> 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

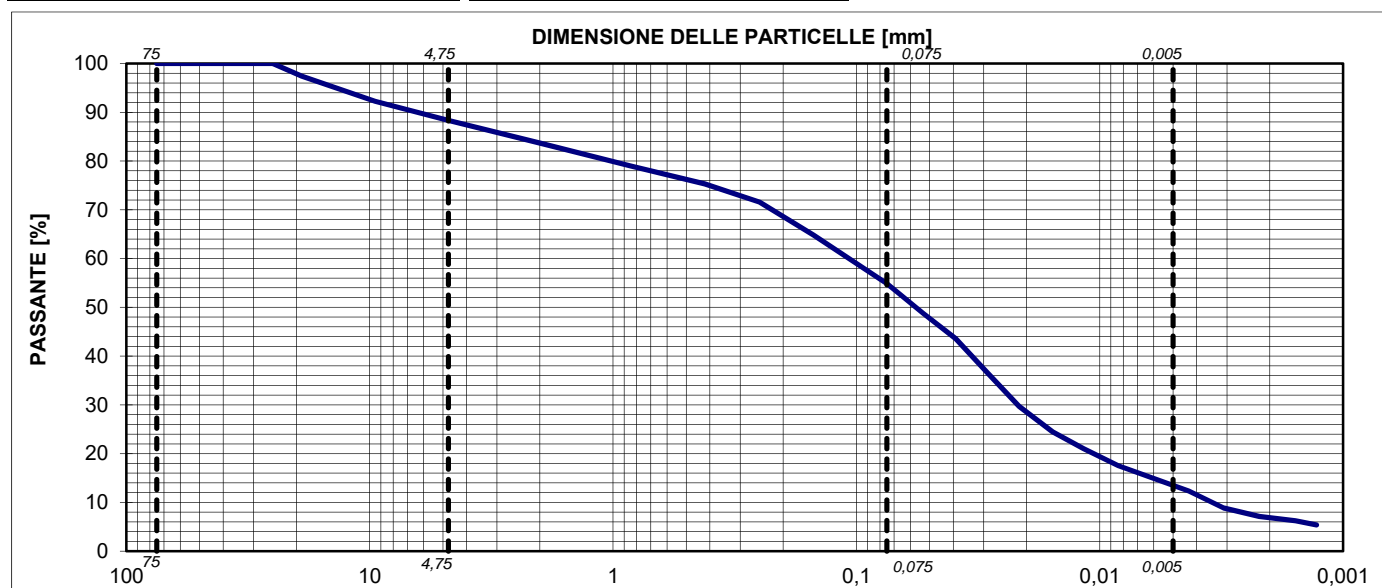
<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO			
<b>COMMESSA:</b>	-			
<b>LOCALITA':</b>	VERTEMATE (CO) - AREA 2			
<b>SONDAGGIO :</b>	PZ2A	<b>CAMPIONE:</b>	CR1 IN CLASSE Q3	<b>PROFONDITA' :</b> 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1522,5	g	
Diametro massimo	35	mm	
Diametro minimo	15	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	97,42 %
Passante	9,5	3/8	92,24 %
Passante	4,75	No. 4	88,32 %
Passante	2,0	No. 10	83,69 %
Passante	0,850	No. 20	78,99 %
Passante	0,425	No. 40	75,32 %
Passante	0,254	No. 60	71,56 %
Passante	0,150	No. 100	64,80 %
Passante	0,075	No. 200	54,89 %
Ghiaia g	(19-75)	2,58	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	9,09	%
Sabbia g	(2-4,75)	4,63	%
Sabbia m	(0,425-2)	8,37	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	20,43	%
Limo+argilla	(< 0,075)	54,89	%
Limo	(0,005-0,075)	41,50	%
Argilla	(< 0,005)	13,38	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0531	mm	48,78	%
0,0391	mm	43,57	%
0,0290	mm	36,63	%
0,0214	mm	29,68	%
0,0156	mm	24,48	%
0,0116	mm	21,00	%
0,0084	mm	17,53	%
0,0060	mm	14,93	%
0,0043	mm	12,32	%
0,0031	mm	8,85	%
0,0022	mm	7,12	%
0,0016	mm	6,25	%
0,0013	mm	5,38	%
ASTM CLASSIFICATION			
ML o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido	(WL)	44	%		
Limite Plastico	(WP)	31	%		
Indice di Plasticità	(IP)	13	%		
Indice di Consistenza	(IC)	-	%		
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,10	52,10	42,63	48,49	12
	23,16	49,01	41,04	44,57	22
	23,21	54,38	45,02	42,92	33
LP	22,99	30,47	28,69	31,23	-
	23,04	31,45	29,43	31,61	-

N. dei colpi	W (%)
10	48.49
25	31.23



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>



<b>Certificato n.</b> 2086	<b>del</b> 15/11/2016	<b>Accettazione n.</b> 2029	<b>del</b> 04/11/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	15/11/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	07/11/2016	data fine prova	11/11/2016

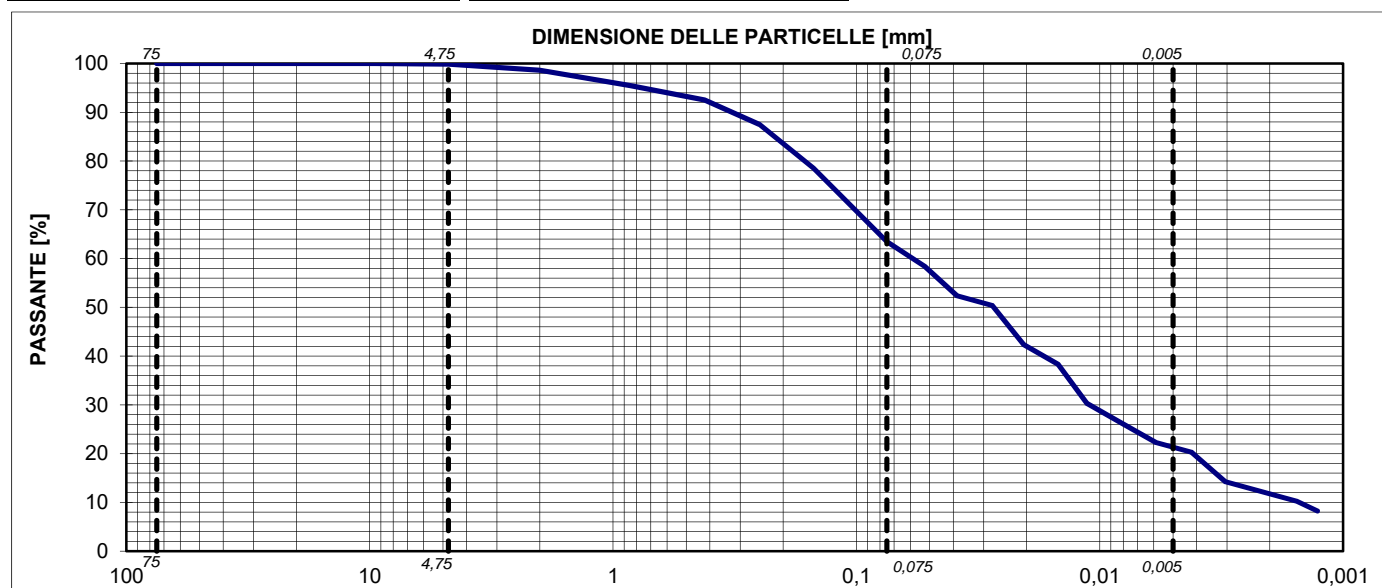
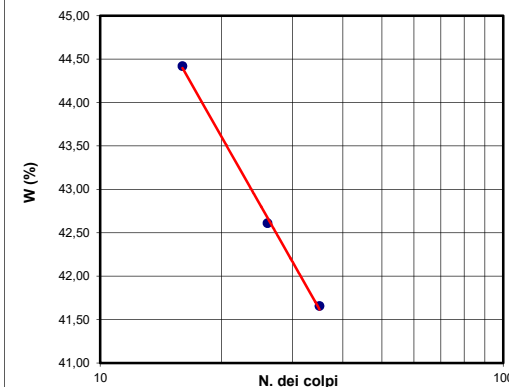
<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO			
<b>COMMESSA:</b>	-			
<b>LOCALITA':</b>	CANTU' (CO) - AREA 3			
<b>SONDAGGIO :</b>	PZ3	<b>CAMPIONE:</b>	CR1 IN CLASSE Q3	<b>PROFONDITA' :</b> 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1152,9	g	
Diametro massimo	10	mm	
Diametro minimo	5	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	100,00 %
Passante	4,75	No. 4	99,85 %
Passante	2,0	No. 10	98,62 %
Passante	0,850	No. 20	95,46 %
Passante	0,425	No. 40	92,52 %
Passante	0,254	No. 60	87,48 %
Passante	0,150	No. 100	78,52 %
Passante	0,075	No. 200	63,46 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,15	%
Sabbia g	(2-4,75)	1,23	%
Sabbia m	(0,425-2)	6,10	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	29,06	%
Limo+argilla	(< 0,075)	63,46	%
Limo	(0,005-0,075)	42,23	%
Argilla	(< 0,005)	21,23	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0524	mm	58,41	%
0,0386	mm	52,38	%
0,0276	mm	50,38	%
0,0205	mm	42,35	%
0,0148	mm	38,33	%
0,0113	mm	30,31	%
0,0082	mm	26,29	%
0,0059	mm	22,28	%
0,0042	mm	20,27	%
0,0030	mm	14,25	%
0,0022	mm	12,24	%
0,0015	mm	10,23	%
0,0013	mm	8,23	%
ASTM CLASSIFICATION			
ML o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)		42	%		
Limite Plastico (WP)		28	%		
Indice di Plasticità (IP)		14	%		
Indice di Consistenza (IC)		-	%		
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	22,99	42,53	36,52	44,42	16
	22,89	45,18	38,52	42,61	26
	22,59	46,02	39,13	41,66	35
LP	22,94	33,77	31,35	28,78	-
	23,00	33,65	31,27	28,78	-

N. dei colpi	W (%)
16	44.42
26	42.61
35	41.66



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>

Certificato n. 2087 del 15/11/2016	Accettazione n. 2029 del 04/11/2016
------------------------------------	-------------------------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE</b> (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	<b>07/11/2016</b>	data fine prova	<b>15/11/2016</b>
<b>LIMITI DI CONSISTENZA</b> (ASTM D4318)	data inizio prova	<b>07/11/2016</b>	data fine prova	<b>11/11/2016</b>

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	CANTU' (CO) - AREA 3		
<b>SONDAGGIO :</b>	PZ3	<b>CAMPIONE:</b> CR2 IN CLASSE Q3	<b>PROFONDITA' :</b> 1,250-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA				
Peso iniziale	1255,5	g		
Diametro massimo	15	mm		
Diametro minimo	5	mm		
Contenuto d'acqua	-	%		

	mm	Set. in. - No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	100,00	%
Passante	4,75	No. 4	99,92	%
Passante	2,0	No. 10	99,20	%
Passante	0,850	No. 20	97,30	%
Passante	0,425	No. 40	95,55	%
Passante	0,254	No. 60	93,36	%
Passante	0,150	No. 100	90,92	%
Passante	0,075	No. 200	83,18	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE				
Peso iniziale	50	g		
Diametro massimo	0,075	mm		

	Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0524	mm		76,56	%
0,0391	mm		66,03	%
0,0287	mm		58,14	%
0,0212	mm		47,62	%
0,0153	mm		42,35	%
0,0115	mm		34,46	%
0,0083	mm		29,20	%
0,0060	mm		25,25	%
0,0043	mm		21,31	%
0,0031	mm		16,05	%
0,0022	mm		13,42	%
0,0016	mm		10,78	%
0,0013	mm		9,47	%

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido (WL)	39	%		
Limite Plastico (WP)	24	%		
Indice di Plasticità (IP)	15	%		
Indice di Consistenza (IC)	-	%		

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,16	47,97	40,61	42,18	12
	23,08	49,45	42,00	39,38	22
	23,15	48,65	41,71	37,39	33
LP	23,29	32,55	30,73	24,46	-
	22,54	30,62	29,00	25,08	-

ASTM CLASSIFICATION			
CL o OL			
AASHTO M 145-82			
-			

ASTM CLASSIFICATION			
CL o OL			
AASHTO M 145-82			
-			

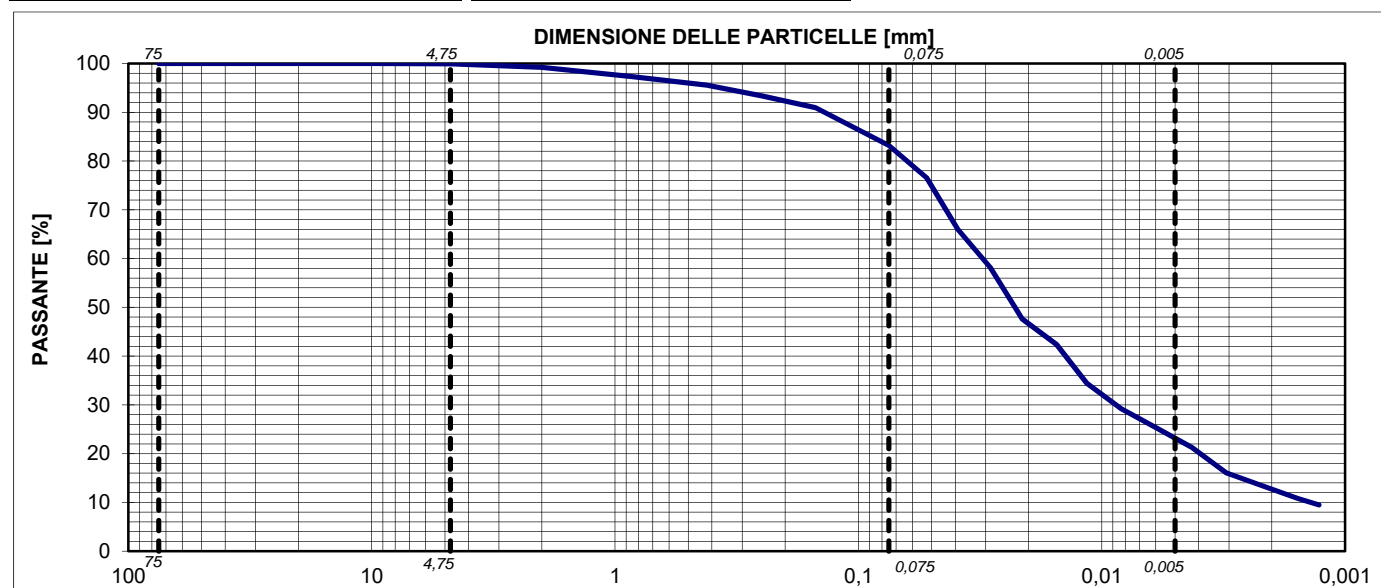
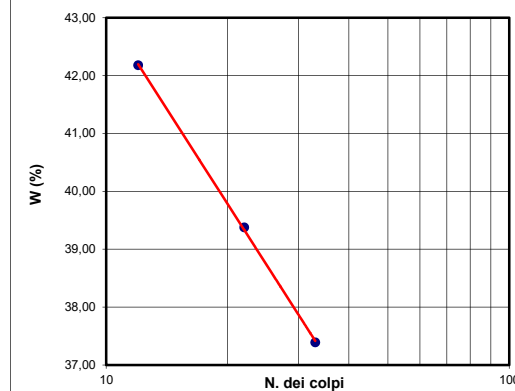
	γs	-	Mg/mc
Limo	(0,005-0,075)	60,16	%
Argilla	(< 0,005)	23,02	%

	CU	-	-
CC	-	-	-

W (%)

N. dei colpi

N. dei colpi	W (%)
12	42,18
22	39,38
33	37,39



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>

Certificato n. 1601 del 17/06/2016	Accettazione n. 1959 del 09/06/2016
------------------------------------	-------------------------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE</b> (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>16/06/2016</b>
<b>LIMITI DI CONSISTENZA</b> (ASTM D4318)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>15/06/2016</b>

COMMITTENTE:	GEOSFERA		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	CANTU' (CO)		
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE: PZ4 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO	PROFONDITA' : 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	691,9	g	
Diametro massimo	36	mm	
Diametro minimo	17	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.- No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	98,71	%
Passante	9,5	3/8	95,93	%
Passante	4,75	No. 4	94,57	%
Passante	2,0	No. 10	93,01	%
Passante	0,850	No. 20	89,57	%
Passante	0,425	No. 40	82,95	%
Passante	0,254	No. 60	73,66	%
Passante	0,150	No. 100	61,59	%
Passante	0,075	No. 200	47,01	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	

	Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0515	mm		44,44	%
0,0382	mm		39,23	%
0,0274	mm		37,74	%
0,0198	mm		34,77	%
0,0145	mm		30,30	%
0,0108	mm		27,33	%
0,0079	mm		22,86	%
0,0059	mm		15,42	%
0,0042	mm		13,93	%
0,0030	mm		12,45	%
0,0022	mm		7,98	%
0,0015	mm		6,49	%
0,0013	mm		5,01	%

ASTM CLASSIFICATION			
SC			
AASHTO M 145-82			
-			

LIMITI DI CONSISTENZA	
Limite Liquido (WL)	28 %
Limite Plastico (WP)	20 %
Indice di Plasticità (IP)	8 %
Indice di Consistenza (IC)	%

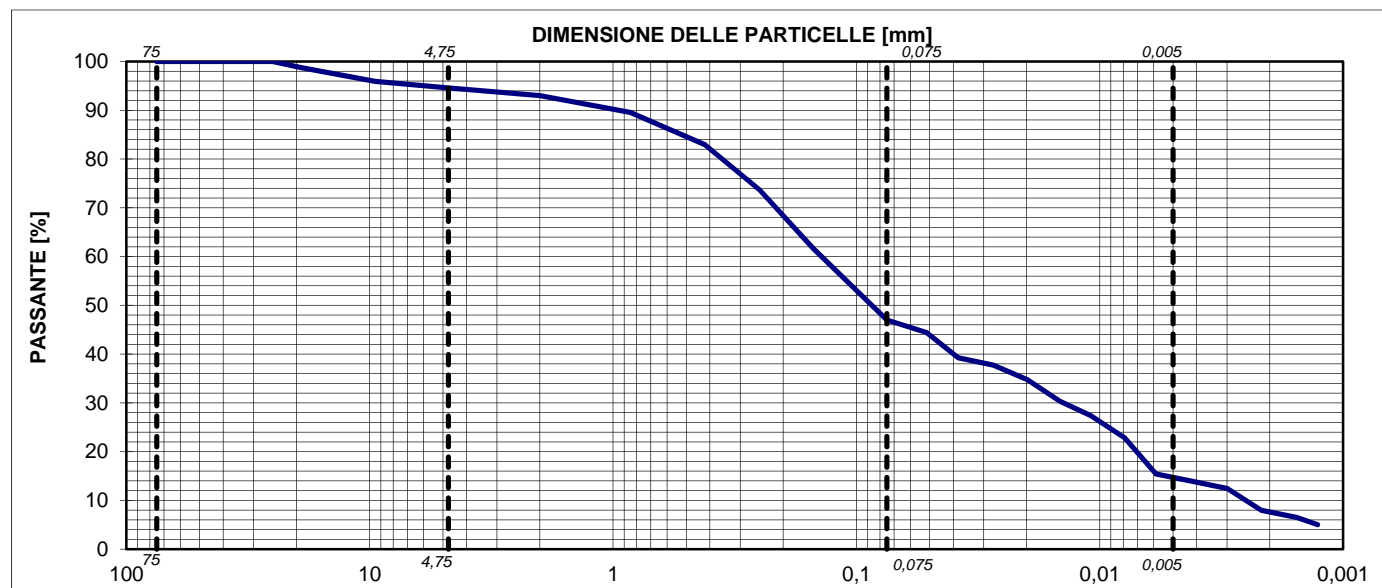
  

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
L.L.	23,28	56,51	48,63	31,08	12
	22,87	53,30	46,59	28,29	27
	22,81	53,62	47,11	26,79	35
L.P.	22,98	30,24	28,99	20,80	-
	23,47	31,02	29,74	20,41	-

The chart is a semi-logarithmic plot of Water Content (W in %) on the y-axis (ranging from 26.50 to 31.50) versus Number of Blows (N. dei colpi) on the x-axis (logarithmic scale from 10 to 100). A red line is drawn through the points (12, 31.08) and (27, 28.29). The point (35, 26.79) is plotted below this line.

N. dei colpi	W (%)
12	31.08
27	28.29
35	26.79



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>





Certificato n. 1602 del 17/06/2016	Accettazione n. 1959 del 09/06/2016
------------------------------------	-------------------------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE</b> (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>16/06/2016</b>
<b>LIMITI DI CONSISTENZA</b> (ASTM D4318)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>15/06/2016</b>

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	CANTU' (CO)		
<b>SONDAGGIO :</b>	-	<b>CAMPIONE:</b>	PZ4 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO
			<b>PROFONDITA' :</b> 1,20-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	1322,9	<i>g</i>	
Diametro massimo	37	<i>mm</i>	
Diametro minimo	18	<i>mm</i>	
Contenuto d'acqua	-	%	
	<i>mm</i>	<i>Set. in. - No.</i>	<i>Percentuale passante</i>
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	98,86 %
Passante	9,5	3/8	93,12 %
Passante	4,75	No. 4	80,74 %
Passante	2,0	No. 10	56,20 %
Passante	0,850	No. 20	28,48 %
Passante	0,425	No. 40	13,93 %
Passante	0,254	No. 60	8,86 %
Passante	0,150	No. 100	6,15 %
Passante	0,075	No. 200	4,48 %

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	<i>g</i>	
Diametro massimo	0,075	<i>mm</i>	
<i>Diametro</i>	<i>u.m.</i>	<i>Percentuale</i>	
0,0541	<i>mm</i>	3,74	%
0,0397	<i>mm</i>	3,32	%
0,0287	<i>mm</i>	3,03	%
0,0205	<i>mm</i>	2,89	%
0,0149	<i>mm</i>	2,61	%
0,0111	<i>mm</i>	2,32	%
0,0082	<i>mm</i>	1,75	%
0,0059	<i>mm</i>	1,47	%
0,0042	<i>mm</i>	1,33	%
0,0030	<i>mm</i>	1,19	%
0,0022	<i>mm</i>	0,90	%
0,0015	<i>mm</i>	0,69	%
0,0013	<i>mm</i>	0,55	%

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)		ND	%		
Limite Plastico (WP)		NP	%		
Indice di Plasticità (IP)		ND	%		
Indice di Consistenza (IC)			%		

		Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL		23,47	43,33	40,13	19,21	13
		23,48	40,67	38,16	17,10	7
		22,56	50,53	46,64	16,15	5
LP		23,17				-
		22,94				-

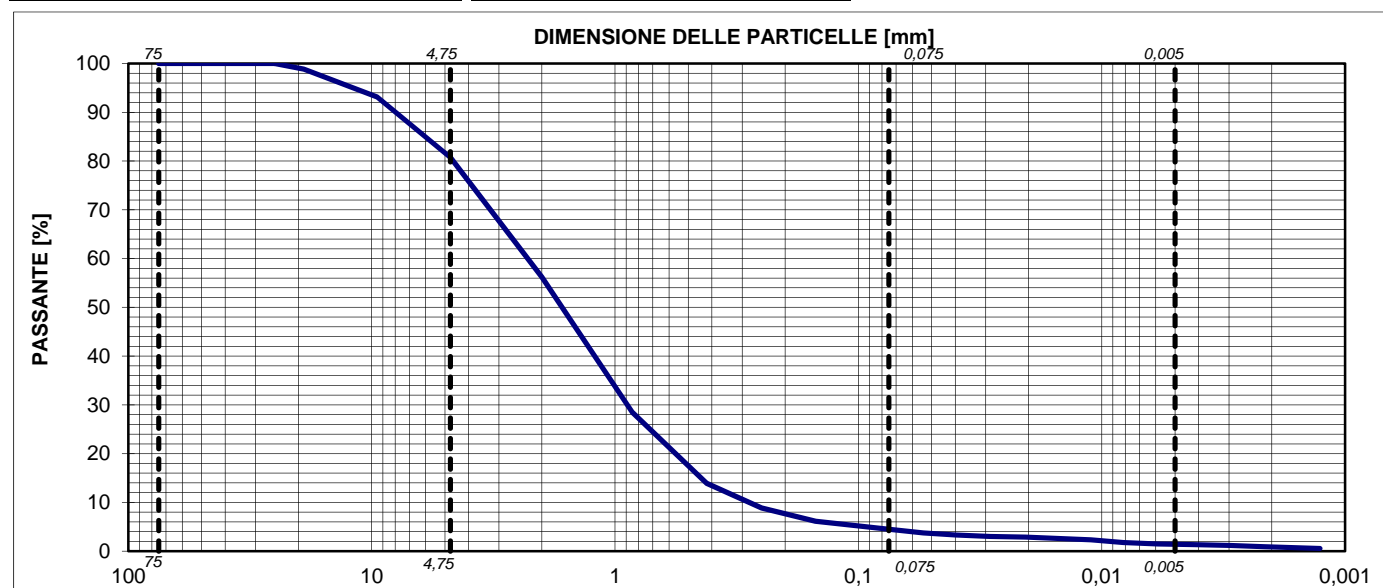
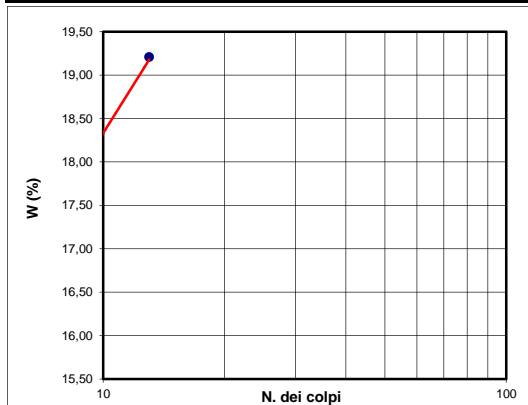
  

ASTM CLASSIFICATION		
SW-SM SW-SC		
AASHTO M 145-82		
-		
$\gamma_s$	-	<i>Mg/mc</i>

Limo	(0,005-0,075)	3,09	%
Argilla	(< 0,005)	1,40	%

The chart is a semi-logarithmic plot of Water Content (W in %) on the y-axis (ranging from 15,50 to 19,50) versus Number of Blows (N. dei colpi) on the x-axis (logarithmic scale from 10 to 100). A red line is drawn through the points (10, 18,48) and (25, 19,21). The point (25, 19,21) is marked with a blue dot.



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>





<b>Certificato n.</b> 1603	<b>del</b> 17/06/2016	<b>Accettazione n.</b> 1959	<b>del</b> 09/06/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA			
<b>COMMESSA:</b>	-			
<b>LOCALITA':</b>	CARIMATE (CO)			
<b>SONDAGGIO :</b>	-	<b>CAMPIONE:</b>	PZ5 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO	<b>PROFONDITA' :</b> 0,50-0,70 m

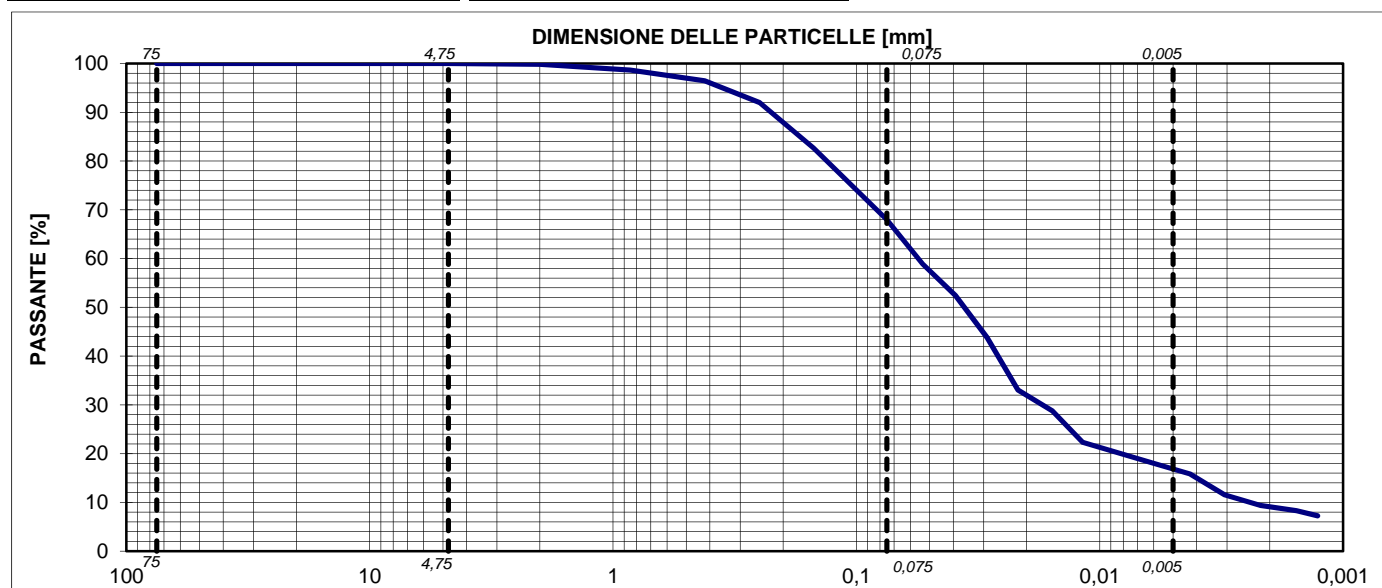
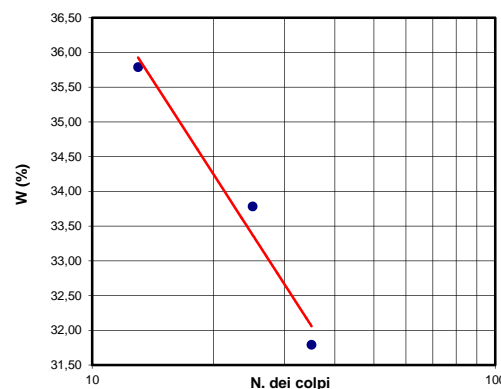
ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	549	g	
Diametro massimo	0	mm	
Diametro minimo	0	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	100,00 %
Passante	4,75	No. 4	100,00 %
Passante	2,0	No. 10	99,83 %
Passante	0,850	No. 20	98,66 %
Passante	0,425	No. 40	96,45 %
Passante	0,254	No. 60	91,98 %
Passante	0,150	No. 100	82,66 %
Passante	0,075	No. 200	67,98 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	0,00	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,17	%
Sabbia m	(0,425-2)	3,38	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	28,47	%
Limo+argilla	(< 0,075)	67,98	%
Limo	(0,005-0,075)	51,21	%
Argilla	(< 0,005)	16,77	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0533	mm	58,88	%
0,0392	mm	52,43	%
0,0291	mm	43,82	%
0,0217	mm	33,06	%
0,0156	mm	28,76	%
0,0117	mm	22,30	%
0,0084	mm	20,15	%
0,0060	mm	18,00	%
0,0043	mm	15,85	%
0,0031	mm	11,54	%
0,0022	mm	9,39	%
0,0016	mm	8,31	%
0,0013	mm	7,24	%
ASTM CLASSIFICATION			
CL o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA				
Limite Liquido	(WL)	33	%	
Limite Plastico	(WP)	22	%	
Indice di Plasticità	(IP)	11	%	
Indice di Consistenza	(IC)		%	

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,02	47,00	40,68	35,79	13
	23,09	46,97	40,94	33,78	25
	23,02	46,94	41,17	31,79	35
LP	23,54	31,84	30,25	23,70	-
	23,3	31,92	30,35	22,27	-

N. dei colpi	W (%)
13	35.79
25	33.78
35	31.79



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>

Certificato n. 1604 del 17/06/2016	Accettazione n. 1959 del 09/06/2016
------------------------------------	-------------------------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE</b> (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>16/06/2016</b>
<b>LIMITI DI CONSISTENZA</b> (ASTM D4318)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>15/06/2016</b>

COMMITTENTE:	GEOSFERA		
COMMESSA:	-		
LOCALITA':	CARIMATE (CO)		
SONDAGGIO :	-	CAMPIONE:	PZ5 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGLIAMENTO
			PROFONDITA' : 1,20-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	650	g	
Diametro massimo	0	mm	
Diametro minimo	0	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	

	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	100,00	%
Passante	4,75	No. 4	100,00	%
Passante	2,0	No. 10	99,87	%
Passante	0,850	No. 20	99,34	%
Passante	0,425	No. 40	98,24	%
Passante	0,254	No. 60	95,69	%
Passante	0,150	No. 100	84,51	%
Passante	0,075	No. 200	63,68	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	

	Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0526	mm	57,17	%	
0,0382	mm	53,14	%	
0,0284	mm	45,08	%	
0,0206	mm	41,05	%	
0,0149	mm	37,02	%	
0,0111	mm	32,99	%	
0,0080	mm	28,95	%	
0,0059	mm	20,89	%	
0,0042	mm	18,88	%	
0,0030	mm	14,84	%	
0,0022	mm	12,83	%	
0,0015	mm	10,81	%	
0,0013	mm	7,79	%	

ASTM CLASSIFICATION			
CL o OL			
AASHTO M 145-82			
-			
γ <sub>s</sub>	-	Mg/mc	

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido (WL)	29	%	
Limite Plastico (WP)	20	%	
Indice di Plasticità (IP)	9	%	
Indice di Consistenza (IC)		%	

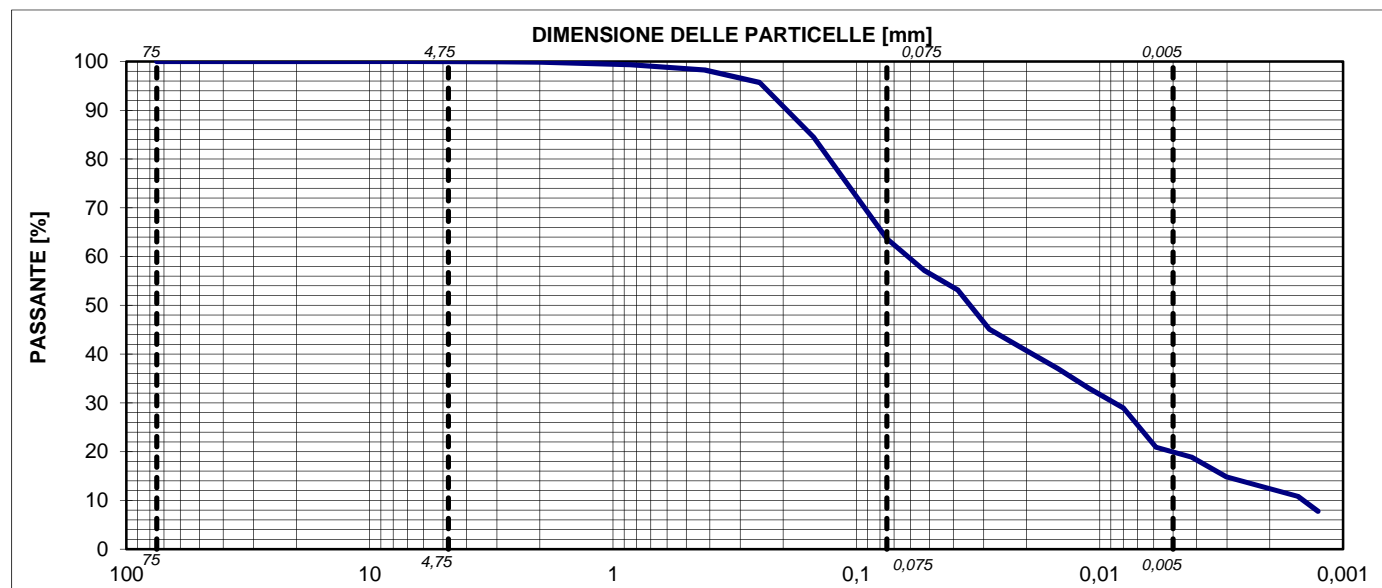
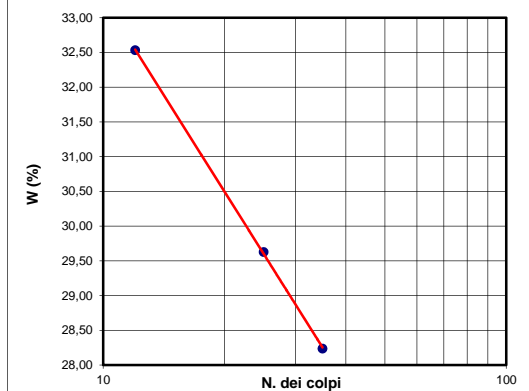
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
L.L.	23,12	45,73	40,18	32,53	12
	22,97	53,16	46,26	29,63	25
	22,72	55,51	48,29	28,24	35
L.P.	23,06	31,93	30,40	20,84	-
	23,01	30,37	29,10	20,85	-

	Limo	Argilla
Limo (0,005-0,075)	43,83	%
Argilla (< 0,005)	19,85	%

	CU	CC
	-	-
	-	-



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>



Certificato n. 1605 del 17/06/2016	Accettazione n. 1959 del 09/06/2016
------------------------------------	-------------------------------------

<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE</b> (ASTM D2487-D422-D6913)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>16/06/2016</b>
<b>LIMITI DI CONSISTENZA</b> (ASTM D4318)	data inizio prova	<b>09/06/2016</b>	data fine prova	<b>15/06/2016</b>

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	CARIMATE (CO)		
<b>SONDAGGIO :</b>	-	<b>CAMPIONE:</b> PZ6 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGLIAMENTO	<b>PROFONDITA' :</b> 0,50-0,70 m

ANALISI PER SETACCIATURA		
Peso iniziale	770,6	g
Diametro massimo	24	mm
Diametro minimo	17	mm
Contenuto d'acqua	-	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE		
Peso iniziale	50	g
Diametro massimo	0,075	mm

LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite Liquido	(WL)	26	%
Limite Plastico	(WP)	NP	%
Indice di Plasticità	(IP)	ND	%
Indice di Consistenza	(IC)		%

	<i>mm</i>	<i>Set. in - No.</i>	<i>Percentuale passante</i>	
Passante	75,0	3	100,00	%
Passante	50,8	2	100,00	%
Passante	38,1	1 1/2	100,00	%
Passante	25,4	1	100,00	%
Passante	19,0	3/4	100,00	%
Passante	9,5	3/8	97,78	%
Passante	4,75	No. 4	96,31	%
Passante	2,0	No. 10	95,10	%
Passante	0,850	No. 20	92,74	%
Passante	0,425	No. 40	85,22	%
Passante	0,254	No. 60	71,86	%
Passante	0,150	No. 100	54,63	%
Passante	0,075	No. 200	39,16	%

<i>Diametro</i>	<i>u.m.</i>	<i>Percentuale</i>	
0,0518	<i>mm</i>	36,40	%
0,0372	<i>mm</i>	35,16	%
0,0273	<i>mm</i>	31,44	%
0,0196	<i>mm</i>	30,20	%
0,0143	<i>mm</i>	26,48	%
0,0110	<i>mm</i>	21,52	%
0,0080	<i>mm</i>	17,81	%
0,0058	<i>mm</i>	15,33	%
0,0041	<i>mm</i>	14,09	%
0,0030	<i>mm</i>	11,61	%
0,0021	<i>mm</i>	9,13	%
0,0015	<i>mm</i>	7,27	%
0,0013	<i>mm</i>	6,03	%

	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
LL	23,07	55,74	48,06	30,73	12
	23,53	56,33	49,37	26,93	24
	22,99	49,18	43,93	25,07	31
LP	22,52				-
	23,47				-

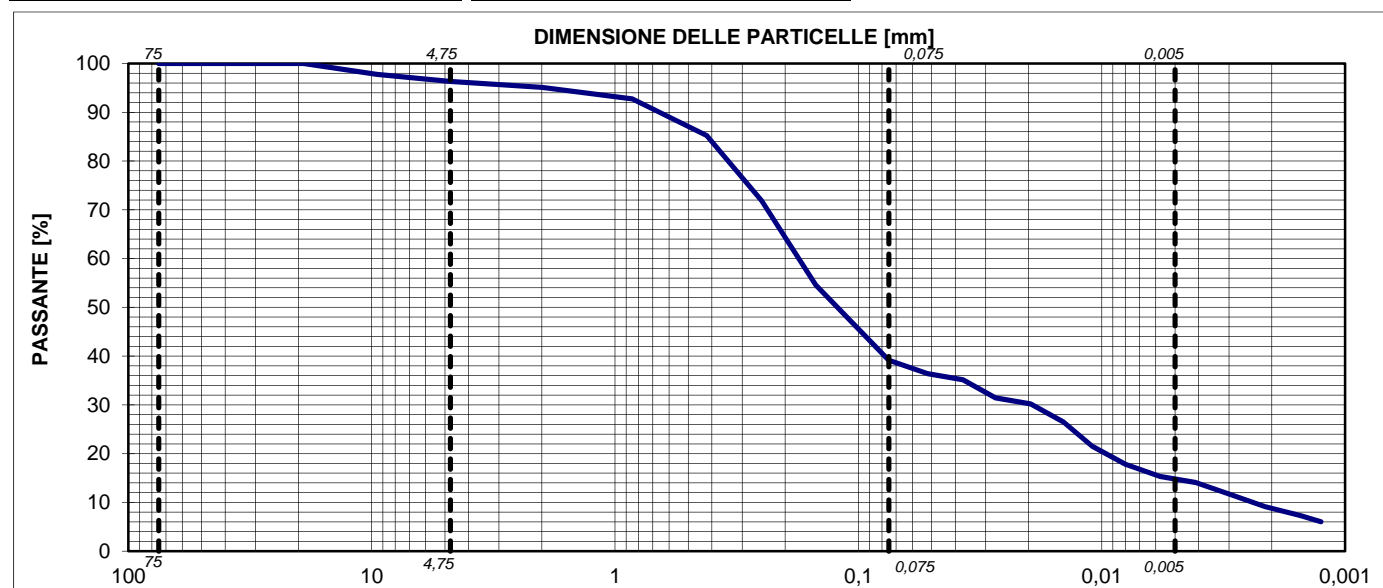
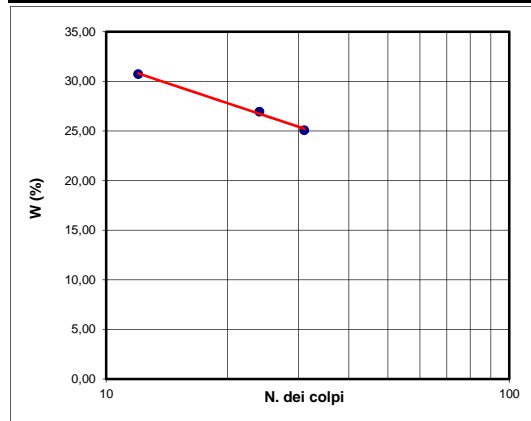
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	3,69	%
Sabbia g	(2-4,75)	1,21	%
Sabbia m	(0,425-2)	9,89	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	46,06	%
Limo+argilla	(< 0,075)	39,16	%

<b>ASTM CLASSIFICATION</b>		
SM		
<b>AASHTO M 145-82</b>		
-		

$\gamma_s$	-	$Mg/mc$
------------	---	---------

Limo	(0,005-0,075)	24,40	%
Argilla	(< 0,005)	14,76	%

CU	-	-
CC	-	-



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>



<b>Certificato n.</b> 1606	<b>del</b> 17/06/2016	<b>Accettazione n.</b> 1959	<b>del</b> 09/06/2016
----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------

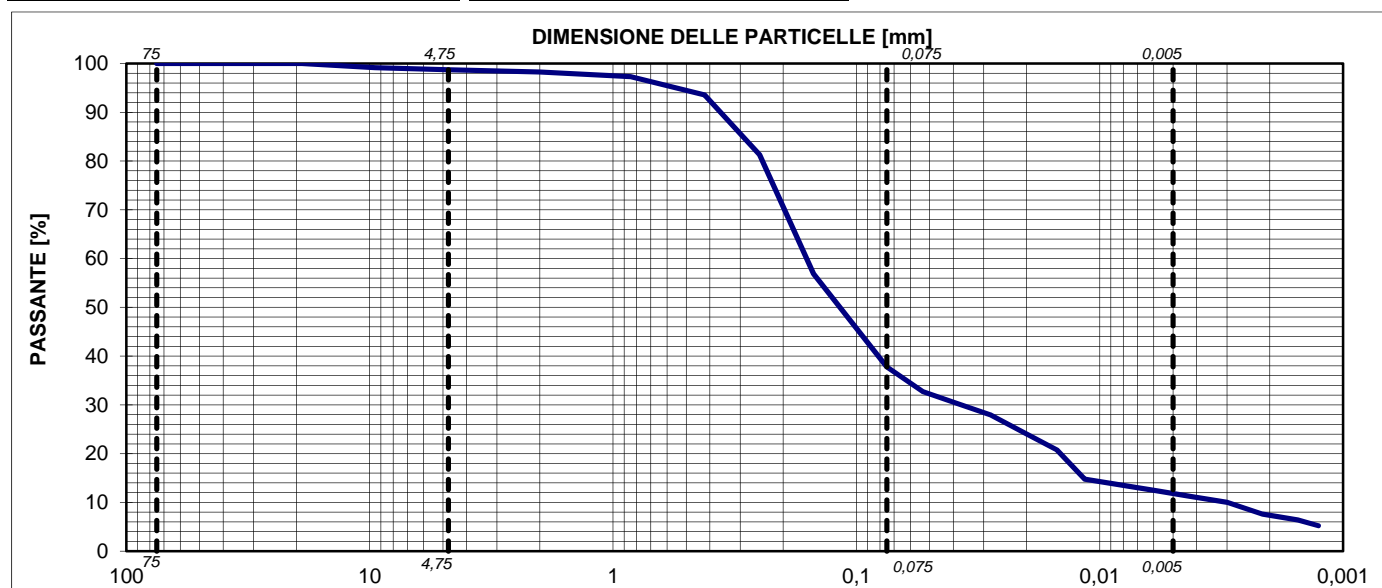
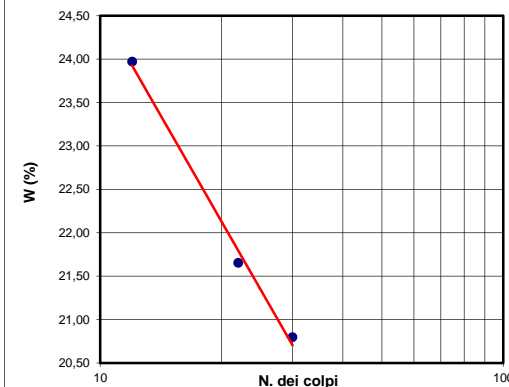
<b>SETACCIATURA - SEDIMENTAZIONE (ASTM D2487-D422-D6913)</b>	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	16/06/2016
<b>LIMITI DI CONSISTENZA (ASTM D4318)</b>	data inizio prova	09/06/2016	data fine prova	15/06/2016

<b>COMMITTENTE:</b>	GEOSFERA		
<b>COMMESSA:</b>	-		
<b>LOCALITA':</b>	CARIMATE (CO)		
<b>SONDAGGIO :</b>	-	<b>CAMPIONE:</b>	PZ6 IN CLASSE Q3 DI RIMANEGGIAMENTO
		<b>PROFONDITA' :</b>	1,20-1,50 m

ANALISI PER SETACCIATURA			
Peso iniziale	853,4	g	
Diametro massimo	25	mm	
Diametro minimo	11	mm	
Contenuto d'acqua	-	%	
	mm	Set. in.-No.	Percentuale passante
Passante	75,0	3	100,00 %
Passante	50,8	2	100,00 %
Passante	38,1	1 1/2	100,00 %
Passante	25,4	1	100,00 %
Passante	19,0	3/4	100,00 %
Passante	9,5	3/8	99,14 %
Passante	4,75	No. 4	98,72 %
Passante	2,0	No. 10	98,26 %
Passante	0,850	No. 20	97,31 %
Passante	0,425	No. 40	93,54 %
Passante	0,254	No. 60	81,30 %
Passante	0,150	No. 100	56,87 %
Passante	0,075	No. 200	37,76 %
Ghiaia g	(19-75)	0,00	%
Ghiaia f	(4,75-19,0)	1,28	%
Sabbia g	(2-4,75)	0,46	%
Sabbia m	(0,425-2)	4,72	%
Sabbia f	(0,075-0,425)	55,78	%
Limo+argilla	(< 0,075)	37,76	%
Limo	(0,005-0,075)	25,99	%
Argilla	(< 0,005)	11,77	%

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE			
Peso iniziale	50	g	
Diametro massimo	0,075	mm	
Diametro	u.m.	Percentuale	
0,0533	mm	32,71	%
0,0387	mm	30,32	%
0,0281	mm	27,93	%
0,0205	mm	24,34	%
0,0150	mm	20,76	%
0,0115	mm	14,78	%
0,0082	mm	13,58	%
0,0059	mm	12,39	%
0,0042	mm	11,19	%
0,0030	mm	10,00	%
0,0022	mm	7,61	%
0,0015	mm	6,41	%
0,0013	mm	5,22	%
ASTM CLASSIFICATION			
SM			
AASHTO M 145-82			
-			
γs	-	Mg/mc	
CU	-	-	
CC	-	-	

LIMITI DI CONSISTENZA					
Limite Liquido (WL)		21	%		
Limite Plastico (WP)		NP	%		
Indice di Plasticità (IP)		ND	%		
Indice di Consistenza (IC)			%		
	Tara (g)	Peso umido (g)	Peso secco (g)	Umidità (%)	N. dei colpi
L.L.	22,53	55,06	48,77	23,97	12
	22,77	51,03	46,00	21,65	22
	22,49	50,66	45,81	20,80	30
L.P.	22,19				-
	22,39				-



<b>DIRETTORE DEL LABORATORIO</b>

## **ALLEGATO 4 – RAPPORTI DI ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO**





**RAPPORTO DI PROVA N° 1985**  
**del 24/06/2016**

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18  
21100 VARESE (VA)

**Dati del campione:**

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016  
Riferimento verbale: -  
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate  
Prelievo eseguito da: Committente  
Data e ora del prelievo: 07/06/2016  
Punto di prelievo: Area 4  
Modalità di prelievo: -  
Note: -  
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016  
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon  
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni  
Campione nr.: **3616.2016 Terreno P24 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

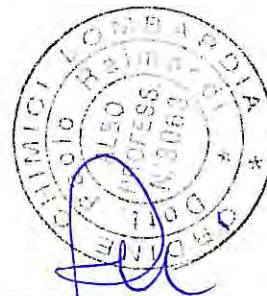
Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni Limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	14,7	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,26	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	8,88	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	43,3	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	38,2	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	11,8	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	16,0	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	45,4	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	380 *	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	20,3	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	76,9	-	-	-

**ANNOTAZIONI**

\* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

\*\* Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e Industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio  
dott. Paolo Raimondi



**RAPPORTO DI PROVA N° 1986**  
**del 24/06/2016**

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18  
21100 VARESE (VA)

**Dati del campione:**

Accettazione nr.: 1062      Data accettazione: 07/06/2016  
Riferimento verbale: -  
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate  
Prelievo eseguito da: Committente  
Data e ora del prelievo: 07/06/2016  
Punto di prelievo: Area 4  
Modalità di prelievo: -  
Note: -  
Data inizio analisi: 08/06/2016      Data fine analisi: 23/06/2016  
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon  
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni  
Campione nr.: **3617.2016 Terreno P25 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni Limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	12,2	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,23	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	8,08	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	49,8	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	37,2	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	19,7	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	25,6	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	63,1	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	26,7	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	17,4	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	67,8	-	-	-

**ANNOTAZIONI**

\* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

\*\* Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA

Il Responsabile del Laboratorio  
dott. Paolo Raimondi







**RAPPORTO DI PROVA N° 1987**  
**del 24/06/2016**

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18  
21100 VARESE (VA)

**Dati del campione:**

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016  
Riferimento verbale: -  
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate  
Prelievo eseguito da: Committente  
Data e ora del prelievo: 07/06/2016  
Punto di prelievo: Area 4  
Modalità di prelievo: -  
Note: -  
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016  
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon  
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni  
Campione nr.: **3618.2016 Terreno P26 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni Limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,3	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,01	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	7,21	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	31,4	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	30,4	-	120	500
Plombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	9,09	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	12,8	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	35,7	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	33,9	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	19,5	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	47,6	-	-	-

**ANNOTAZIONI**

\* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

\*\* Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio  
dott. Paolo Raimondi



**RAPPORTO DI PROVA N° 1988**  
**del 24/06/2016**

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18  
21100 VARESE (VA)

**Dati del campione:**

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016  
Riferimento verbale: -  
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate  
Prelievo eseguito da: Committente  
Data e ora del prelievo: 07/06/2016  
Punto di prelievo: Area 4  
Modalità di prelievo: -  
Note: -  
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016  
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon  
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni  
Campione nr.: **3619.2016 Terreno P27 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno Industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	9,93	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	1,18	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	7,37	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	48,4	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	34,5	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,6	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	13,9	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	40,6	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	49,7	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	16,8	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	39,2	-	-	-

**ANNOTAZIONI**

\* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"  
\*\* Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio  
dott. Paolo Raimondi





**RAPPORTO DI PROVA N° 1989  
del 24/06/2016**

**Spett.le GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

**VIA ROSSINI, 18  
21100 VARESE (VA)**

**Dati del campione:**

Accettazione nr.: 1062      Data accettazione: 07/06/2016  
Riferimento verbale: -  
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate  
Prelievo eseguito da: Committente  
Data e ora del prelievo: 07/06/2016  
Punto di prelievo: Area 4  
Modalità di prelievo: -  
Note: -  
Data inizio analisi: 08/06/2016      Data fine analisi: 23/06/2016  
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon  
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni  
Campione nr.: **3620. 2016 Terreno P28 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,2	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	0,98	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	6,92	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	32,4	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	30,8	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	10,2	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	12,9	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	39,6	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	26,6	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	20,2	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	63,1	-	-	-

**ANNOTAZIONI**

\* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"  
\*\* Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale "

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio  
dott. Paolo Raimondi



**RAPPORTO DI PROVA N° 1990**  
**del 24/06/2016**

Spett.le **GEOSFERA STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA**

VIA ROSSINI, 18  
21100 VARESE (VA)

**Dati del campione:**

Accettazione nr.: 1062 Data accettazione: 07/06/2016  
Riferimento verbale: -  
Produttore: Adeguamento aree golenali del Torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Cantù e Carimate  
Prelievo eseguito da: Committente  
Data e ora del prelievo: 07/06/2016  
Punto di prelievo: Area 4  
Modalità di prelievo: -  
Note: -  
Data inizio analisi: 08/06/2016 Data fine analisi: 23/06/2016  
Analista: t.c.b. Pinna T., t.c.b. Ferro G., p.ch. Pietrobon  
Normativa di riferimento: D.lgs n.152/06, tab.1, all.5, titolo V, parte 4, successive modifiche e integrazioni  
Campione nr.: **3621.2016 Terreno P29 Prof. da -0,7 a -1,0 mt**

Parametro ricercato	Metodo di Analisi	Unità di Misura	Valore	Incertezza Misura	Concentrazioni limite	
					Terreno pubblico	Terreno Industriale
Arsenico	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	7,27	-	20	50
Cadmio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	0,86	-	2	15
Cobalto	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	6,08	-	20	250
Cromo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	37,3	-	150	800
Cromo VI	US EPA 7196A rev. 1 ed. 1992	mg/kg s.s.	< 0,5	-	2	15
Mercurio	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	< 0,5	-	1	5
Nichel	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	28,2	-	120	500
Piombo	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	6,66	-	100	1000
Rame	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	8,91	-	120	600
Zinco	US EPA 6010C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	28,5	-	150	1500
Idrocarburi C12-C40	US EPA 8015C rev. 3 ed. 2007	mg/kg s.s.	35,6	-	50	750
Umidità	DM 13/09/1999 Met II	% p/p	23,9	-	-	-
Sottovaglio 2 mm	DM 13/09/1999 Met II	%	65,2	-	-	-

**ANNOTAZIONI**

\* Valore superiore alla concentrazione limite "Sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"

\*\* Valore superiore alla concentrazione limite "Siti ad uso commerciale e industriale"

FINE RAPPORTO DI PROVA



Il Responsabile del Laboratorio  
dott. Paolo Raimondi

## **ALLEGATO 5 – STRATIGRAFIE TRINCEE**





**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 24 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P02	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506333-5064768	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------




0,3			Limo sabbioso scuro.								
0,2			Sabbia debolmente limosa massiva color nocciola.								
0,3			Sabbia limosa color nocciola.								
0,7			Sabbia limosa grigia con screziature arancioni.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 24 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P03	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506397-5064746	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,4





Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,35		Limo sabbioso scuro.								
	0,45		Sabbia debolmente limosa color nocciola che verso il basso diventa di colore grigio con screziature arancio.								
	0,6		Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia fine.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 24 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P04	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506418-5064711	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,4




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Limo sabbioso scuro.								
	0,5		Sabbia debolmente limosa di color nocciola con qualche raro clasto di diametro fino a 8 cm e qualche raro resto di mattone. In profondità leggermente più limosa.								
	0,2		Sabbia grigia con screziature arancioni.								
	0,4		Sabbia come sopra con rare lenti di ghiaia di spessore centimetrico.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 24 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P05	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506435-5064668	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia limosa scura.								
	0,6		Sabbia limosa color nocciola tendente al grigio con screziature arancioni da 0,7 m.								
	0,4		Sabbia limosa.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 24 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P06	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506468-5064602	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
0,3			Sabbia limosa scura.								
0,5			Sabbia debolmente limosa marrone con rari ciottoli.								
0,6			Sabbia debolmente limosa grigia con screziature arancioni.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 25 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P07	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506438-5064535	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,4

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------



	0,2		Limo sabbioso scuro.								
	0,6		Sabbia limosa con rari clasti di dimensione centimetrica.								
1	0,3		Limo debolmente sabbioso.								
	0,3		Sabbia grigia con screziature arancioni e occasionali lenti di ghiaia.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 1	<b>Data</b> 24 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> PZ1	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506313-5064803	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,20		Limo sabbioso scuro.								
1	1,30		Sabbia limosa massiva color marrone tendente al grigio e meno limosa in profondità								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**





sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P09	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506625-5064499	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,2		Limo sabbioso scuro.									
0,7		Limo sabbioso con qualche ciottolo.									
0,4		Sabbia con ciottoli di dimensioni massime fino a 40 cm.									
0,2		Ghiaia con grossi blocchi e matrice sabbiosa leggermente arrossata. Presenza di qualche clasto alterato.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 3	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P19	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507269-5063905	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,3			Sabbia limosa scura.								
0,5			Sabbia con ghiaia.								
0,8			Sabbia limosa con lenti di ghiaia.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											







**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 3	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P20	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507265-5063853	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
1	0,4		Sabbia limosa scura.								
	0,15		Lente di ghiaia con ciottoli di dimensioni fino a 10 cm.								
1	1,05		Sabbia debolmente limosa con ciottoli e lenti di ghiaia e sabbia.								
	0,1		Argilla sabbiosa								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 3	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P21	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507307-5063745	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Limo sabbioso di colore scuro.								
	0,6		Limo più sabbioso del precedente.								
	0,6		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 3	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P22	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507306-5063654	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Limo di colore scuro.								
	0,8		Limo debolmente argilloso di colore nocciola.								
1											
	0,5		Limo come sopra più argilloso in profondità.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**





sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 3	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P23	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507356 - 5063352	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Attemberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0.25		Sabbia limosa con resti organici.								
	0.15		Sabbia debolmente limosa con rari clasti di 5mm.								
	0.6		Sabbia massiva debolmente limosa con rari clasti di 1 cm; rare lenti di ghiaia fine.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 3	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> PZ3	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507332-5063810	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,15		Limo sabbioso (terreno vegetale).								
1	1,35		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P10	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506685-5064471	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,7		Limo sabbioso con rari ciottoli alla base.								
	0,5		Sabbia limosa/limo sabbioso di colore marrone.								
	0,3		Limo sabbioso (meno sabbioso del precedente).								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P11	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506766-5064436	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,7

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,5		Limo sabbioso di colore scuro.								
	0,9		Limo sabbioso con qualche frammento di mattone e piastrella nella parte più superficiale.								
	0,3		Sabbia grossolana con ciottoli.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**





sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P12	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506862-5064416	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,2

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Limo sabbioso di colore scuro.								
	0,3		Sabbia limosa.								
	0,5		Sabbia limosa con ciottoli e blocchi di dimensioni massime fino a 40 cm.								
	0,1		Argilla e sabbia								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 25 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P13	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506954-5064421	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Sabbia limosa di colore scuro.								
1	1,3		Sabbia limosa con sparsi ciottoli di dimensioni massime 5 cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 25 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P14	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507036-5064414	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,54

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Sabbia limosa di colore scuro.								
1	1,34		Sabbia debolmente limosa con ciottoli di diametro fino a 15 cm più abbondanti nella parte superiore.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P15	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506581-5064432	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Limo sabbioso di colore scuro.								
1	1,3		Limo sabbioso di colore nocciola con rari frammenti di mattone di dimensioni millimetriche nella parte superficiale. Presenza di occasionali livelli più sabbiosi. Passante in profondità a sabbia limosa.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P16	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506636-5064397	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,3			Sabbia grigia tendente a sabbia limosa in profondità.								
0,3			Sabbia limosa grigiasta.								
0,9			Limi sabbiosi di colore nocciola.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 26 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P17	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0506924-5064384	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,3




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Lino debolmente sabbioso scuro.								
	0,5		Lino debolmente sabbioso di colore marrone.								
	0,5		Sabbia limosa con rare lenti di ghiaia al fondo.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 25 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> PZ2	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507075-5064375	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,9




Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,2		Limo sabbioso scuro.								
1	1,3		Riporti costituiti da ghiaia a supporto di matrice con resti di mattoni, plastica. Da 0,9 m riporti di colore grigio con resti di mattone abbondanti, asfalto e vetri.								
2	0,4		Sabbia debolmente limosa con rari ciottoli.								
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Vertemate con Minoprio (CO)	<b>Località</b> Area 2	<b>Data</b> 25 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> PZZa	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507030-5064382	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Limo sabbioso scuro.								
	0,35		Ghiaia con matrice sabbiosa limosa arrossata con rari frammenti di mattone.								
1	0,75		Sabbia di colore scuro.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P24	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507905 - 5062384	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,3		Sabbia fine limosa con occasionali frammenti di mattoni con dimensioni inferiori a 0,5 cm. Coltivo.								
	0,3		Sabbia limosa con ghiaia fine, ciottoli con dimensioni inferiori a 1 cm.								
	0,4		Sabbia limosa con rari ciottoli.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P25	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507920 - 5062252	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
	0,3		Sabbia media di colore scuro. Cultivo								
	0,7		Sabbia e ghiaia. Ciottoli di dimensioni massimo 5 cm. Occasionali frammenti di mattoni.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P26	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507930 - 5062451	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,22		Sabbia di colore scuro. Collivo.								
	0,78		Sabbia limosa marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P27	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507958 - 5062392	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,15		Limo sabbioso di colore scuro con ciottoli sparsi. Collivo.								
	0,45		Sabbia fine debolmente limosa.								
	0,55		Ghiaia con ciottoli mediamente di 6-7 cm, massimo 15 cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P28	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507953 - 5062326	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia limosa scura. Cultivo.								
	0,6		Sabbia limosa di colore nocciola, massiva.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese  
MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P29	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507985 - 5062299	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,15		Sabbia limosa scura. Collivo.								
	0,85		Sabbia massiva di colore marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSferaA Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Cantù (CO)	<b>Località</b> Area 4	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> PZ 4	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507951 - 5062420	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,3		Sabbia con ghiaia, ciottoli con diametro massimo di 5 cm, occasionali fino a 20 cm. Colore scuro.									
0,55		Sabbia fine limosa di colore marrone									
0,65		Sabbia medio grossolana con ciottoli di diametro massimo fino a 2,5 cm.									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**




sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 5	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P30	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507729 - 5061938	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
---------------	------------------	-----------	-------------	------------------------	---------------	------------------------	-----------------	----------------------	-------	-------------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 5	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P31	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507760 - 5061843	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 5	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P32	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507816 - 5061875	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso con qualche occasionale ciottolo in profondità.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 5	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P33	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507692 - 5061843	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	0,7		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 5	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P35	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507605 - 5061813	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6



Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,3		Limo debolmente sabbioso; tendente a diventare leggermente argilloso in profondità.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 5	<b>Data</b> 07 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> PZ5	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507806 - 5061933	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Attemberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,5		Limo sabbioso. Collivo.								
1	1,0		Limo debolmente sabbioso di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P36	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507887-5061054	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6



Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,1		Sabbia grossolana.								
	0,4		Limo debolmente sabbioso con clasti.								
1	1,1		Limo con rari clasti.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P37	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508013-5060959	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,8

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,1		Sabbia grossolana limosa.								
1	1,7		Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti da millimetrici a c.ca 10cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSferaA Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P38	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508172-5060839	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,15		Limo sabbioso.								
1	1,45		Limo debolmente sabbioso con sparsi clasti millimetrici.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSferaA Studio Associato di Geologia**

sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P39	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508254-5060768	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,05		Sabbia grossolana								
	0,45		Limo sabbioso.								
	0,5		Limo debolmente sabbioso.								
	0,6		Limo.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSferaA Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P40	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508367-5060687	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

0,4			Limo sabbioso.								
1,1			Limo debolmente sabbioso passante verso il basso a limo.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

studio associato di geologia



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 27 ottobre 2016
<b>Sigla indagine</b> P41	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508458-5060621	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,6

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Limo sabbioso e/o sabbia limosa (terreno vegetale).								
1	1,2		Limo debolmente sabbioso.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P42	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507938 - 5060955	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
0,6			Sabbia debolmente limosa.								
0,9			Sabbia debolmente limosa massiva, di colore marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P43	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507999 - 5060910	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5



Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Sabbia limosa scura con rari ciottoli di dimensioni inferiori a 1 cm. Cultivo.								
1	1,1		Sabbia massiva debolmente limosa, di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P44	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508056 - 5060873	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5





Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,4		Sabbia fine debolmente limosa. Cultivo.								
1	1,1		Sabbia debolmente limosa, di colore marrone. Occasionali frammenti di mattone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P45	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508152 - 5060790	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,4		Sabbia fine debolmente limosa. Cultivo.								
	0,8		Sabbia fine debolmente limosa. Rare screziature millimetriche arrossate. Verso il basso diventa più limosa.								
	0,3		Sabbia limosa con qualche raro ciottolo, più limosa negli ultimi 20 cm.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											





**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P46	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508252 - 5060721	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

	0,3		Sabbia debolmente limosa di colore scuro.								
	0,7		Sabbia debolmente limosa di colore marrone.								
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**



sede legale: via G. Rossini 18, Varese

MAIL: [geosfera@studiogeosfera.it](mailto:geosfera@studiogeosfera.it)

studio associato di geologia

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P47	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508360 - 5060639	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0



Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0,5		Sabbia fine debolmente limosa.								
	0,5		Sabbia massiva debolmente limosa, compatta.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> P48	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0508450 - 5060570	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,0

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------



1	0,5		Sabbia debolmente limosa di colore scuro con rari ciottoli.								
	0,5		Sabbia fine debolmente limosa, di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											



**geoSfera Studio Associato di Geologia**  
sede legale: via G. Rossini 18, Varese  
MAIL: geosfera@studiogeosfera.it

<b>Committente</b> AlPo Agenzia Interregionale per il fiume Po	<b>Progetto</b> Adeguamento aree golenali del torrente Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (CO)	<b>Comune</b> Carimate (CO)	<b>Località</b> Area 6	<b>Data</b> 08 giugno 2016
<b>Sigla indagine</b> PZ6	<b>Tipo indagine</b> Trincea	<b>Coordinate (X, Y)</b> 0507967 - 5060945	<b>Quota (m s.l.m.)</b>	<b>Profondità raggiunta (m)</b> 1,5

Scala (mt)	Spessore (mt)	Litologia	Descrizione	Campione ambientale	Granulometria	Limiti di Atterberg	Infiltrometrica	Carico su piastra	Falda	SPT (n. colpi)	Note
------------	---------------	-----------	-------------	---------------------	---------------	---------------------	-----------------	-------------------	-------	----------------	------

1	0.4		Sabbia limosa.								
	0.5		Sabbia limosa scura con rari clasti e frammenti di mattone.								
	0.6		Sabbia limosa massiva di colore marrone.								
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

## ALLEGATO 2

**LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE GOLENALI DEL TORRENTE  
SEVESO NEI COMUNE DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CANTÙ E  
CARIMATE (CO-E-157)  
CIG 78332878EB – CUP B87B1500018003**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE NOVEMBRE 2019**

Milano, novembre 2019

**STUDIO IDROGEOTECNICO Srl**  
**Società di ingegneria**

Bastioni di Porta Volta 7 - 20121 Milano

tel. 02/659.78.57 - fax 02/655.10.40

e-mail: [stid@fastwebnet.it](mailto:stid@fastwebnet.it)

PEC: [stidsrl@pec.it](mailto:stidsrl@pec.it)

[www.studioidrogeotecnico.com](http://www.studioidrogeotecnico.com)

CF e P.Iva e Registro Imprese di Milano 09422240961

Capitale sociale € 30.000 interamente versato





**LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE GOLENALI DEL TORRENTE SEVESO NEI  
COMUNE DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CANTÙ E CARIMATE (CO-E-157)  
CIG 78332878EB – CUP B87B1500018003**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE NOVEMBRE 2019**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CAMPAGNA DI INDAGINI 2019 .....</b>	<b>2</b>
2.1	METODOLOGIA DEL SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO .....	2
2.2	METODOLOGIA DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE SCPT .....	3
2.3	METODOLOGIA DELLE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT .....	4

Allegati

All. 1 – Stratigrafia del sondaggio e SPT

All. 2 – Prove penetrometriche dinamiche continue – Tabulati e grafici

**1 PREMESSA**

Il presente documento costituisce il report delle indagini geognostiche integrative a supporto del progetto esecutivo delle opere per la riduzione del rischio idraulico, la laminazione controllata delle piene del Fiume Seveso nei comuni di Vertemate con Minoprio, Carimate e Cantù (Co).

La campagna di indagine, integrativa rispetto alla precedente del 2016 eseguita a supporto del progetto definitivo, è stata svolta nelle date del 12÷19 novembre 2019 ed è consistita in:

- 1 sondaggio a carotaggio continuo fino alla profondità di 20 m attrezzato a piezometro e 13 prove SPT in foro;
- 11 prove penetrometriche dinamiche continue.

L'indagine, svolta in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 17/01/2018, è stata finalizzata all'affinamento del modello geotecnico dei terreni di fondazione delle opere in terra e dei manufatti allo scopo di ottenere la corretta scelta, impostazione e dimensionamento delle opere fondazionali. La caratterizzazione geotecnica e sismica è riportata nel documento SVS 3.04 "Relazione Geotecnica".

## 2 CAMPAGNA DI INDAGINI 2019

L'ubicazione delle indagini è riportata in Tavv. SVS 3.03/03 del documento *SVS 3.03 "Relazione geologica e idrogeologica"*.

In dettaglio le prove di campo consistenti in:

- 1 sondaggio (SG-E01) a carotaggio continuo fino alla profondità di 20 m attrezzato a piezometro e 13 prove SPT (Standar Penetretion Test) nel foro di sondaggio;
- 11 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT (Standard Cone Penetration Test) (PP-E01, PP-E02dx, PP-E02sx, PP-E03, PP-E04, PP-E05, PP-E07, PP-E08, PP-E09, PP-E10, PP-E11)

sono state effettuate in corrispondenza delle aree interessate dal ponte in progetto tra vasca 1 e 2 e dei previsti manufatti di restringimento e di scarico di ciascuna vasca.

Nel seguente prospetto si riporta la distribuzione delle indagini.

<i>Area Golenale</i>	<i>Manufatto restringimento</i>	<i>Manufatto scarico</i>	<i>Ponte</i>
Area golenale 1	PP-E01		PP-E02 sx, PP-E02 dx, SG-E01
Area golenale 2	PP-E03	PP-E04	
Area golenale 3		PP-E05	
Area golenale 4	PP-E06 (non eseguita per inaccessibilità dell'area)	PP-E07	
Area golenale 5	PP-E08	PP-E09	
Area golenale 6	PP-E10	PP-E11	

### 2.1 Metodologia del sondaggio a carotaggio continuo

Il sondaggio è stato eseguito con una sonda montata cingolata (modello boart longyear deltabase 520).

La perforazione è stata eseguita a rotazione, a carotaggio continuo, con l'impiego di carotiere semplice con  $\Phi_{int} = 101$  mm.

Dopo ogni manovra di perforazione si è provveduto al sostenimento del foro con l'impiego di tubi di rivestimento con  $\Phi_{est} = 127$  mm.

Caratteristiche tecniche dell'attrezzatura da perforazione:

- Carotiere: - diametro nominale  $\Phi = 101 \div 127$  mm; lunghezza utile  $l = 300$  cm;
- Aste di perforazione con filettatura tronco conica: diametro nominale  $\Phi = 60 \div 76$  mm.



Il sondaggio è stato eseguito a partire dall'attuale piano campagna.

In **All. 1** è riportata la scheda stratigrafica del sondaggio, con le descrizioni litologiche dei livelli attraversati, l'indicazione dello schema di tubaggio (a sinistra) e i risultati delle prove penetrometriche (a destra).



Esecuzione del carotaggio

## **2.2 Metodologia delle prove penetrometriche dinamiche continue SCPT**

La prova penetrometrica standard (Standard Cone Penetration Test) consiste nel misurare il numero di colpi necessario ad infiggere per 30 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste.

Le misure vengono fatte senza soluzione di continuità a partire da piano campagna: ogni 30 cm di profondità si rileva perciò un valore del numero di colpi necessario all'infissione.

Caratteristiche tecniche:

- altezza di caduta della mazza: 75 cm;
- peso della mazza: 73 kg;
- punta conica: conicità 60°,  $\phi = 51$  mm;
- aste:  $\phi = 34$  mm.

Il risultato viene dato in forma di grafico, con una linea rappresentante la resistenza che il terreno ha opposto alla penetrazione alla punta (RP).

In **All. 2** sono riportati i tabulati e i grafici delle prove penetrometriche.



Esecuzione delle prove penetrometriche SCPT

### **2.3 Metodologia delle prove penetrometriche dinamiche SPT**

Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite n. 11 prove penetrometriche dinamiche SPT in foro.

Lo scopo è stato quello di rilevare lo stato di addensamento del terreno a partire da 1,5 metri di profondità.

In particolare, sono stati rilevati i numeri di colpi necessari all'infissione di 45 cm di asta, suddivisi in tratti da 15 cm.

L'attrezzatura impiegata ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- testa di battuta in acciaio avvitata su aste  $\phi = 51$  mm;
- altezza di caduta del maglio = 75 cm;
- peso del maglio = 63,5 kg.

Le prove sono state eseguite con l'impiego di campionatore Raymond a punta chiusa a causa della presenza prevalente di materiale sabbioso e ghiaioso, avente diametro esterno di 51 mm, diametro interno di 35 mm e lunghezza di 457 mm, dotato di scarpa tagliente.

In **All. 1**, accanto alla stratigrafia, sono riportati i risultati delle prove SPT.

**LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLE AREE GOLENALI DEL TORRENTE  
SEVESO NEI COMUNE DI VERTEMATE CON MINOPRIO, CANTÙ E  
CARIMATE (CO-E-157)  
CIG 78332878EB – CUP B87B1500018003**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE NOVEMBRE 2019**

**ALLEGATI**

All. 1 – Stratigrafia del sondaggio e SPT

All. 2 – Prove penetrometriche dinamiche continue – Tabulati e grafici

Milano, novembre 2019

**STUDIO IDROGEOTECNICO Srl**  
**Società di ingegneria**

Bastioni di Porta Volta 7 - 20121 Milano

tel. 02/659.78.57 - fax 02/655.10.40

e-mail: [stid@fastwebnet.it](mailto:stid@fastwebnet.it)

PEC: [stidsrl@pec.it](mailto:stidsrl@pec.it)

[www.studioidrogeotecnico.com](http://www.studioidrogeotecnico.com)

CF e P.Iva e Registro Imprese di Milano 09422240961

Capitale sociale € 30.000 interamente versato



**Committente** AIPO

**Commessa** CO3699

**Localita'** Aree golenali Seveso - Area 1

**Data** 18/11/2019 **Sondaggio n.** SG-E01 **Quota p.c.** \_\_\_\_\_

**STUDIO IDROGEOTECNICO**  
1964 - 2014

**STUDIO IDROGEOTECNICO S.r.l.**  
Società di Ingegneria

Profondita' da p.c. [m]	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Schema di completamento	S.P.T		
				Tipo punta	Prof.	N° di colpi
1		Terreno di riporto costituito da sabbia e ghiaia in matrice limosa e rari frammenti di laterizi di colore marrone scuro	-1.00		-1.50	15/25/12
-2.50						
3		Limo argilloso debolmente ghiaioso di colore marrone chiaro	-3.00		-3.00	5/10/11
-3.60						
4		Ghiala sabbiosa in matrice limosa di colore marrone scuro			-4.50	Rif
-4.40						
5		Ghiaia con ciottoli in matrice sabbioso-limosa di colore marrone chiaro			-6.00	34/Rif
-5.50						
6		Sabbia e ghiaia con ciottoli debolmente argillosa di colore marrone chiaro			-7.50	8/12/18
-6.20						
7		Sabbia limosa con ghiala di colore marrone chiaro			-9.00	10/12/12
-7.70						
8		Sabbia media con ghiala debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro			-10.50	13/18/23
-10.00						
9		Sabbia e ghiaia in matrice argillosa di colore marrone chiaro			-12.00	16/16/25
-12.00						
10		Sabbia e ghiaia in matrice limoso-argillosa con rari ciottoli di colore marrone chiaro			-13.50	21/27/26
-14.50						
11		Sabbia argillosa con ghiala di colore marrone chiaro			-15.00	23/29/31
-15.00						
12		Sabbia fine argillosa con ghiala di colore ocra			-16.50	Rif
-17.80						
13		Sabbia fine con ghiala debolmente limosa			-18.00	36/Rif
-19.50						
14		Sabbia media argillosa con ghiala di colore rossastro			-19.50	24/29/Rif
-20.00						
Livello piezometrico: data <u>18/11/19</u> profondita' <u>4.0</u> m da p.c.			Diametro perforazione <u>101</u> mm			
Livello piezometrico: data _____ profondita' _____ m da b.p.			Diametro rivestimento <u>127</u> mm			
Livello piezometrico: data _____ profondita' _____ m da b.p.			Alesaggio <u>---</u> mm			
			Diametro tubaggio <u>PVC 3"</u> pollici			

CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO

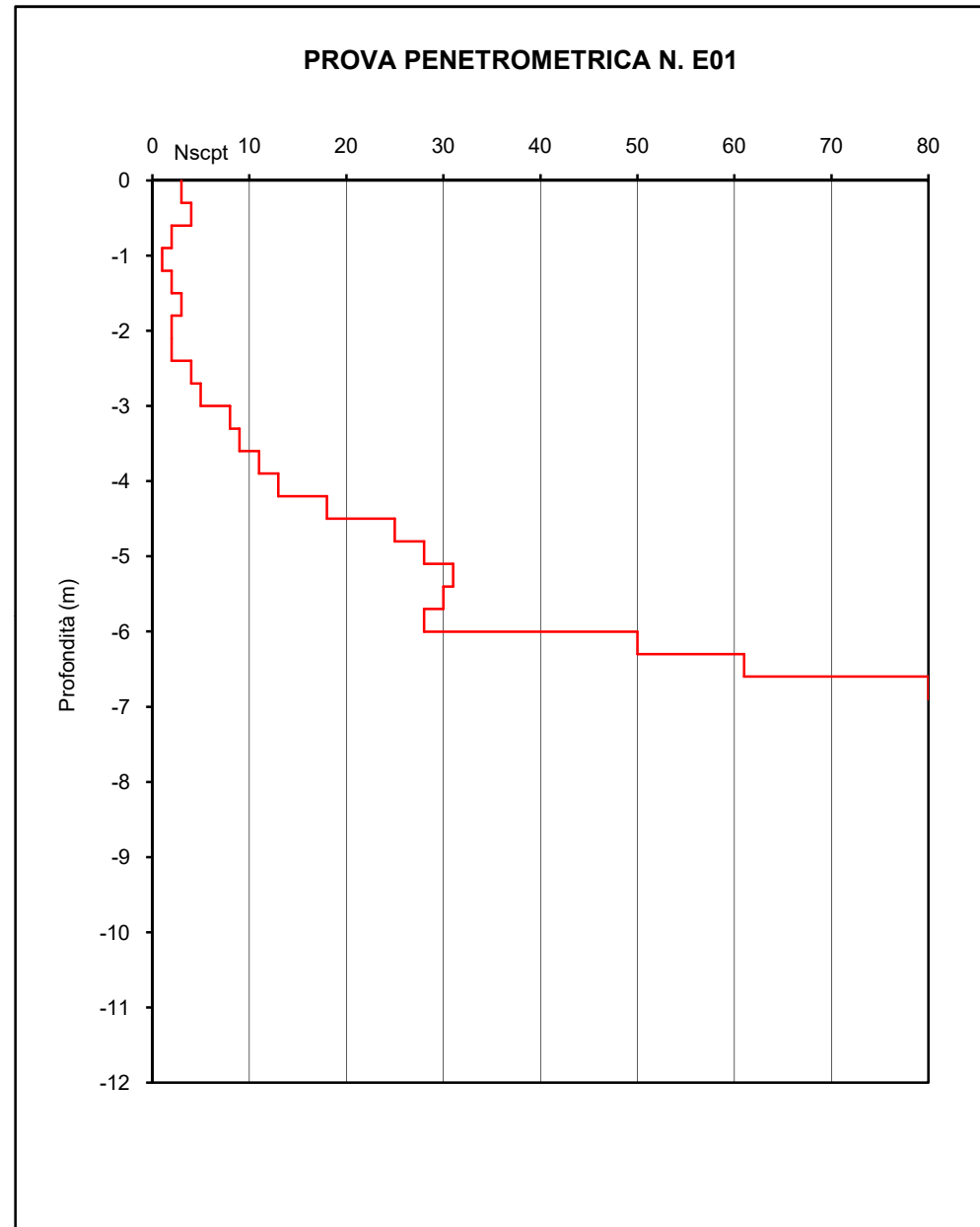
PROFONDITA' DELLA FALDA:

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 20/11/2019

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	3	
	4	
	2	
	1	
-1,5	2	
	3	
	2	
	2	
	4	
-3	5	
	8	
	9	
	11	
	13	
-4,5	18	
	25	
	28	
	31	
	30	
-6	28	
	50	
	61	
	R	
-7,5		

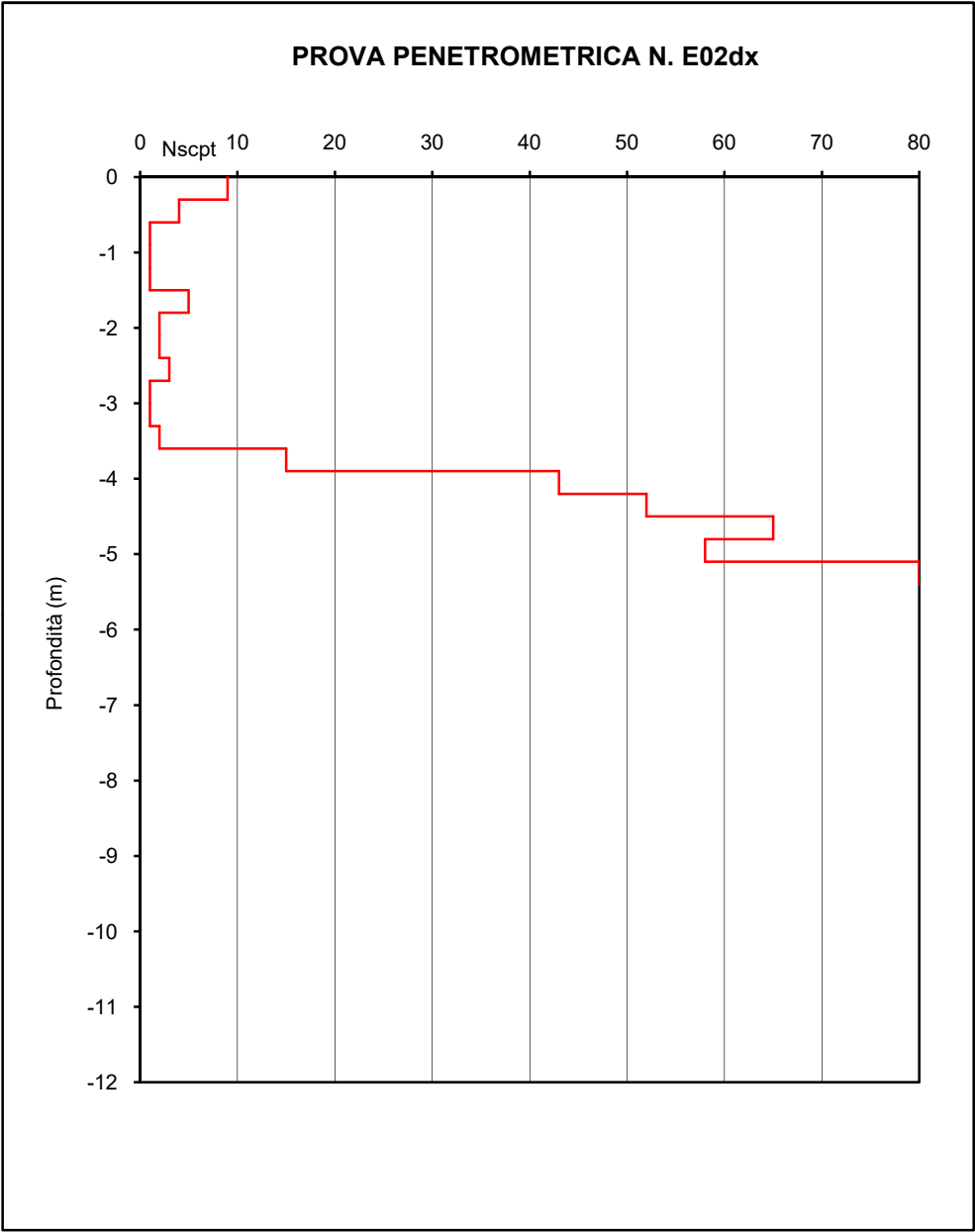
Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 12/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	9	
	4	
	1	
	1	
-1,5	1	
	5	
	2	
	2	
	3	
-3	1	
	1	
	2	
	15	
	43	
-4,5	52	
	65	
	58	
	R	
-6		
-7,5		

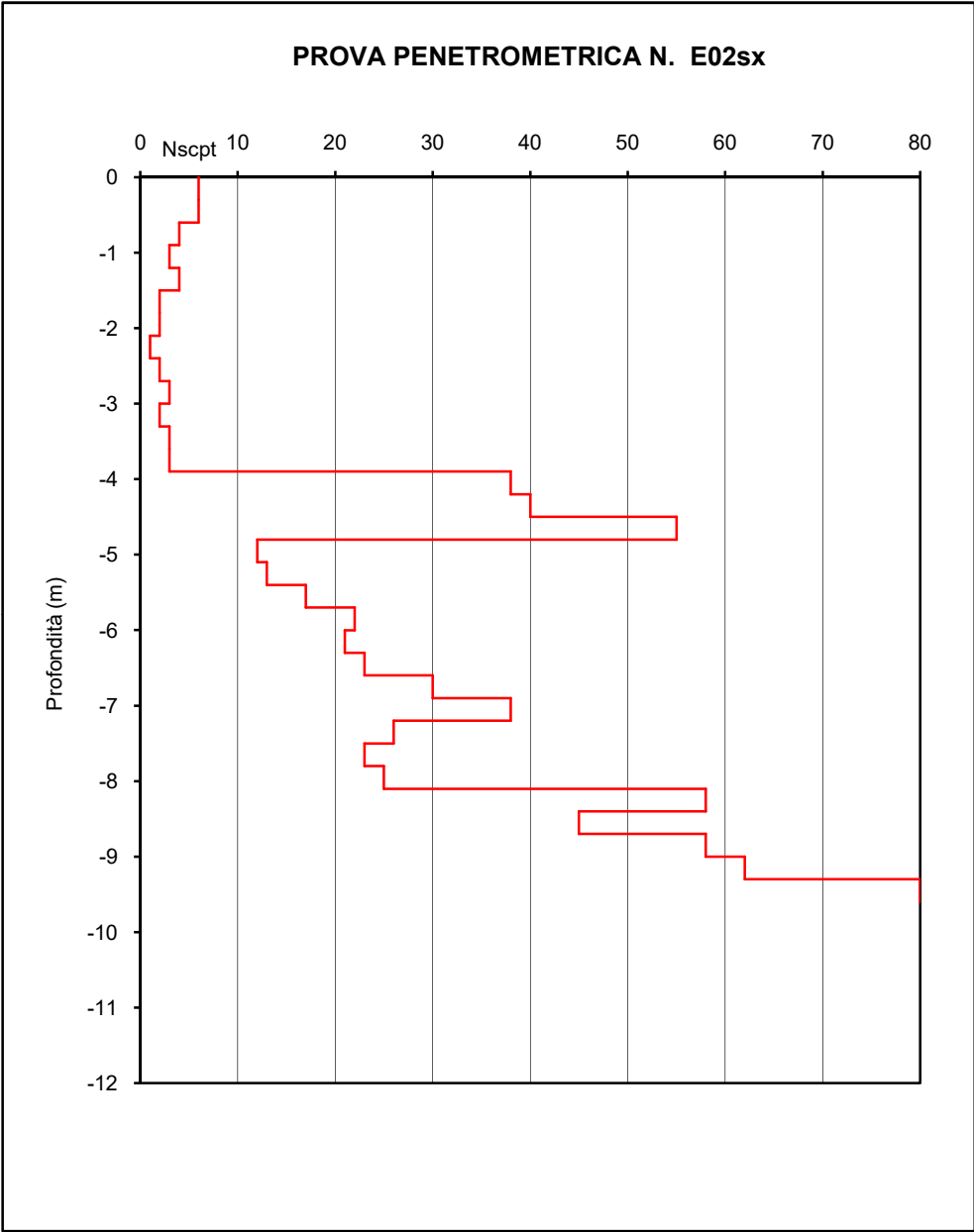
Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 12/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	6	
	6	
	4	
	3	
-1,5	4	
	2	
	2	
	1	
-3	2	
	3	
	2	
	3	
-4,5	32	
	40	
	55	
	12	
-6	13	
	17	
	22	
	21	
-7,5	23	
	30	
	38	
	26	

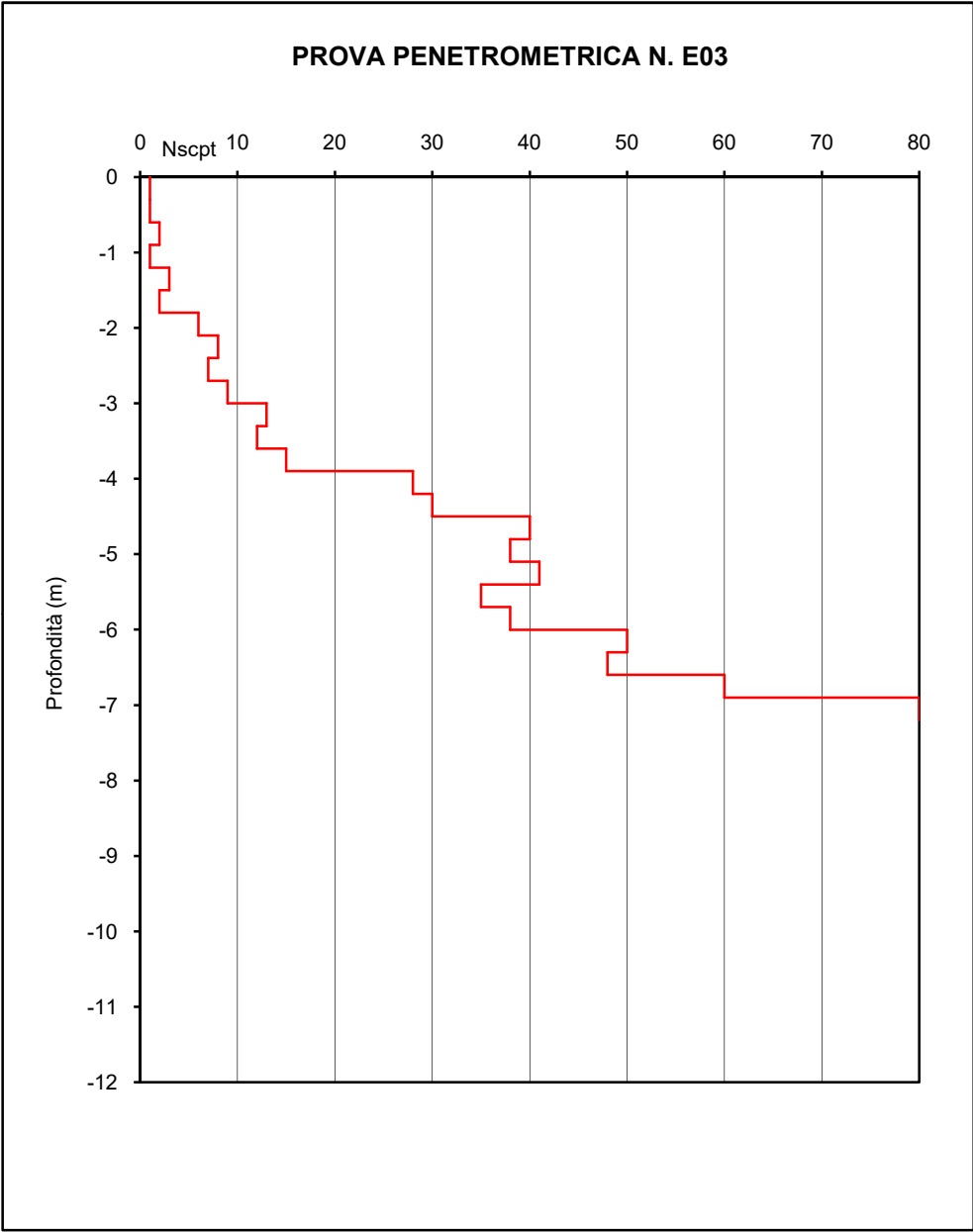
Profondità (m)	RP	RL
-9	23	
	25	
	58	
	45	
-10,5	58	
	62	
	R	
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 20/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	1	
	1	
	2	
	1	
-1,5	3	
	2	
	6	
	8	
-3	7	
	9	
	13	
	12	
-4,5	15	
	28	
	30	
	40	
-6	38	
	41	
	35	
	38	
-7,5	50	
	48	
	60	
	R	

Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		

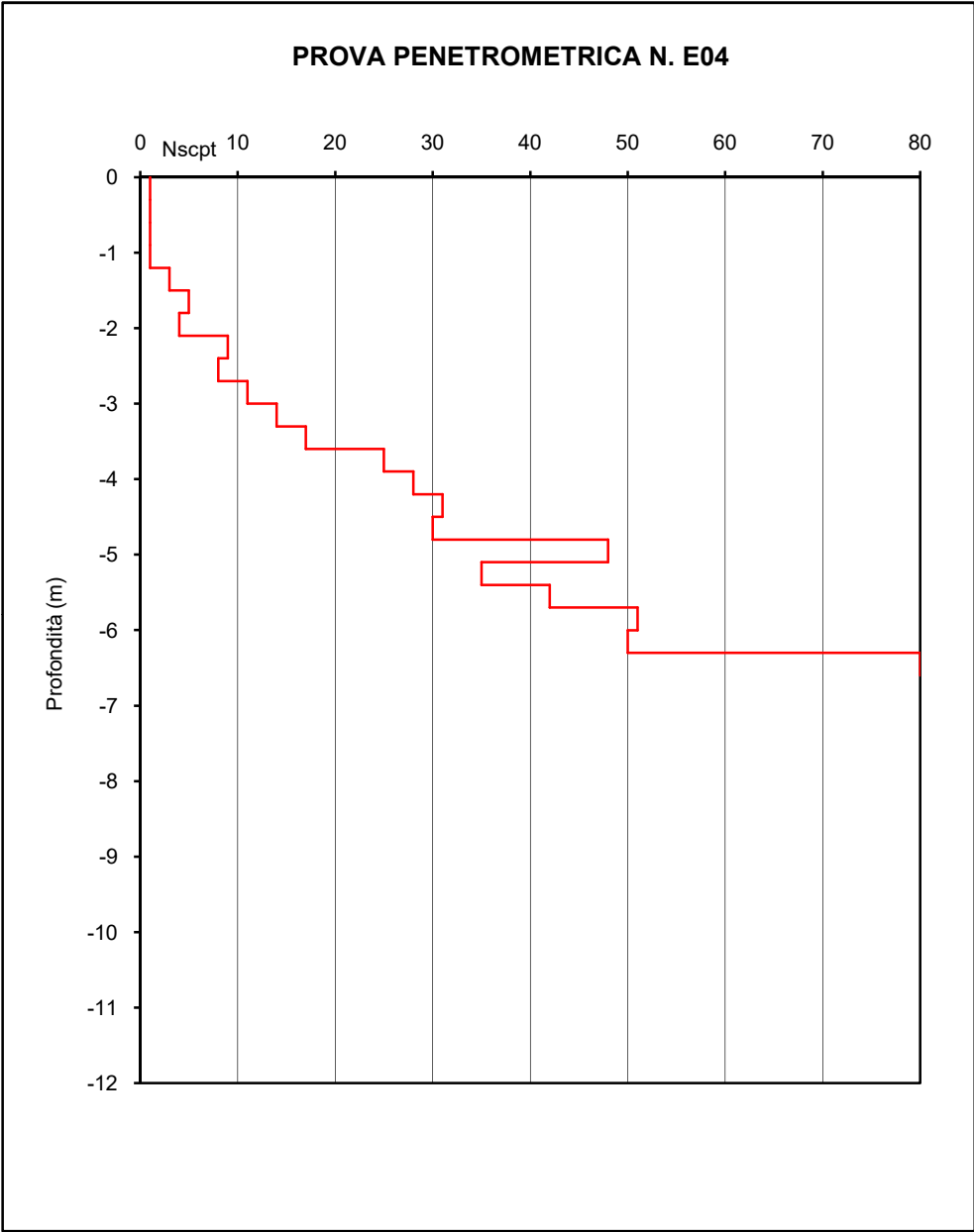




CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 20/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	1	
	1	
	1	
	1	
-1,5	3	
	5	
	4	
	9	
	8	
-3	11	
	14	
	17	
	25	
	28	
-4,5	31	
	30	
	48	
	35	
	42	
-6	51	
	50	
	R	
-7,5		

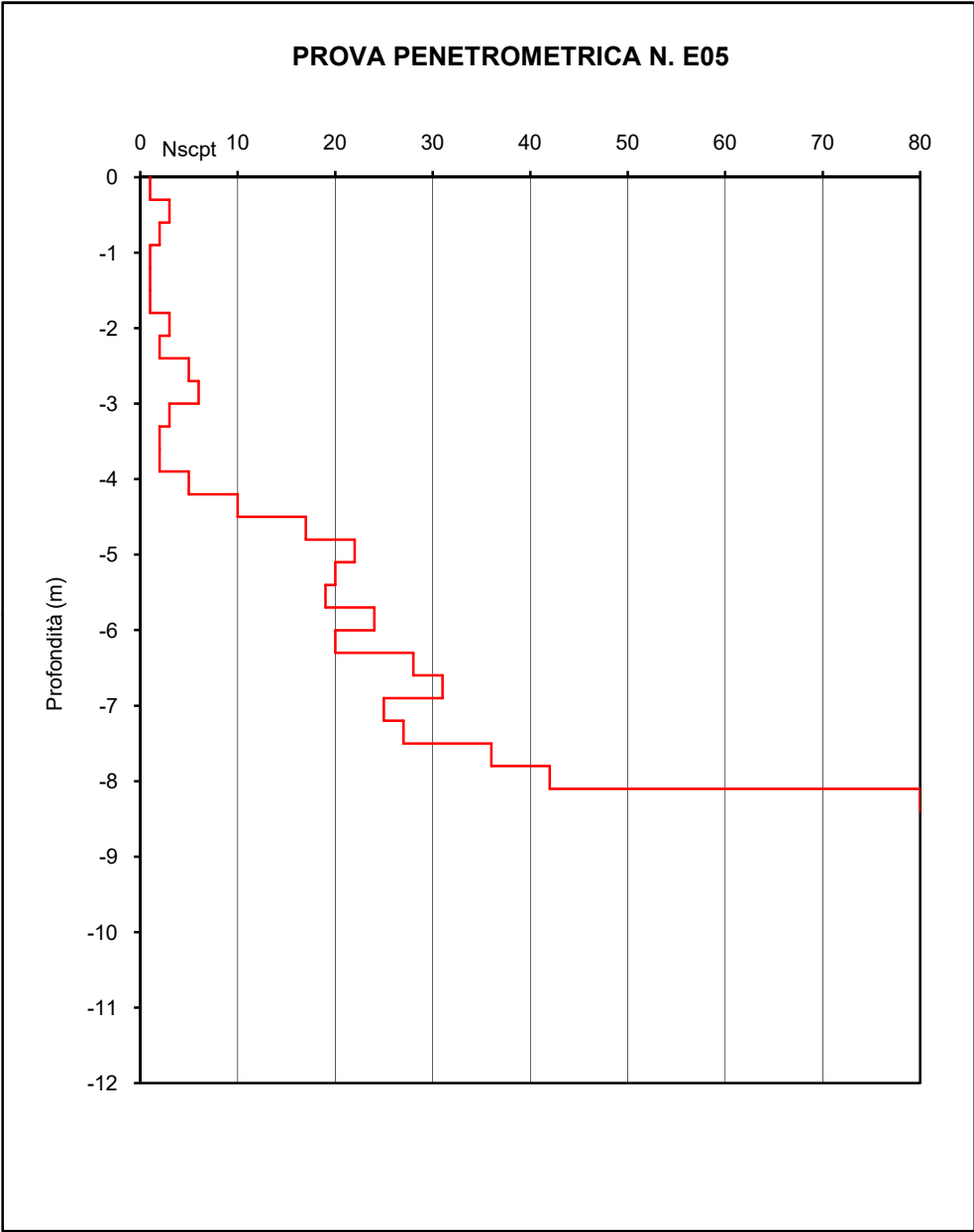
Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 20/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	1	
	3	
	2	
	1	
-1,5	1	
	1	
	3	
	2	
-3	5	
	6	
	3	
	2	
-4,5	2	
	5	
	10	
	17	
-6	22	
	20	
	19	
	24	
-7,5	20	
	28	
	31	
	25	
	27	

Profondità (m)	RP	RL
	36	
	42	
	R	
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO

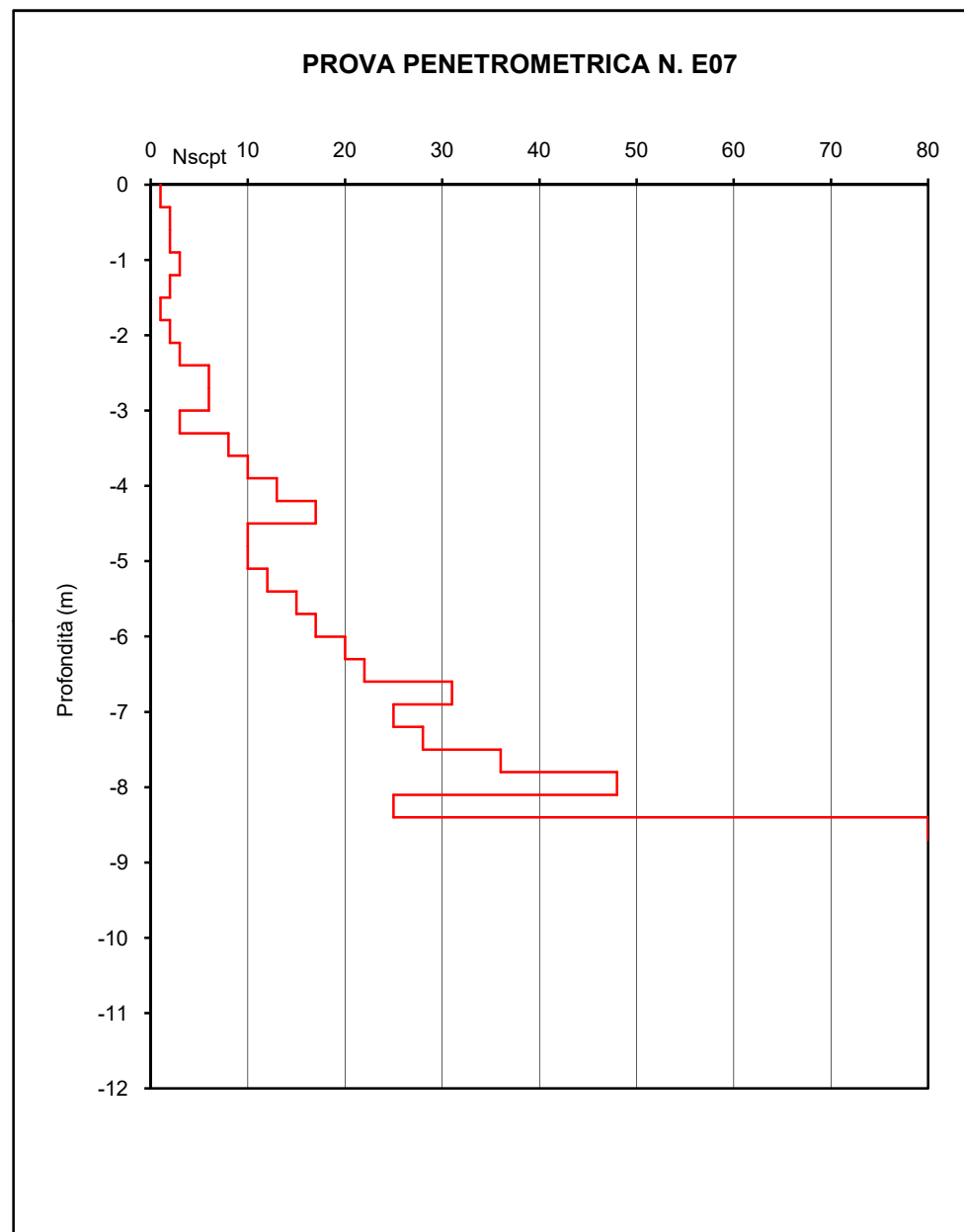
PROFONDITA' DELLA FALDA:

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 20/11/2019

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	1	
	2	
	2	
	3	
-1,5	2	
	1	
	2	
	3	
	6	
-3	6	
	3	
	8	
	10	
	13	
-4,5	17	
	10	
	10	
	12	
	15	
-6	17	
	20	
	22	
	31	
	25	
-7,5	28	

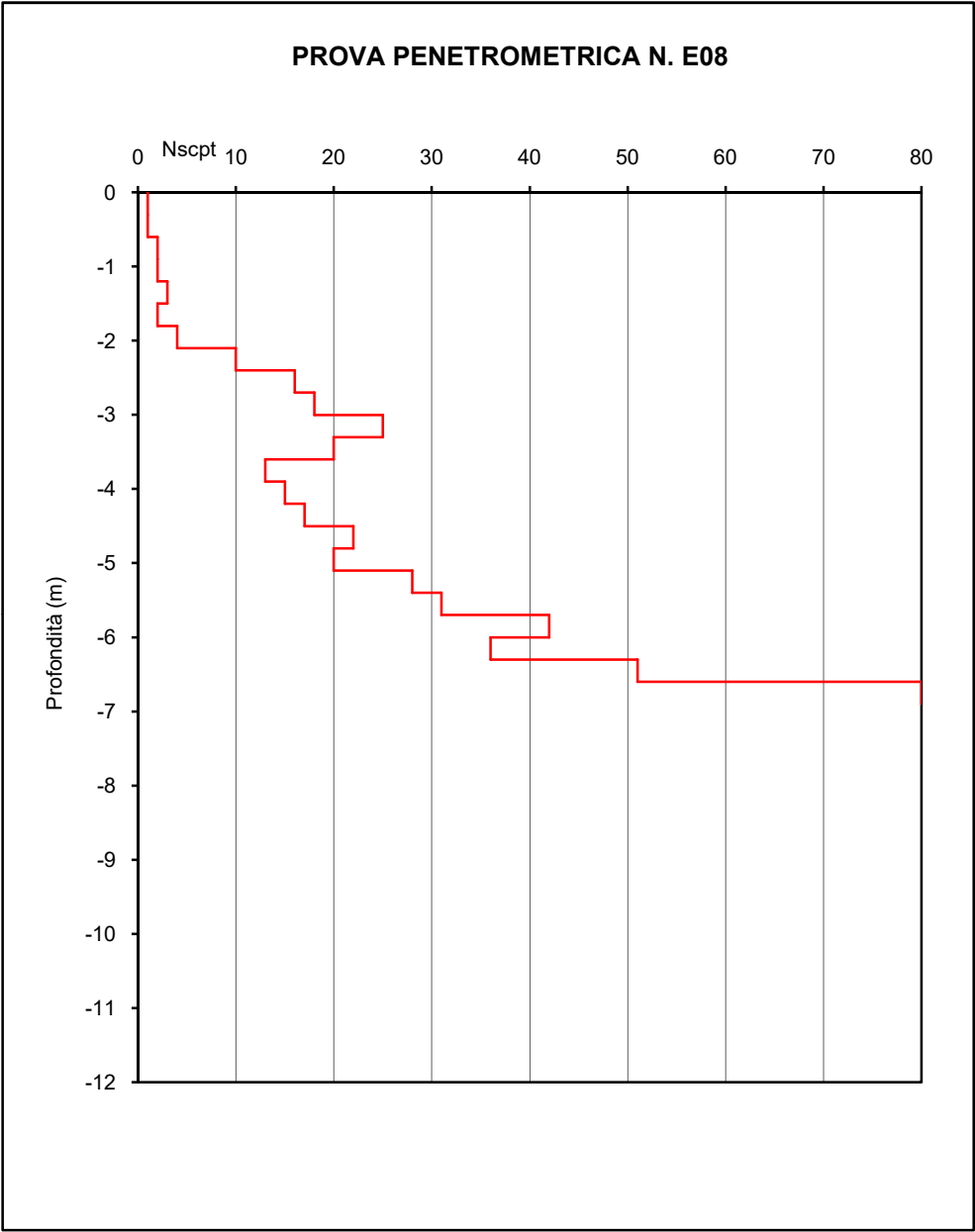
Profondità (m)	RP	RL
	36	
	48	
	25	
	R	
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 12/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	1	
	1	
	2	
	2	
-1,5	3	
	2	
	4	
	10	
	16	
-3	18	
	25	
	20	
	13	
	15	
-4,5	17	
	22	
	20	
	28	
	31	
-6	42	
	36	
	51	
	R	
-7,5		

Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO

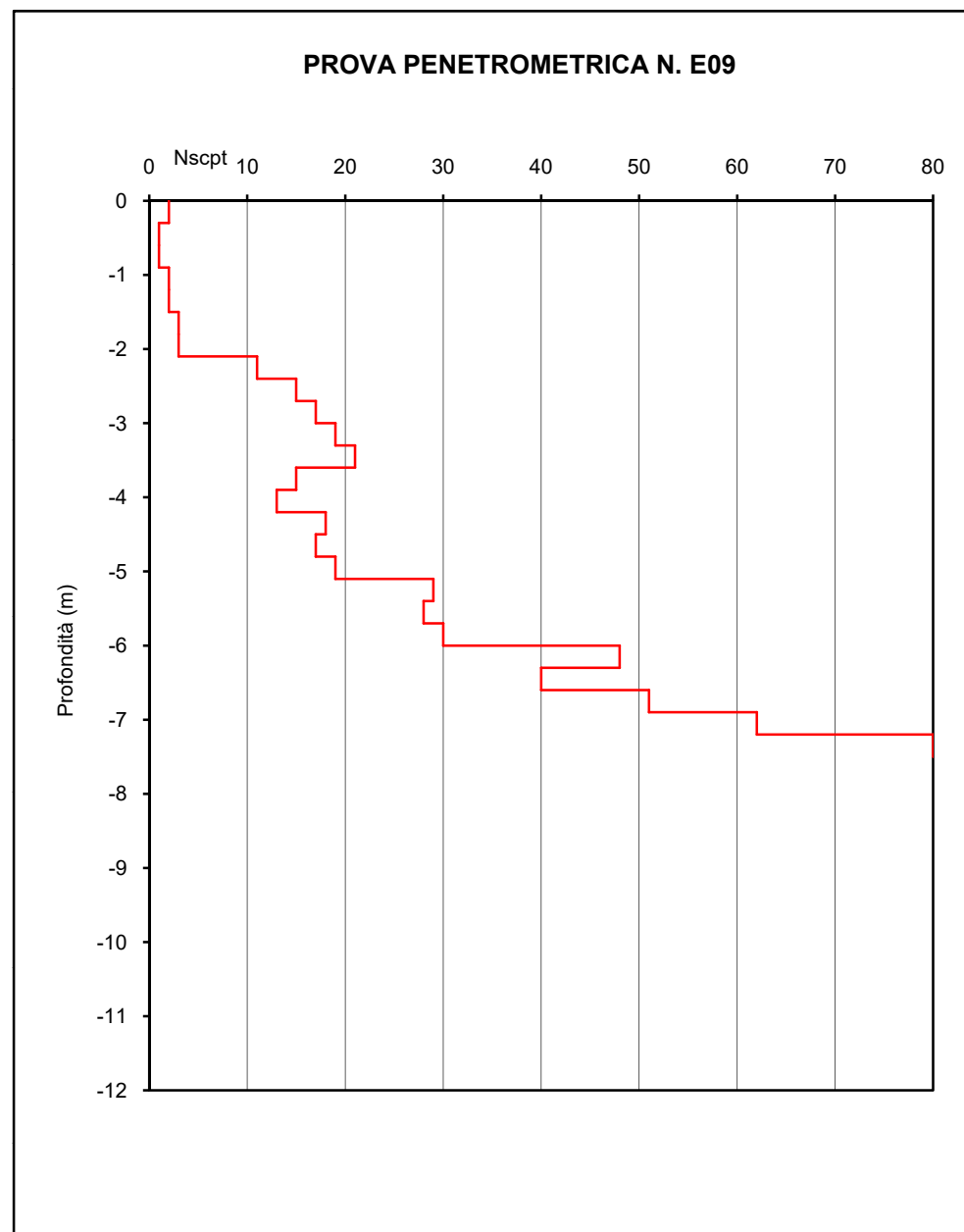
PROFONDITA' DELLA FALDA:

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 12/11/2019

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	2	
	1	
	1	
	2	
-1,5	2	
	3	
	3	
	11	
	15	
-3	17	
	19	
	21	
	15	
	13	
-4,5	18	
	17	
	19	
	25	
	28	
-6	30	
	48	
	40	
	51	
	62	
-7,5	R	

Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO

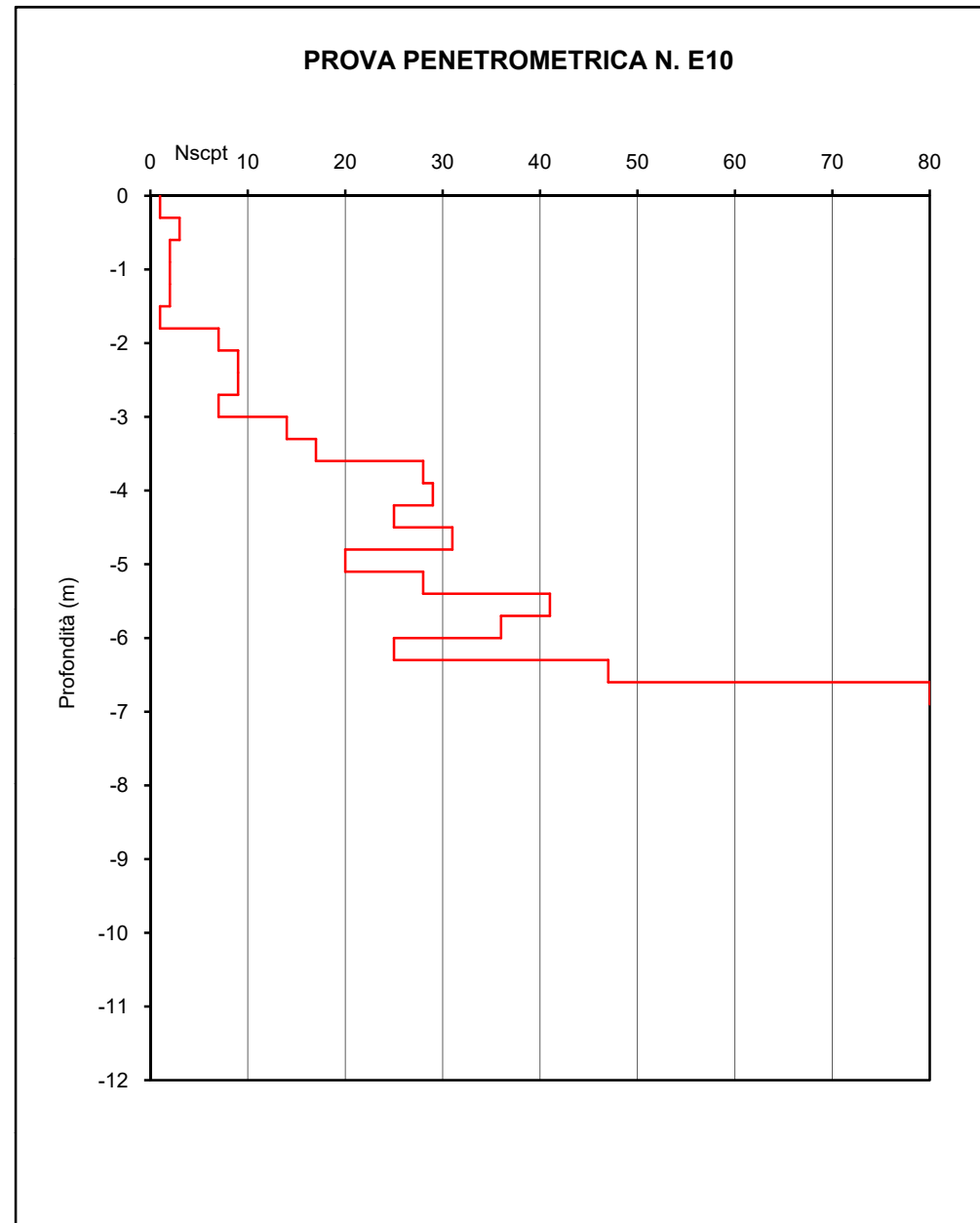
PROFONDITA' DELLA FALDA:

DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 12/11/2019

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	1	
	3	
	2	
	2	
-1,5	2	
	1	
	7	
	9	
	9	
-3	7	
	14	
	17	
	28	
	29	
-4,5	25	
	31	
	20	
	28	
	41	
-6	36	
	25	
	47	
	R	
-7,5		

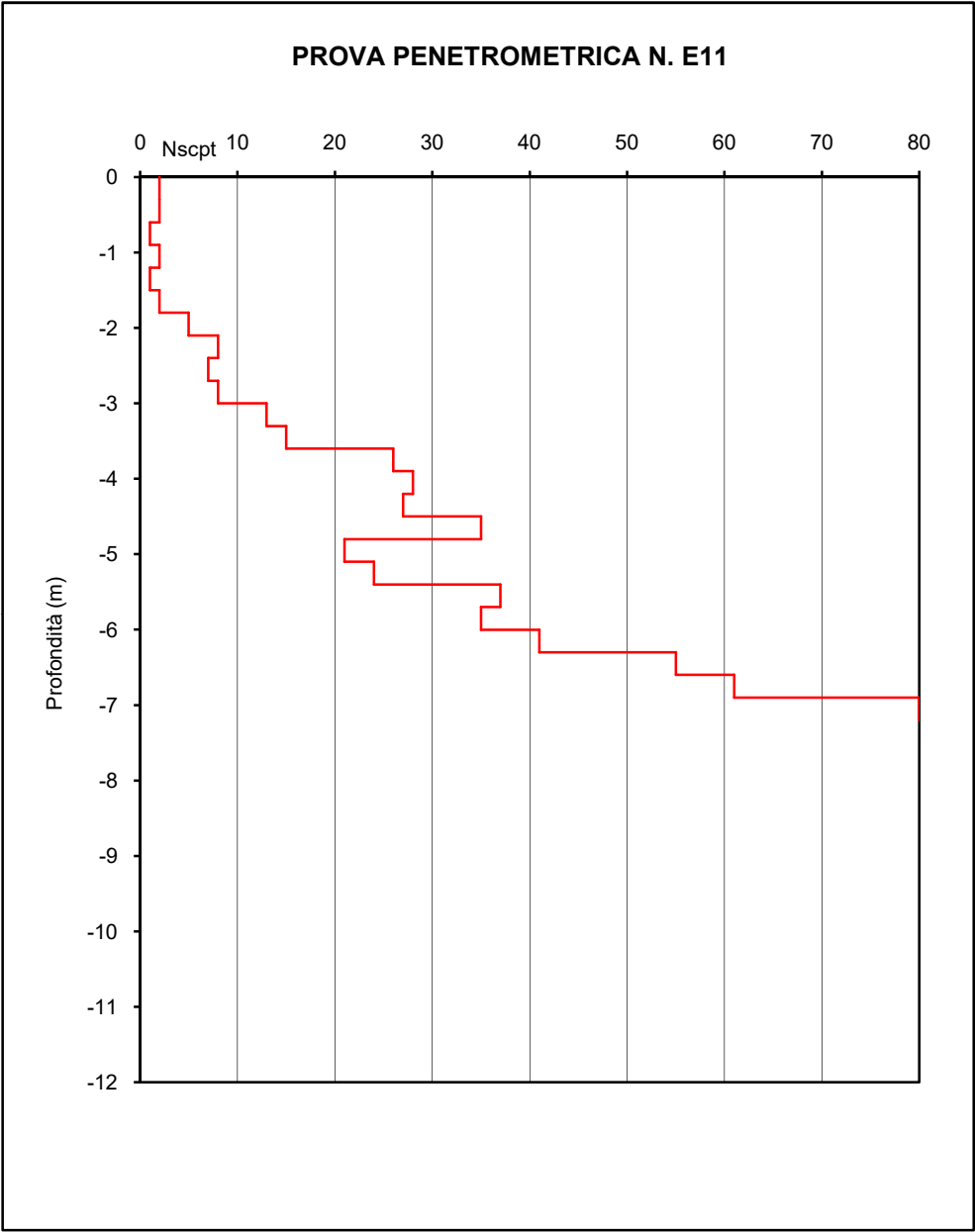
Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



CANTIERE AREE GOLENALI SEVESO  
PROFONDITA' DELLA FALDA:  
DATA DI ESECUZIONE DELLE PROVE : 12/11/2019  
  
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA S.C.P.T. (STANDARD A.G.I.)

Profondità (m)	RP	RL
0	2	
	2	
	1	
	2	
-1,5	1	
	2	
	5	
	8	
	7	
-3	8	
	13	
	15	
	26	
	28	
-4,5	27	
	35	
	21	
	24	
	37	
-6	35	
	41	
	55	
	61	
	R	
-7,5		

Profondità (m)	RP	RL
-9		
-10,5		
-12		
-13,5		
-15		



## ALLEGATO 3



## LEGENDA

$\gamma_n$  : peso di volume naturale del terreno

$\sigma_{vo}$  : tensione verticale totale

$\sigma'_{vo}$  : tensione verticale efficace

$N_p$  : numero di colpi del penetrometro dinamico

$N_{SPT}$  : numero di colpi equivalente della prova SPT

$N_1$  : numero di colpi normalizzato rispetto alla tensione geostatica [Jamolkowski et al., 1985]

$D_r$  : densità relativa [Skempton, 1986]

$\phi'$  : angolo d'attrito efficace [Nav Fac, 1982]

$c_u$  : coesione non drenata [Terzaghi e Peck, 1948]

$V_s$  : velocità di propagazione delle onde di taglio [Yoshida et al., 1988]

$E$  : modulo di elasticità [Yoshida et al., 1988]

<b>Categoria terreno:</b>	<i>Terreni non coesivi</i>	<i>Terreni coesivi</i>
	GW = ghiaie ben gradate	CL-ML = argille di bassa plasticità e limi argillosi
	GP = ghiaie mal gradate	
	GM = ghiaie limose	
	SW = sabbie ben gradate	CL = argille di media plasticità
	SP = sabbie mal gradate	
	SM = sabbie limose	CH = argille di alta plasticità
	ML = limi sabbiosi	

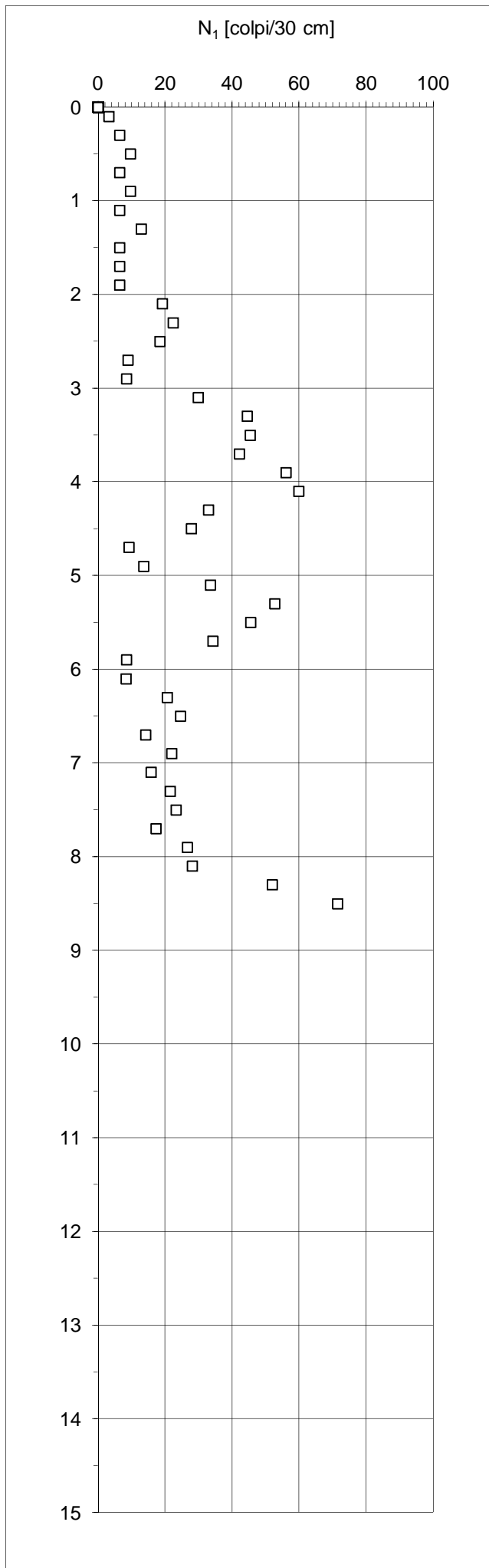
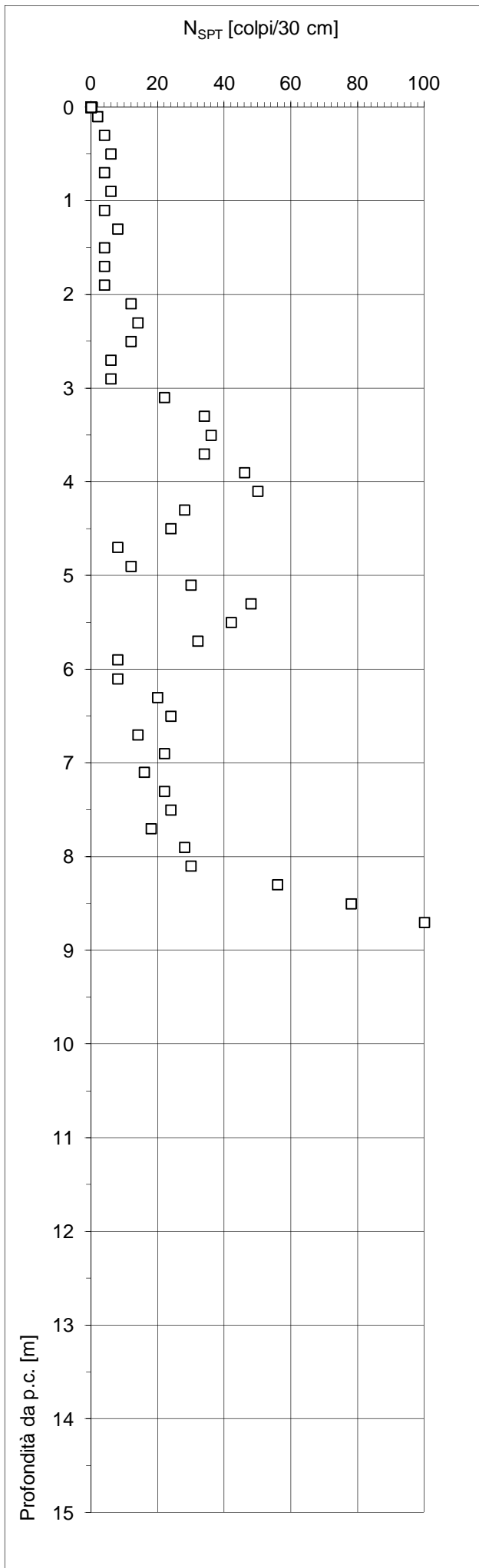
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

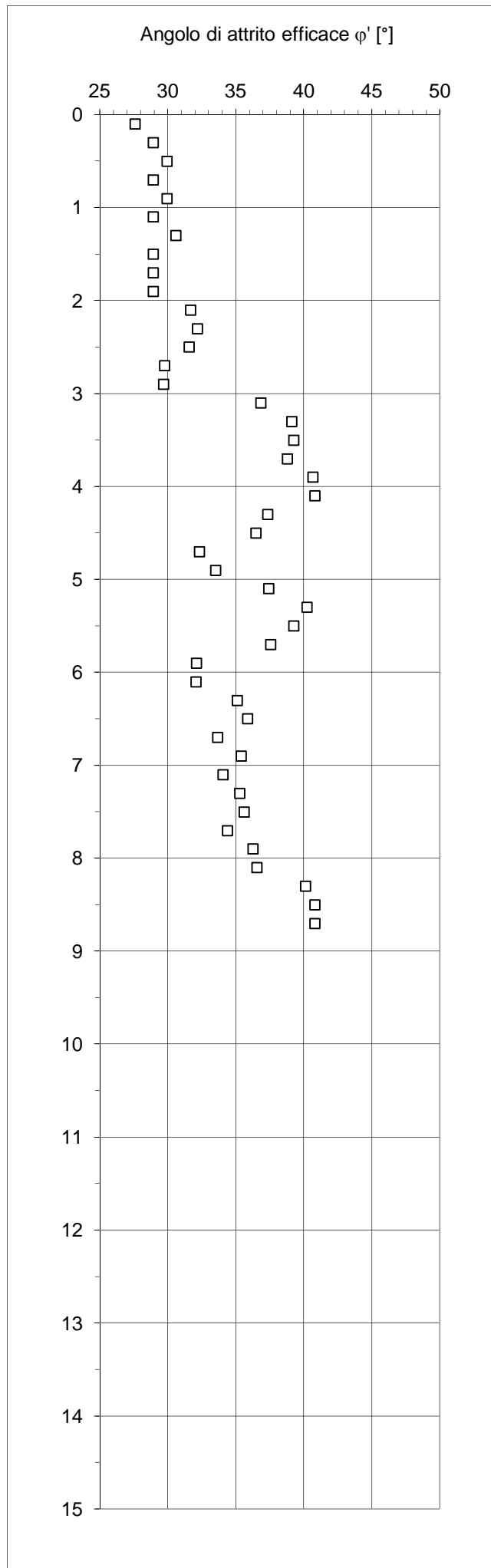
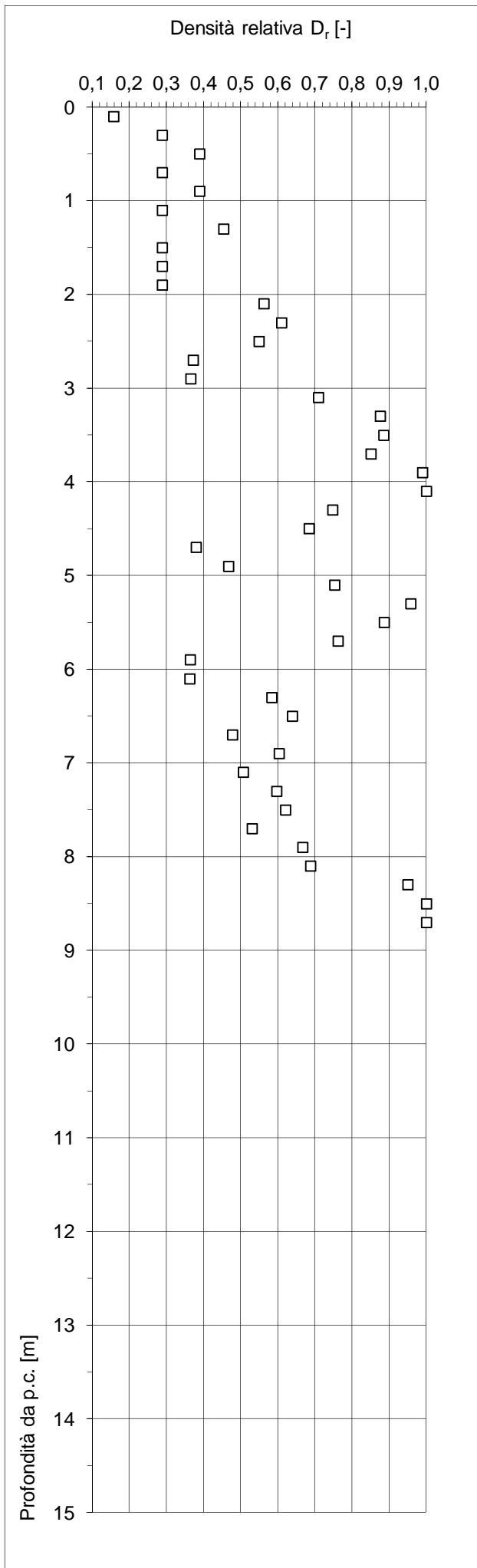
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	18/04/2016
<b>Prova</b>	DPSH1
<b>Prof. falda</b>	3,60 [m]

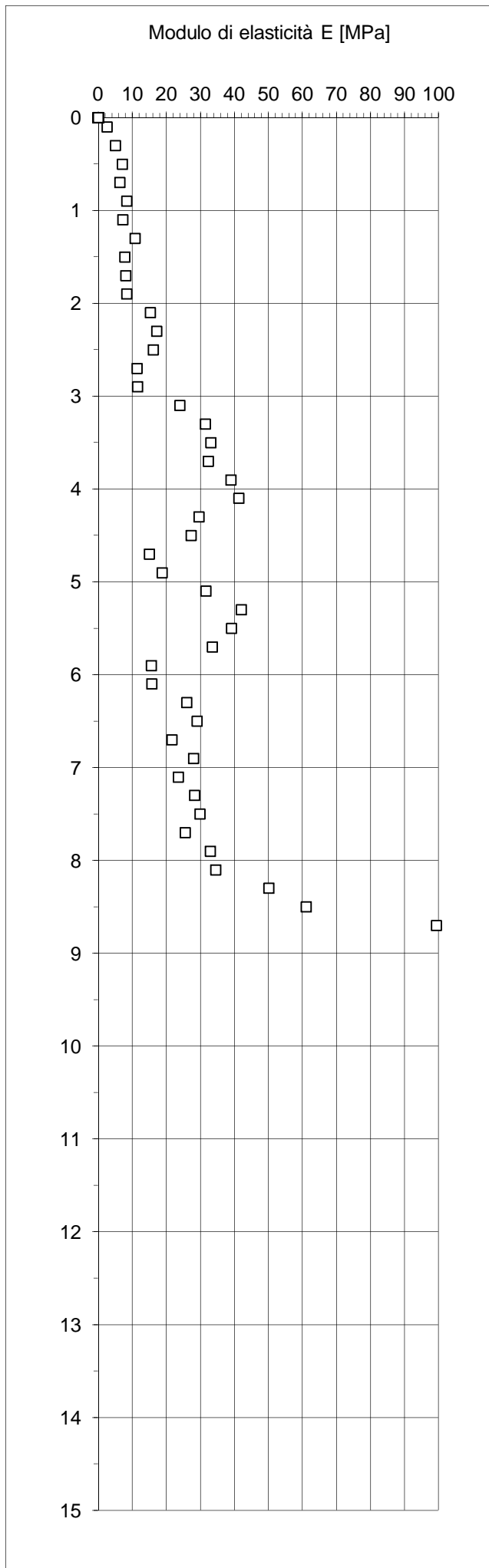
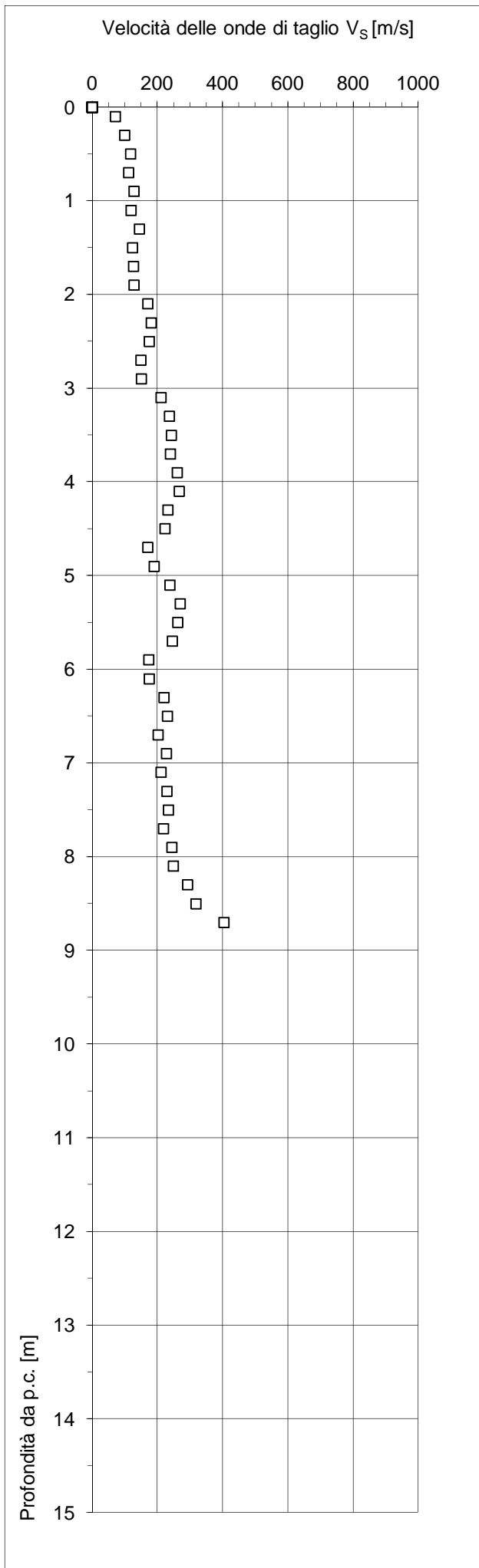
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,6	3	2,0	ML	9	9	6	10	0,39	30		117	7
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,6	3	2,0	ML	17	17	6	10	0,39	30		128	8
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,7	4	2,0	ML	24	24	8	13	0,45	31		144	11
1,50	18,4	2	2,0	ML	28	28	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,4	2	2,0	ML	35	35	4	6	0,29	29		128	8
2,10	19,0	6	2,0	ML	39	39	12	19	0,56	32		171	15
2,30	19,1	7	2,0	ML	43	43	14	22	0,61	32		180	17
2,50	19,0	6	2,0	ML	47	47	12	18	0,55	32		175	16
2,70	18,6	3	2,0	ML	50	50	6	9	0,37	30		149	11
2,90	18,6	3	2,0	ML	54	54	6	8	0,37	30		150	12
3,10	19,7	11	2,0	GM	58	58	22	30	0,71	37		210	24
3,30	20,4	17	2,0	GM	62	62	34	44	0,88	39		237	31
3,50	20,5	18	2,0	GM	66	66	36	45	0,89	39		242	33
3,70	20,4	17	2,0	GM	70	68	34	42	0,85	39		240	32
3,90	20,9	23	2,0	GM	74	70	46	56	0,99	41		260	39
4,10	21,1	25	2,0	GM	79	73	50	60	1,00	41		266	41
4,30	20,0	14	2,0	GM	83	75	28	33	0,75	37		231	30
4,50	19,8	12	2,0	GM	86	77	24	28	0,68	36		223	27
4,70	18,7	4	2,0	GM	90	78	8	9	0,38	32		170	15
4,90	19,0	6	2,0	GM	94	80	12	14	0,47	34		189	19
5,10	20,1	15	2,0	GM	98	82	30	33	0,75	37		239	32
5,30	21,0	24	2,0	GM	102	85	48	53	0,96	40		269	42
5,50	20,8	21	2,0	GM	106	87	42	45	0,89	39		262	39
5,70	20,3	16	2,0	GM	110	89	32	34	0,76	38		245	34
5,90	18,7	4	2,0	GM	114	91	8	8	0,36	32		174	16
6,10	18,7	4	2,0	GM	118	92	8	8	0,36	32		174	16
6,30	19,5	10	2,0	GM	122	94	20	21	0,58	35		220	26
6,50	19,8	12	2,0	GM	126	96	24	24	0,64	36		231	29
6,70	19,1	7	2,0	GM	130	98	14	14	0,48	34		202	22

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,7	11	2,0	GM	134	100	22	22	0,60	35		227	28
7,10	19,3	8	2,0	GM	137	102	16	16	0,51	34		210	23
7,30	19,7	11	2,0	GM	141	104	22	22	0,60	35		228	28
7,50	19,8	12	2,0	GM	145	106	24	23	0,62	36		234	30
7,70	19,4	9	2,0	GM	149	108	18	17	0,53	34		218	25
7,90	20,0	14	2,0	GM	153	110	28	27	0,67	36		244	33
8,10	20,1	15	2,0	GM	157	112	30	28	0,69	37		249	34
8,30	21,3	28	2,0	GM	162	114	56	52	0,95	40		292	50
8,50	21,9	39	2,0	GM	166	117	78	71	1,00	41		318	61
8,70	22,1	100	2,0	GM	170	119	100	181	1,00	41		404	99





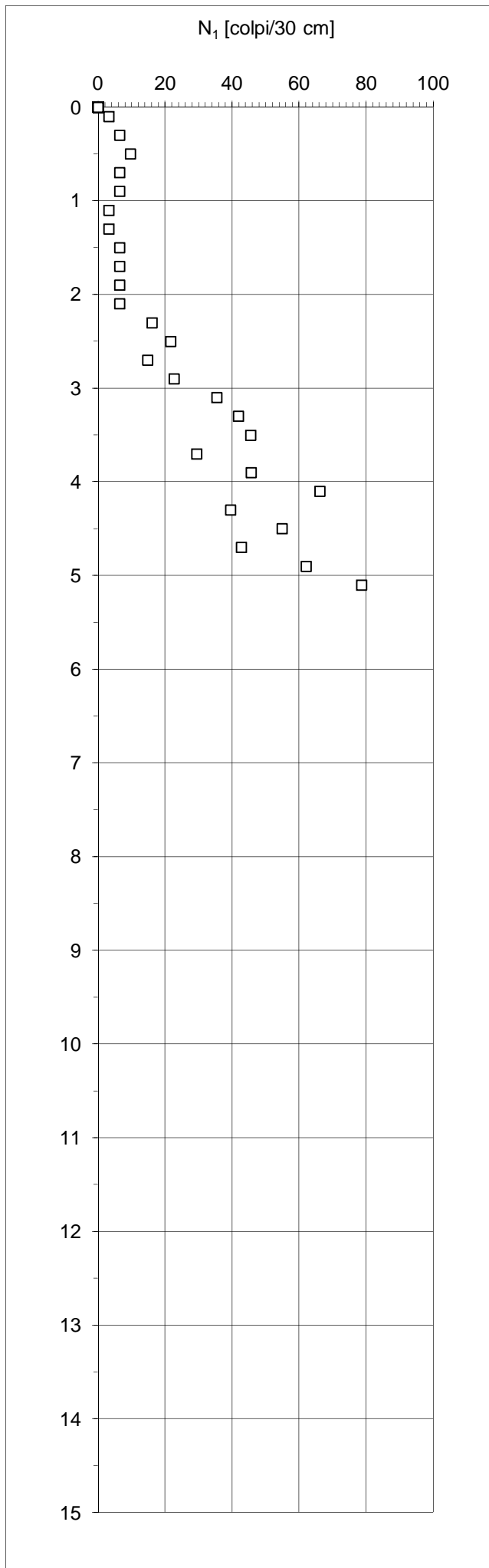
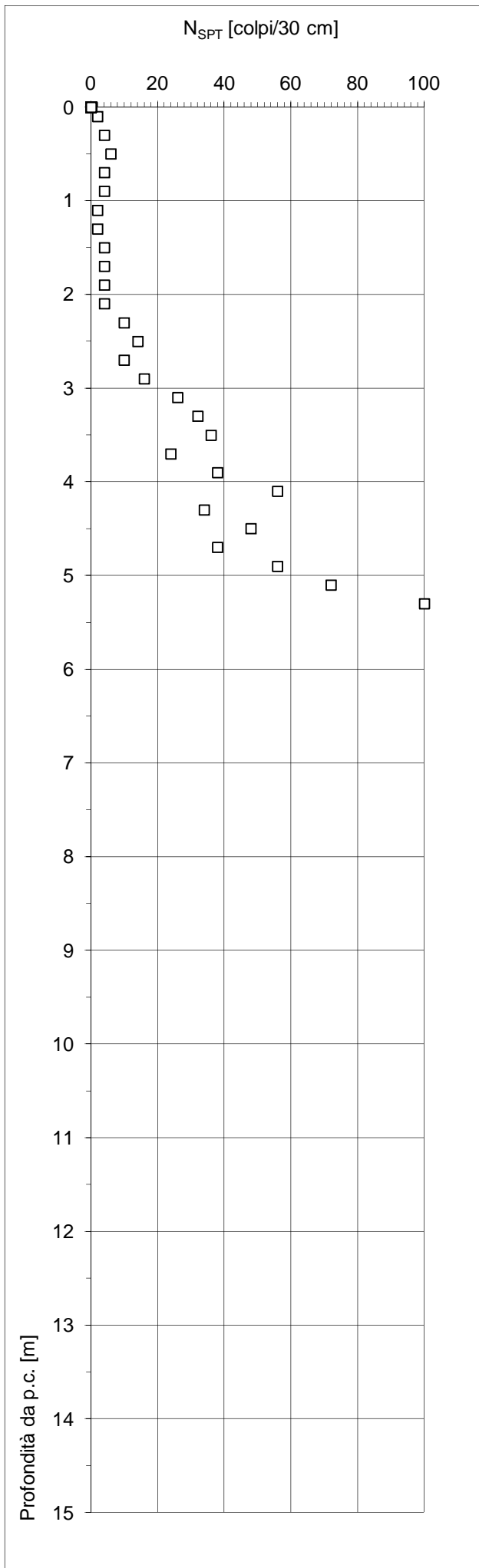


# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

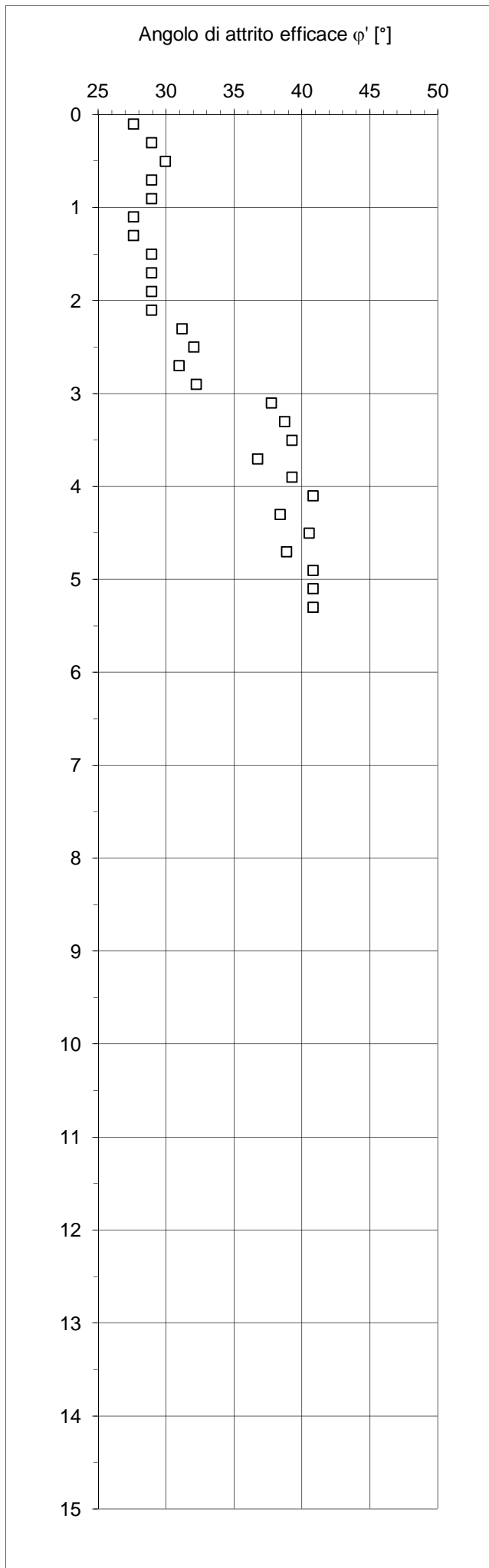
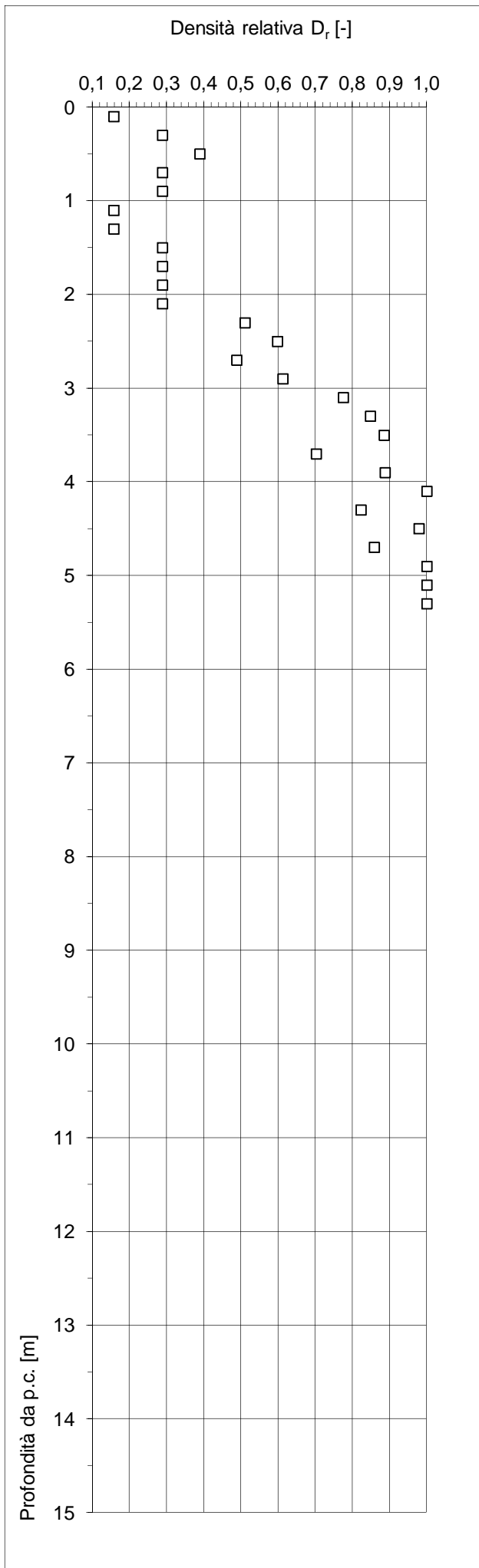
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	18/04/2016
<b>Prova</b>	DPSH2
<b>Prof. falda</b>	3,80 [m]

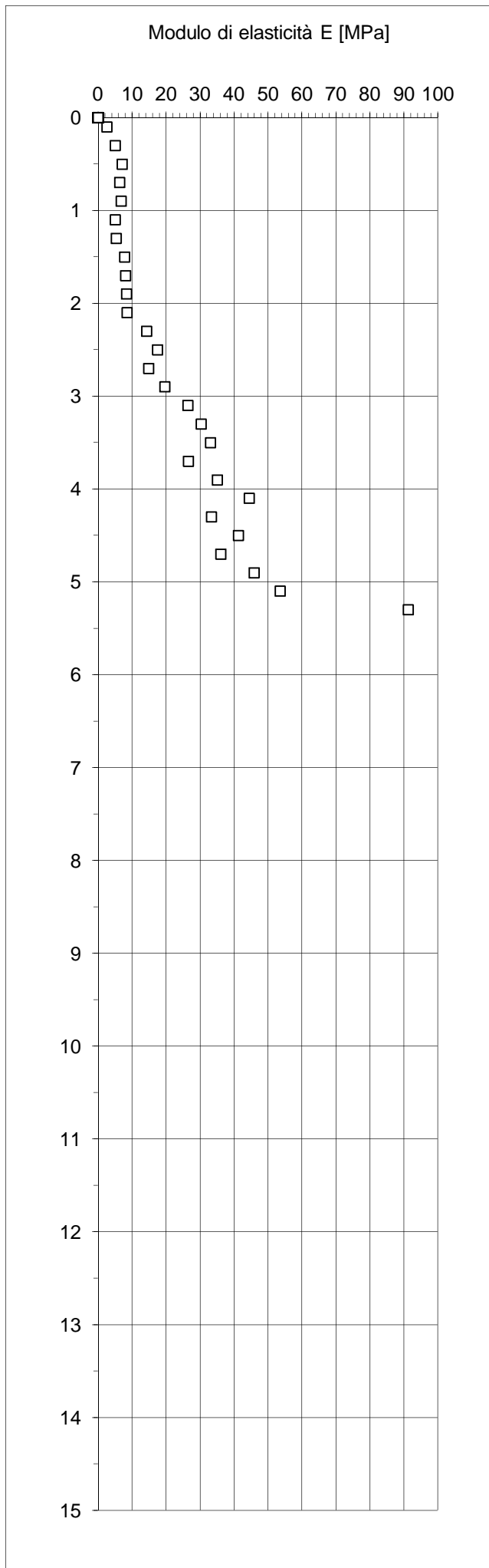
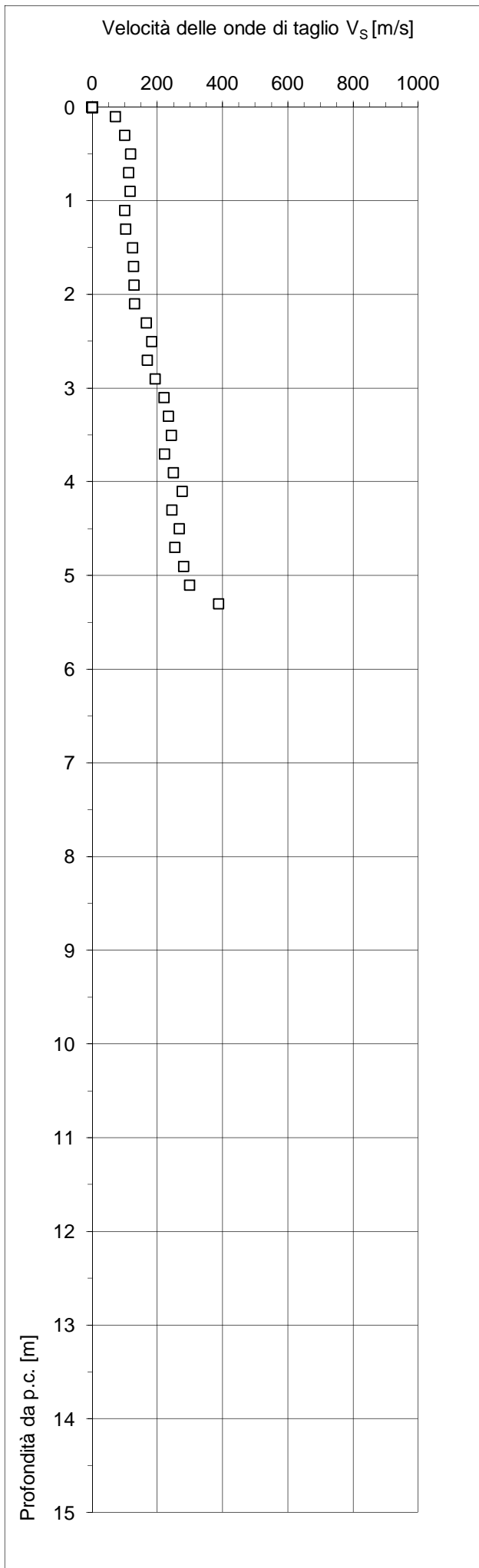
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,6	3	2,0	ML	9	9	6	10	0,39	30		117	7
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	28	28	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,4	2	2,0	ML	35	35	4	6	0,29	29		128	8
2,10	18,4	2	2,0	ML	39	39	4	6	0,29	29		130	9
2,30	18,9	5	2,0	ML	42	42	10	16	0,51	31		165	14
2,50	19,1	7	2,0	ML	46	46	14	22	0,60	32		182	17
2,70	18,9	5	2,0	ML	50	50	10	15	0,49	31		169	15
2,90	19,3	8	2,0	ML	54	54	16	23	0,61	32		192	20
3,10	19,9	13	2,0	GM	58	58	26	35	0,78	38		219	26
3,30	20,3	16	2,0	GM	62	62	32	42	0,85	39		233	30
3,50	20,5	18	2,0	GM	66	66	36	45	0,89	39		242	33
3,70	19,8	12	2,0	GM	70	70	24	29	0,70	37		221	27
3,90	20,6	19	2,0	GM	74	72	38	46	0,89	39		249	35
4,10	21,3	28	2,0	GM	78	74	56	66	1,00	41		275	44
4,30	20,4	17	2,0	GM	82	76	34	40	0,82	38		244	33
4,50	21,0	24	2,0	GM	87	79	48	55	0,98	41		267	41
4,70	20,6	19	2,0	GM	91	81	38	43	0,86	39		253	36
4,90	21,3	28	2,0	GM	95	83	56	62	1,00	41		279	46
5,10	21,8	36	2,0	GM	99	86	72	79	1,00	41		299	54
5,30	22,1	100	2,0	GM	104	88	100	215	1,00	41		387	91









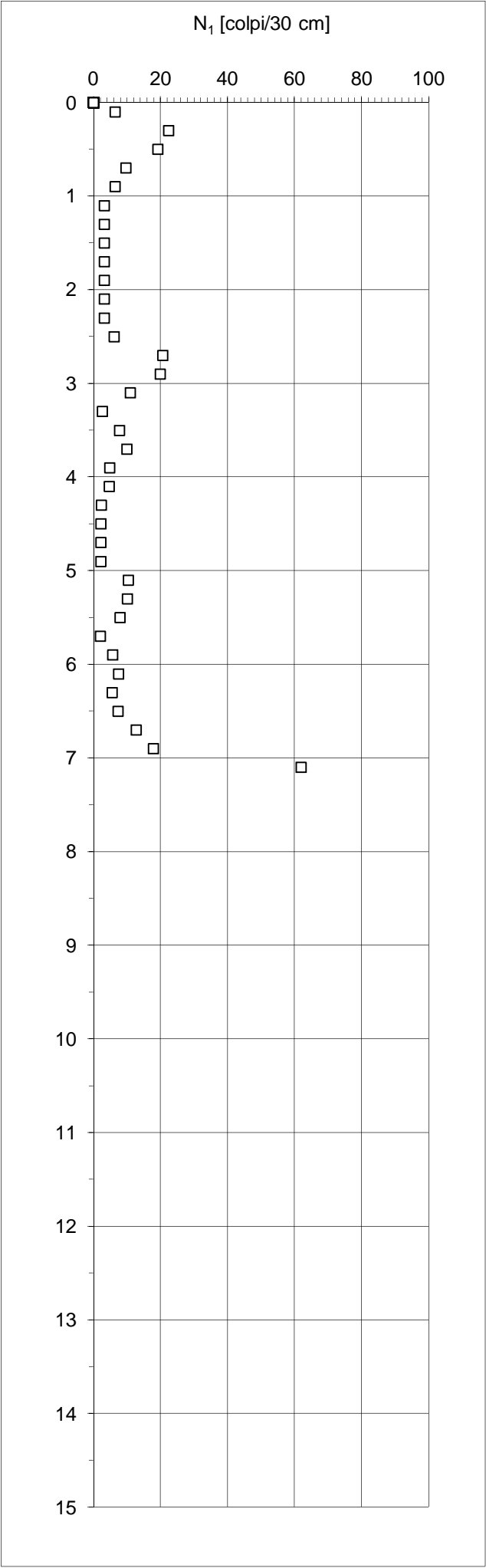
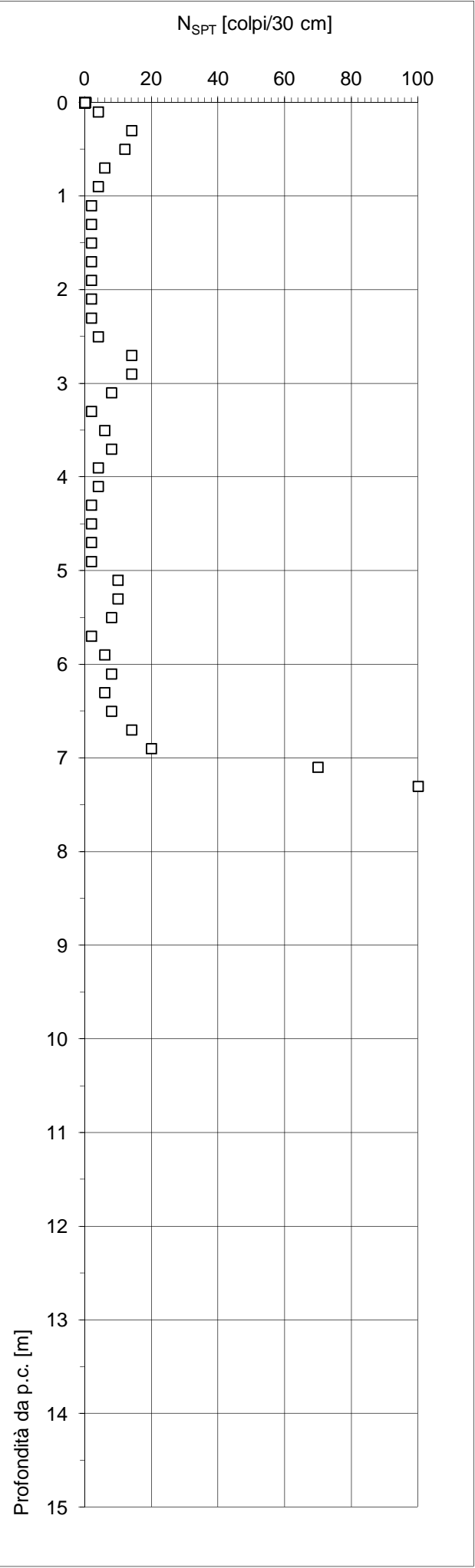
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

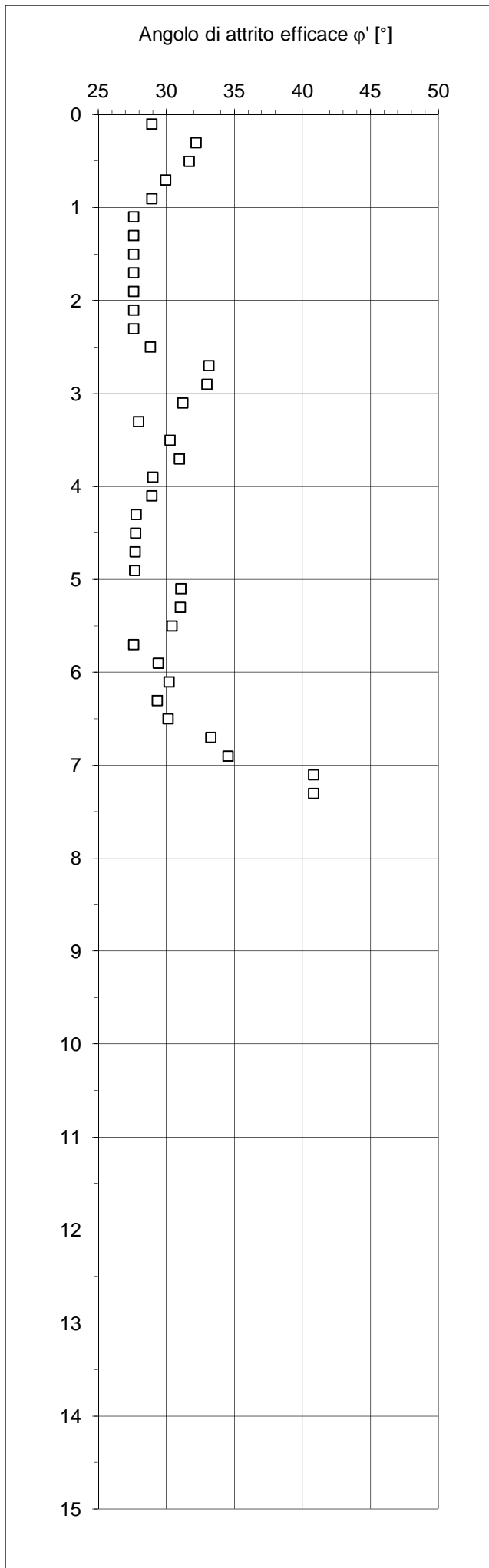
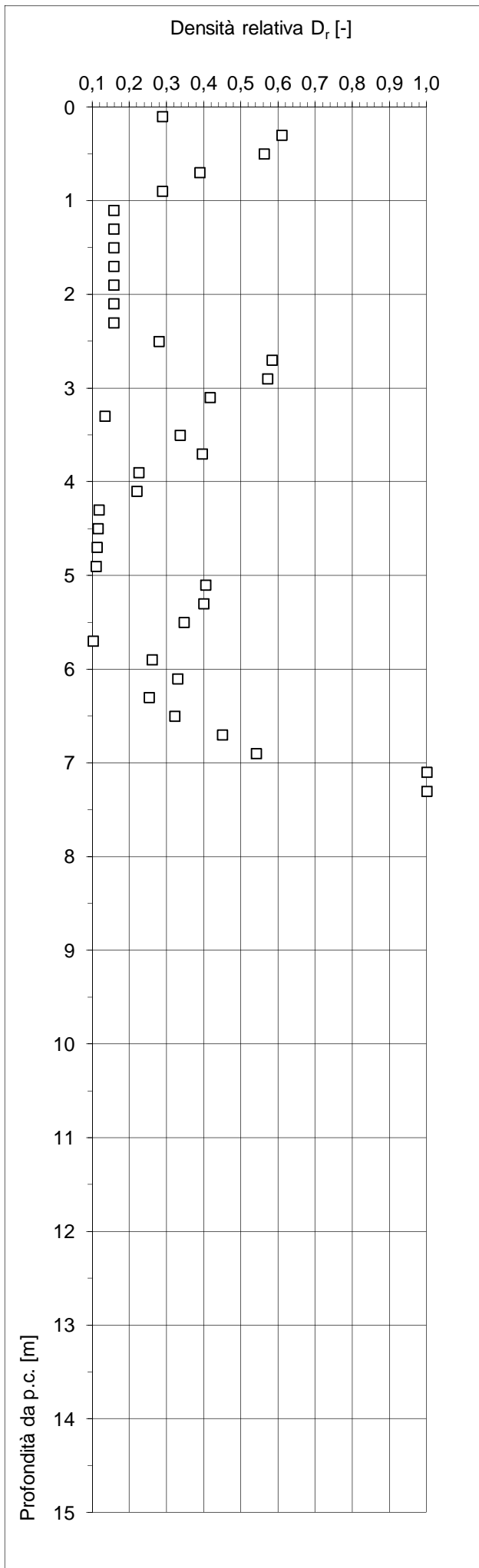
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	18/04/2016
<b>Prova</b>	DPSH3
<b>Prof. falda</b>	6,40 [m]

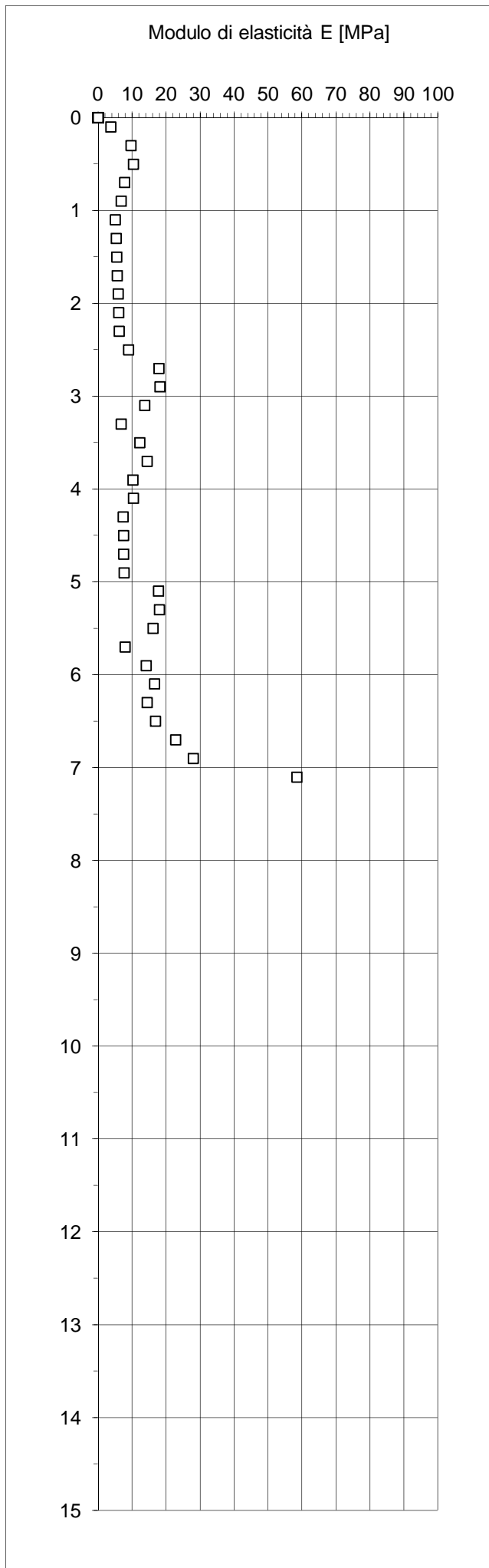
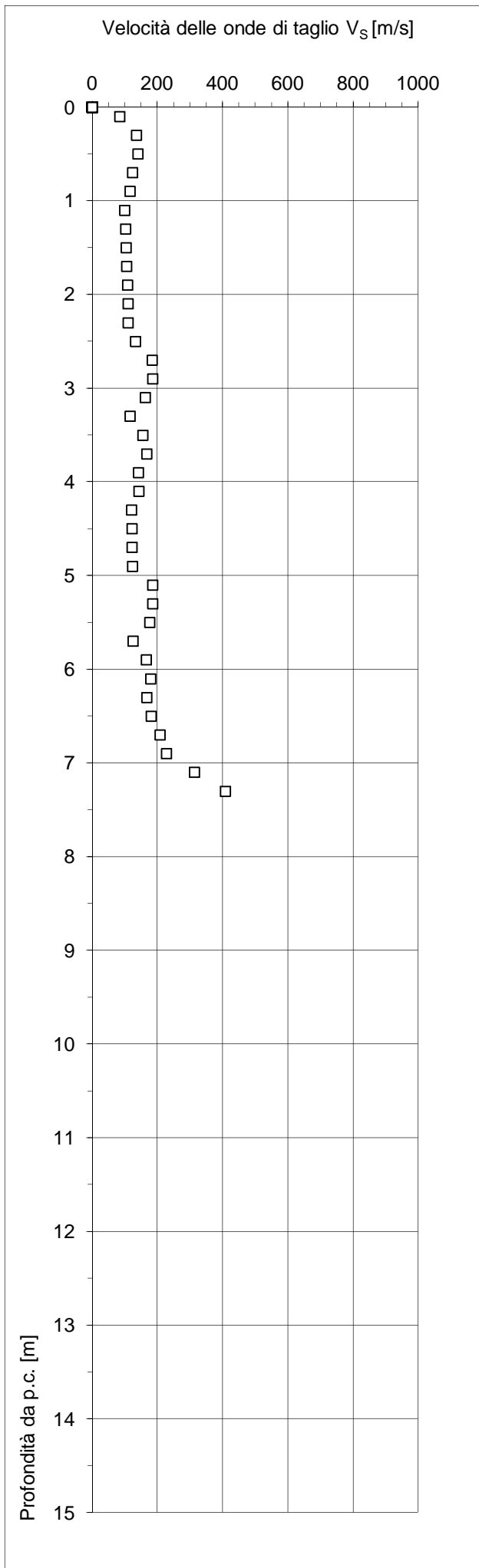
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,4	2	2,0	ML	2	2	4	6	0,29	29		85	4
0,30	19,1	7	2,0	ML	6	6	14	22	0,61	32		136	10
0,50	19,0	6	2,0	ML	9	9	12	19	0,56	32		140	10
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		124	8
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		116	7
1,10	18,3	1	2,0	ML	21	21	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,3	1	2,0	ML	28	28	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,3	1	2,0	ML	31	31	2	3	0,16	28		106	6
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	39	39	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,3	1	2,0	ML	42	42	2	3	0,16	28		111	6
2,50	18,4	2	2,0	ML	46	46	4	6	0,28	29		133	9
2,70	19,1	7	2,0	SM	50	50	14	21	0,58	33		184	18
2,90	19,1	7	2,0	SM	54	54	14	20	0,57	33		186	18
3,10	18,7	4	2,0	SM	58	58	8	11	0,42	31		163	14
3,30	18,3	1	2,0	SM	61	61	2	3	0,13	28		116	7
3,50	18,6	3	2,0	SM	65	65	6	8	0,34	30		154	12
3,70	18,7	4	2,0	SM	69	69	8	10	0,40	31		167	14
3,90	18,4	2	2,0	SM	72	72	4	5	0,23	29		142	10
4,10	18,4	2	2,0	SM	76	76	4	5	0,22	29		143	10
4,30	18,3	1	2,0	SM	80	80	2	2	0,12	28		121	7
4,50	18,3	1	2,0	SM	83	83	2	2	0,12	28		121	7
4,70	18,3	1	2,0	SM	87	87	2	2	0,11	28		122	8
4,90	18,3	1	2,0	SM	91	91	2	2	0,11	28		123	8
5,10	18,9	5	2,0	SM	94	94	10	10	0,41	31		185	18
5,30	18,9	5	2,0	SM	98	98	10	10	0,40	31		186	18
5,50	18,7	4	2,0	SM	102	102	8	8	0,35	30		177	16
5,70	18,3	1	2,0	SM	106	106	2	2	0,10	28		126	8
5,90	18,6	3	2,0	SM	109	109	6	6	0,26	29		166	14
6,10	18,7	4	2,0	SM	113	113	8	7	0,33	30		179	17
6,30	18,6	3	2,0	SM	117	117	6	6	0,25	29		168	14
6,50	18,7	4	2,0	SM	120	118	8	7	0,32	30		180	17
6,70	19,1	7	2,0	GM	124	120	14	13	0,45	33		208	23

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,5	10	2,0	GM	128	122	20	18	0,54	35		228	28
7,10	21,7	35	2,0	GM	133	125	70	62	1,00	41		313	59
7,30	22,1	100	2,0	GM	137	127	100	175	1,00	41		408	101







# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

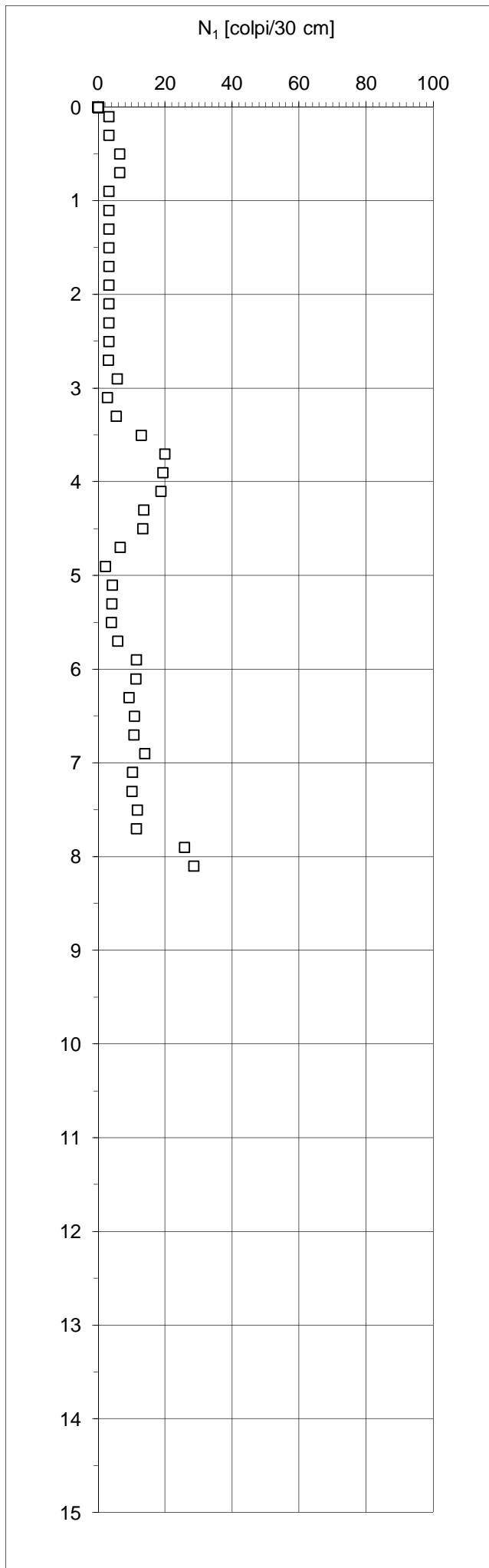
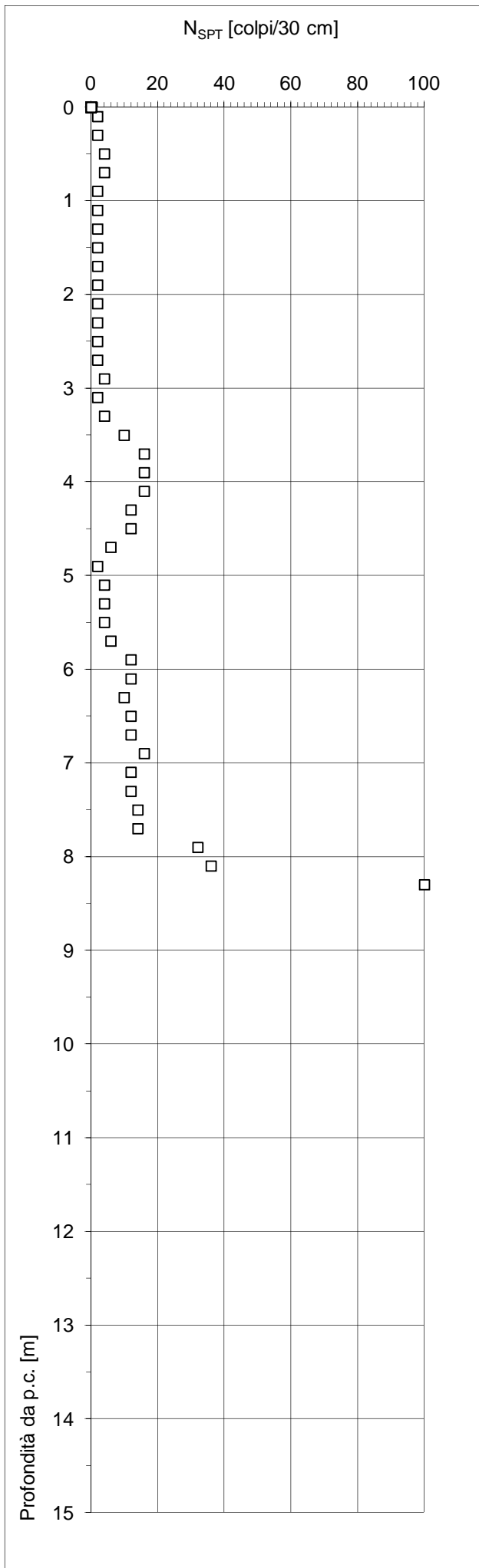
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	18/04/2016
<b>Prova</b>	DPSH4
<b>Prof. falda</b>	- [m]

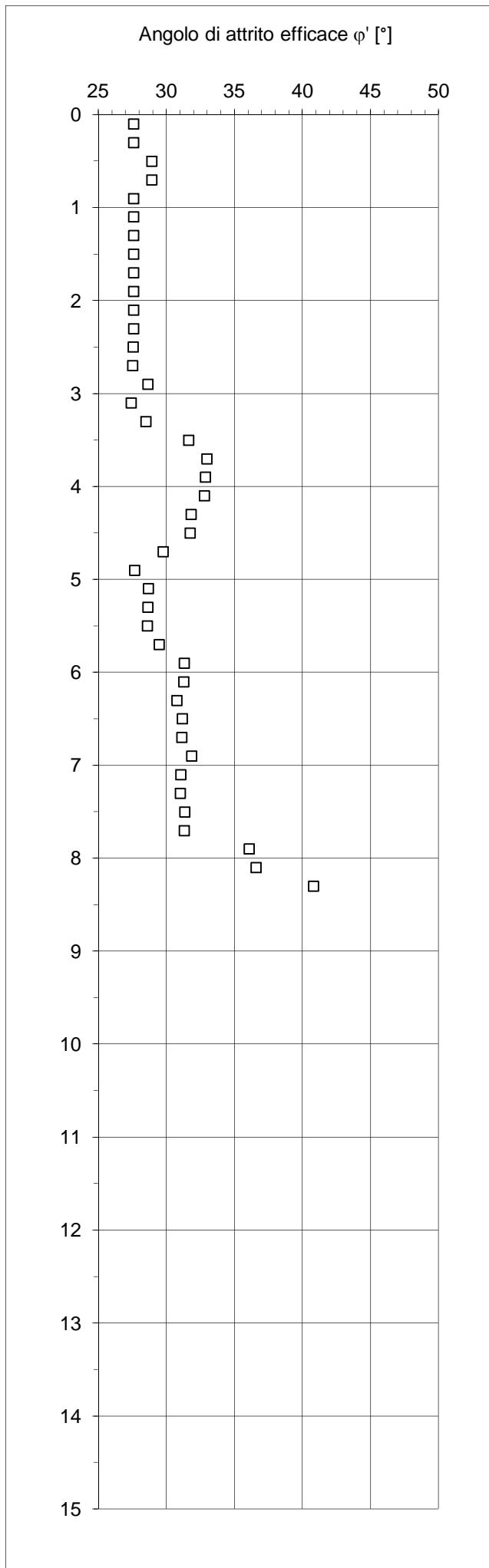
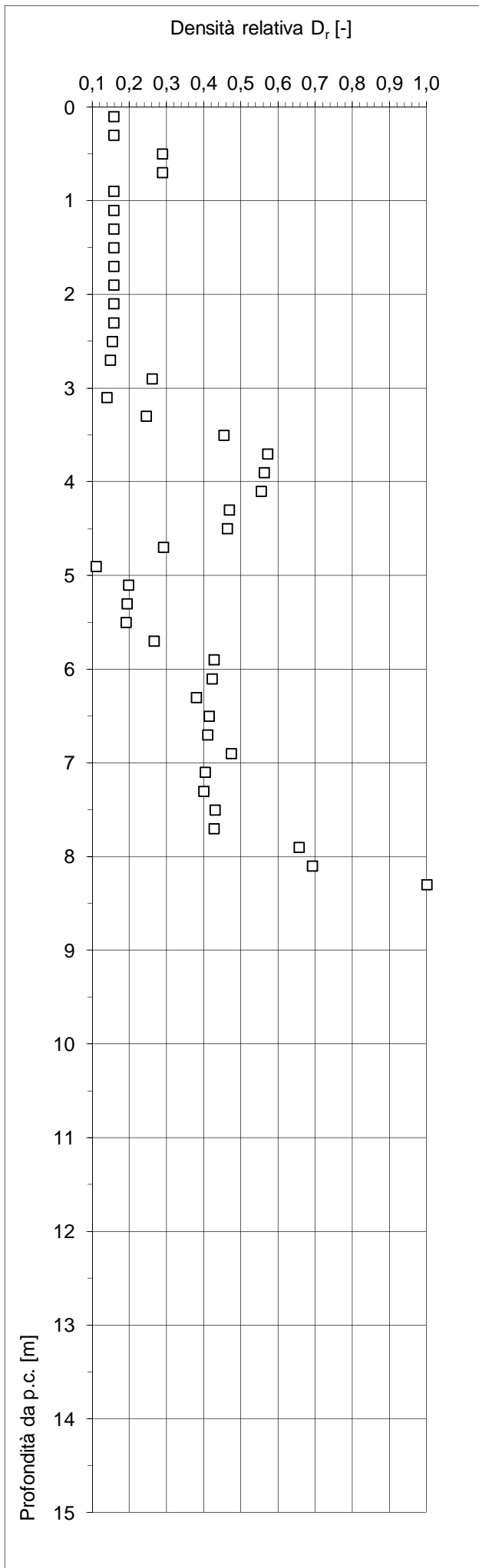
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

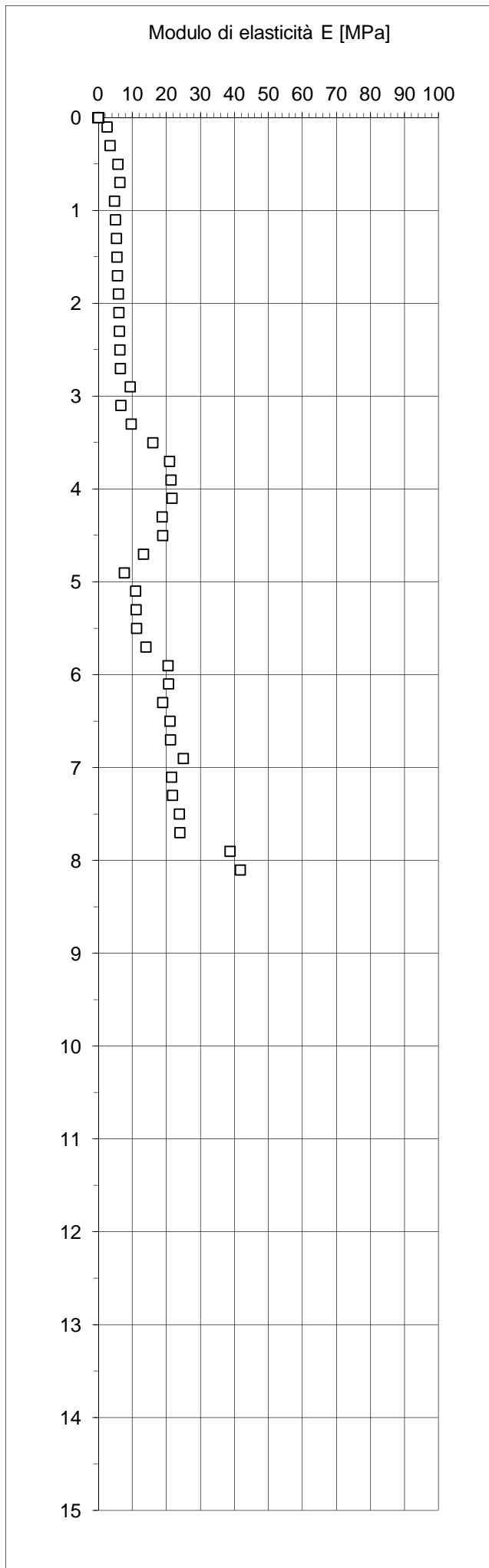
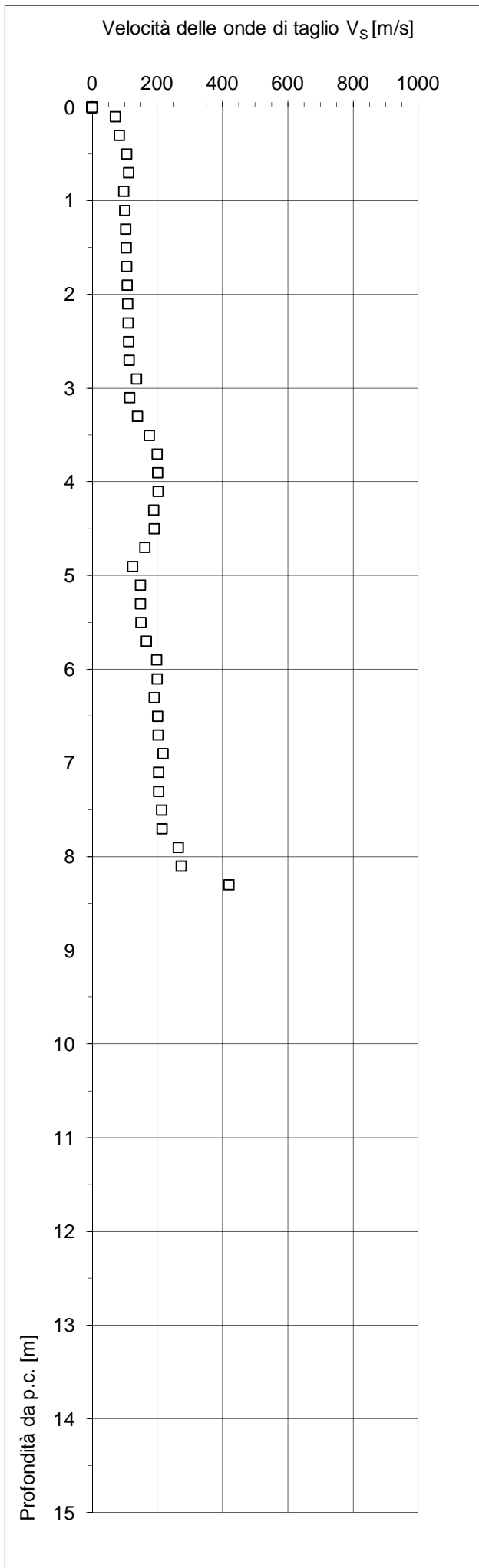
Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,3	1	2,0	ML	5	5	2	3	0,16	28		83	3
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,3	1	2,0	ML	16	16	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,3	1	2,0	ML	27	27	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,3	1	2,0	ML	31	31	2	3	0,16	28		106	6
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		107	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	38	38	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,3	1	2,0	ML	42	42	2	3	0,16	28		110	6
2,50	18,3	1	2,0	ML	46	46	2	3	0,15	28		112	6
2,70	18,3	1	2,0	ML	49	49	2	3	0,15	28		113	6
2,90	18,4	2	2,0	ML	53	53	4	6	0,26	29		136	9
3,10	18,3	1	2,0	ML	57	57	2	3	0,14	27		115	7
3,30	18,4	2	2,0	ML	60	60	4	5	0,25	28		138	10
3,50	18,9	5	2,0	SM	64	64	10	13	0,45	32		175	16
3,70	19,3	8	2,0	SM	68	68	16	20	0,57	33		199	21
3,90	19,3	8	2,0	SM	72	72	16	19	0,56	33		200	21
4,10	19,3	8	2,0	SM	76	76	16	19	0,55	33		202	22
4,30	19,0	6	2,0	SM	80	80	12	14	0,47	32		189	19
4,50	19,0	6	2,0	SM	83	83	12	13	0,46	32		190	19
4,70	18,6	3	2,0	SM	87	87	6	6	0,29	30		161	13
4,90	18,3	1	2,0	SM	91	91	2	2	0,11	28		123	8
5,10	18,4	2	2,0	SM	94	94	4	4	0,20	29		147	11
5,30	18,4	2	2,0	SM	98	98	4	4	0,19	29		148	11
5,50	18,4	2	2,0	SM	102	102	4	4	0,19	29		149	11
5,70	18,6	3	2,0	SM	105	105	6	6	0,27	29		165	14
5,90	19,0	6	2,0	SM	109	109	12	11	0,43	31		197	20
6,10	19,0	6	2,0	SM	113	113	12	11	0,42	31		198	21
6,30	18,9	5	2,0	SM	117	117	10	9	0,38	31		190	19
6,50	19,0	6	2,0	SM	121	121	12	11	0,41	31		200	21
6,70	19,0	6	2,0	SM	124	124	12	11	0,41	31		201	21



Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,3	8	2,0	SM	128	128	16	14	0,47	32		217	25
7,10	19,0	6	2,0	SM	132	132	12	10	0,40	31		203	22
7,30	19,0	6	2,0	SM	136	136	12	10	0,40	31		204	22
7,50	19,1	7	2,0	SM	140	140	14	12	0,43	31		212	24
7,70	19,1	7	2,0	SM	144	144	14	11	0,43	31		213	24
7,90	20,3	16	2,0	GM	148	148	32	26	0,66	36		263	39
8,10	20,5	18	2,0	GM	152	152	36	29	0,69	37		272	42
8,30	22,1	100	2,0	GM	156	156	100	156	1,00	41		419	107





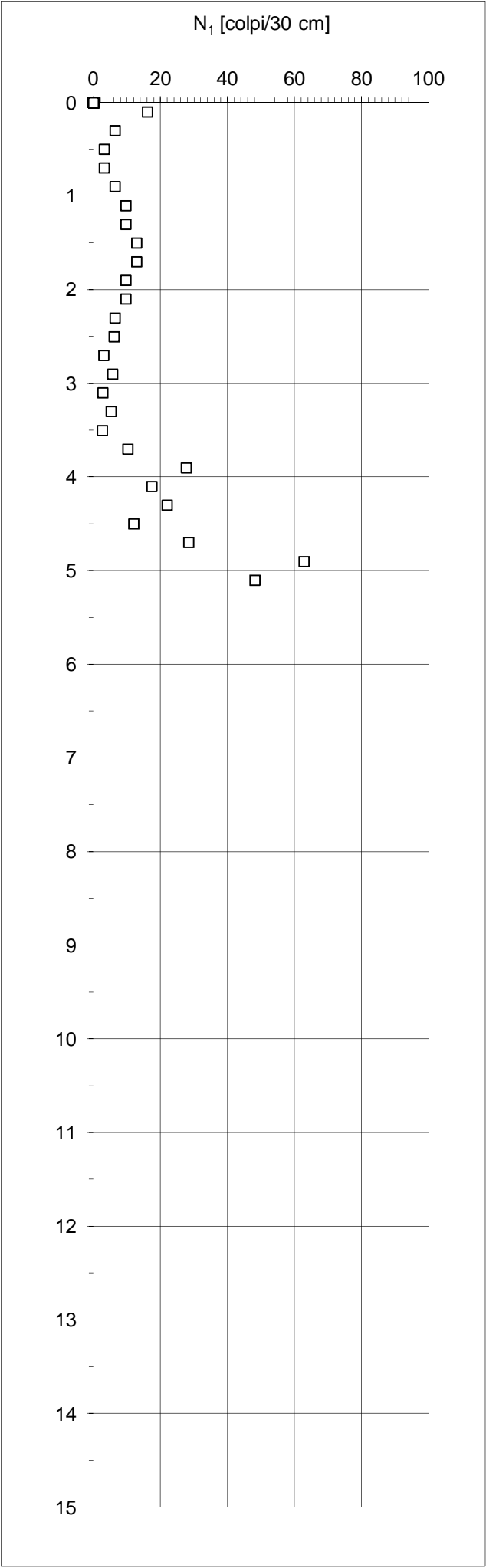
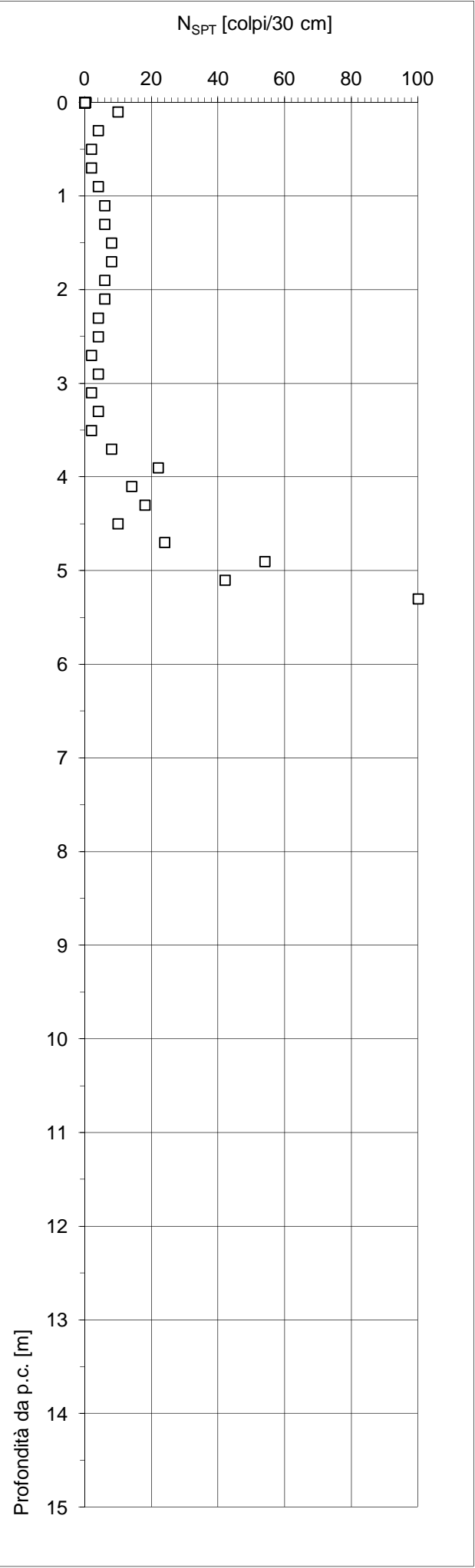


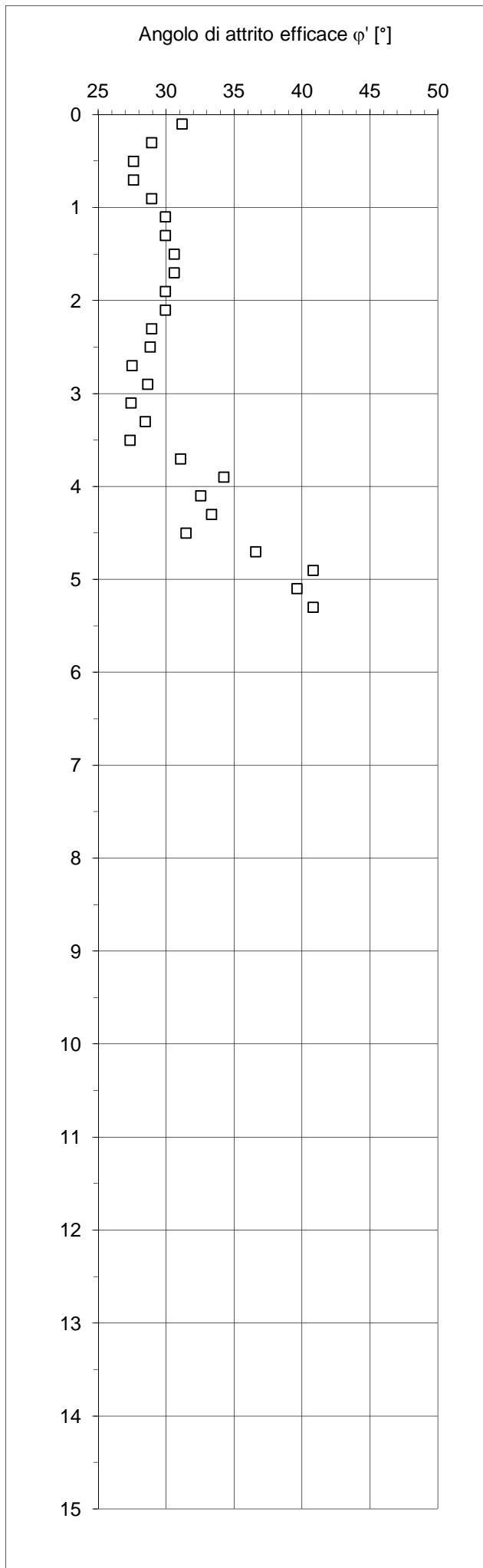
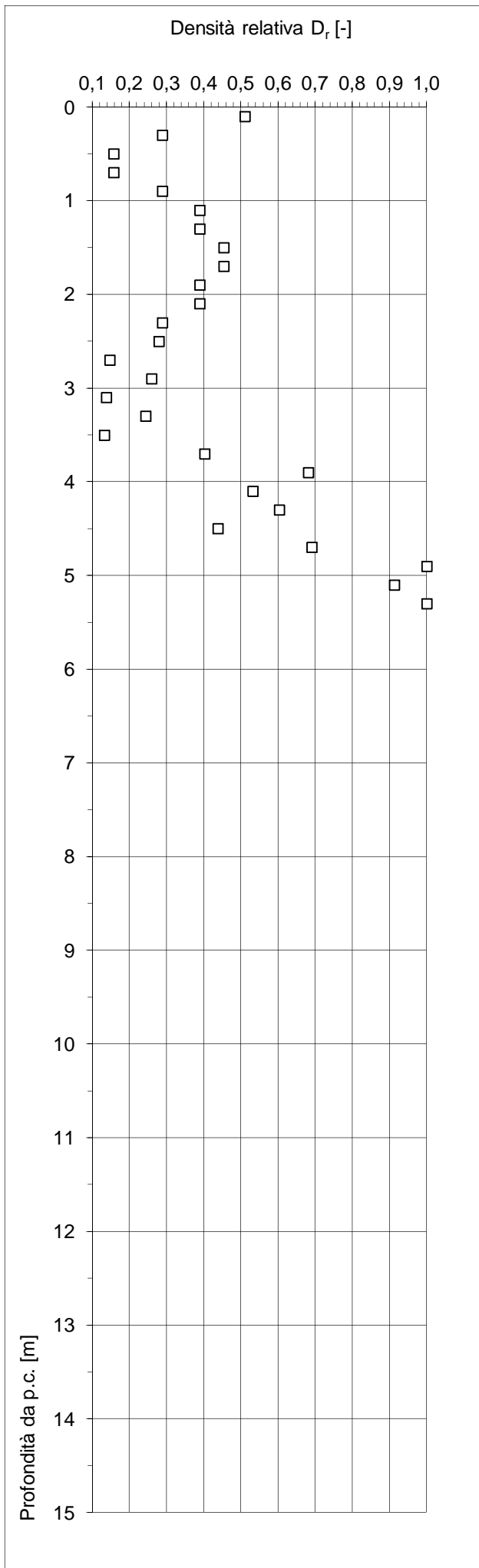
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

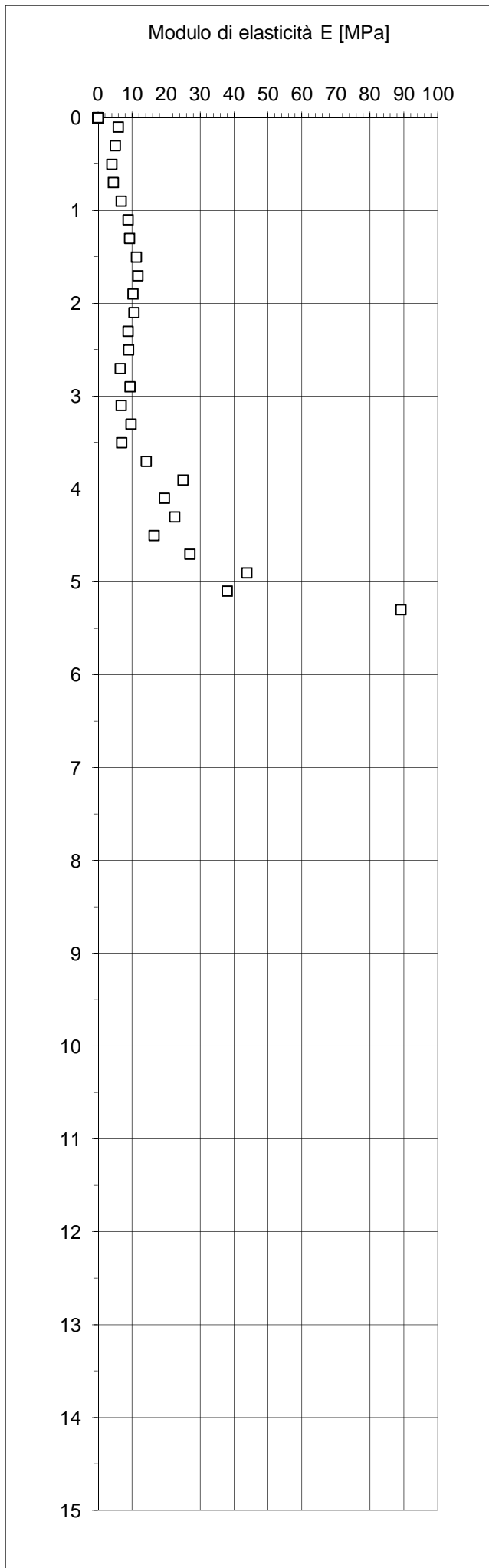
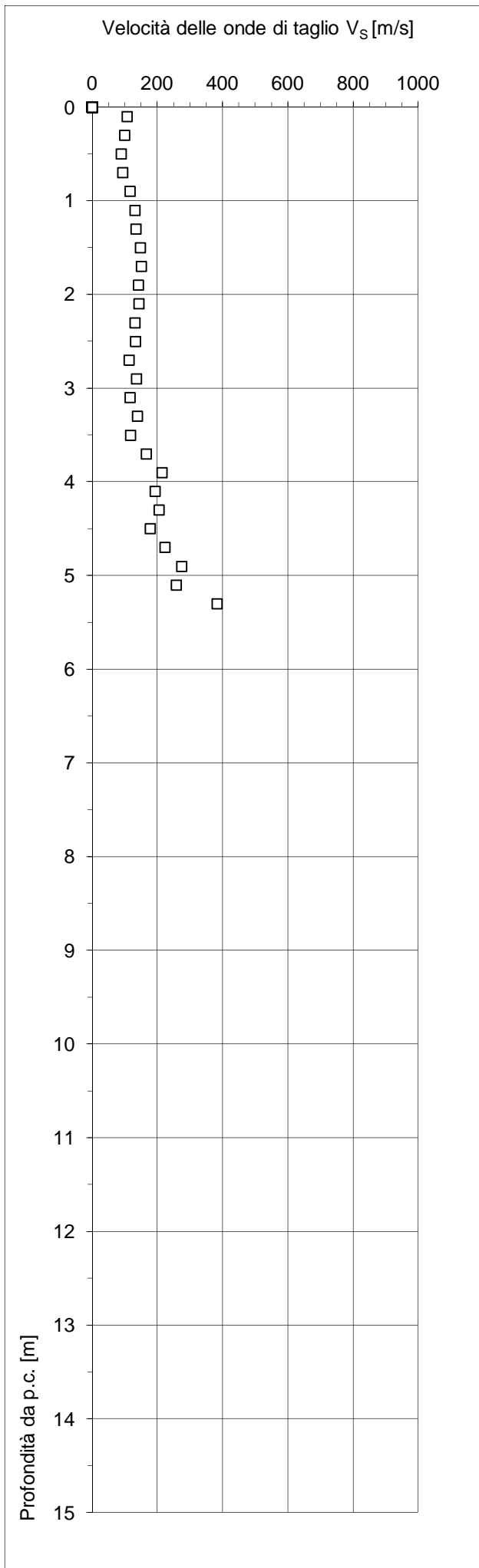
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	25/05/2016
<b>Prova</b>	DPSH5
<b>Prof. falda</b>	3,40 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,9	5	2,0	ML	2	2	10	16	0,51	31		107	6
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,3	1	2,0	ML	9	9	2	3	0,16	28		89	4
0,70	18,3	1	2,0	ML	13	13	2	3	0,16	28		94	4
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,6	3	2,0	ML	20	20	6	10	0,39	30		131	9
1,30	18,6	3	2,0	ML	24	24	6	10	0,39	30		134	9
1,50	18,7	4	2,0	ML	28	28	8	13	0,45	31		147	11
1,70	18,7	4	2,0	ML	31	31	8	13	0,45	31		150	12
1,90	18,6	3	2,0	ML	35	35	6	10	0,39	30		142	10
2,10	18,6	3	2,0	ML	39	39	6	10	0,39	30		144	11
2,30	18,4	2	2,0	ML	43	43	4	6	0,29	29		132	9
2,50	18,4	2	2,0	ML	46	46	4	6	0,28	29		133	9
2,70	18,3	1	2,0	ML	50	50	2	3	0,15	27		113	6
2,90	18,4	2	2,0	ML	54	54	4	6	0,26	29		136	9
3,10	18,3	1	2,0	ML	57	57	2	3	0,14	27		115	7
3,30	18,4	2	2,0	ML	61	61	4	5	0,24	28		138	10
3,50	18,3	1	2,0	ML	65	63	2	3	0,13	27		117	7
3,70	18,7	4	2,0	SM	68	64	8	10	0,40	31		166	14
3,90	19,7	11	2,0	SM	72	66	22	28	0,68	34		214	25
4,10	19,1	7	2,0	SM	76	68	14	17	0,53	33		192	19
4,30	19,4	9	2,0	SM	80	70	18	22	0,60	33		205	23
4,50	18,9	5	2,0	SM	84	72	10	12	0,44	31		178	16
4,70	19,8	12	2,0	GM	88	74	24	28	0,69	37		222	27
4,90	21,3	27	2,0	GM	92	76	54	63	1,00	41		274	44
5,10	20,8	21	2,0	GM	96	78	42	48	0,91	40		258	38
5,30	22,1	100	2,0	GM	101	81	100	225	1,00	41		383	89







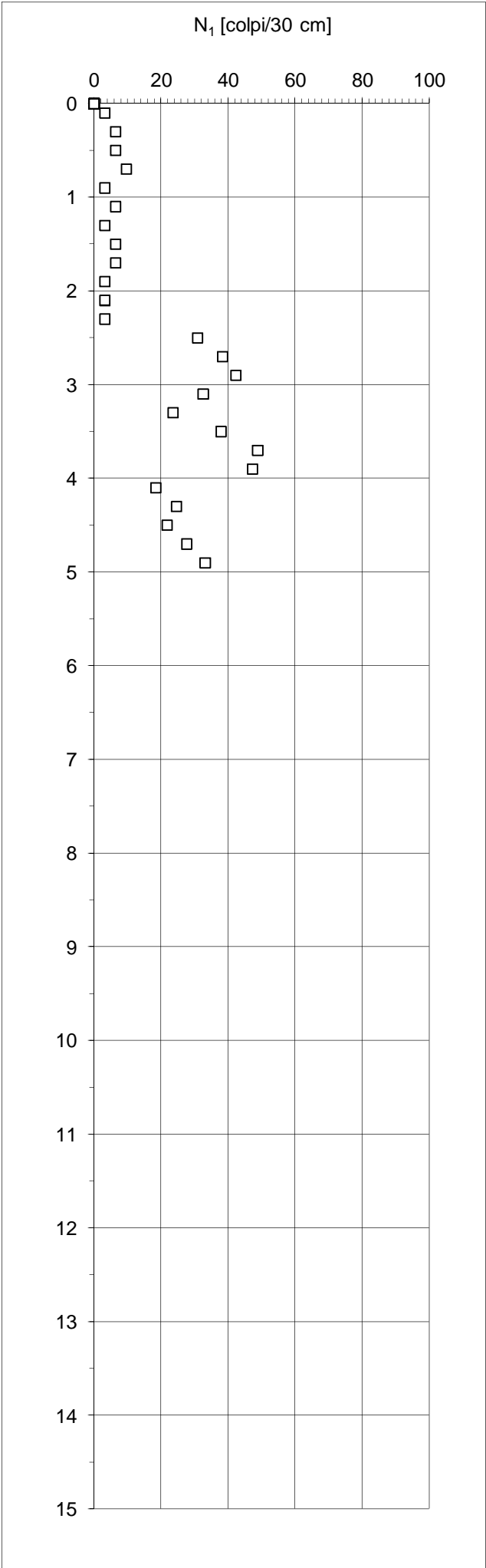
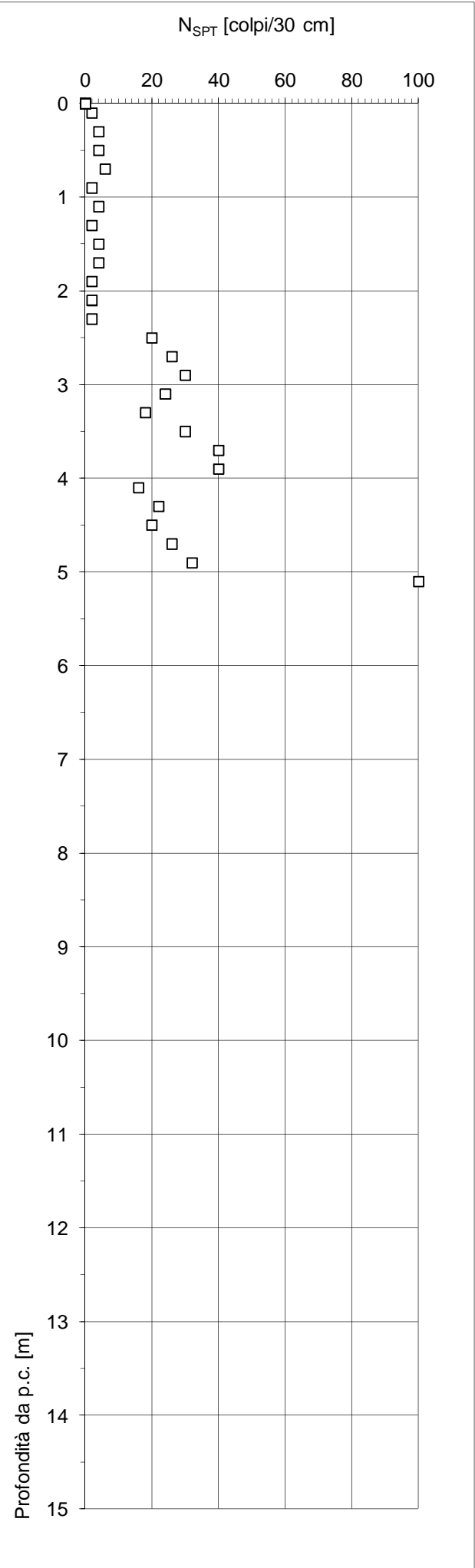


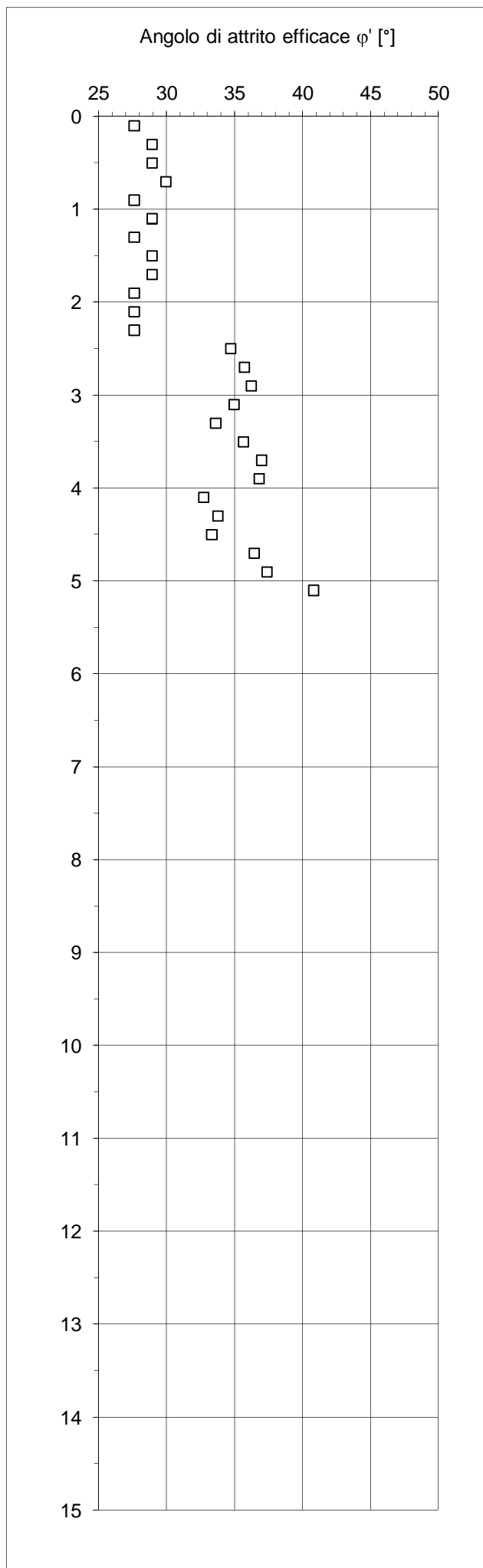
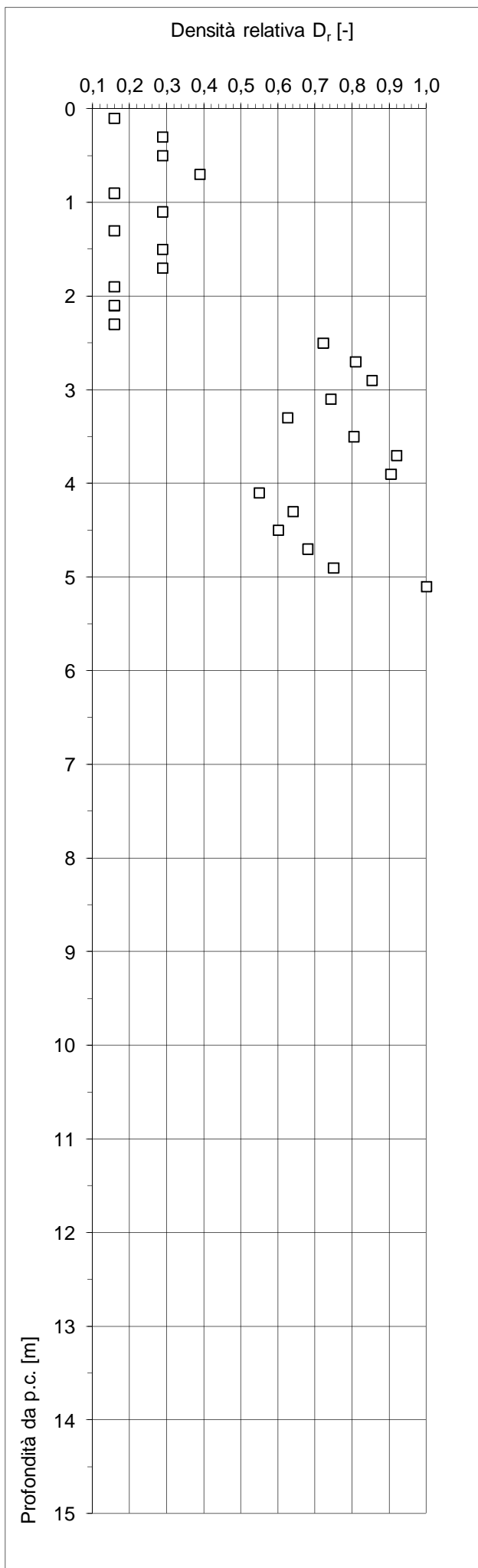
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

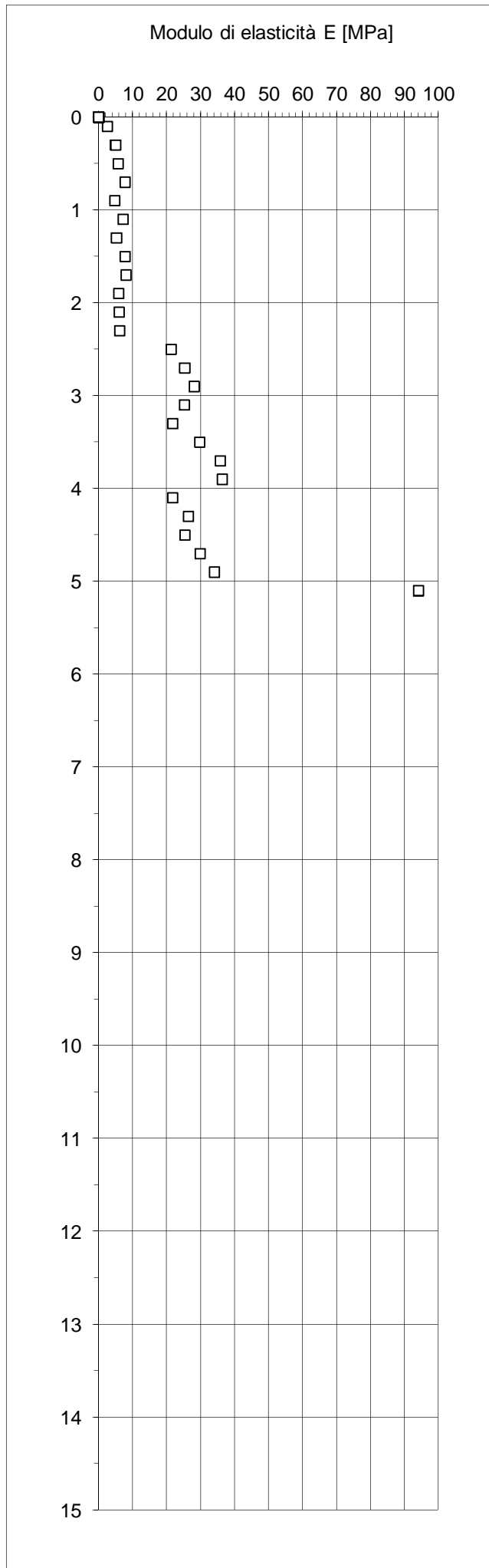
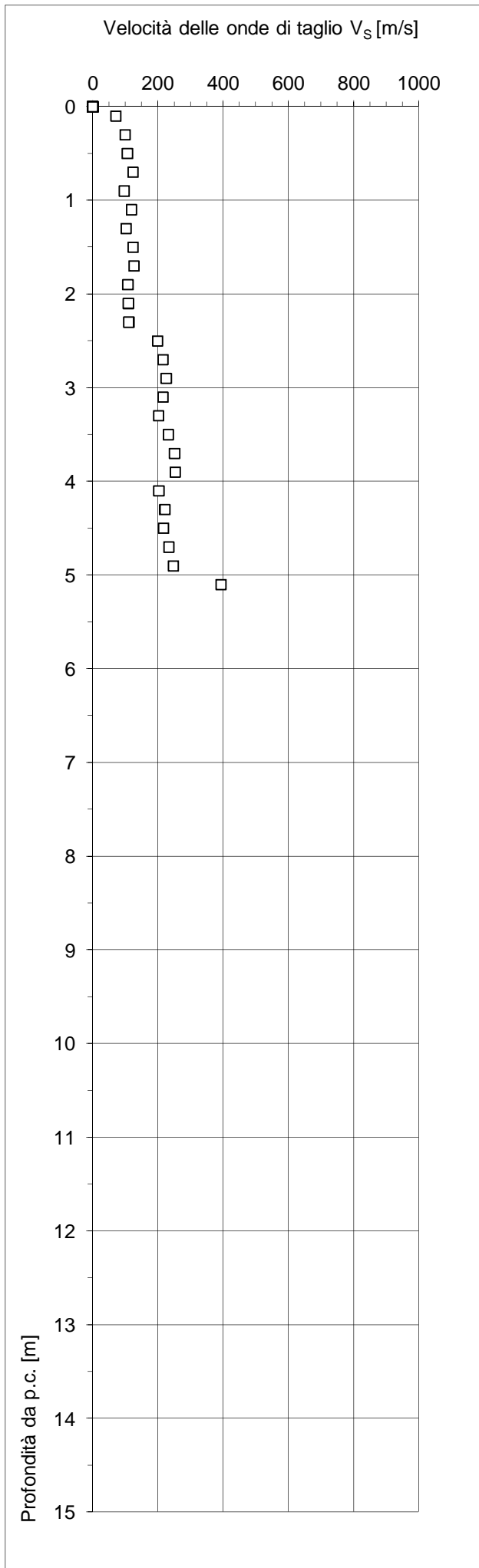
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	18/04/2016
<b>Prova</b>	DPSH6
<b>Prof. falda</b>	- [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		123	8
0,90	18,3	1	2,0	ML	17	17	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	28	28	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	39	39	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,3	1	2,0	ML	42	42	2	3	0,16	28		110	6
2,50	19,5	10	2,0	SM	46	46	20	31	0,72	35		199	21
2,70	19,9	13	2,0	SM	50	50	26	38	0,81	36		215	25
2,90	20,1	15	2,0	SM	54	54	30	42	0,85	36		225	28
3,10	19,8	12	2,0	SM	58	58	24	33	0,74	35		215	25
3,30	19,4	9	2,0	SM	62	62	18	24	0,63	34		202	22
3,50	20,1	15	2,0	SM	66	66	30	38	0,80	36		231	30
3,70	20,7	20	2,0	SM	70	70	40	49	0,92	37		251	36
3,90	20,7	20	2,0	SM	74	74	40	47	0,90	37		253	36
4,10	19,3	8	2,0	SM	78	78	16	18	0,55	33		202	22
4,30	19,7	11	2,0	SM	82	82	22	25	0,64	34		221	26
4,50	19,5	10	2,0	SM	86	86	20	22	0,60	33		217	25
4,70	19,9	13	2,0	GM	90	90	26	28	0,68	36		233	30
4,90	20,3	16	2,0	GM	94	94	32	33	0,75	37		247	34
5,10	22,1	100	2,0	GM	98	98	100	202	1,00	41		393	94





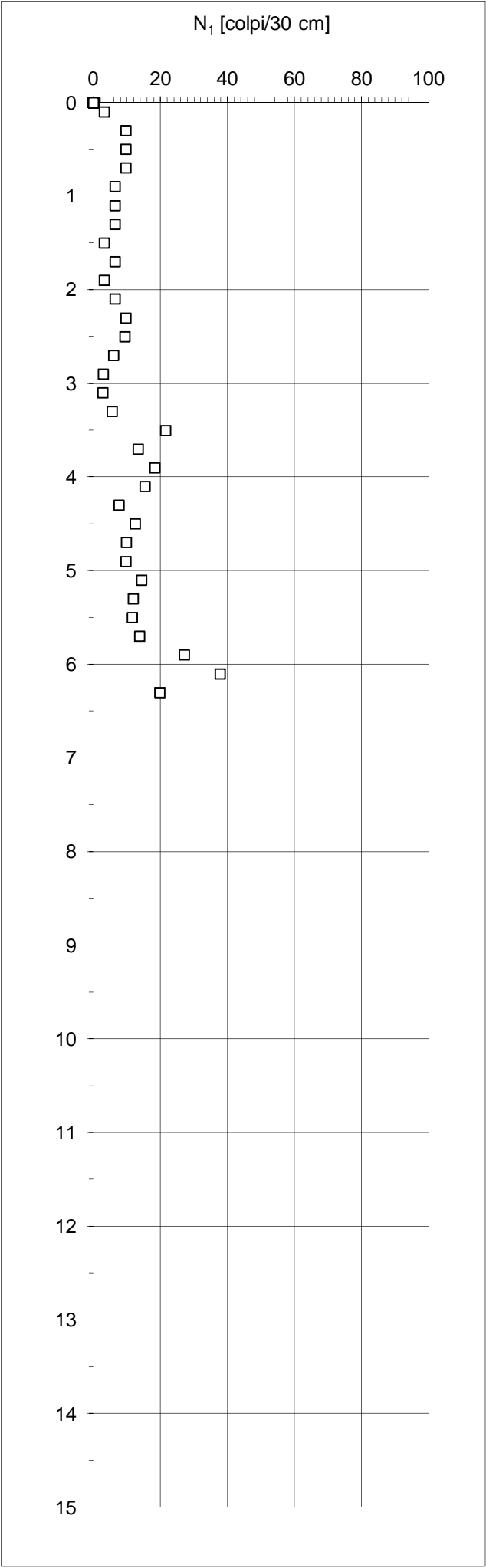
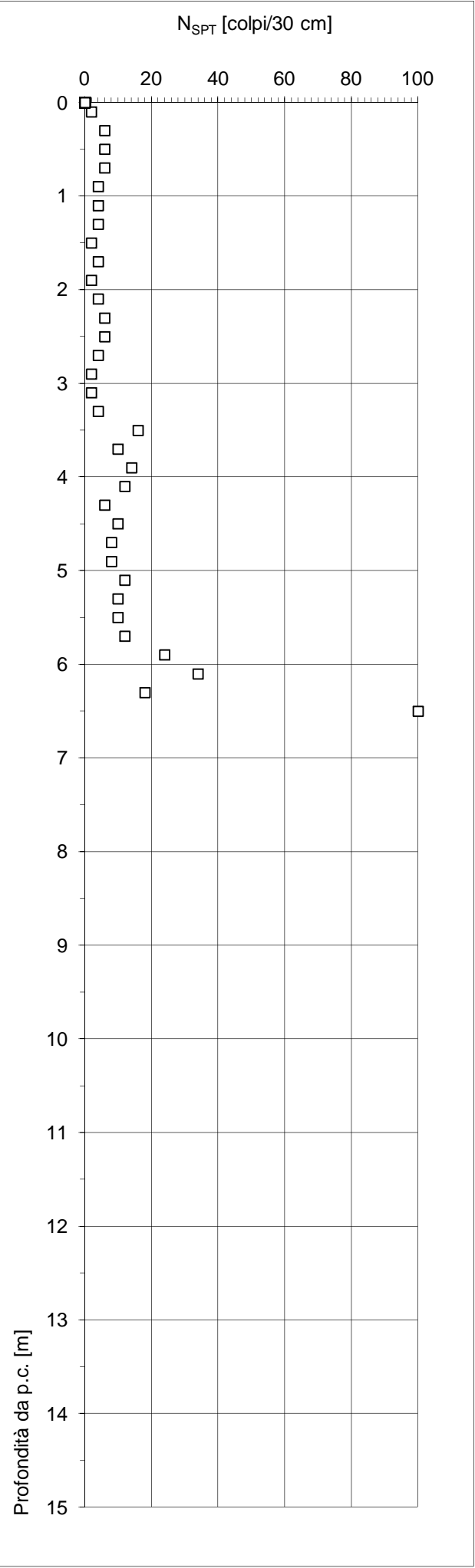


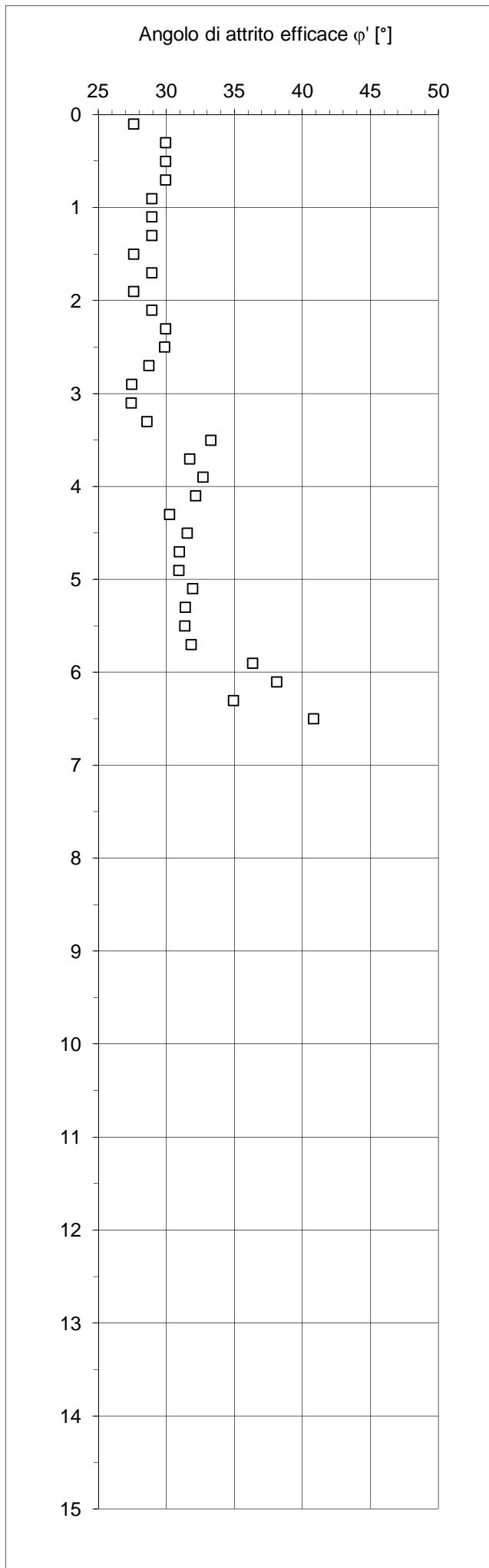
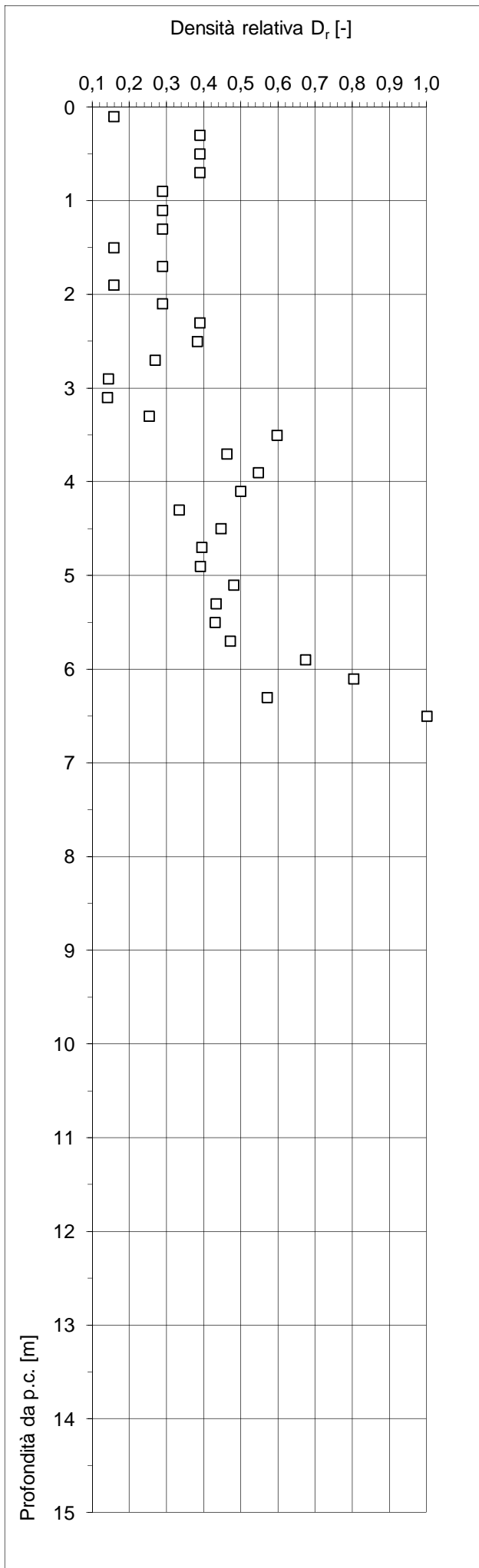
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

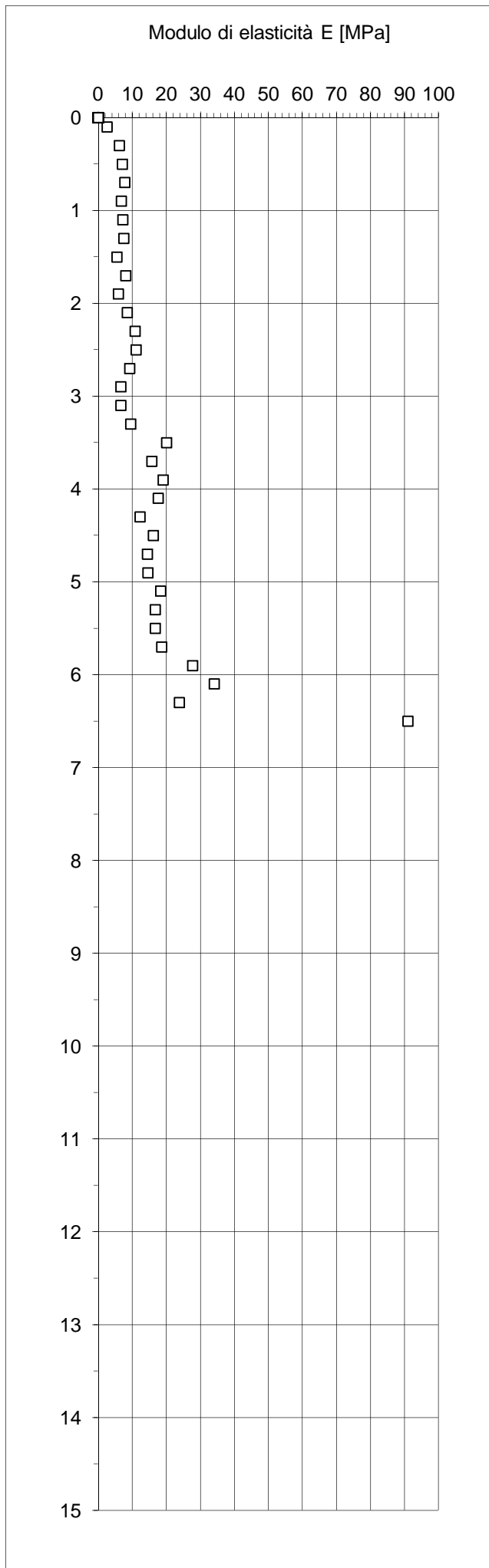
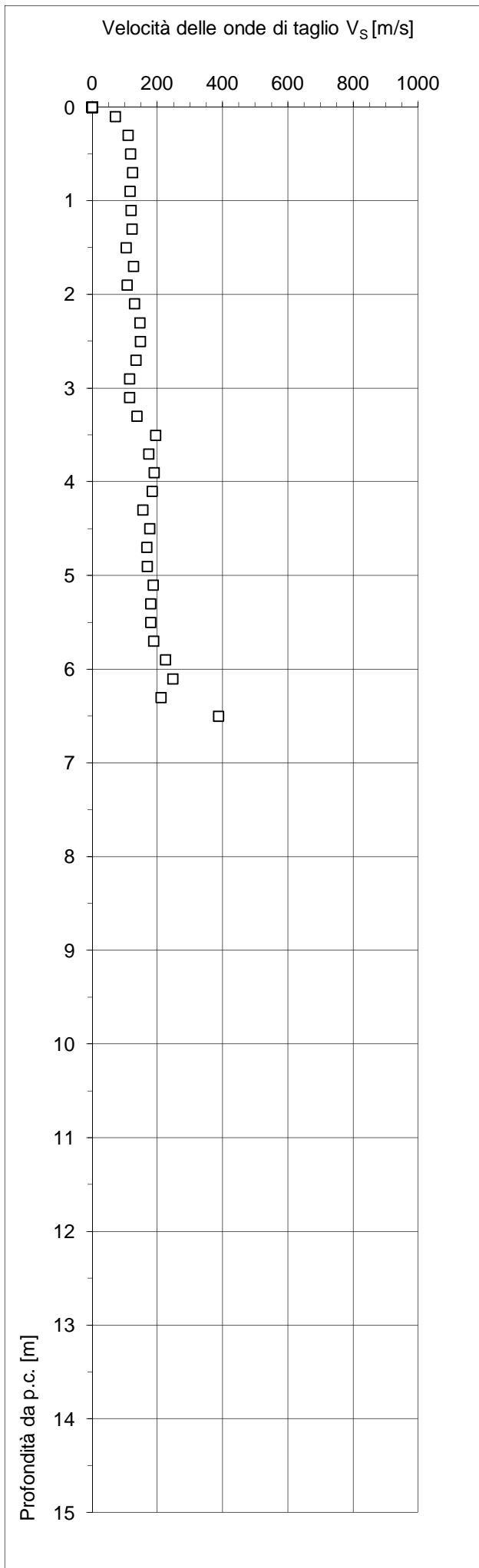
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	18/04/2016
<b>Prova</b>	DPSH7
<b>Prof. falda</b>	3,00 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,6	3	2,0	ML	6	6	6	10	0,39	30		109	6
0,50	18,6	3	2,0	ML	9	9	6	10	0,39	30		118	7
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		123	8
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,4	2	2,0	ML	24	24	4	6	0,29	29		121	7
1,50	18,3	1	2,0	ML	28	28	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,4	2	2,0	ML	39	39	4	6	0,29	29		130	9
2,30	18,6	3	2,0	ML	42	42	6	10	0,39	30		145	11
2,50	18,6	3	2,0	ML	46	46	6	9	0,38	30		147	11
2,70	18,4	2	2,0	ML	50	50	4	6	0,27	29		134	9
2,90	18,3	1	2,0	ML	53	53	2	3	0,14	27		114	7
3,10	18,3	1	2,0	ML	57	55	2	3	0,14	27		115	7
3,30	18,4	2	2,0	ML	61	57	4	5	0,25	29		137	10
3,50	19,3	8	2,0	SM	65	59	16	22	0,60	33		195	20
3,70	18,9	5	2,0	SM	68	61	10	13	0,46	32		174	16
3,90	19,1	7	2,0	SM	72	62	14	18	0,55	33		190	19
4,10	19,0	6	2,0	SM	76	64	12	15	0,50	32		183	18
4,30	18,6	3	2,0	SM	80	66	6	8	0,33	30		155	12
4,50	18,9	5	2,0	SM	84	68	10	12	0,45	32		177	16
4,70	18,7	4	2,0	SM	87	70	8	10	0,39	31		168	14
4,90	18,7	4	2,0	SM	91	71	8	10	0,39	31		168	15
5,10	19,0	6	2,0	SM	95	73	12	14	0,48	32		187	18
5,30	18,9	5	2,0	SM	99	75	10	12	0,43	31		179	17
5,50	18,9	5	2,0	SM	102	77	10	12	0,43	31		180	17
5,70	19,0	6	2,0	SM	106	79	12	14	0,47	32		189	19
5,90	19,8	12	2,0	GM	110	81	24	27	0,67	36		225	28
6,10	20,4	17	2,0	GM	114	83	34	38	0,80	38		246	34
6,30	19,4	9	2,0	GM	118	85	18	20	0,57	35		211	24
6,50	22,1	100	2,0	GM	122	87	100	216	1,00	41		387	91









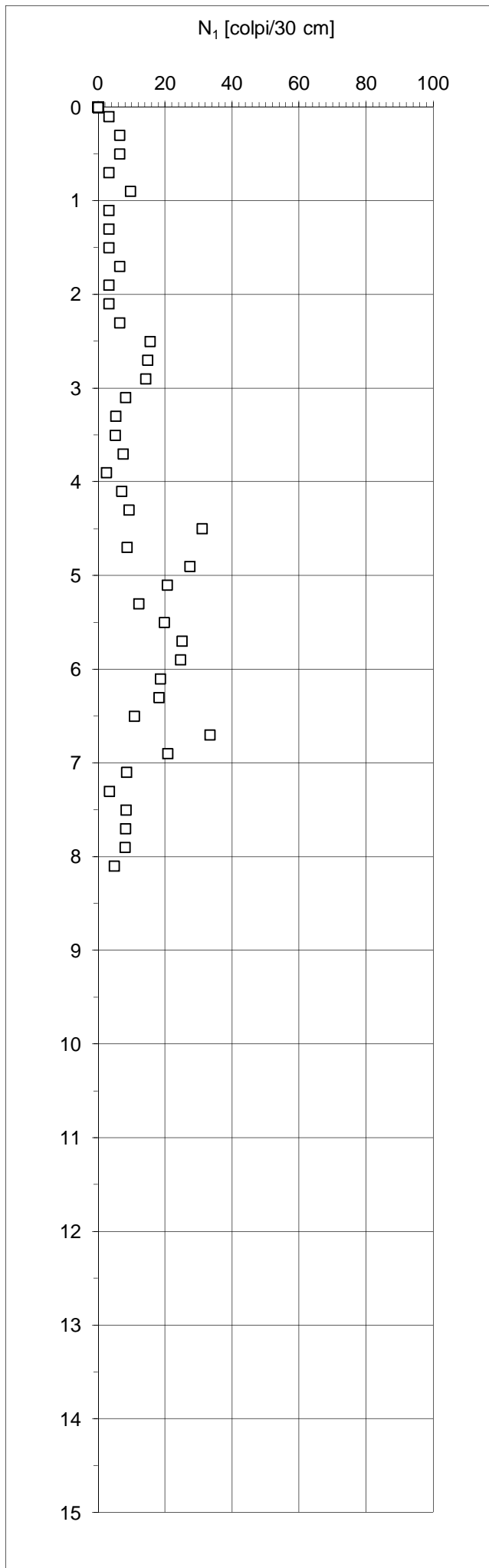
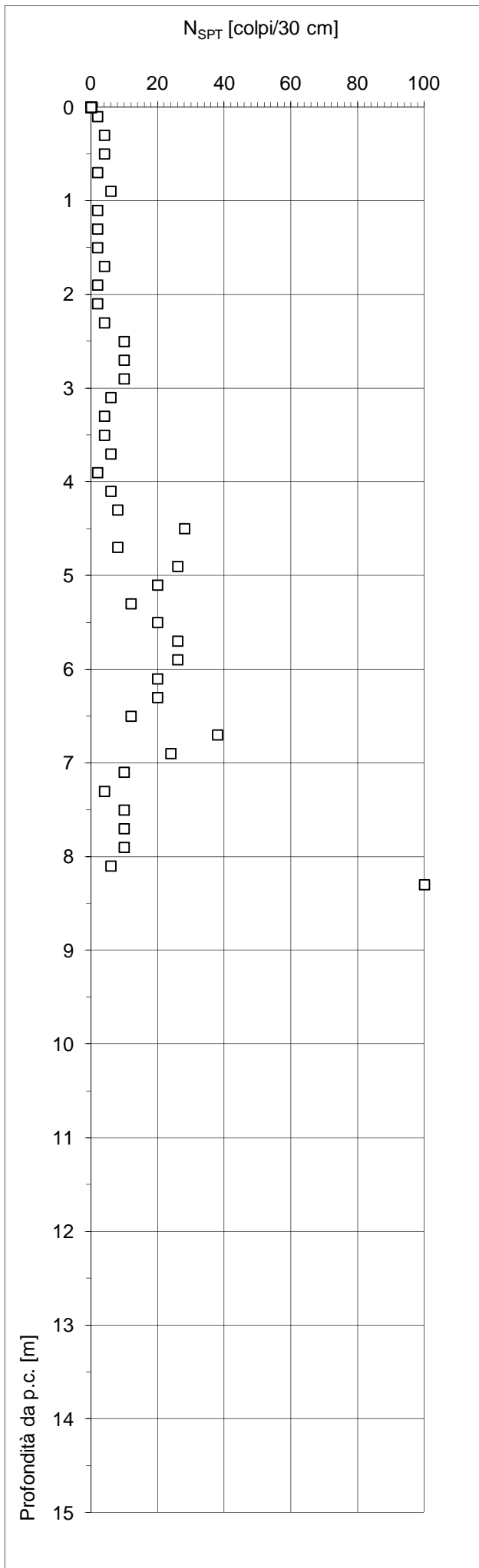
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

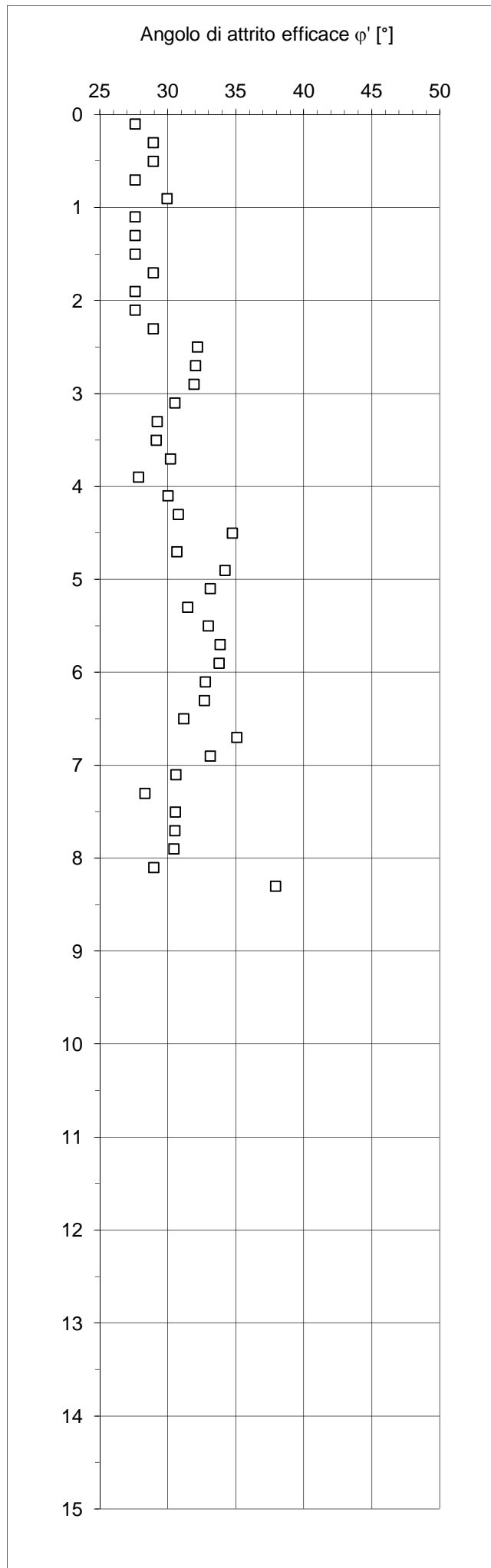
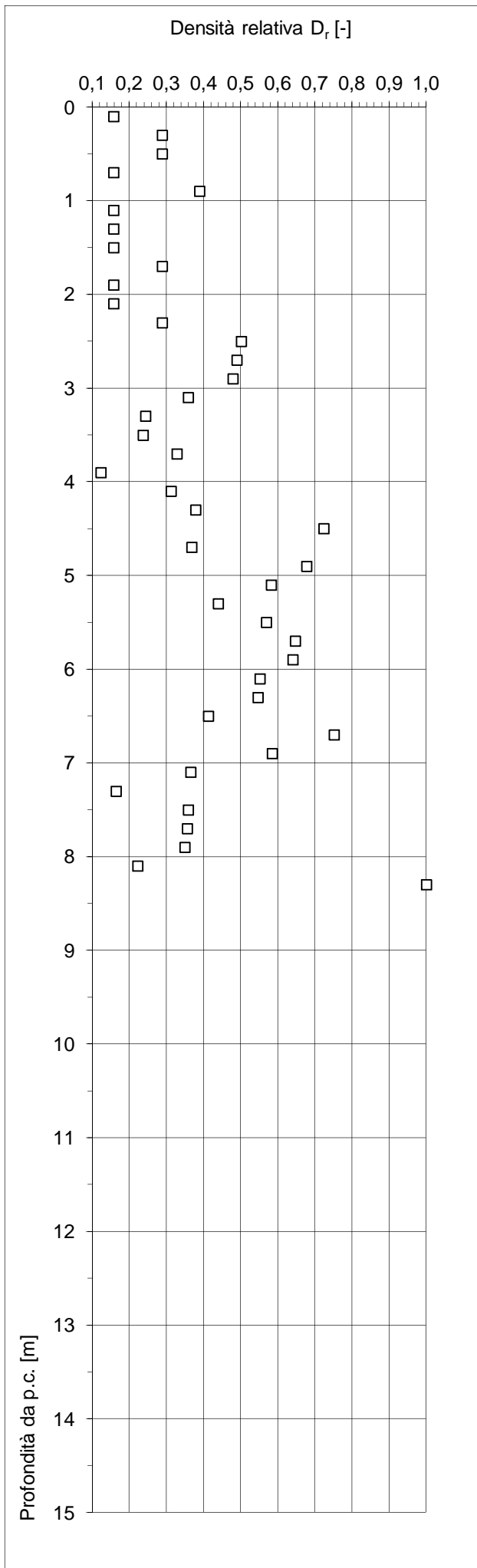
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	25/05/2016
<b>Prova</b>	DPSH8
<b>Prof. falda</b>	- [m]

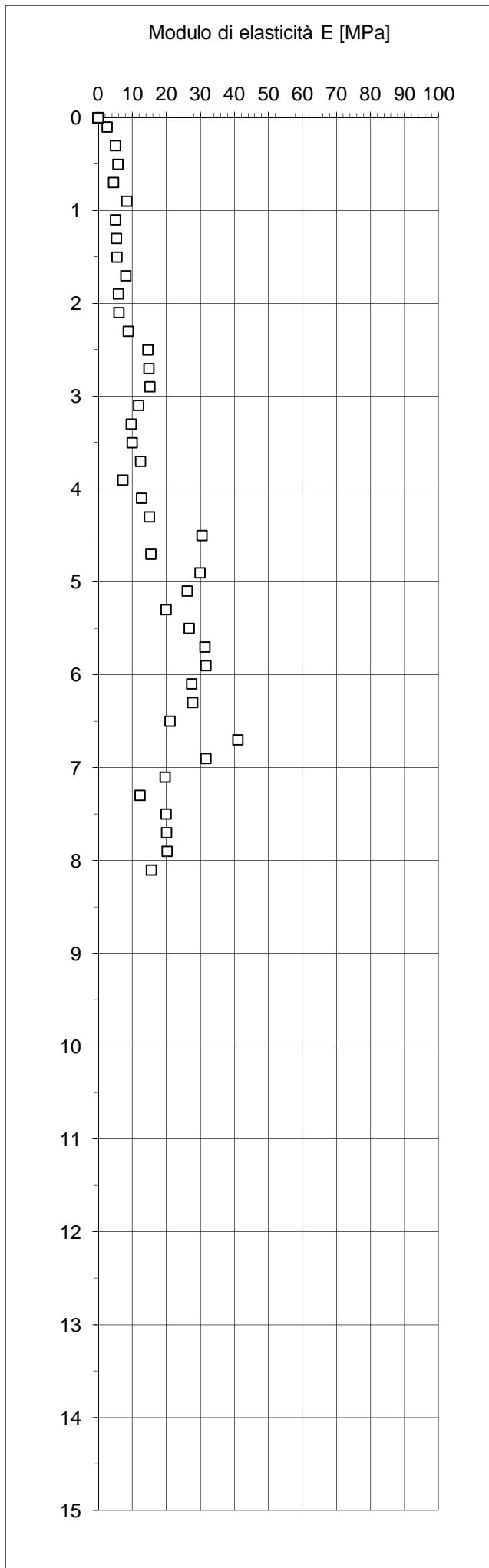
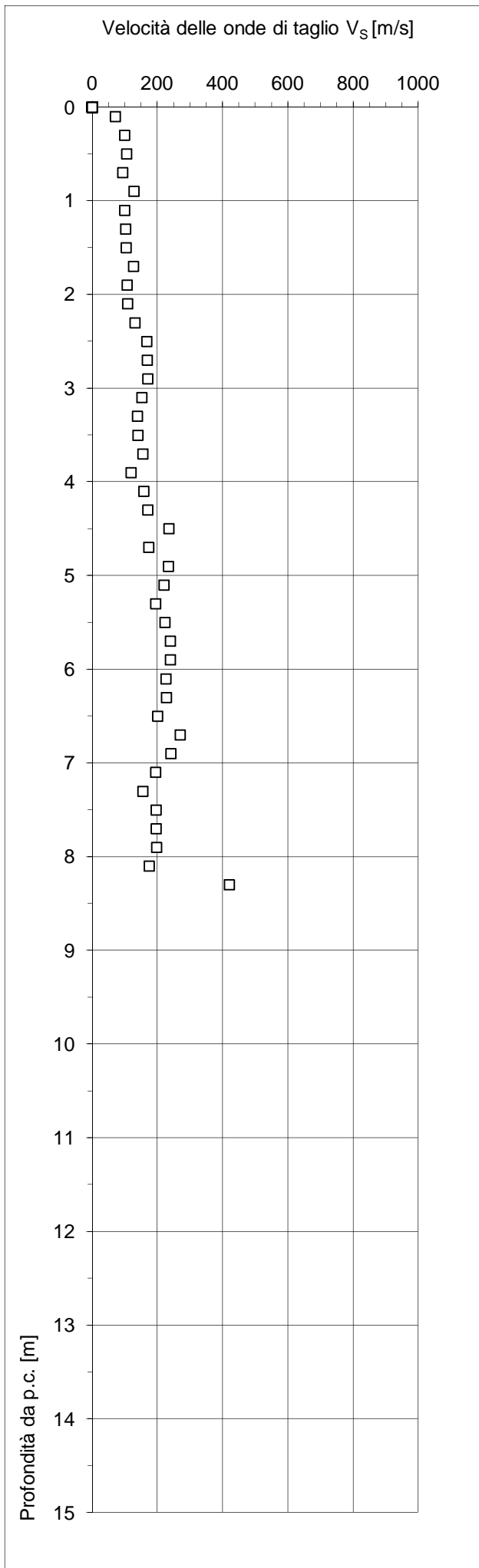
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,4	2	2,0	ML	6	6	4	6	0,29	29		99	5
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,3	1	2,0	ML	13	13	2	3	0,16	28		94	4
0,90	18,6	3	2,0	ML	17	17	6	10	0,39	30		128	8
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,3	1	2,0	ML	28	28	2	3	0,16	28		104	5
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	18,3	1	2,0	ML	35	35	2	3	0,16	28		108	6
2,10	18,3	1	2,0	ML	38	38	2	3	0,16	28		109	6
2,30	18,4	2	2,0	ML	42	42	4	6	0,29	29		131	9
2,50	18,9	5	2,0	SM	46	46	10	15	0,50	32		167	15
2,70	18,9	5	2,0	SM	50	50	10	15	0,49	32		169	15
2,90	18,9	5	2,0	SM	53	53	10	14	0,48	32		171	15
3,10	18,6	3	2,0	SM	57	57	6	8	0,36	31		152	12
3,30	18,4	2	2,0	SM	61	61	4	5	0,24	29		138	10
3,50	18,4	2	2,0	SM	65	65	4	5	0,24	29		139	10
3,70	18,6	3	2,0	SM	68	68	6	7	0,33	30		155	12
3,90	18,3	1	2,0	SM	72	72	2	2	0,12	28		119	7
4,10	18,6	3	2,0	SM	76	76	6	7	0,31	30		158	13
4,30	18,7	4	2,0	SM	79	79	8	9	0,38	31		171	15
4,50	20,0	14	2,0	SM	83	83	28	31	0,72	35		235	30
4,70	18,7	4	2,0	SM	87	87	8	9	0,37	31		173	15
4,90	19,9	13	2,0	SM	91	91	26	27	0,68	34		234	30
5,10	19,5	10	2,0	SM	95	95	20	21	0,58	33		220	26
5,30	19,0	6	2,0	SM	99	99	12	12	0,44	31		195	20
5,50	19,5	10	2,0	SM	103	103	20	20	0,57	33		222	27
5,70	19,9	13	2,0	SM	107	107	26	25	0,65	34		239	31
5,90	19,9	13	2,0	SM	111	111	26	25	0,64	34		240	32
6,10	19,5	10	2,0	SM	115	115	20	19	0,55	33		226	27
6,30	19,5	10	2,0	SM	119	119	20	18	0,55	33		227	28
6,50	19,0	6	2,0	SM	122	122	12	11	0,41	31		201	21
6,70	20,6	19	2,0	SM	126	126	38	33	0,75	35		269	41

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,8	12	2,0	SM	130	130	24	21	0,58	33		241	32
7,10	18,9	5	2,0	SM	134	134	10	8	0,37	31		194	20
7,30	18,4	2	2,0	SM	138	138	4	3	0,16	28		155	12
7,50	18,9	5	2,0	SM	142	142	10	8	0,36	31		196	20
7,70	18,9	5	2,0	SM	145	145	10	8	0,36	31		196	20
7,90	18,9	5	2,0	SM	149	149	10	8	0,35	30		197	20
8,10	18,6	3	2,0	SM	153	153	6	5	0,22	29		174	15
8,30	22,1	100	2,0	SM	157	157	100	155	1,00	38		420	107







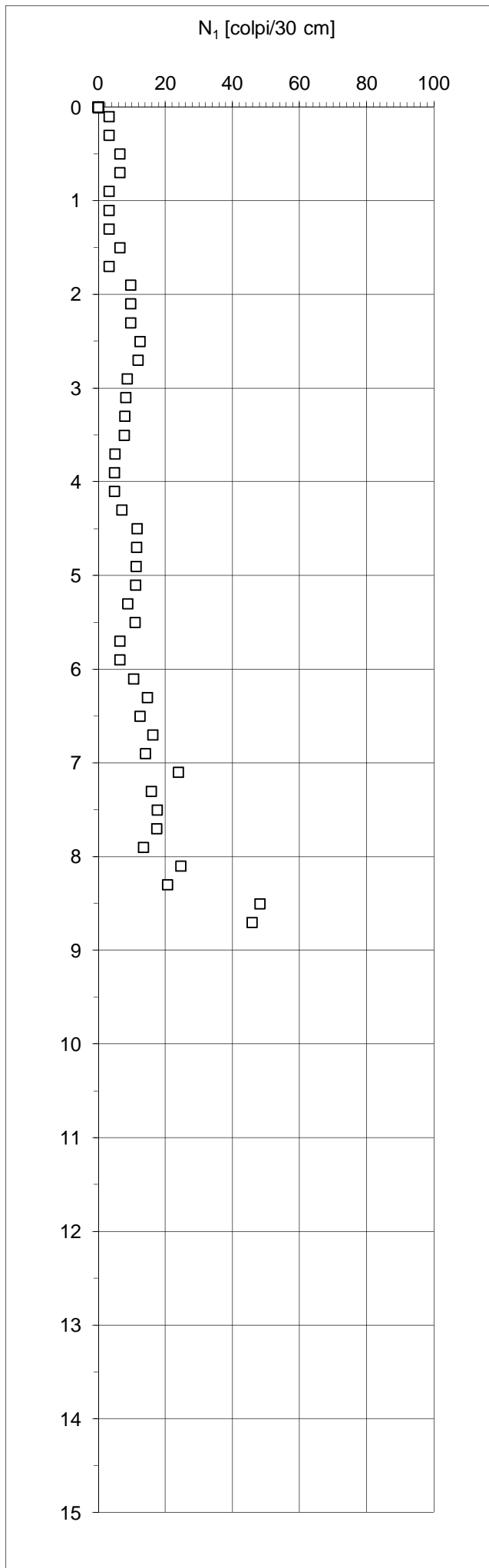
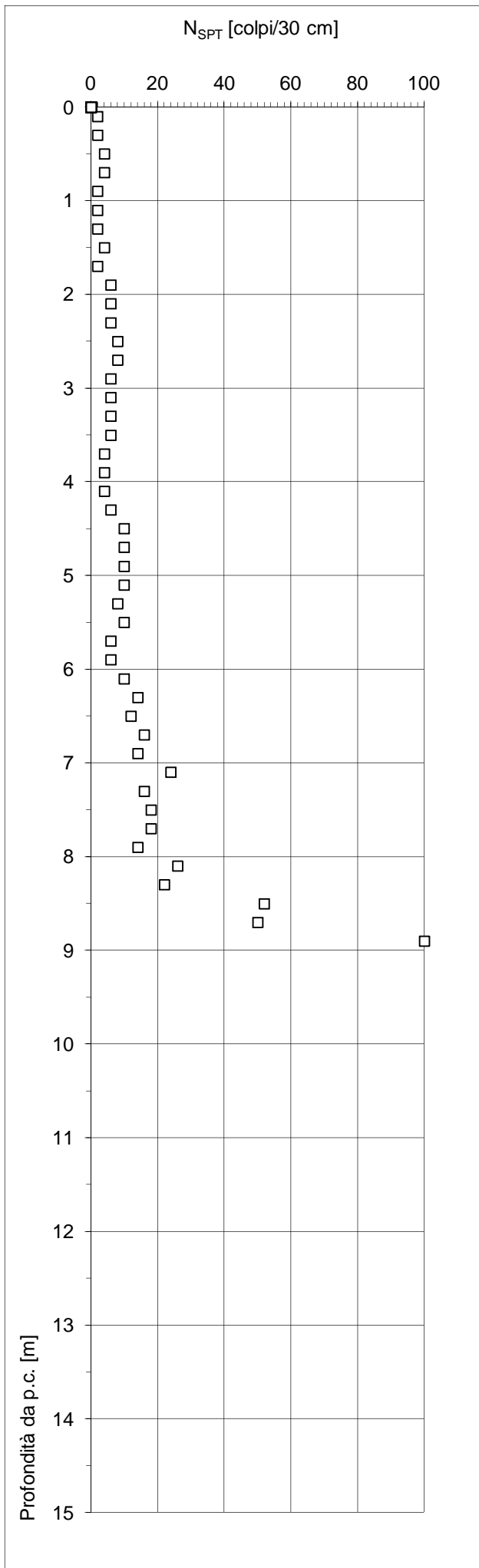
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	25/05/2016
<b>Prova</b>	DPSH9
<b>Prof. falda</b>	4,00 [m]

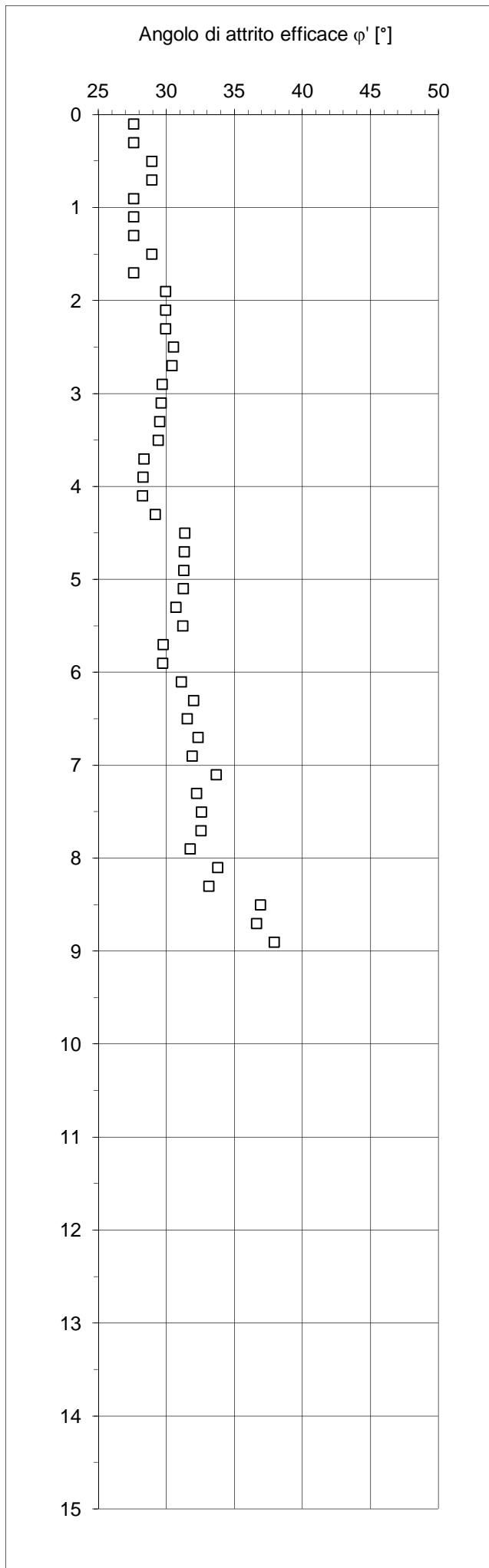
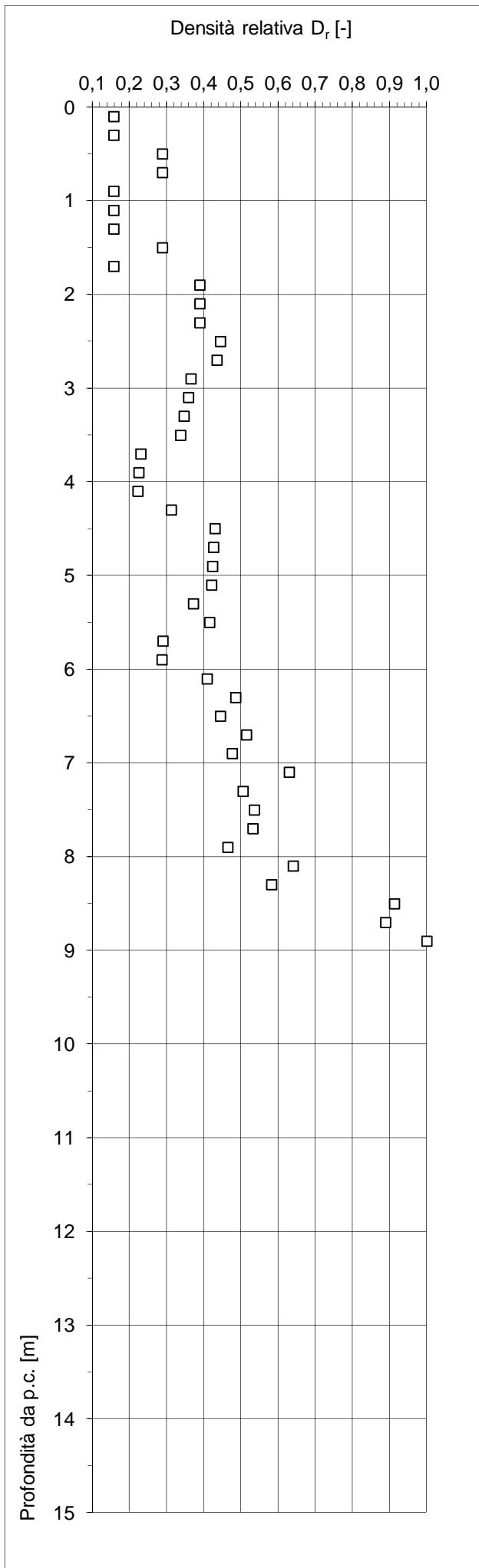
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

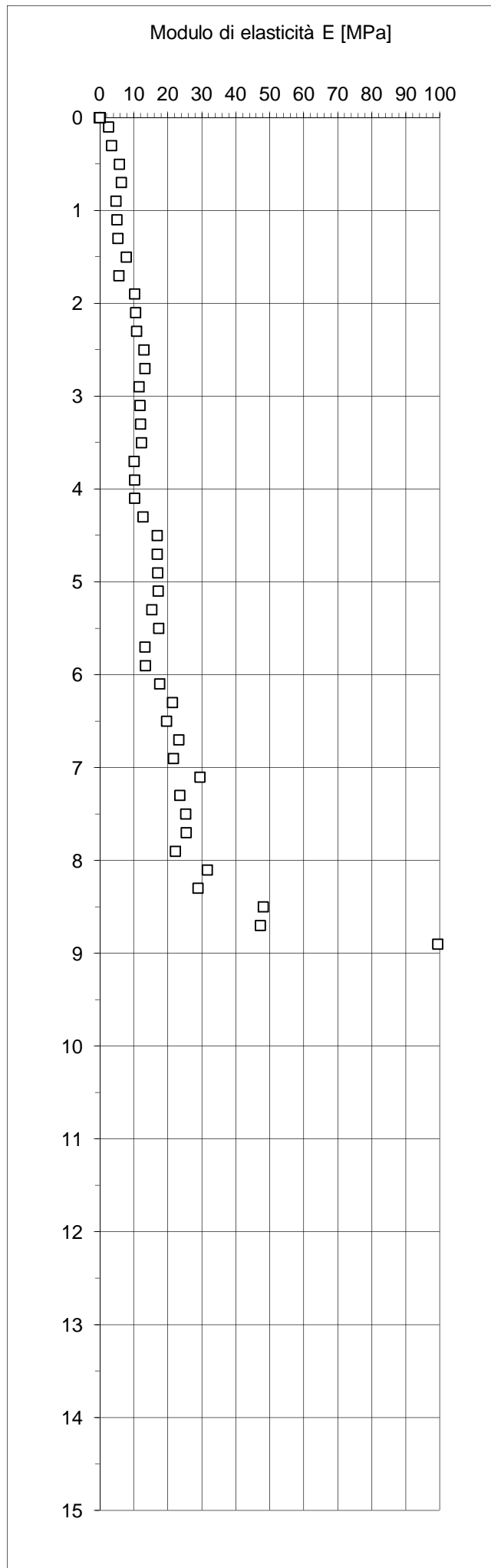
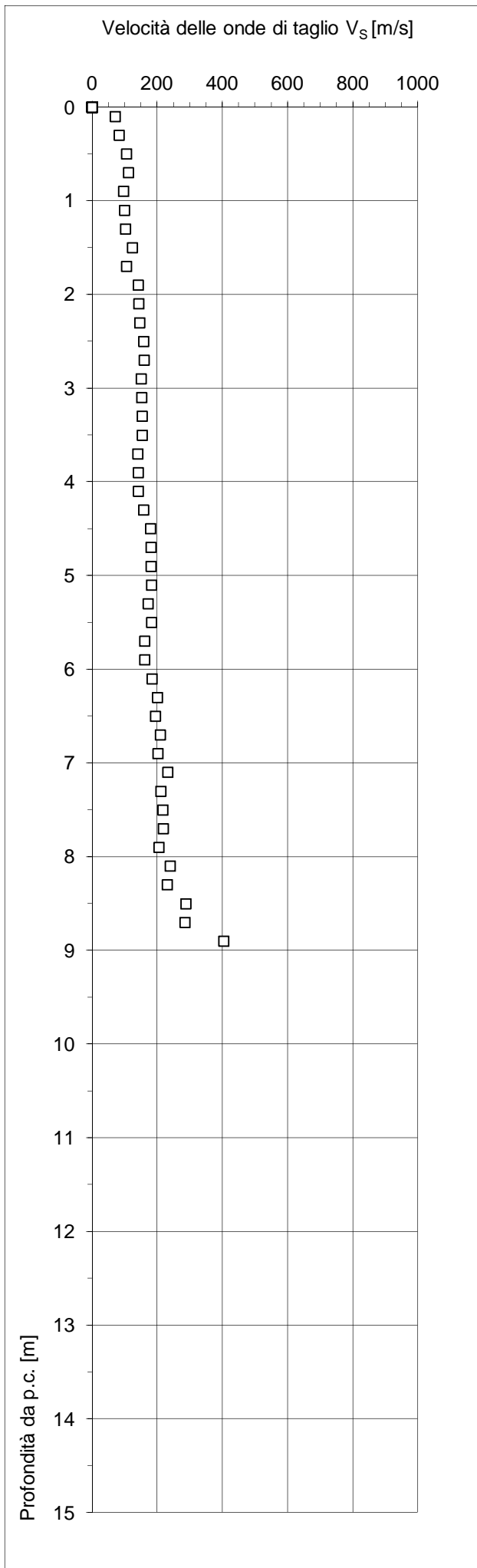
Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,3	1	2,0	ML	5	5	2	3	0,16	28		83	3
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,3	1	2,0	ML	16	16	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	27	27	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,3	1	2,0	ML	31	31	2	3	0,16	28		106	6
1,90	18,6	3	2,0	ML	35	35	6	10	0,39	30		142	10
2,10	18,6	3	2,0	ML	39	39	6	10	0,39	30		144	11
2,30	18,6	3	2,0	ML	42	42	6	10	0,39	30		145	11
2,50	18,7	4	2,0	ML	46	46	8	12	0,45	30		158	13
2,70	18,7	4	2,0	ML	50	50	8	12	0,44	30		160	13
2,90	18,6	3	2,0	ML	53	53	6	9	0,37	30		150	12
3,10	18,6	3	2,0	ML	57	57	6	8	0,36	30		152	12
3,30	18,6	3	2,0	ML	61	61	6	8	0,35	30		153	12
3,50	18,6	3	2,0	ML	65	65	6	8	0,34	29		154	12
3,70	18,4	2	2,0	ML	68	68	4	5	0,23	28		141	10
3,90	18,4	2	2,0	ML	72	72	4	5	0,23	28		142	10
4,10	18,4	2	2,0	ML	76	74	4	5	0,22	28		142	10
4,30	18,6	3	2,0	ML	79	75	6	7	0,31	29		158	13
4,50	18,9	5	2,0	SM	83	77	10	12	0,43	31		180	17
4,70	18,9	5	2,0	SM	87	79	10	11	0,43	31		180	17
4,90	18,9	5	2,0	SM	91	81	10	11	0,42	31		181	17
5,10	18,9	5	2,0	SM	94	83	10	11	0,42	31		181	17
5,30	18,7	4	2,0	SM	98	84	8	9	0,37	31		172	15
5,50	18,9	5	2,0	SM	102	86	10	11	0,42	31		183	17
5,70	18,6	3	2,0	SM	106	88	6	6	0,29	30		161	13
5,90	18,6	3	2,0	SM	109	90	6	6	0,29	30		162	13
6,10	18,9	5	2,0	SM	113	92	10	11	0,41	31		184	18
6,30	19,1	7	2,0	SM	117	93	14	15	0,49	32		201	21
6,50	19,0	6	2,0	SM	121	95	12	12	0,44	32		194	20
6,70	19,3	8	2,0	SM	125	97	16	16	0,51	32		209	23

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,1	7	2,0	SM	128	99	14	14	0,48	32		202	22
7,10	19,8	12	2,0	SM	132	101	24	24	0,63	34		232	29
7,30	19,3	8	2,0	SM	136	103	16	16	0,51	32		210	24
7,50	19,4	9	2,0	SM	140	105	18	18	0,54	33		217	25
7,70	19,4	9	2,0	SM	144	107	18	17	0,53	33		218	25
7,90	19,1	7	2,0	SM	148	109	14	13	0,46	32		205	22
8,10	19,9	13	2,0	SM	152	111	26	25	0,64	34		240	32
8,30	19,7	11	2,0	SM	156	113	22	21	0,58	33		231	29
8,50	21,2	26	2,0	SM	160	115	52	48	0,91	37		287	48
8,70	21,1	25	2,0	SM	164	117	50	46	0,89	37		285	47
8,90	22,1	100	2,0	SM	169	120	100	181	1,00	38		404	99









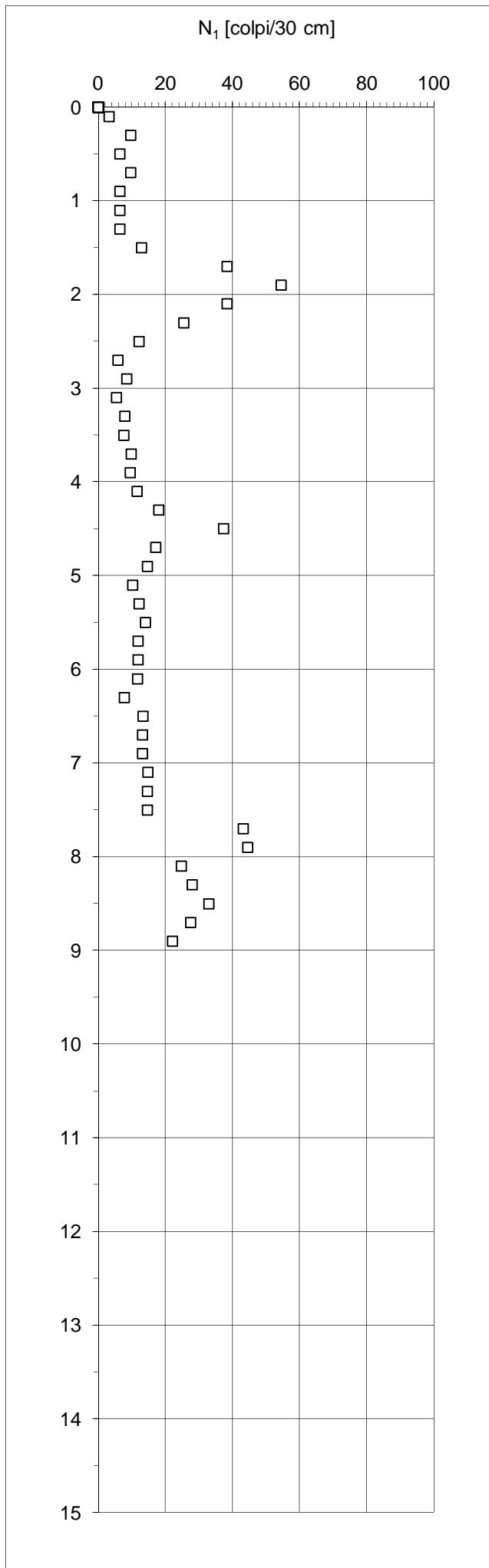
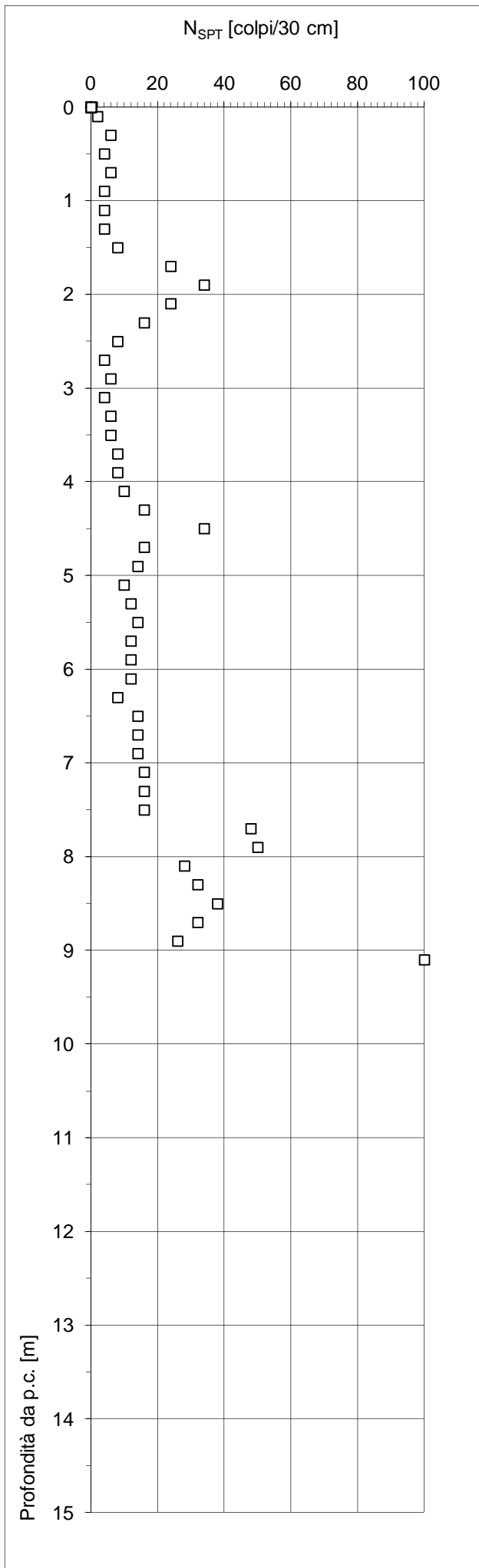
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

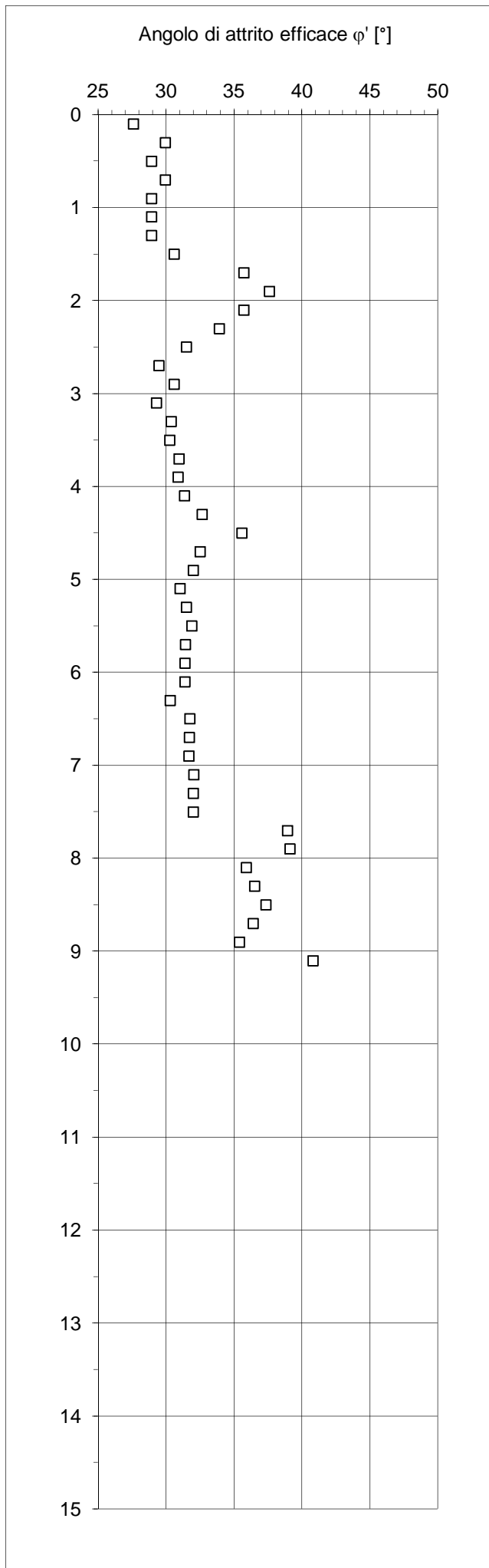
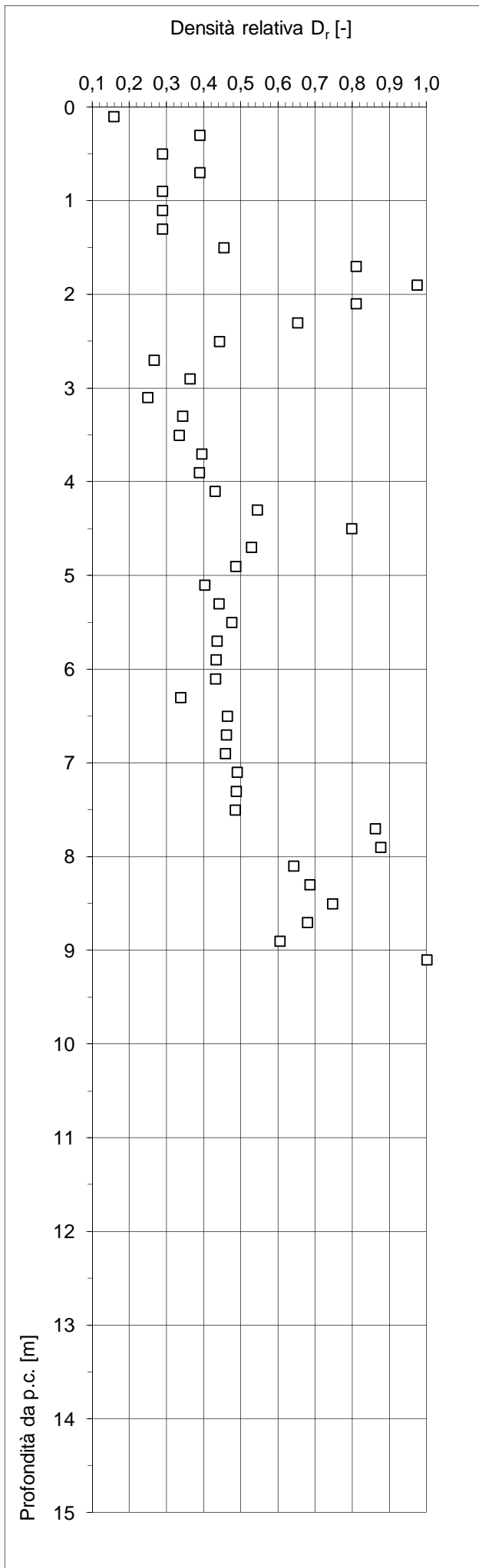
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	25/05/2016
<b>Prova</b>	DPSH10
<b>Prof. falda</b>	5,20 [m]

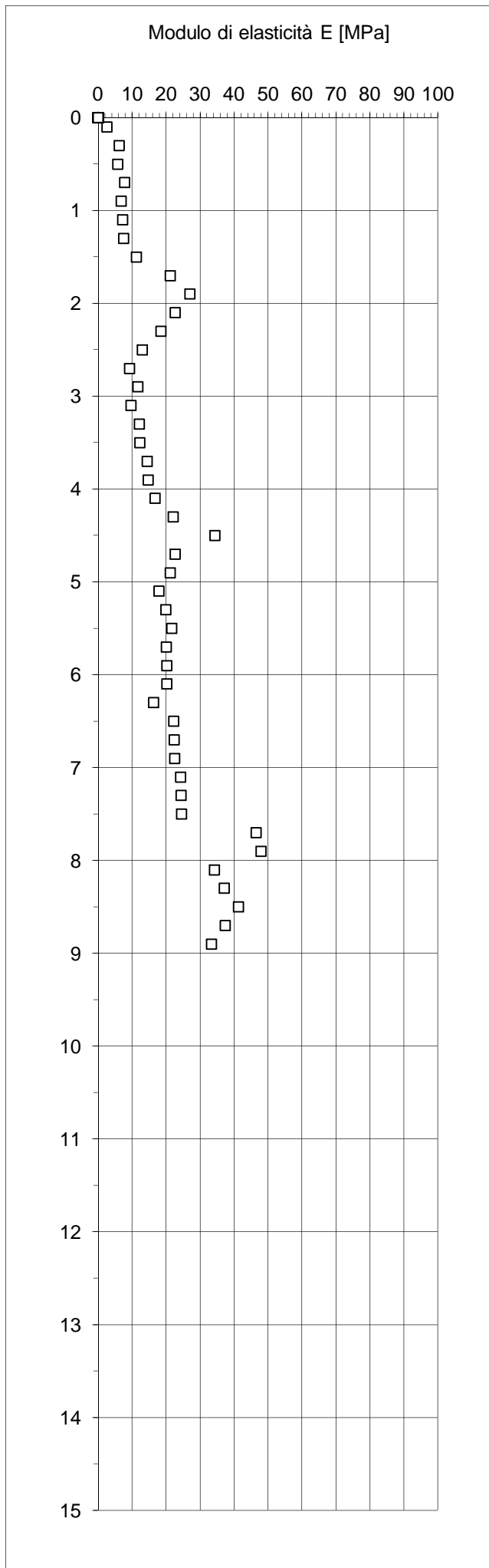
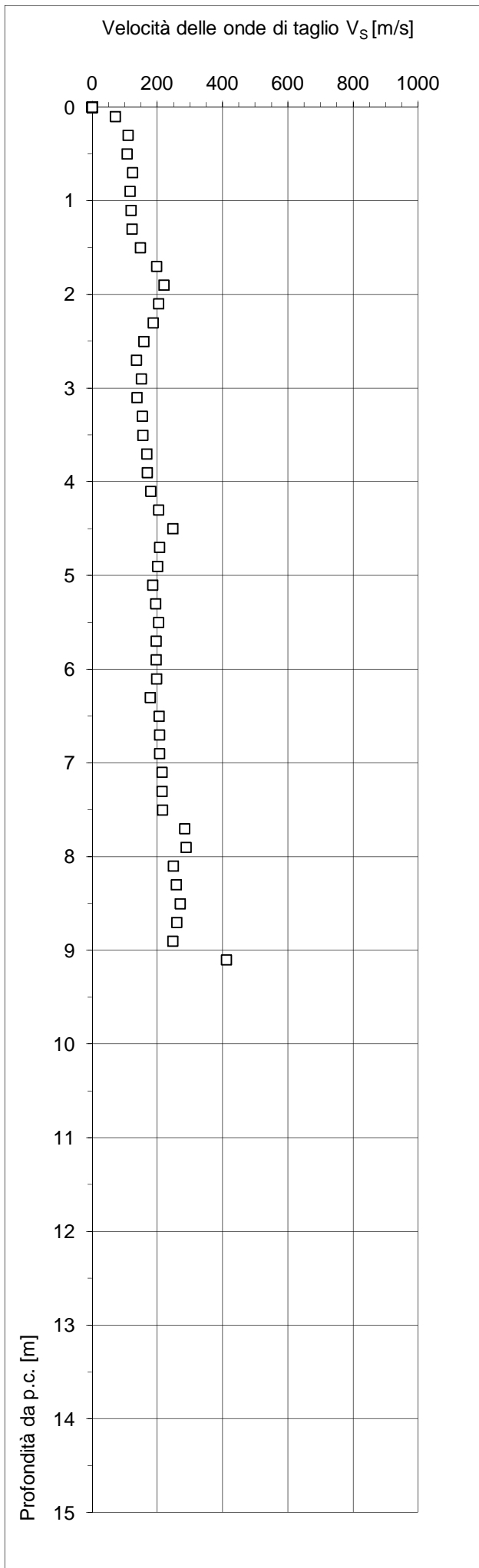
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,6	3	2,0	ML	6	6	6	10	0,39	30		109	6
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,6	3	2,0	ML	13	13	6	10	0,39	30		123	8
0,90	18,4	2	2,0	ML	17	17	4	6	0,29	29		115	7
1,10	18,4	2	2,0	ML	20	20	4	6	0,29	29		119	7
1,30	18,4	2	2,0	ML	24	24	4	6	0,29	29		121	7
1,50	18,7	4	2,0	ML	28	28	8	13	0,45	31		147	11
1,70	19,8	12	2,0	SM	32	32	24	38	0,81	36		197	21
1,90	20,4	17	2,0	SM	36	36	34	54	0,97	38		219	27
2,10	19,8	12	2,0	SM	40	40	24	38	0,81	36		204	23
2,30	19,3	8	2,0	SM	44	44	16	25	0,65	34		187	18
2,50	18,7	4	2,0	SM	47	47	8	12	0,44	31		159	13
2,70	18,4	2	2,0	SM	51	51	4	6	0,27	29		135	9
2,90	18,6	3	2,0	SM	55	55	6	8	0,36	31		151	12
3,10	18,4	2	2,0	SM	58	58	4	5	0,25	29		137	10
3,30	18,6	3	2,0	SM	62	62	6	8	0,34	30		153	12
3,50	18,6	3	2,0	SM	66	66	6	8	0,33	30		155	12
3,70	18,7	4	2,0	SM	70	70	8	10	0,39	31		168	14
3,90	18,7	4	2,0	SM	73	73	8	10	0,39	31		169	15
4,10	18,9	5	2,0	SM	77	77	10	12	0,43	31		180	17
4,30	19,3	8	2,0	SM	81	81	16	18	0,54	33		203	22
4,50	20,4	17	2,0	SM	85	85	34	37	0,80	36		247	34
4,70	19,3	8	2,0	SM	89	89	16	17	0,53	32		206	23
4,90	19,1	7	2,0	SM	93	93	14	15	0,49	32		201	21
5,10	18,9	5	2,0	SM	96	96	10	10	0,40	31		185	18
5,30	19,0	6	2,0	SM	100	98	12	12	0,44	31		195	20
5,50	19,1	7	2,0	SM	104	100	14	14	0,48	32		203	22
5,70	19,0	6	2,0	SM	108	102	12	12	0,44	31		196	20
5,90	19,0	6	2,0	SM	112	104	12	12	0,43	31		196	20
6,10	19,0	6	2,0	SM	115	106	12	12	0,43	31		197	20
6,30	18,7	4	2,0	SM	119	107	8	8	0,34	30		178	16
6,50	19,1	7	2,0	SM	123	109	14	13	0,46	32		205	22
6,70	19,1	7	2,0	SM	127	111	14	13	0,46	32		206	22

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
6,90	19,1	7	2,0	SM	131	113	14	13	0,46	32		206	22
7,10	19,3	8	2,0	SM	135	115	16	15	0,49	32		214	24
7,30	19,3	8	2,0	SM	138	117	16	15	0,49	32		214	24
7,50	19,3	8	2,0	SM	142	119	16	15	0,49	32		215	24
7,70	21,0	24	2,0	GM	146	121	48	43	0,86	39		283	46
7,90	21,1	25	2,0	GM	151	123	50	44	0,88	39		287	48
8,10	20,0	14	2,0	GM	155	125	28	25	0,64	36		249	34
8,30	20,3	16	2,0	GM	159	127	32	28	0,69	36		258	37
8,50	20,6	19	2,0	GM	163	130	38	33	0,75	37		270	41
8,70	20,3	16	2,0	GM	167	132	32	27	0,68	36		259	37
8,90	19,9	13	2,0	GM	171	134	26	22	0,61	35		246	33
9,10	22,1	100	2,0	GM	175	136	100	168	1,00	41		411	103







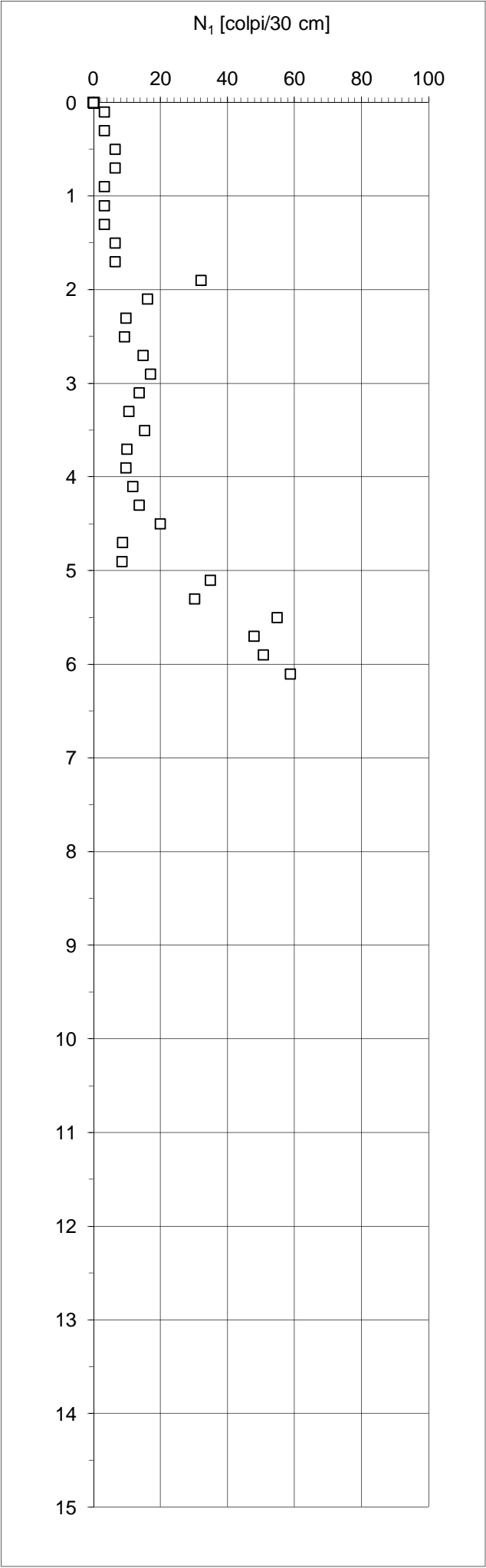
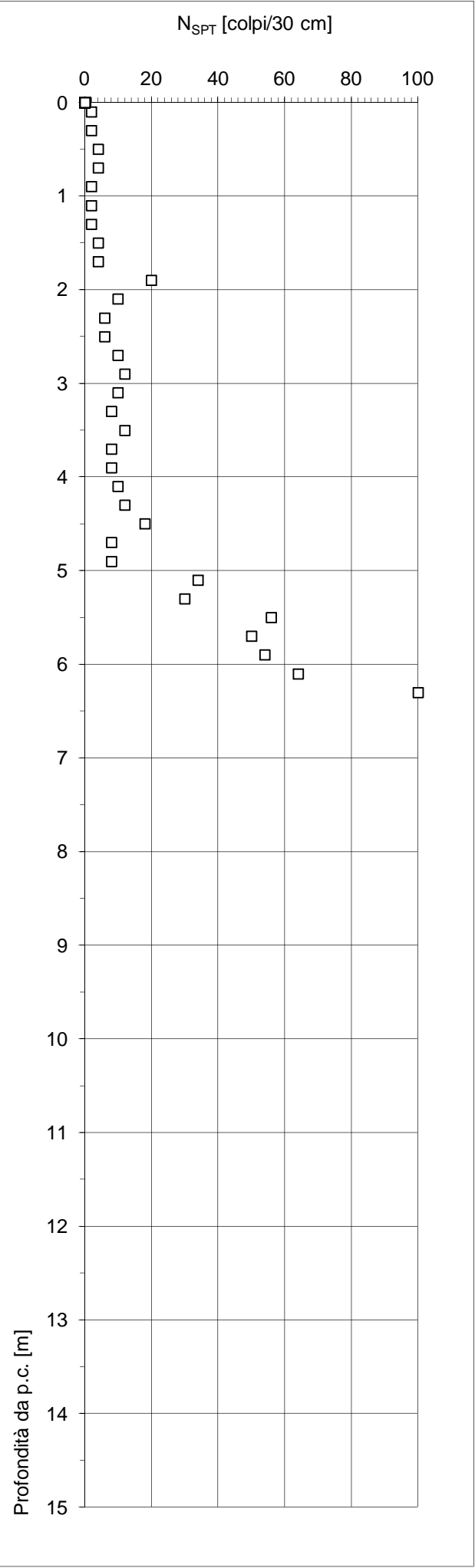
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

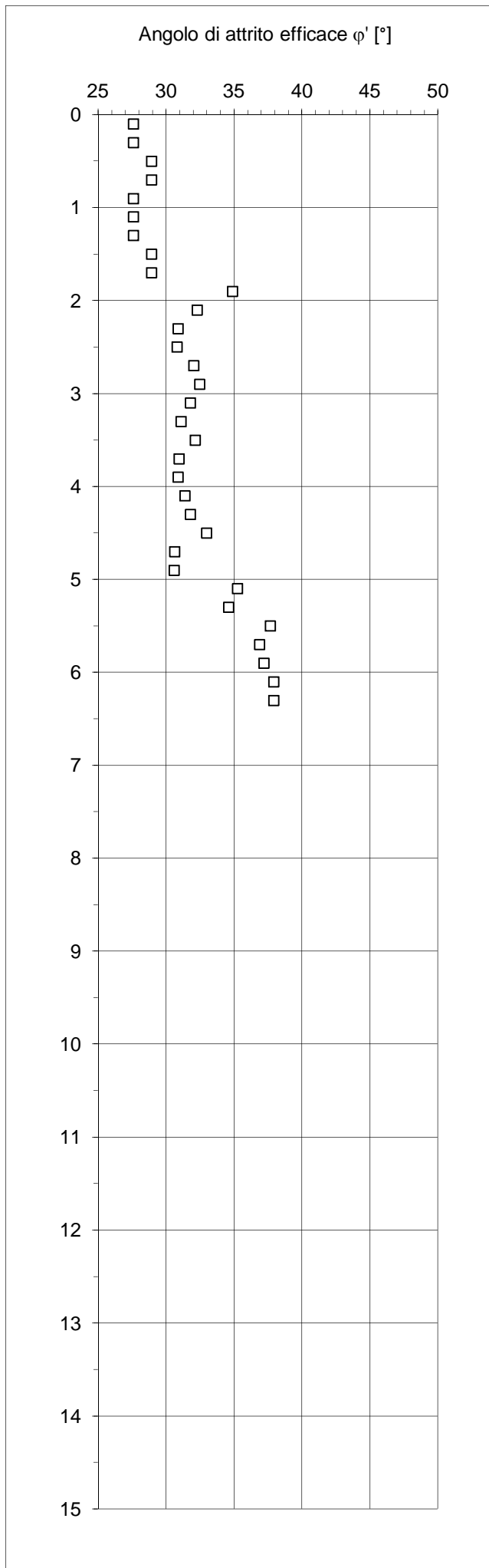
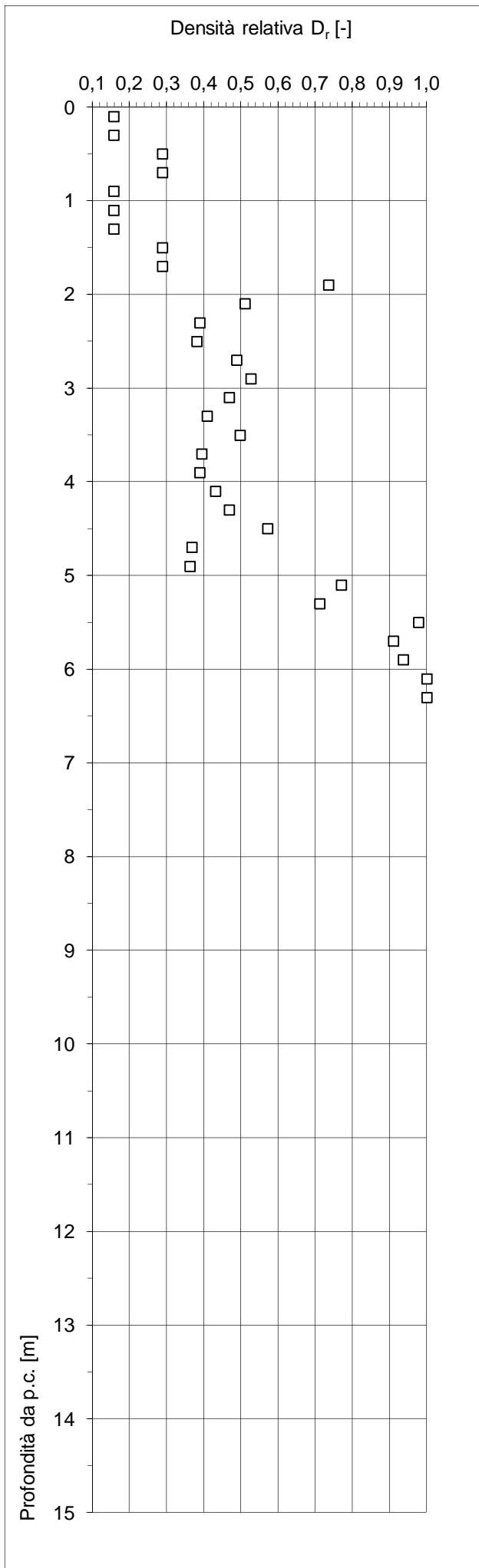
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	31/05/2016
<b>Prova</b>	DPSH11
<b>Prof. falda</b>	- [m]

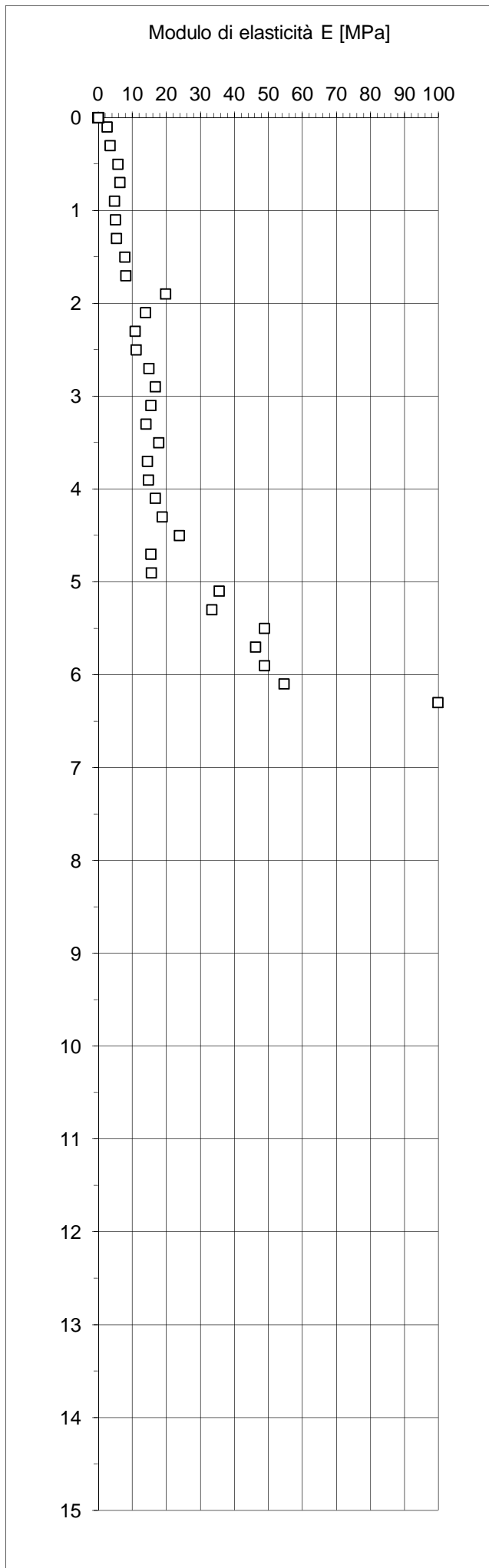
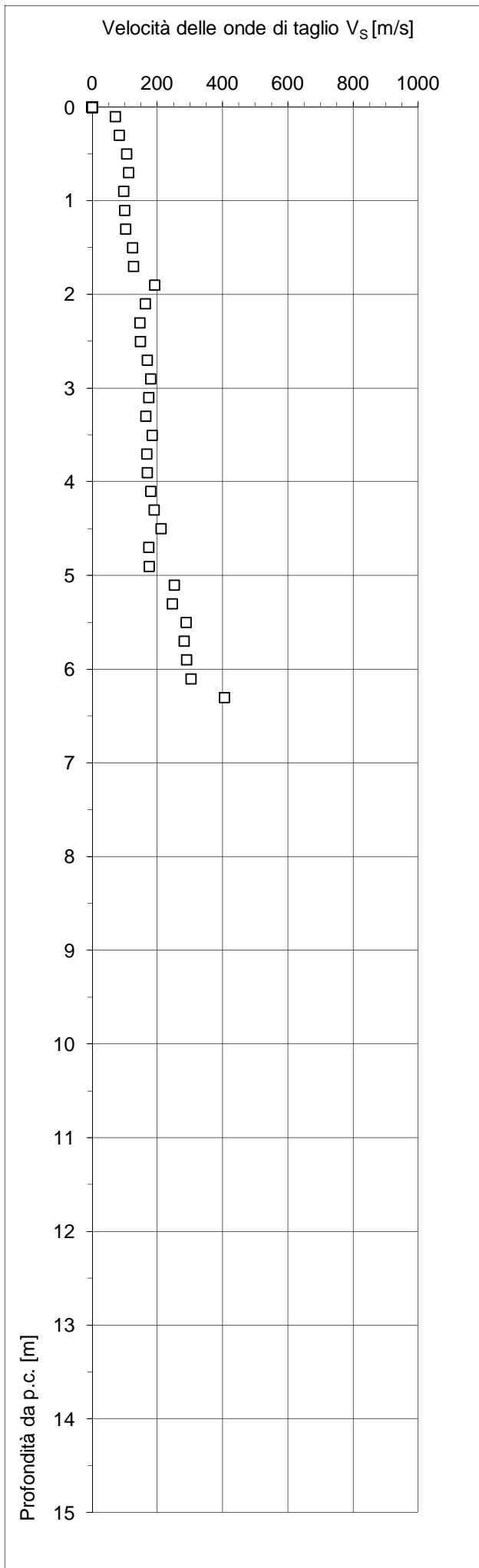
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	63
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	6,00
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,20

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>P</sub> [-]	N <sub>SPT</sub> /N <sub>P</sub> [-]	Categoria terreno	$\sigma_{vo}$ [kPa]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	D <sub>r</sub> [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	V <sub>s</sub> [m/s]	E [MPa]
0,10	18,3	1	2,0	ML	2	2	2	3	0,16	28		71	3
0,30	18,3	1	2,0	ML	5	5	2	3	0,16	28		83	3
0,50	18,4	2	2,0	ML	9	9	4	6	0,29	29		106	6
0,70	18,4	2	2,0	ML	13	13	4	6	0,29	29		111	6
0,90	18,3	1	2,0	ML	16	16	2	3	0,16	28		97	5
1,10	18,3	1	2,0	ML	20	20	2	3	0,16	28		100	5
1,30	18,3	1	2,0	ML	24	24	2	3	0,16	28		102	5
1,50	18,4	2	2,0	ML	27	27	4	6	0,29	29		124	8
1,70	18,4	2	2,0	ML	31	31	4	6	0,29	29		126	8
1,90	19,5	10	2,0	SM	35	35	20	32	0,74	35		191	20
2,10	18,9	5	2,0	SM	39	39	10	16	0,51	32		163	14
2,30	18,6	3	2,0	SM	43	43	6	10	0,39	31		146	11
2,50	18,6	3	2,0	SM	46	46	6	9	0,38	31		147	11
2,70	18,9	5	2,0	SM	50	50	10	15	0,49	32		169	15
2,90	19,0	6	2,0	SM	54	54	12	17	0,53	32		179	17
3,10	18,9	5	2,0	SM	58	58	10	14	0,47	32		173	15
3,30	18,7	4	2,0	SM	61	61	8	11	0,41	31		165	14
3,50	19,0	6	2,0	SM	65	65	12	15	0,50	32		184	18
3,70	18,7	4	2,0	SM	69	69	8	10	0,40	31		167	14
3,90	18,7	4	2,0	SM	73	73	8	10	0,39	31		169	15
4,10	18,9	5	2,0	SM	76	76	10	12	0,43	31		179	17
4,30	19,0	6	2,0	SM	80	80	12	14	0,47	32		189	19
4,50	19,4	9	2,0	SM	84	84	18	20	0,57	33		211	24
4,70	18,7	4	2,0	SM	88	88	8	9	0,37	31		173	15
4,90	18,7	4	2,0	SM	92	92	8	8	0,36	31		174	16
5,10	20,4	17	2,0	SM	96	96	34	35	0,77	35		251	35
5,30	20,1	15	2,0	SM	100	100	30	30	0,71	35		245	33
5,50	21,3	28	2,0	SM	104	104	56	55	0,98	38		288	49
5,70	21,1	25	2,0	SM	108	108	50	48	0,91	37		282	46
5,90	21,3	27	2,0	SM	112	112	54	51	0,94	37		289	49
6,10	21,6	32	2,0	SM	117	117	64	59	1,00	38		303	55
6,30	22,1	100	2,0	SM	121	121	100	180	1,00	38		405	100







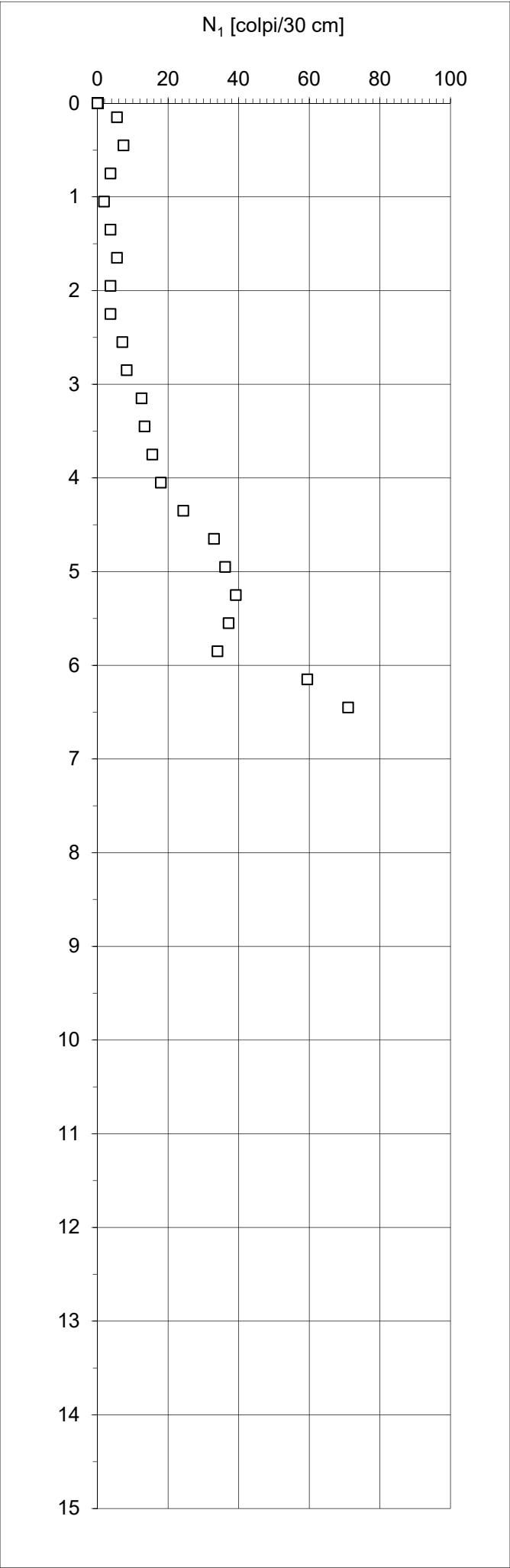
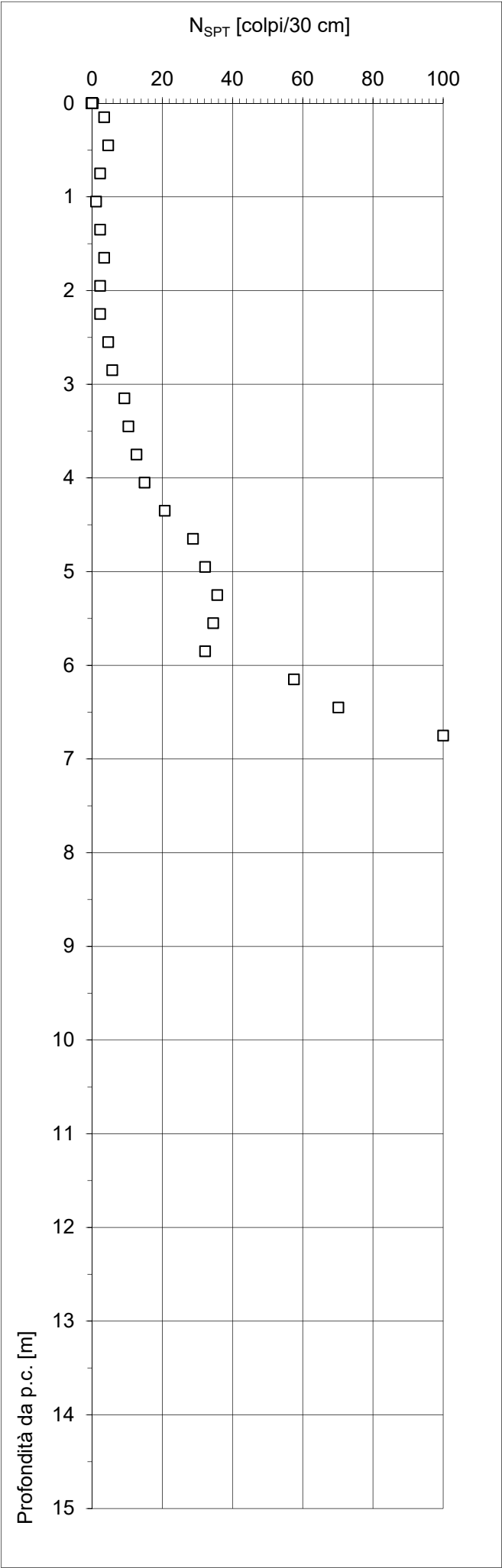


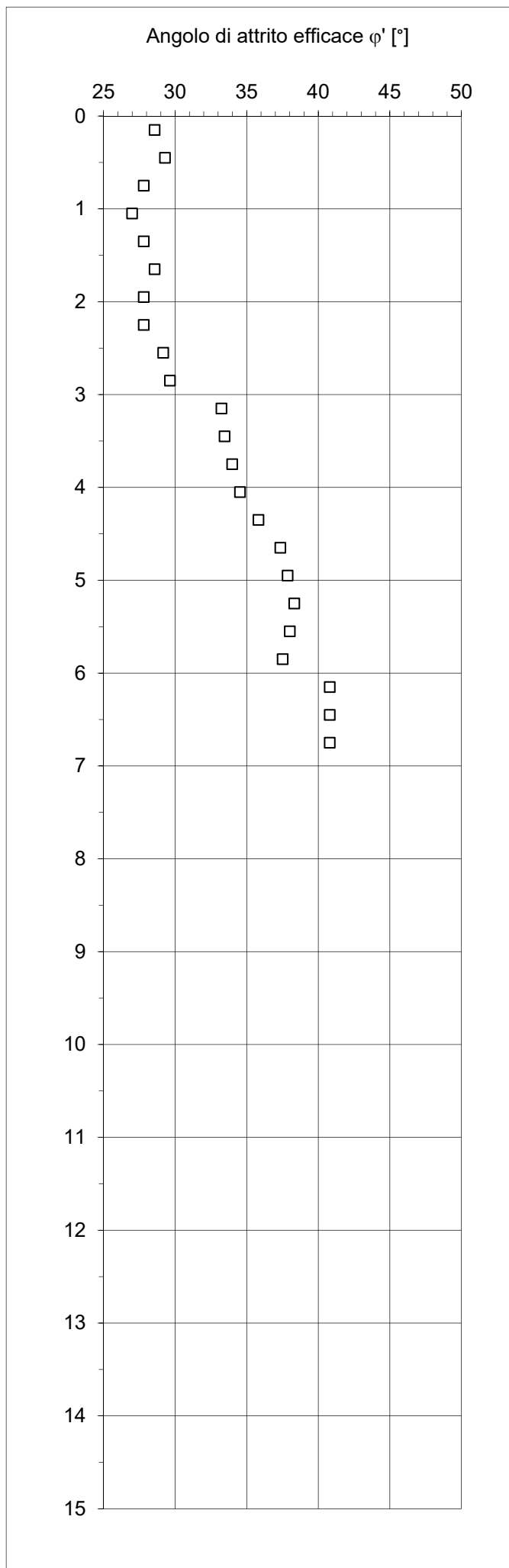
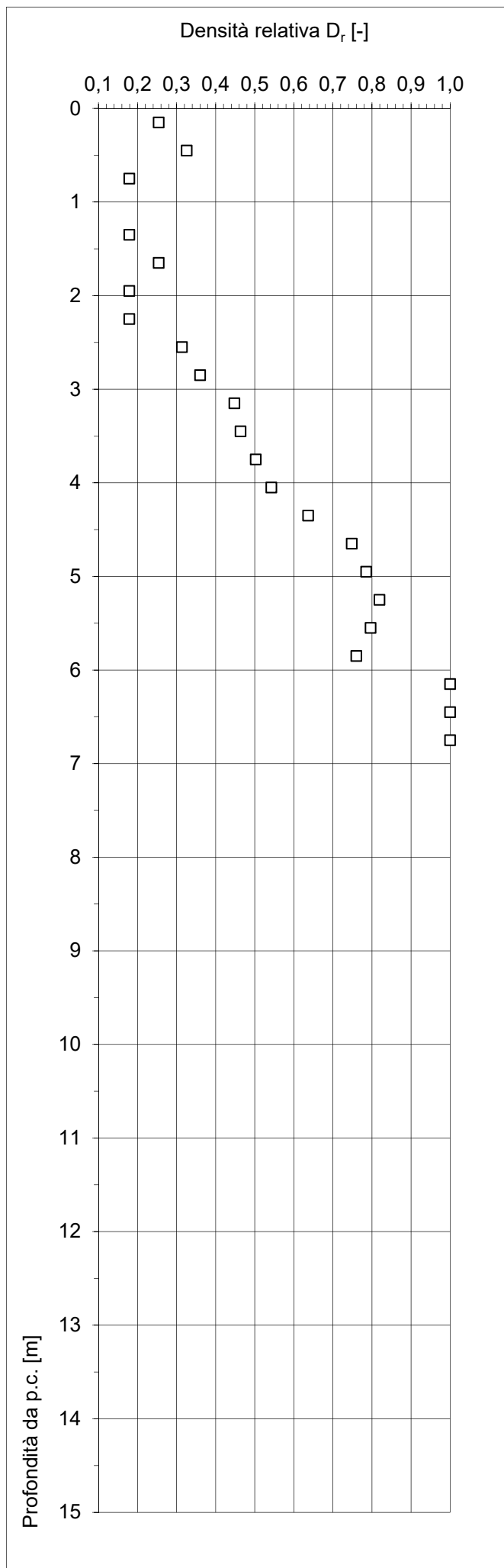
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

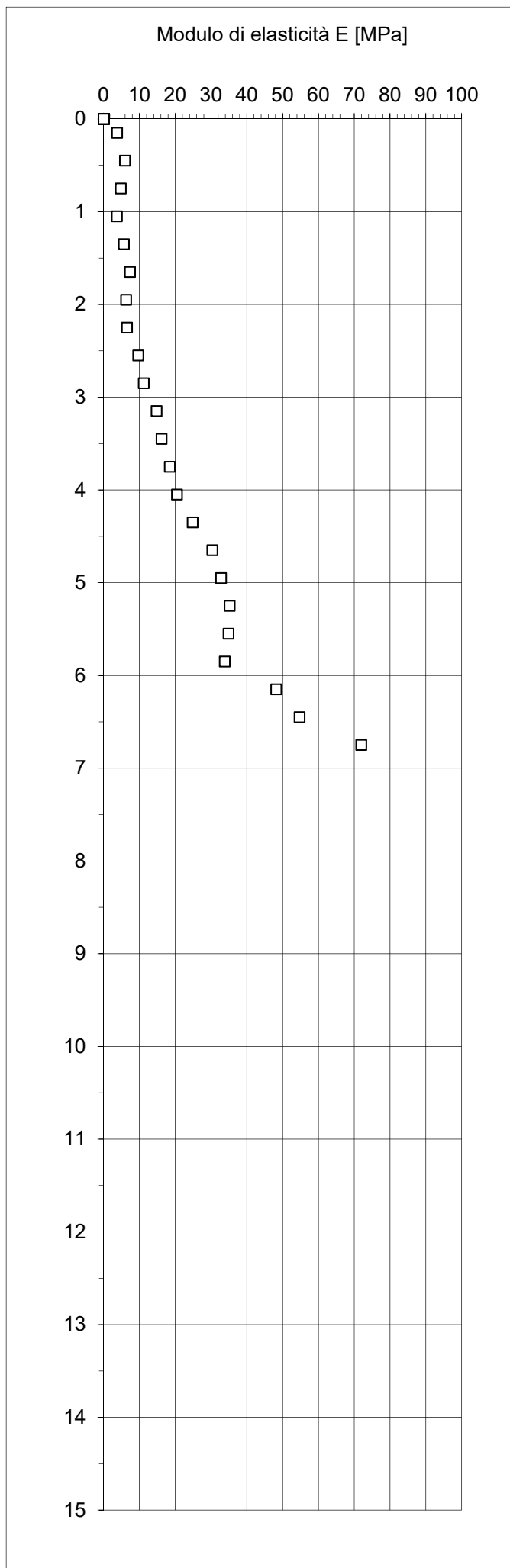
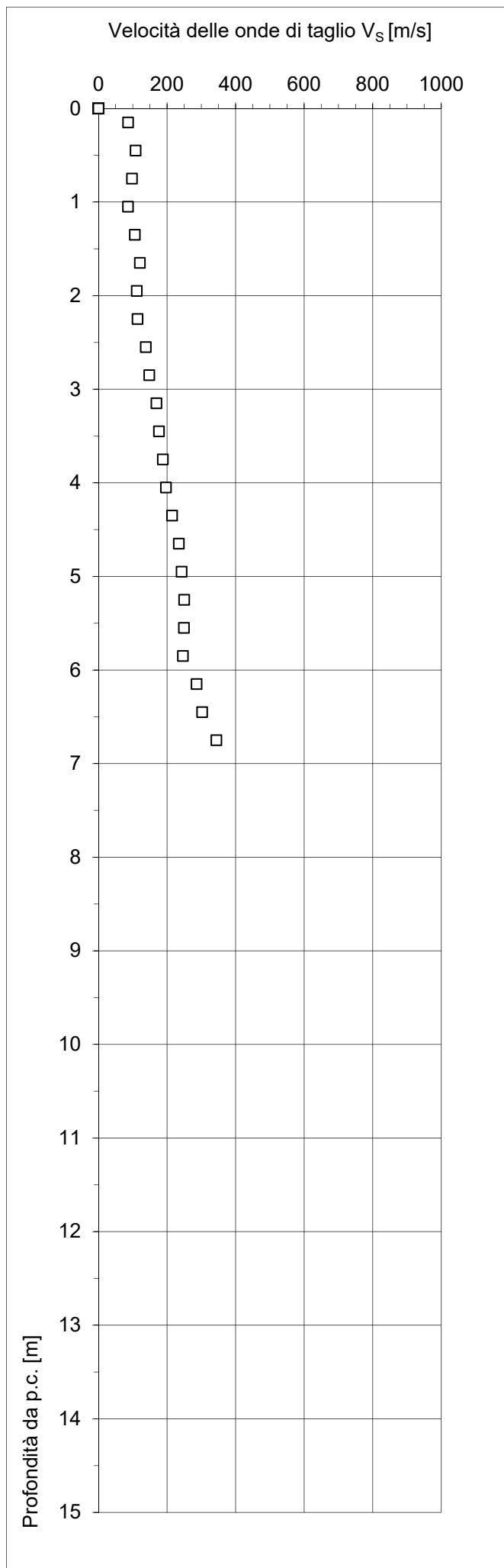
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	20/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E01
<b>Prof. falda</b>	4,00 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,4	3	1,15	ML	3	3	3	6	0,25	29		86	4
0,45	18,5	4	1,15	ML	8	8	5	7	0,33	29		108	6
0,75	18,3	2	1,15	ML	14	14	2	4	0,18	28		98	5
1,05	18,2	1	1,15	ML	19	19	1	2	0,10	27		86	4
1,35	18,3	2	1,15	ML	25	25	2	4	0,18	28		106	6
1,65	18,4	3	1,15	ML	30	30	3	6	0,25	29		121	7
1,95	18,3	2	1,15	ML	36	36	2	4	0,18	28		112	6
2,25	18,3	2	1,15	ML	41	41	2	4	0,18	28		114	7
2,55	18,5	4	1,15	ML	47	47	5	7	0,31	29		138	10
2,85	18,5	5	1,15	ML	52	52	6	8	0,36	30		148	11
3,15	18,8	8	1,15	GM	58	58	9	12	0,45	33		169	15
3,45	18,9	9	1,15	GM	64	64	10	13	0,46	33		176	16
3,75	19,0	11	1,15	GM	69	69	13	16	0,50	34		188	18
4,05	19,2	13	1,15	GM	75	72	15	18	0,54	35		197	20
4,35	19,6	18	1,15	GM	81	75	21	24	0,64	36		215	25
4,65	20,1	25	1,15	GM	87	78	29	33	0,75	37		234	30
4,95	20,3	28	1,15	GM	93	81	32	36	0,79	38		243	33
5,25	20,4	31	1,15	GM	99	84	36	39	0,82	38		250	35
5,55	20,4	30	1,15	GM	105	88	35	37	0,80	38		249	35
5,85	20,3	28	1,15	GM	111	91	32	34	0,76	38		246	34
6,15	21,4	50	1,15	GM	118	94	58	59	1,00	41		286	48
6,45	21,7	61	1,15	GM	124	98	70	71	1,00	41		302	55
6,75	22,1	100	1,15	GM	131	102	100	114	1,00	41		344	72







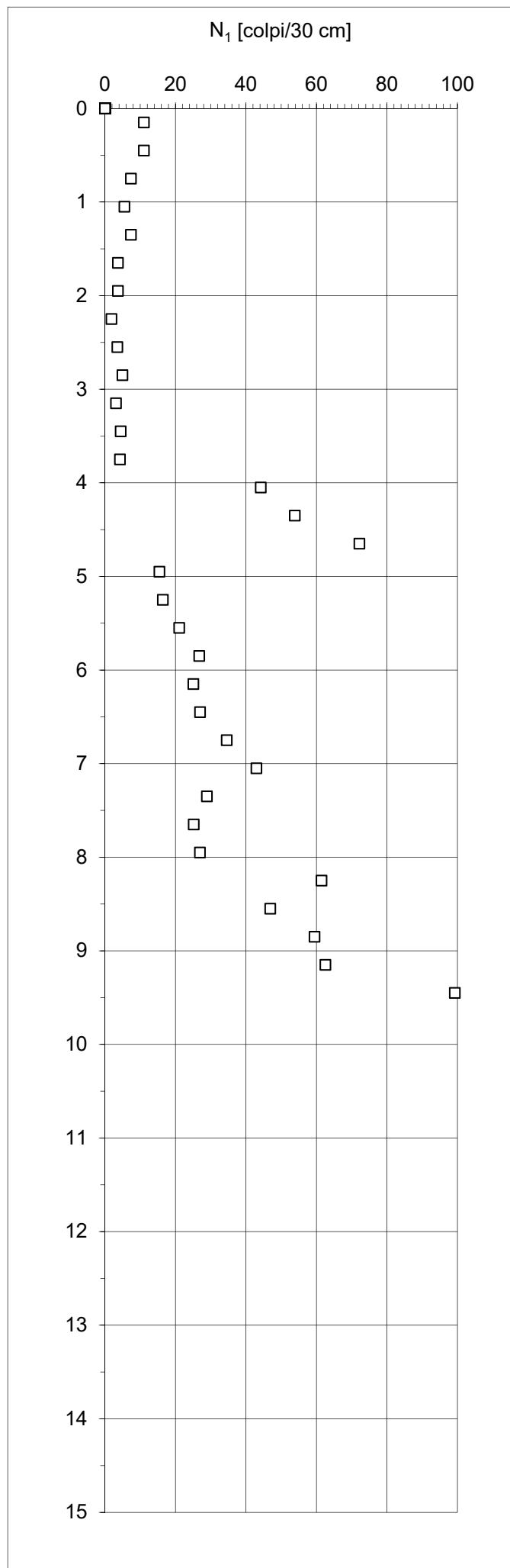
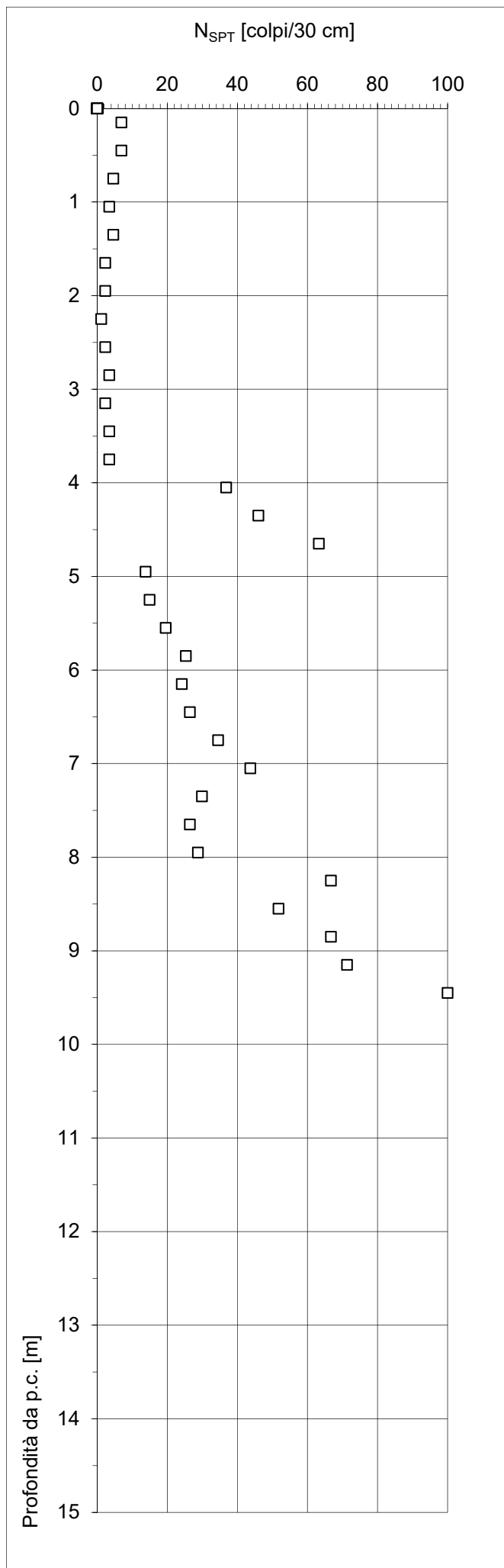
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

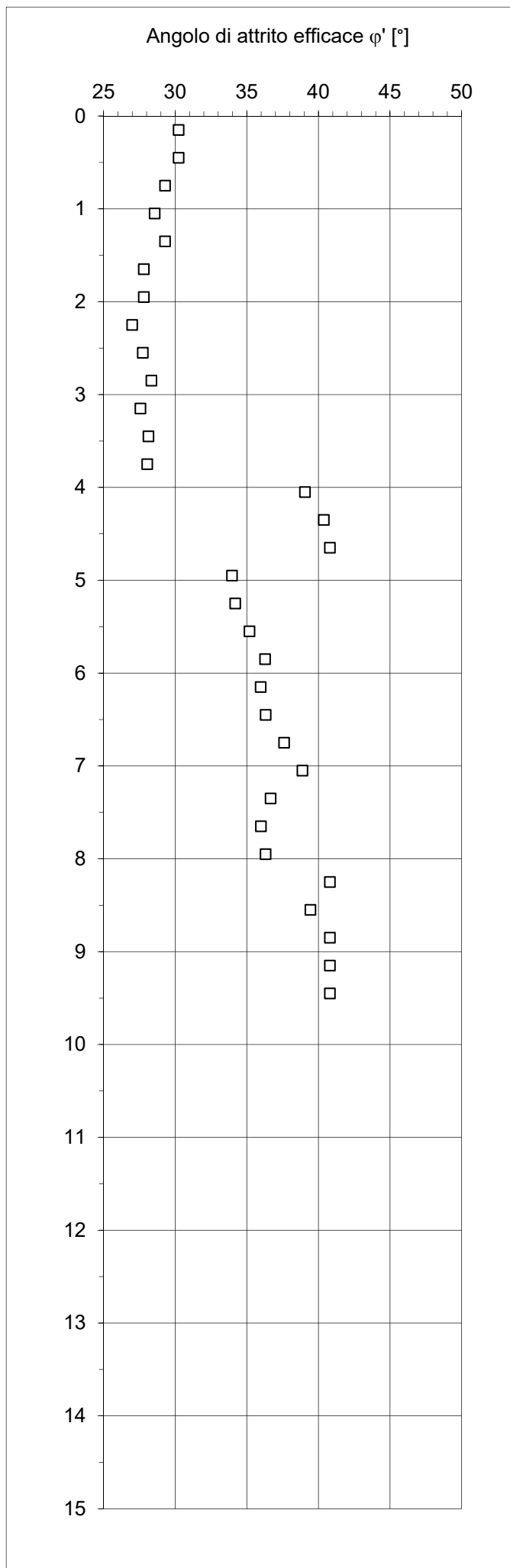
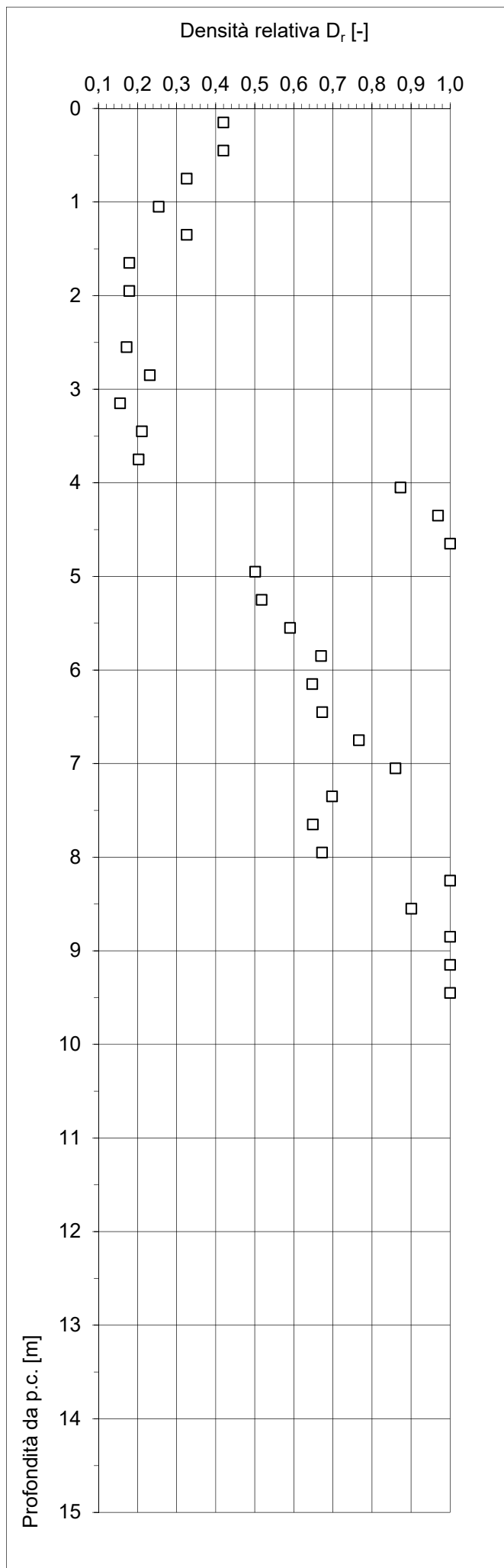
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	12/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E02DX
<b>Prof. falda</b>	4,00 [m]

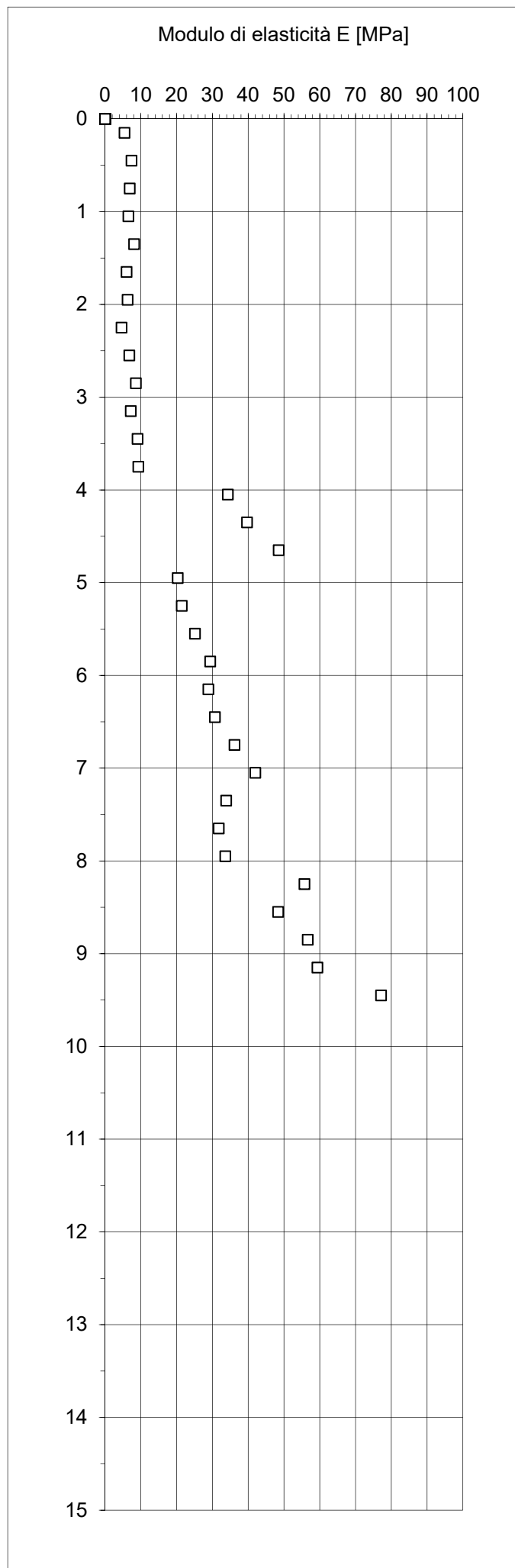
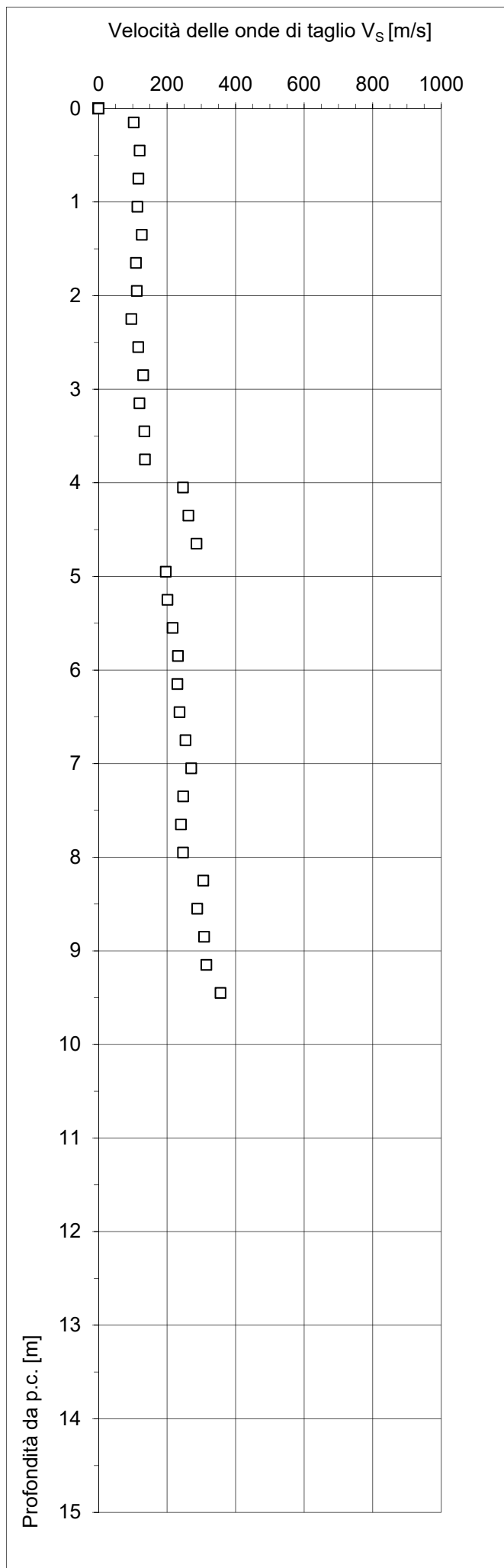
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,6	6	1,15	ML	3	3	7	11	0,42	30		103	5
0,45	18,6	6	1,15	ML	8	8	7	11	0,42	30		120	7
0,75	18,5	4	1,15	ML	14	14	5	7	0,33	29		116	7
1,05	18,4	3	1,15	ML	19	19	3	6	0,25	29		114	7
1,35	18,5	4	1,15	ML	25	25	5	7	0,33	29		126	8
1,65	18,3	2	1,15	ML	30	30	2	4	0,18	28		109	6
1,95	18,3	2	1,15	ML	36	36	2	4	0,18	28		112	6
2,25	18,2	1	1,15	ML	41	41	1	2	0,10	27		96	5
2,55	18,3	2	1,15	ML	47	47	2	4	0,17	28		116	7
2,85	18,4	3	1,15	ML	52	52	3	5	0,23	28		130	9
3,15	18,3	2	1,15	ML	58	58	2	3	0,16	28		120	7
3,45	18,4	3	1,15	ML	63	63	3	4	0,21	28		134	9
3,75	18,4	3	1,15	ML	69	69	3	4	0,20	28		136	9
4,05	20,5	32	1,15	GM	75	72	37	44	0,87	39		247	34
4,35	20,9	40	1,15	GM	81	75	46	54	0,97	40		262	40
4,65	21,6	55	1,15	GM	88	79	63	72	1,00	41		286	49
4,95	19,1	12	1,15	GM	94	82	14	15	0,50	34		196	20
5,25	19,2	13	1,15	GM	99	85	15	16	0,52	34		201	21
5,55	19,5	17	1,15	GM	105	88	20	21	0,59	35		216	25
5,85	19,9	22	1,15	GM	111	91	25	27	0,67	36		232	29
6,15	19,8	21	1,15	GM	117	94	24	25	0,65	36		230	29
6,45	19,9	23	1,15	GM	123	97	26	27	0,67	36		237	31
6,75	20,4	30	1,15	GM	129	100	35	35	0,77	38		254	36
7,05	20,8	38	1,15	GM	135	103	44	43	0,86	39		271	42
7,35	20,1	26	1,15	GM	141	106	30	29	0,70	37		247	34
7,65	19,9	23	1,15	GM	147	109	26	25	0,65	36		241	32
7,95	20,1	25	1,15	GM	153	112	29	27	0,67	36		247	34
8,25	21,7	58	1,15	GM	160	116	67	61	1,00	41		306	56
8,55	21,2	45	1,15	GM	166	119	52	47	0,90	39		288	48
8,85	21,7	58	1,15	GM	173	123	67	59	1,00	41		308	57
9,15	21,8	62	1,15	GM	179	126	71	63	1,00	41		315	59
9,45	22,1	100	1,15	GM	186	130	100	99	1,00	41		356	77







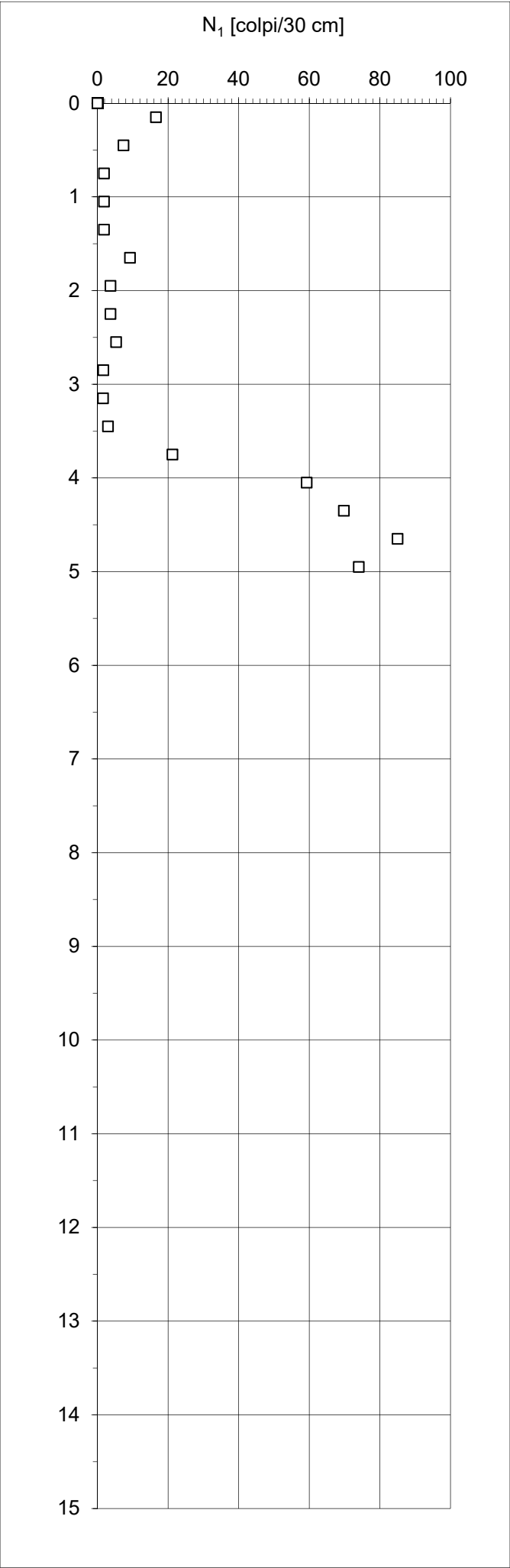
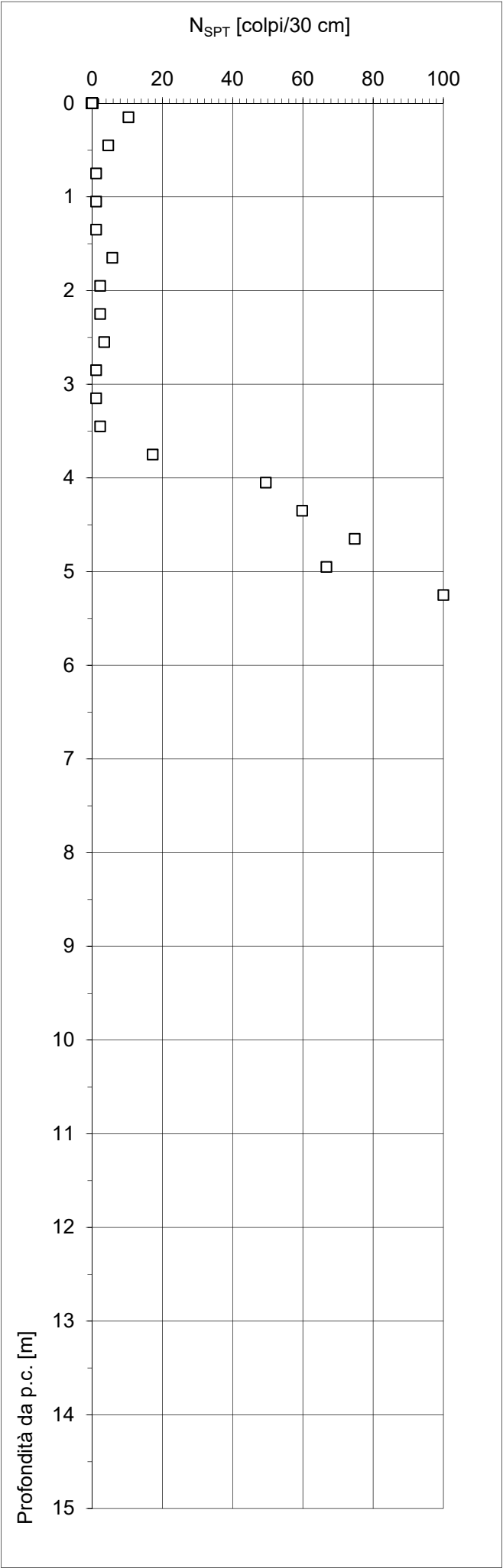


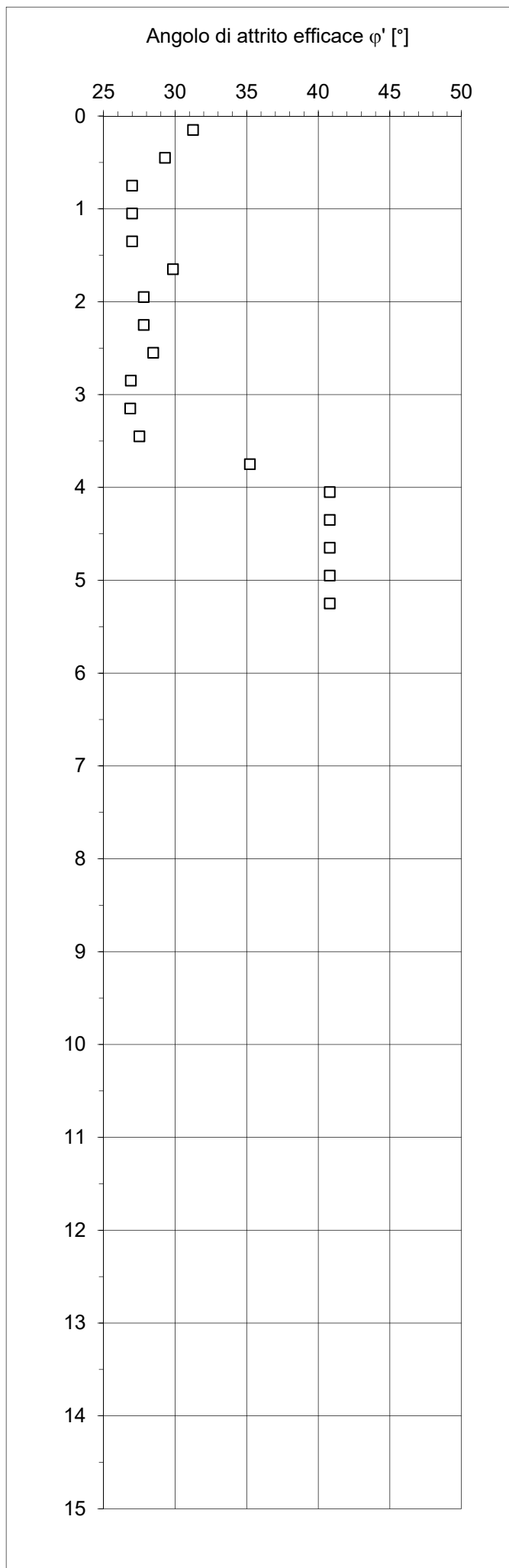
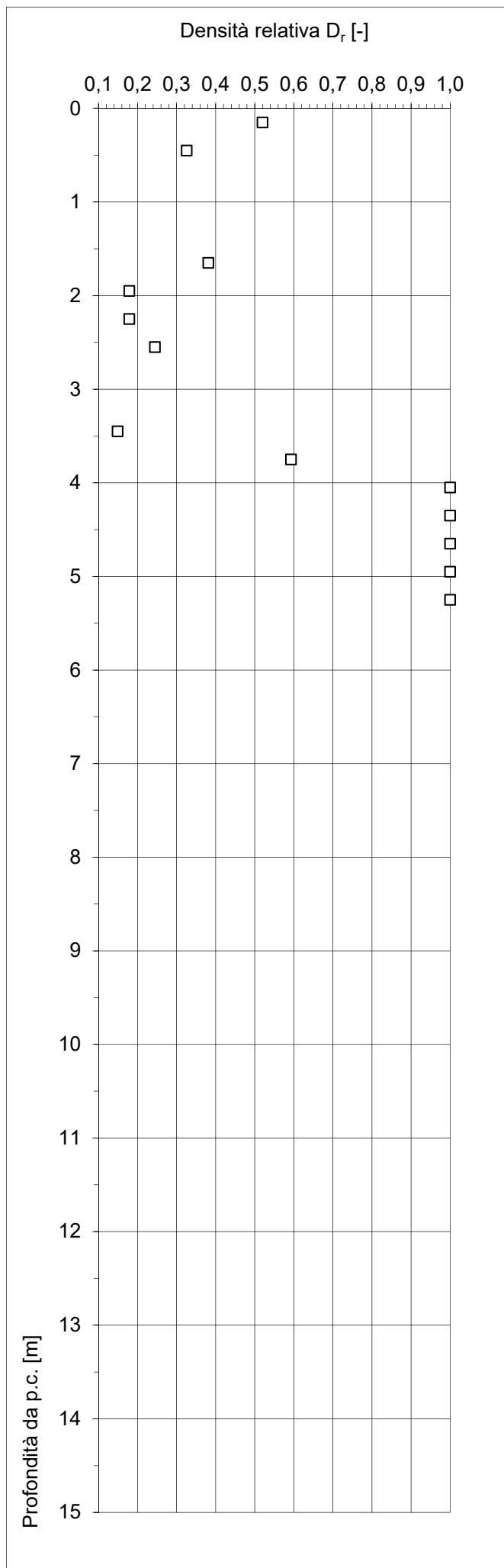
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

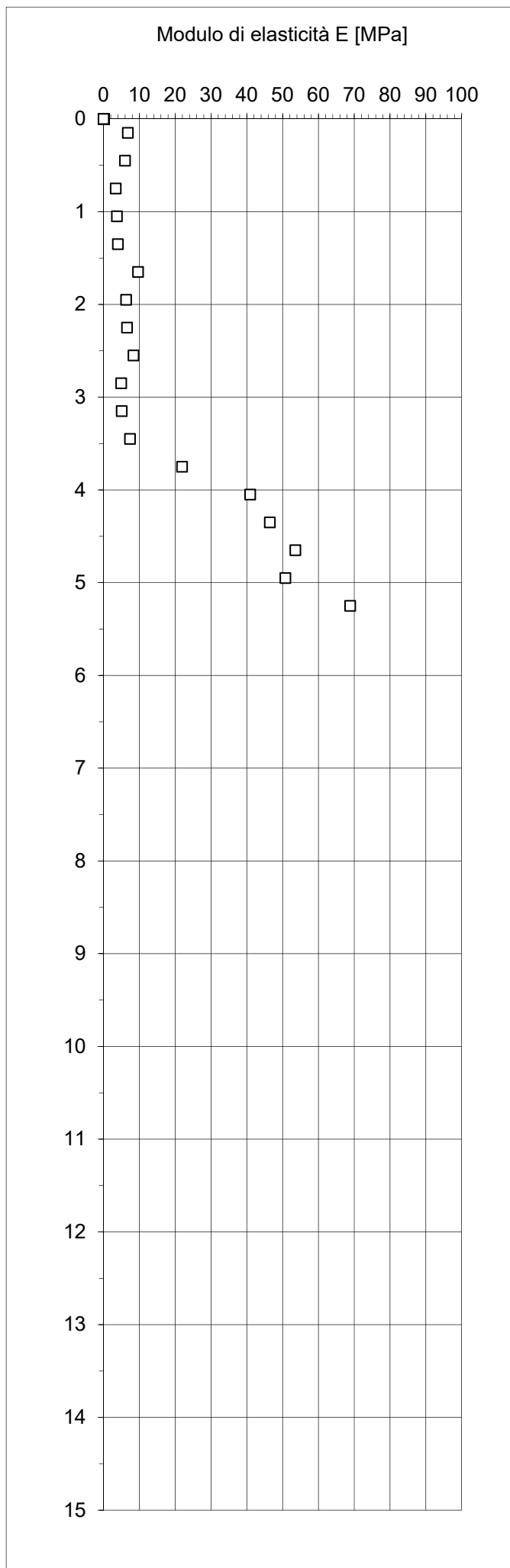
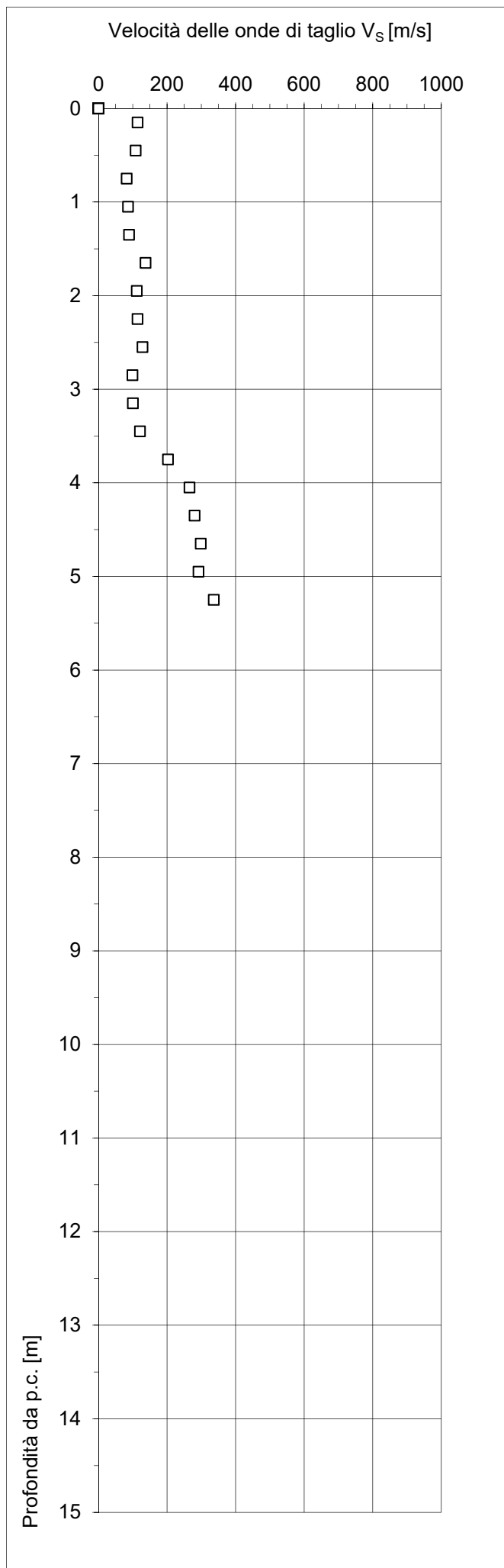
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	12/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E02SX
<b>Prof. falda</b>	4,00 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,00
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,9	9	1,15	ML	3	3	10	17	0,52	31		114	7
0,45	18,5	4	1,15	ML	8	8	5	7	0,33	29		108	6
0,75	18,2	1	1,15	ML	14	14	1	2	0,10	27		82	3
1,05	18,2	1	1,15	ML	19	19	1	2	0,10	27		86	4
1,35	18,2	1	1,15	ML	25	25	1	2	0,10	27		89	4
1,65	18,5	5	1,15	ML	30	30	6	9	0,38	30		137	10
1,95	18,3	2	1,15	ML	36	36	2	4	0,18	28		112	6
2,25	18,3	2	1,15	ML	41	41	2	4	0,18	28		114	7
2,55	18,4	3	1,15	ML	47	47	3	5	0,24	28		128	8
2,85	18,2	1	1,15	ML	52	52	1	2	0,09	27		99	5
3,15	18,2	1	1,15	ML	58	58	1	2	0,09	27		100	5
3,45	18,3	2	1,15	ML	63	63	2	3	0,15	28		121	7
3,75	19,4	15	1,15	GM	69	69	17	21	0,59	35		203	22
4,05	21,1	43	1,15	GM	75	72	49	59	1,00	41		266	41
4,35	21,5	52	1,15	GM	82	76	60	70	1,00	41		280	46
4,65	21,8	65	1,15	GM	88	79	75	85	1,00	41		298	54
4,95	21,7	58	1,15	GM	95	83	67	74	1,00	41		292	51
5,25	22,1	100	1,15	GM	101	87	100	125	1,00	41		336	69







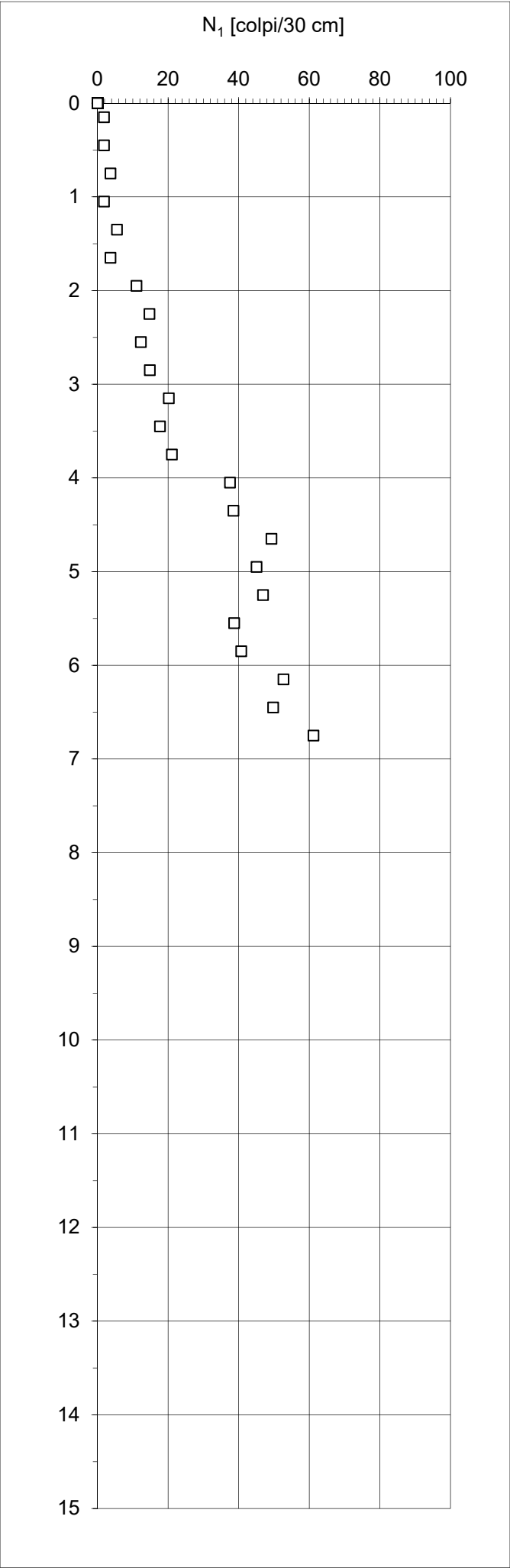
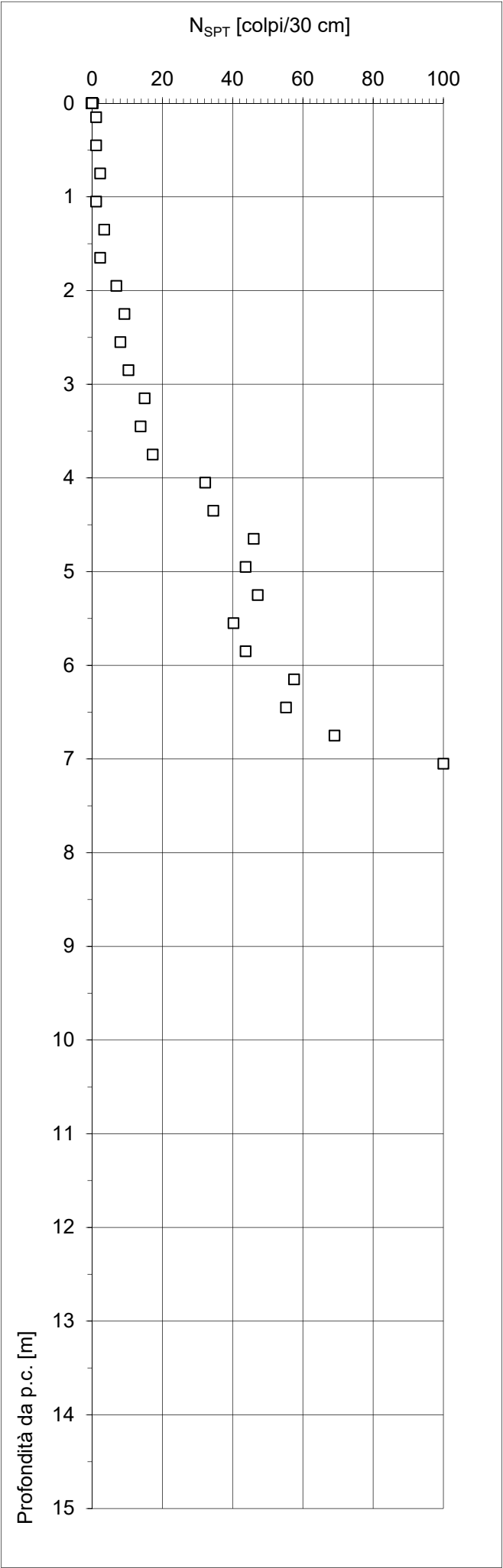
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

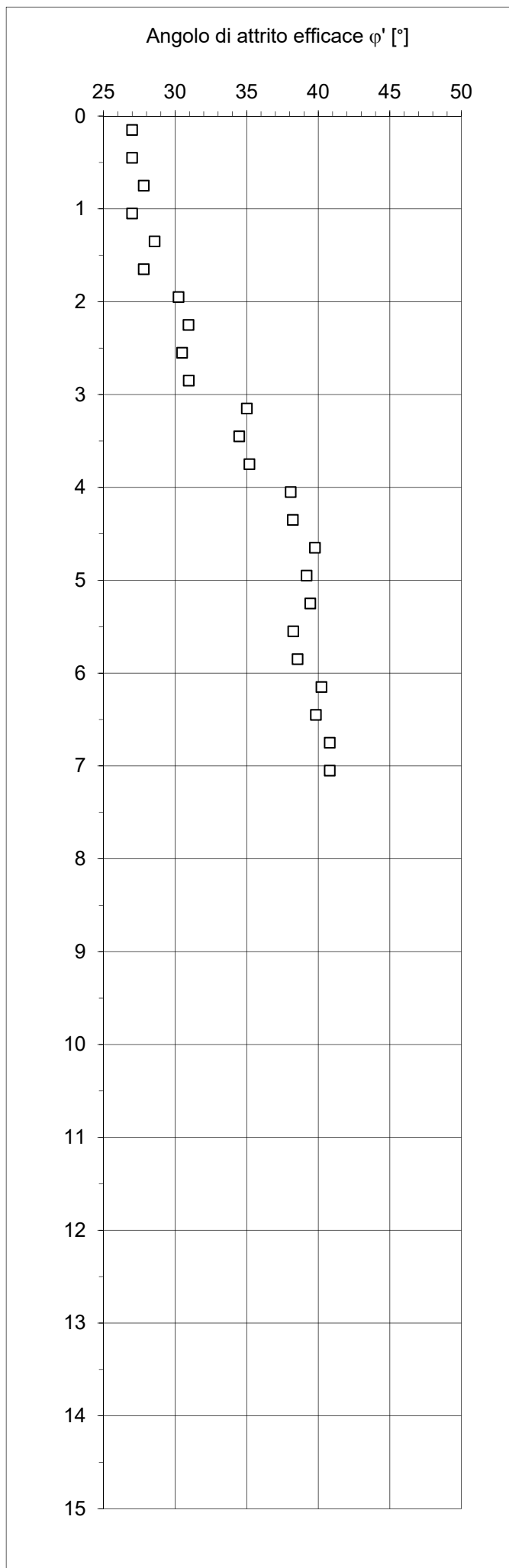
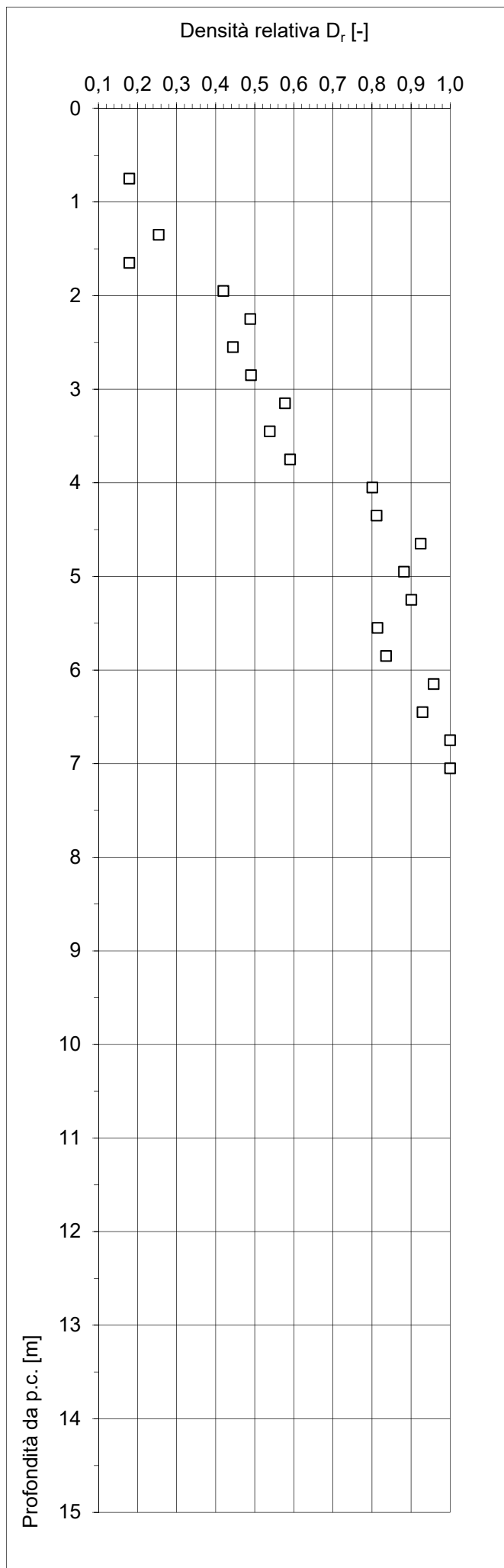
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	20/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E03
<b>Prof. falda</b>	6,00 [m]

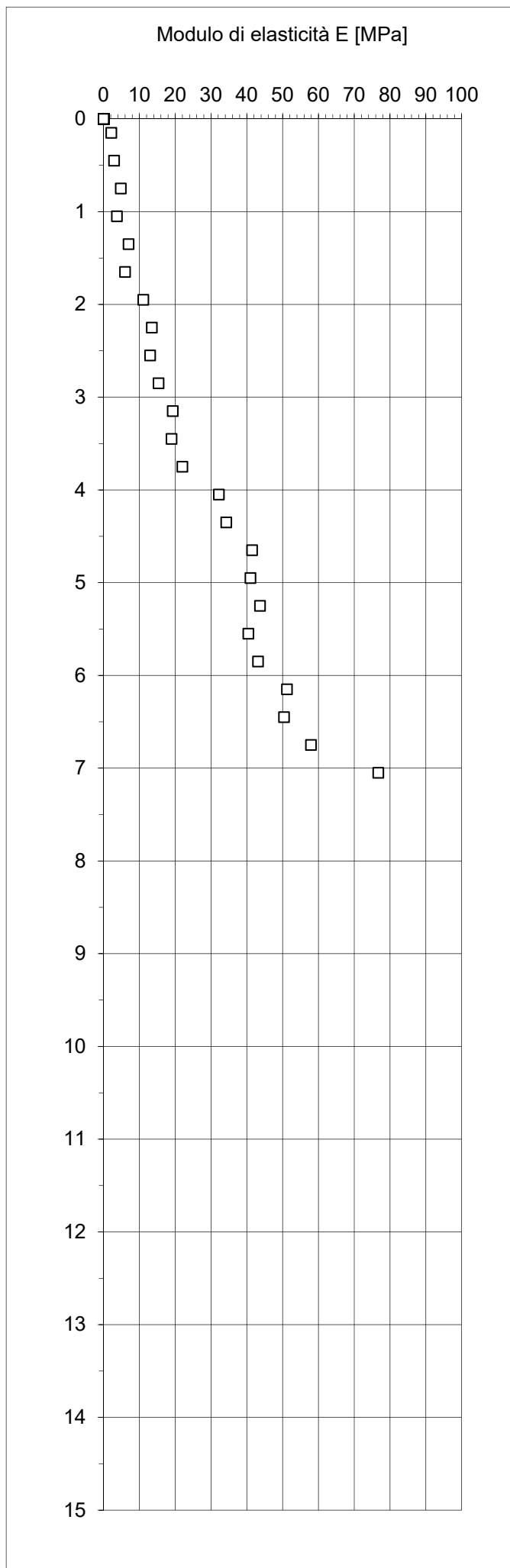
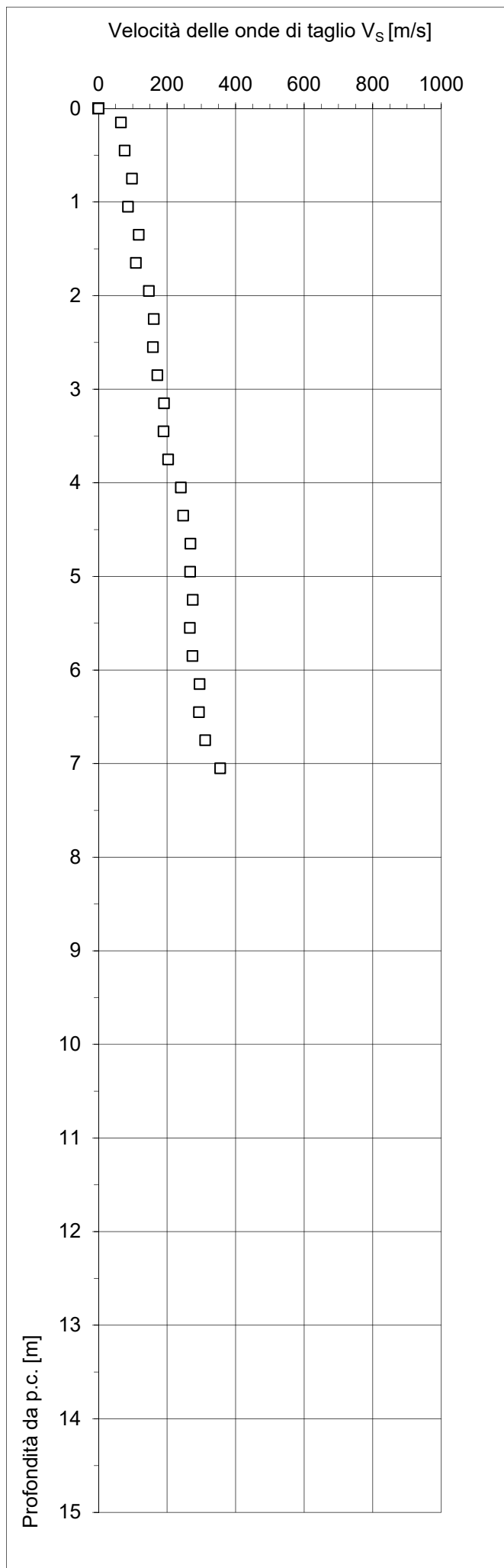
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,2	1	1,15	ML	3	3	1	2	0,10	27		66	2
0,45	18,2	1	1,15	ML	8	8	1	2	0,10	27		76	3
0,75	18,3	2	1,15	ML	14	14	2	4	0,18	28		98	5
1,05	18,2	1	1,15	ML	19	19	1	2	0,10	27		86	4
1,35	18,4	3	1,15	ML	25	25	3	6	0,25	29		117	7
1,65	18,3	2	1,15	ML	30	30	2	4	0,18	28		109	6
1,95	18,6	6	1,15	ML	36	36	7	11	0,42	30		147	11
2,25	18,8	8	1,15	ML	41	41	9	15	0,49	31		161	13
2,55	18,7	7	1,15	ML	47	47	8	12	0,44	30		159	13
2,85	18,9	9	1,15	ML	53	53	10	15	0,49	31		172	15
3,15	19,2	13	1,15	GM	58	58	15	20	0,58	35		191	19
3,45	19,1	12	1,15	GM	64	64	14	18	0,54	34		190	19
3,75	19,4	15	1,15	GM	70	70	17	21	0,59	35		203	22
4,05	20,3	28	1,15	GM	76	76	32	38	0,80	38		240	32
4,35	20,4	30	1,15	GM	82	82	35	39	0,81	38		247	34
4,65	20,9	40	1,15	GM	88	88	46	49	0,92	40		268	41
4,95	20,8	38	1,15	GM	95	95	44	45	0,88	39		267	41
5,25	21,0	41	1,15	GM	101	101	47	47	0,90	39		275	44
5,55	20,7	35	1,15	GM	107	107	40	39	0,81	38		267	40
5,85	20,8	38	1,15	GM	113	113	44	41	0,84	39		274	43
6,15	21,4	50	1,15	GM	120	117	58	53	0,96	40		295	51
6,45	21,3	48	1,15	GM	126	120	55	50	0,93	40		293	50
6,75	21,7	60	1,15	GM	133	124	69	61	1,00	41		311	58
7,05	22,1	100	1,15	GM	139	128	100	100	1,00	41		355	77







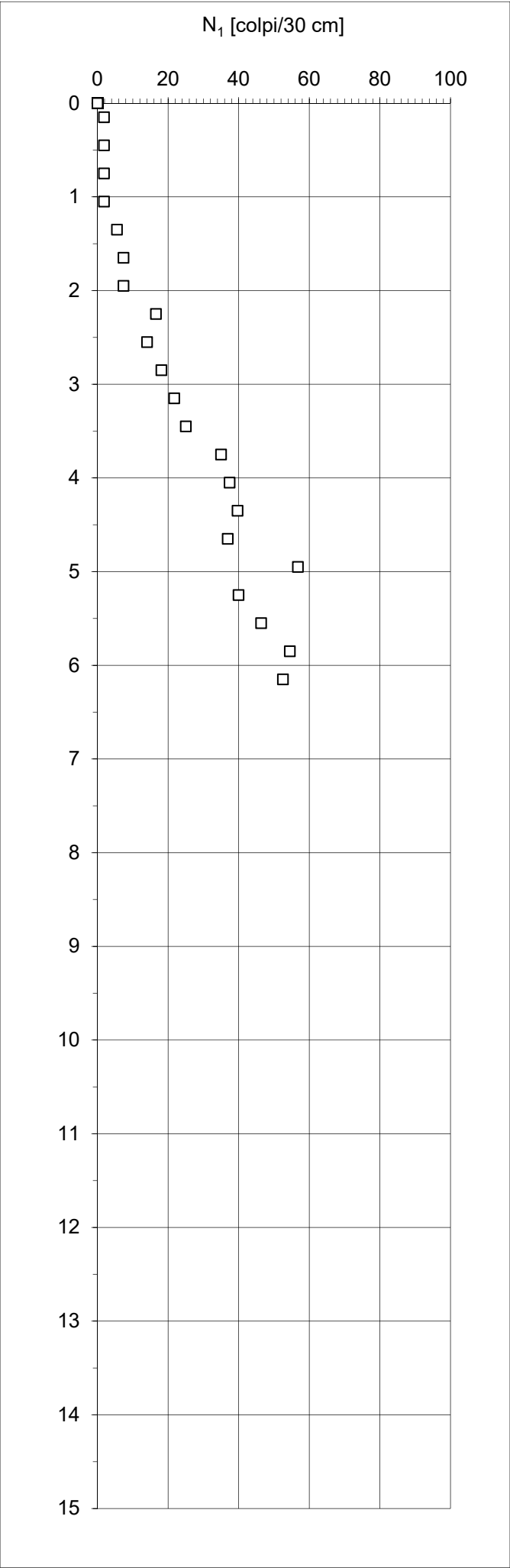
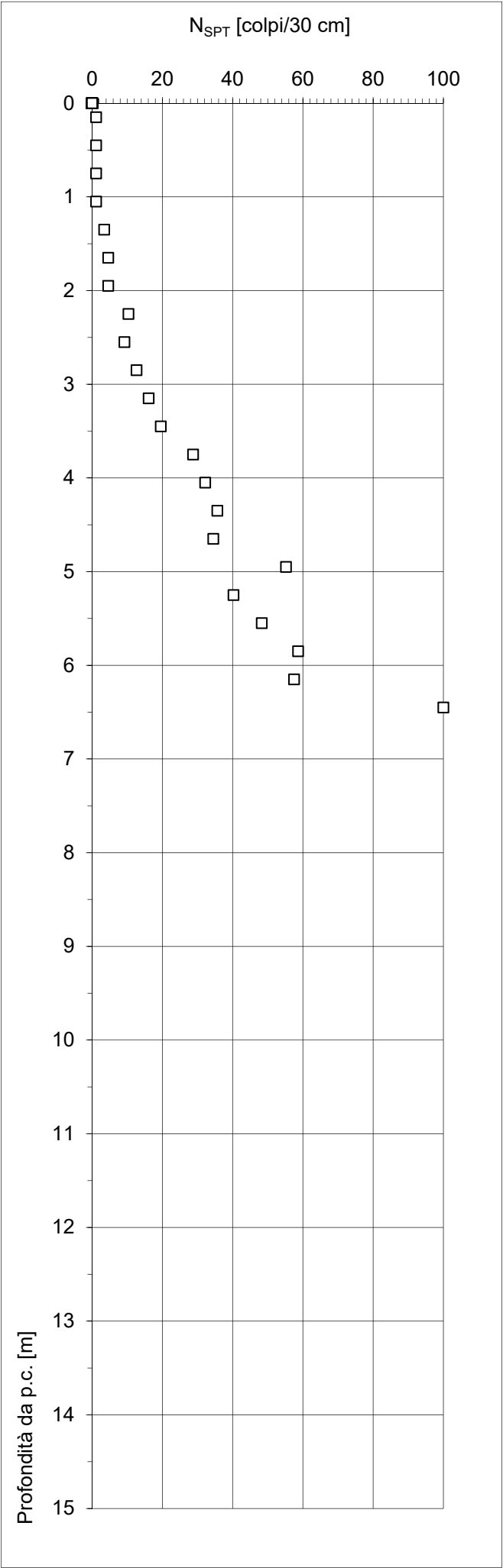


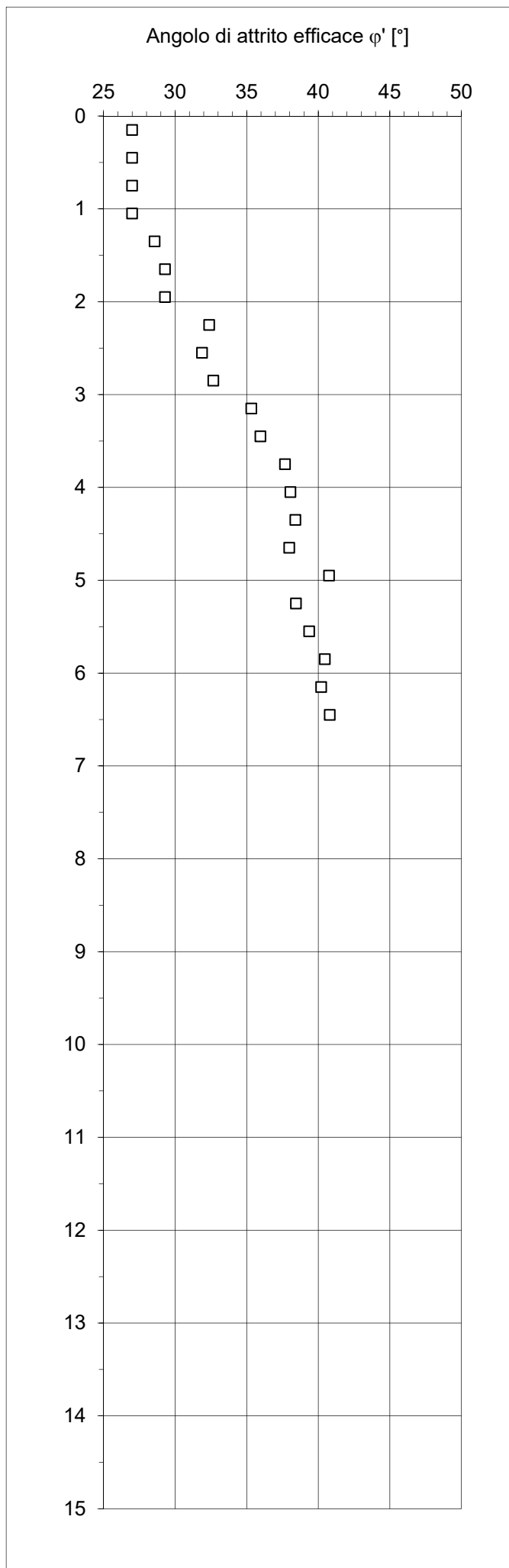
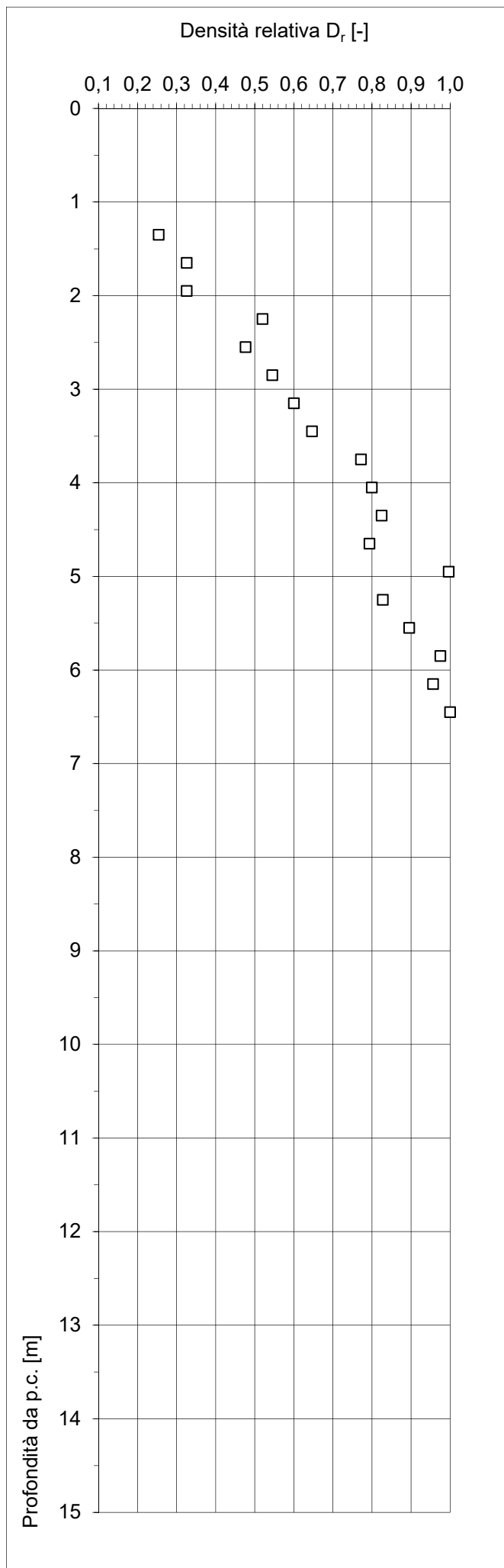
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

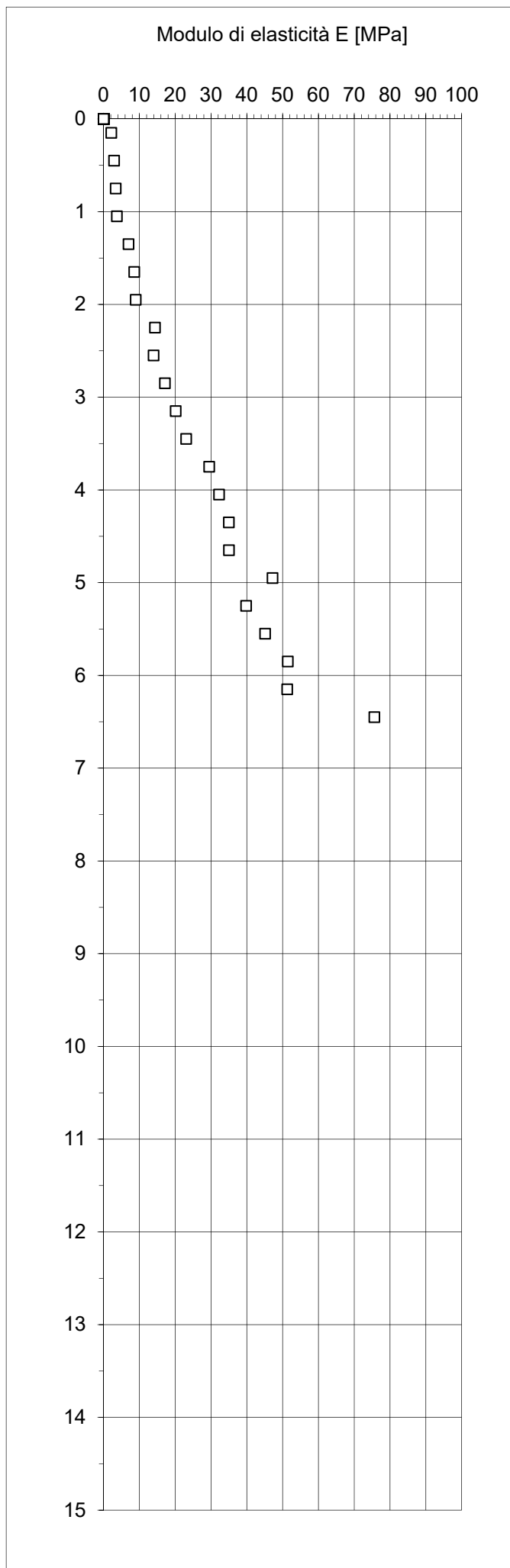
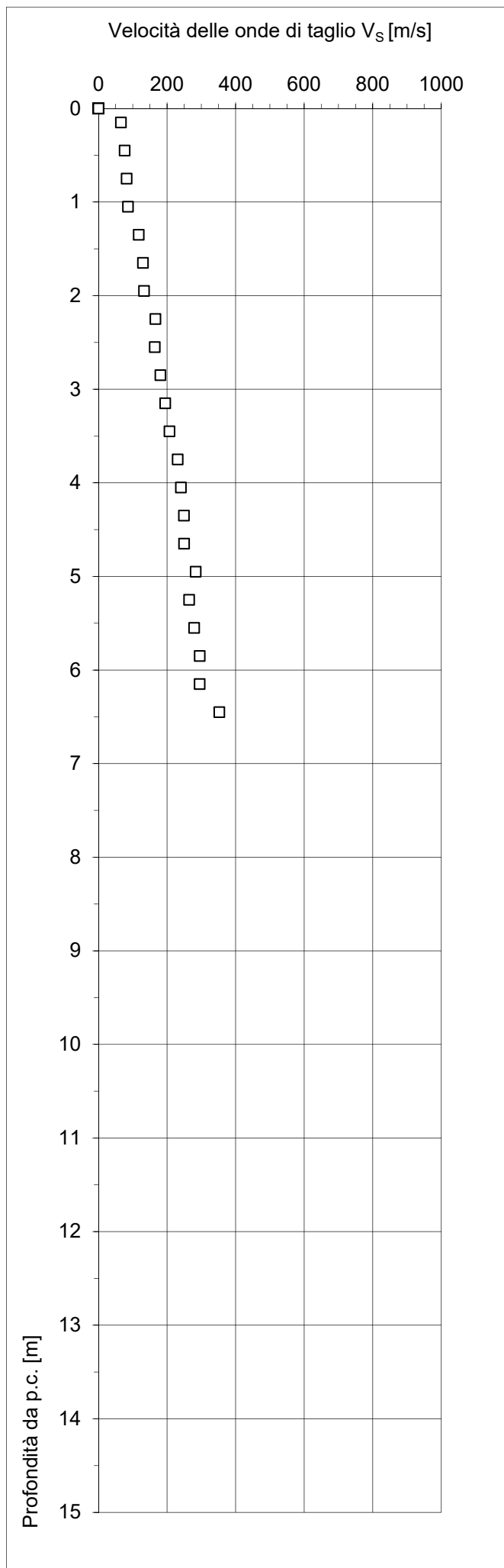
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	20/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E04
<b>Prof. falda</b>	6,00 [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,2	1	1,15	ML	3	3	1	2	0,10	27		66	2
0,45	18,2	1	1,15	ML	8	8	1	2	0,10	27		76	3
0,75	18,2	1	1,15	ML	14	14	1	2	0,10	27		82	3
1,05	18,2	1	1,15	ML	19	19	1	2	0,10	27		86	4
1,35	18,4	3	1,15	ML	25	25	3	6	0,25	29		117	7
1,65	18,5	4	1,15	ML	30	30	5	7	0,33	29		130	9
1,95	18,5	4	1,15	ML	36	36	5	7	0,33	29		133	9
2,25	18,9	9	1,15	SM	41	41	10	17	0,52	32		166	14
2,55	18,8	8	1,15	SM	47	47	9	14	0,48	32		164	14
2,85	19,0	11	1,15	SM	53	53	13	18	0,54	33		181	17
3,15	19,3	14	1,15	GM	58	58	16	22	0,60	35		195	20
3,45	19,5	17	1,15	GM	64	64	20	25	0,65	36		207	23
3,75	20,1	25	1,15	GM	70	70	29	35	0,77	38		231	29
4,05	20,3	28	1,15	GM	76	76	32	37	0,80	38		240	32
4,35	20,4	31	1,15	GM	83	83	36	40	0,82	38		249	35
4,65	20,4	30	1,15	GM	89	89	35	37	0,79	38		250	35
4,95	21,3	48	1,15	GM	95	95	55	57	1,00	41		284	47
5,25	20,7	35	1,15	GM	101	101	40	40	0,83	38		264	40
5,55	21,0	42	1,15	GM	108	108	48	46	0,90	39		279	45
5,85	21,4	51	1,15	GM	114	114	59	54	0,98	40		295	51
6,15	21,4	50	1,15	GM	120	117	58	53	0,96	40		295	51
6,45	22,1	100	1,15	GM	127	121	100	103	1,00	41		353	76







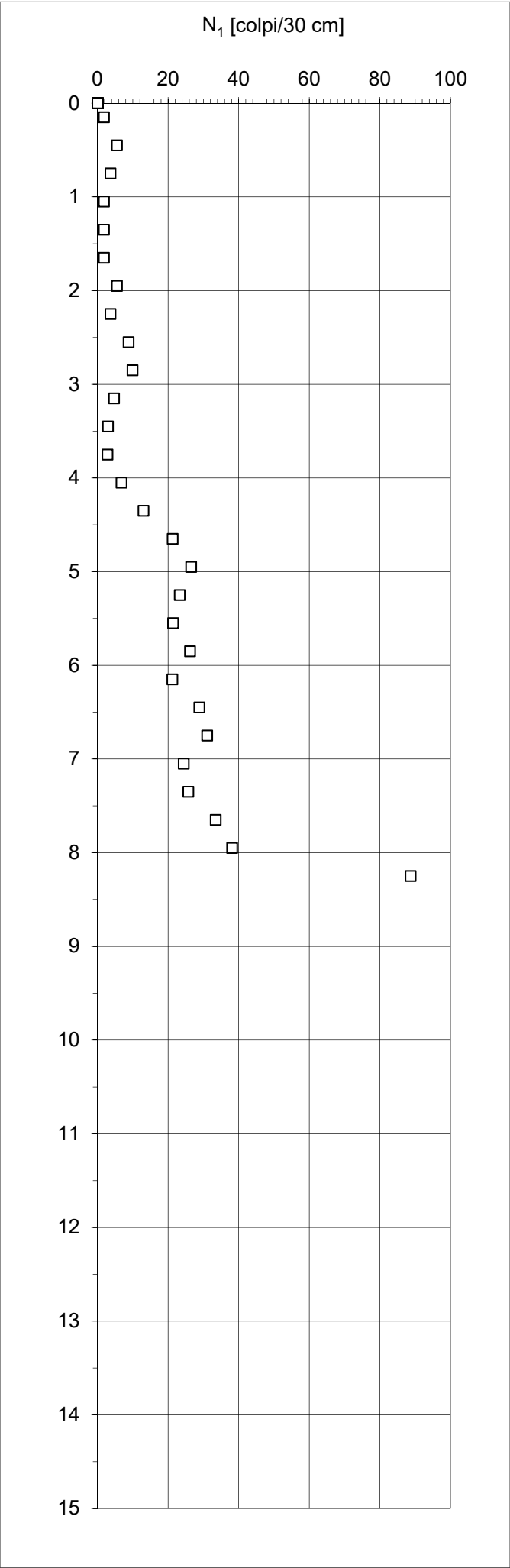
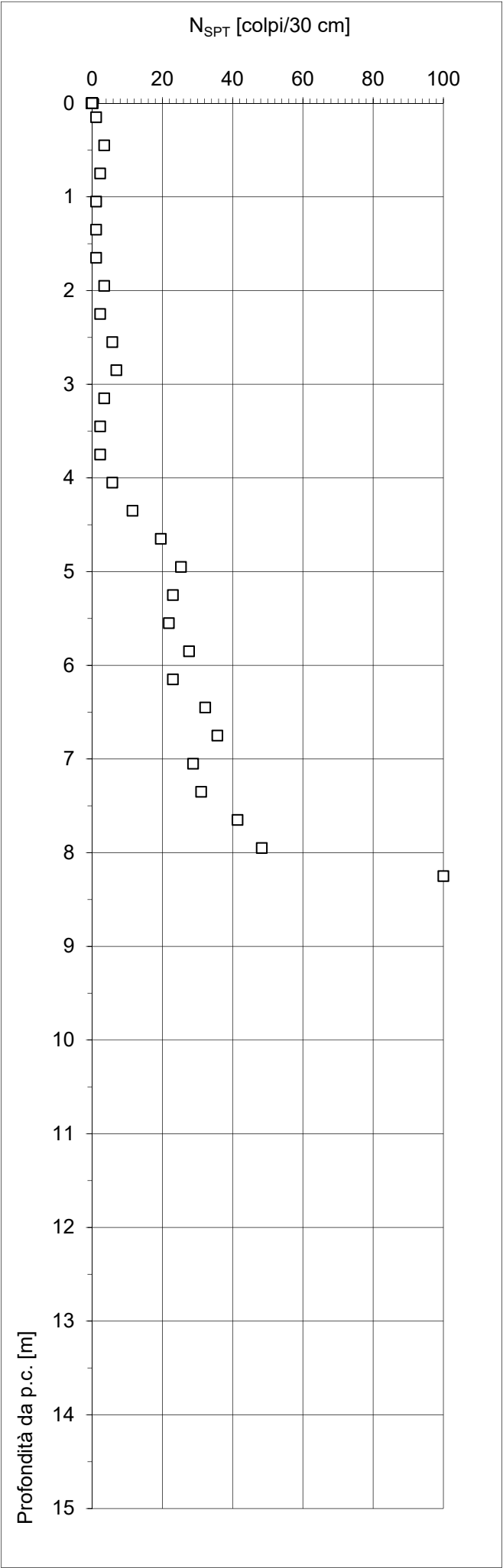
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

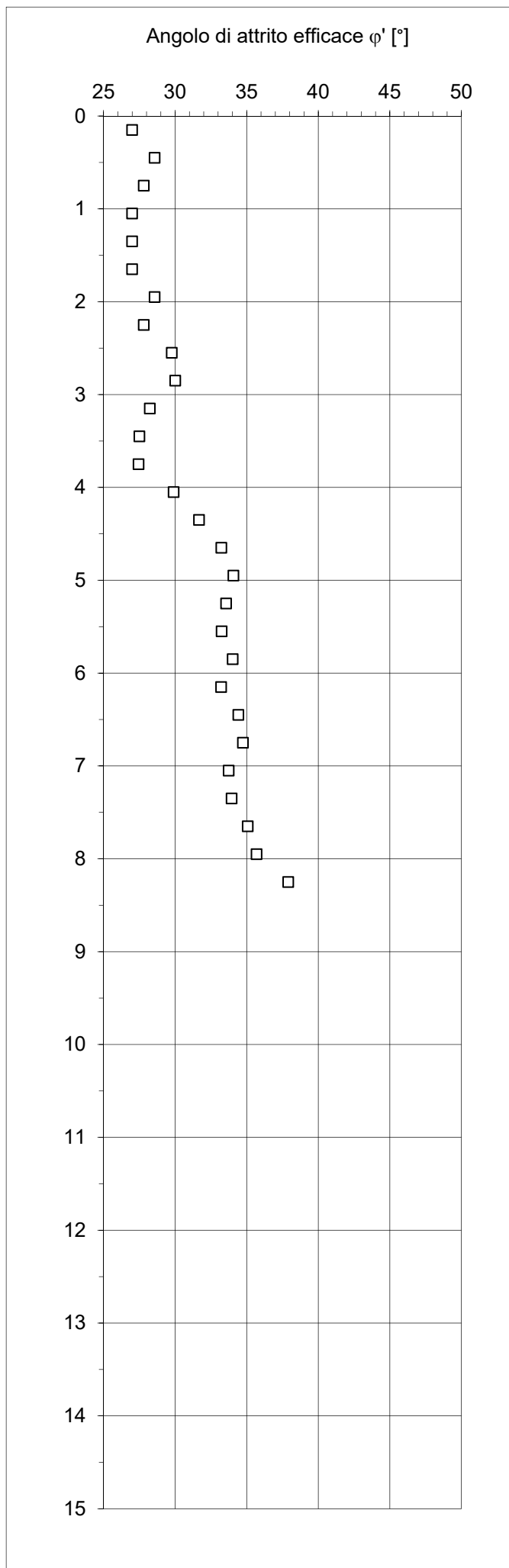
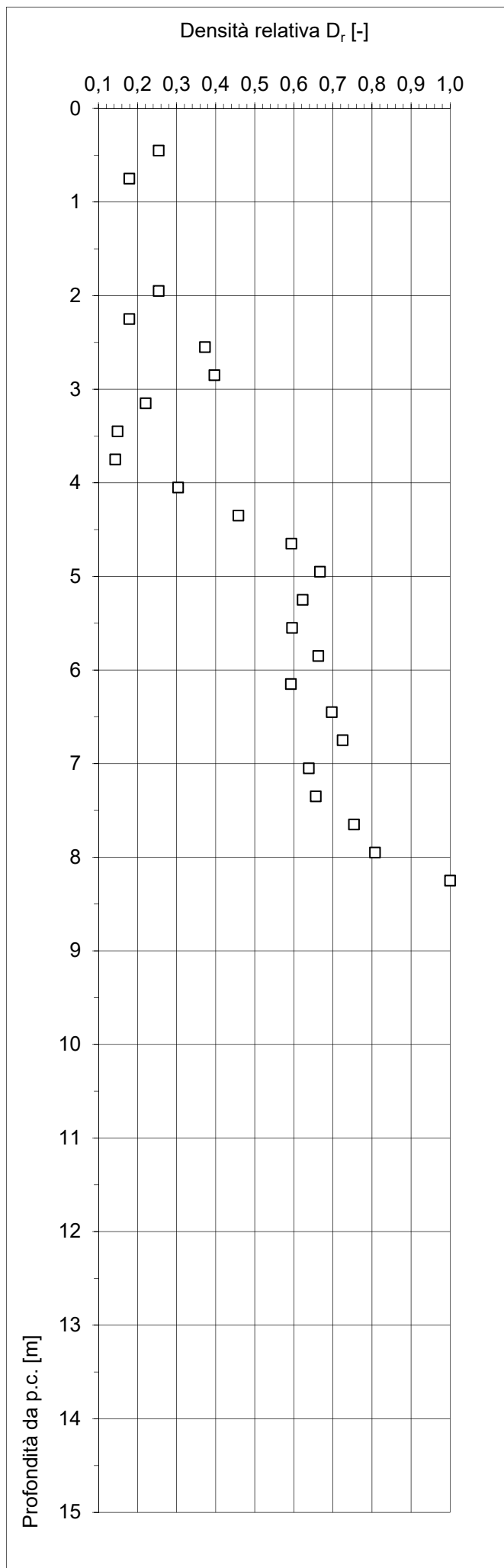
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	20/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E05
<b>Prof. falda</b>	- [m]

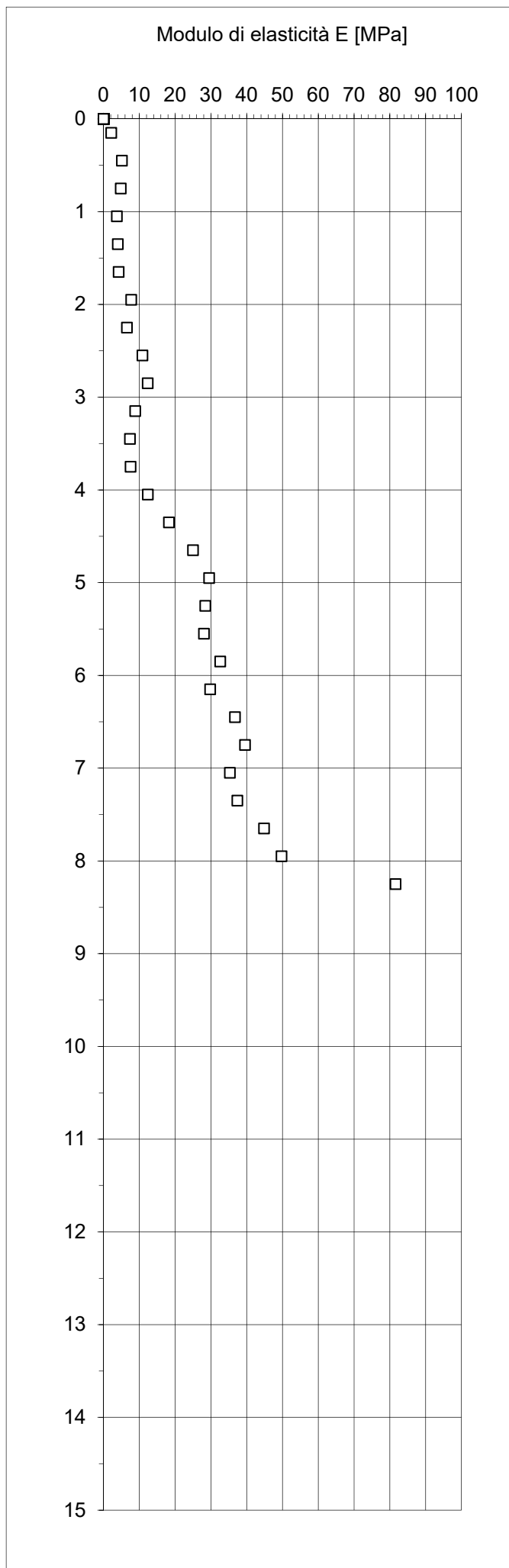
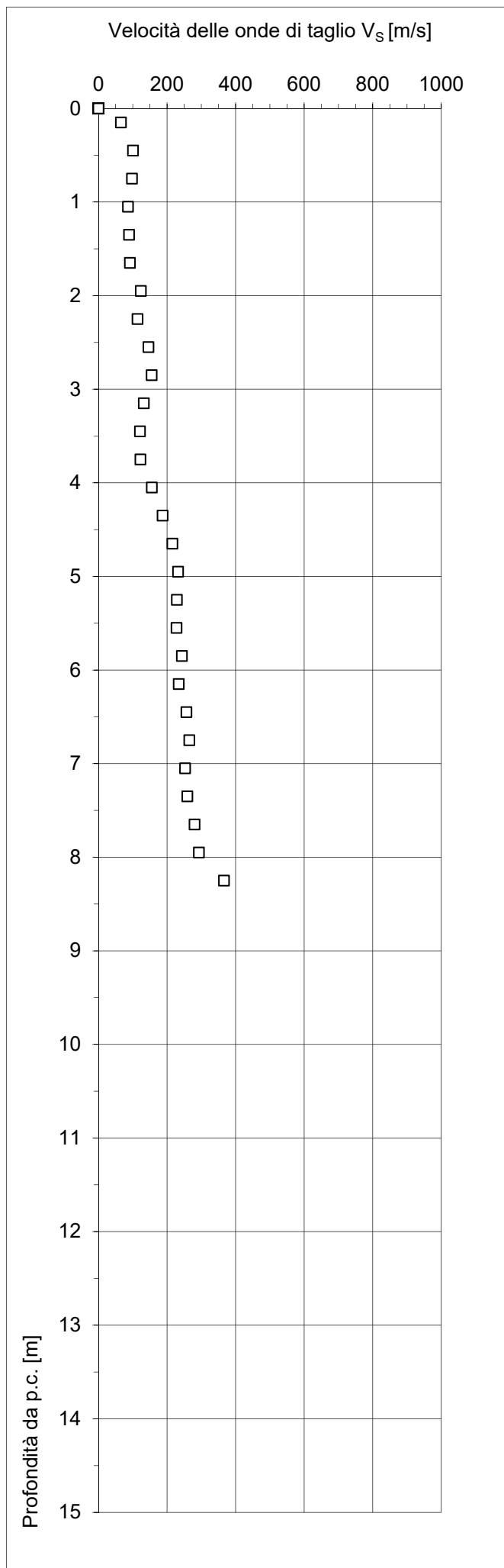
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,2	1	1,15	ML	3	3	1	2	0,10	27		66	2
0,45	18,4	3	1,15	ML	8	8	3	6	0,25	29		101	5
0,75	18,3	2	1,15	ML	14	14	2	4	0,18	28		98	5
1,05	18,2	1	1,15	ML	19	19	1	2	0,10	27		86	4
1,35	18,2	1	1,15	ML	25	25	1	2	0,10	27		89	4
1,65	18,2	1	1,15	ML	30	30	1	2	0,10	27		92	4
1,95	18,4	3	1,15	ML	36	36	3	6	0,25	29		124	8
2,25	18,3	2	1,15	ML	41	41	2	4	0,18	28		114	7
2,55	18,5	5	1,15	ML	47	47	6	9	0,37	30		146	11
2,85	18,6	6	1,15	ML	52	52	7	10	0,40	30		155	12
3,15	18,4	3	1,15	ML	58	58	3	5	0,22	28		132	9
3,45	18,3	2	1,15	ML	63	63	2	3	0,15	28		121	7
3,75	18,3	2	1,15	ML	69	69	2	3	0,14	27		122	8
4,05	18,5	5	1,15	SM	74	74	6	7	0,30	30		156	12
4,35	19,0	10	1,15	SM	80	80	12	13	0,46	32		187	18
4,65	19,5	17	1,15	SM	86	86	20	21	0,59	33		216	25
4,95	19,9	22	1,15	SM	92	92	25	27	0,67	34		232	30
5,25	19,7	20	1,15	SM	98	98	23	23	0,62	34		229	28
5,55	19,7	19	1,15	SM	104	104	22	21	0,60	33		228	28
5,85	20,0	24	1,15	SM	110	110	28	26	0,66	34		243	33
6,15	19,7	20	1,15	SM	116	116	23	21	0,59	33		234	30
6,45	20,3	28	1,15	SM	122	122	32	29	0,70	34		257	37
6,75	20,4	31	1,15	SM	128	128	36	31	0,72	35		265	40
7,05	20,1	25	1,15	SM	134	134	29	24	0,64	34		253	35
7,35	20,2	27	1,15	SM	140	140	31	26	0,66	34		259	37
7,65	20,7	36	1,15	SM	146	146	41	33	0,75	35		280	45
7,95	21,0	42	1,15	SM	152	152	48	38	0,81	36		293	50
8,25	22,1	100	1,15	SM	159	159	100	89	1,00	38		366	82







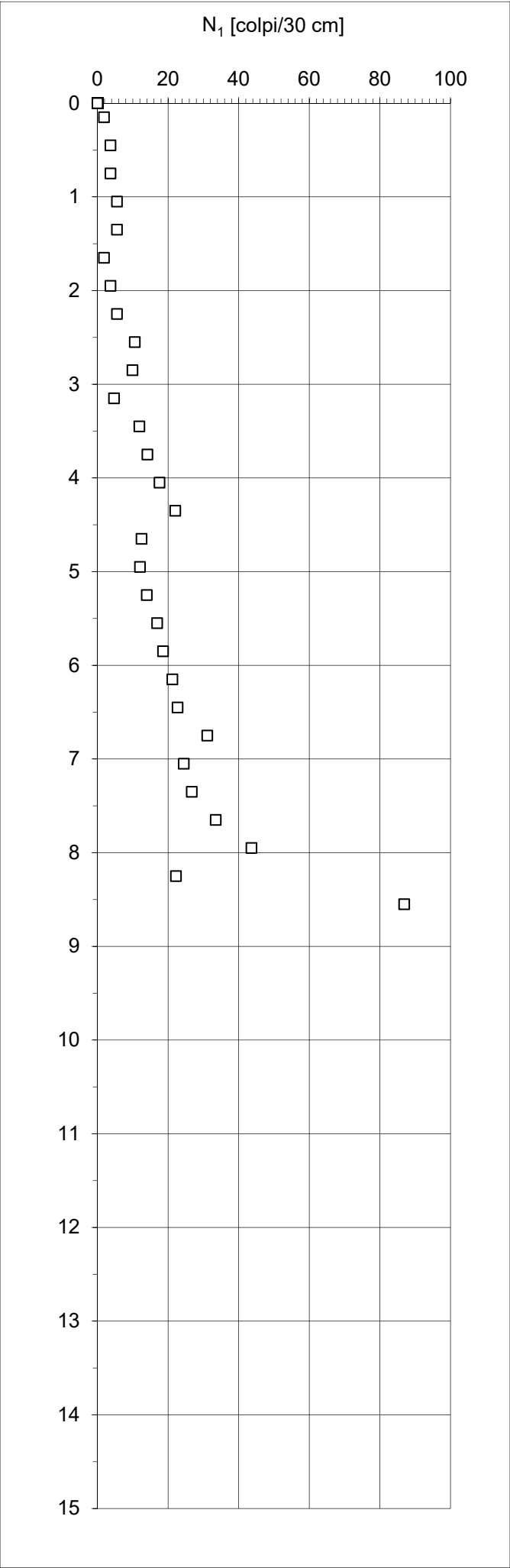
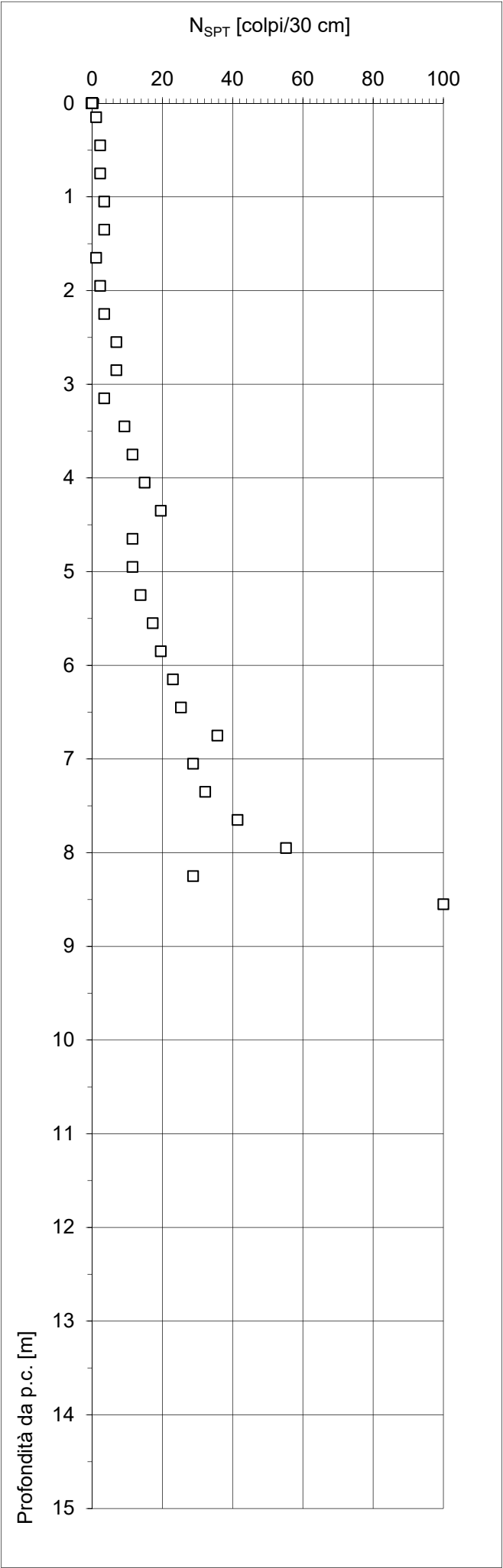


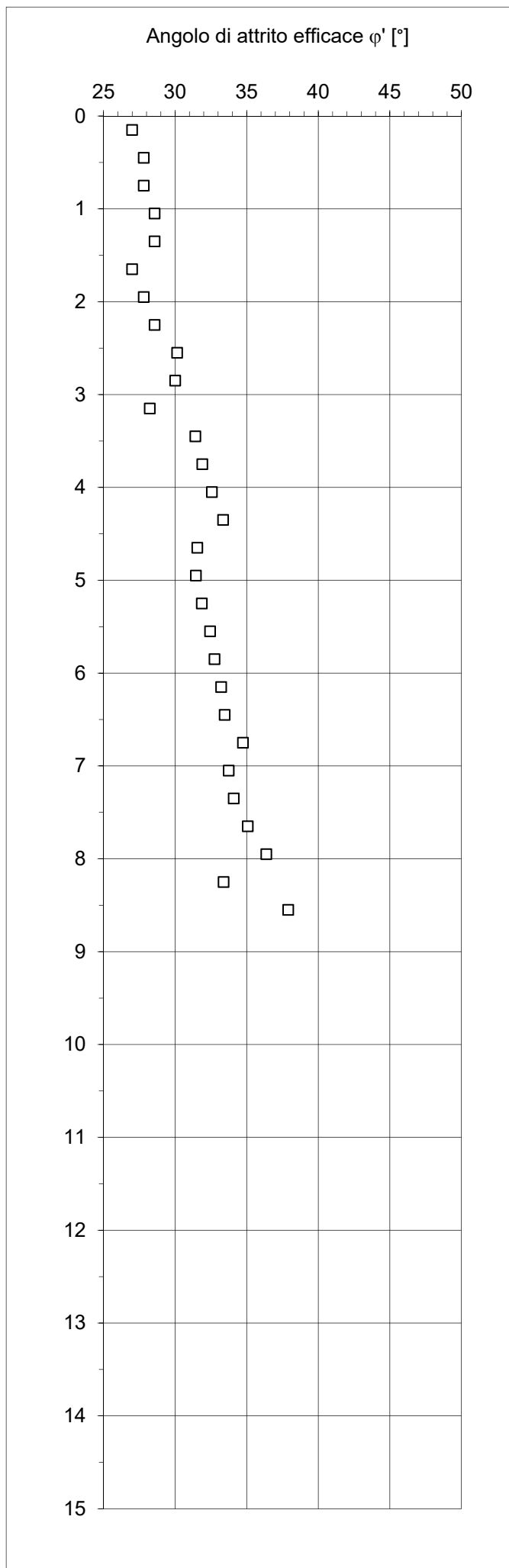
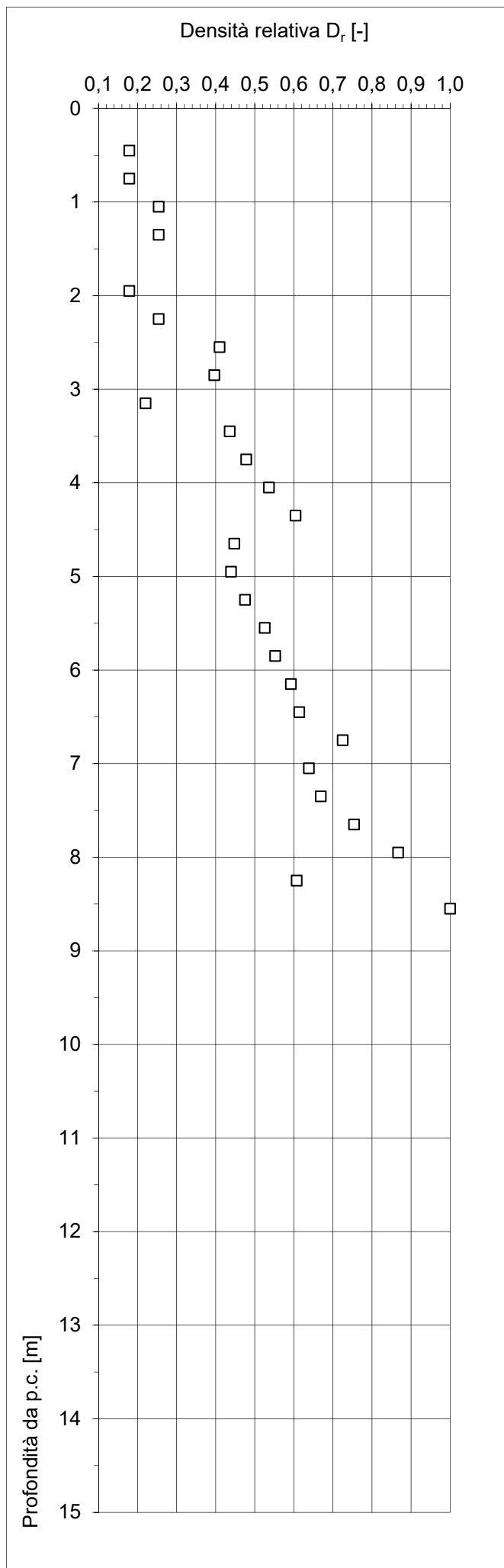
# **INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

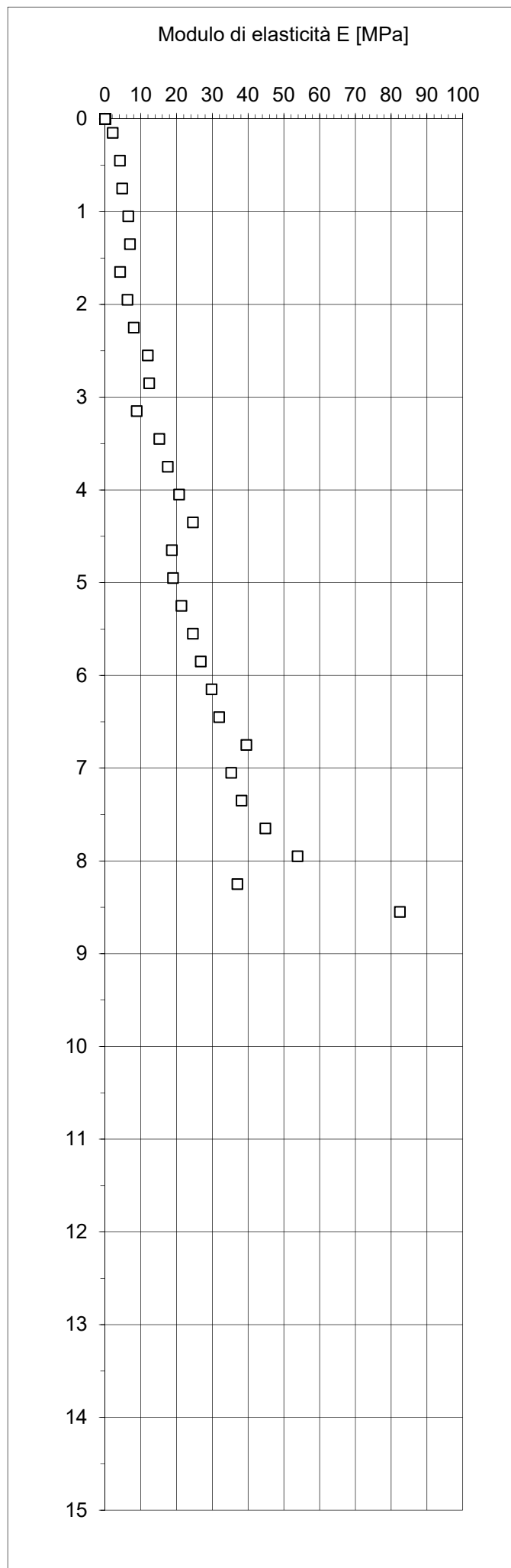
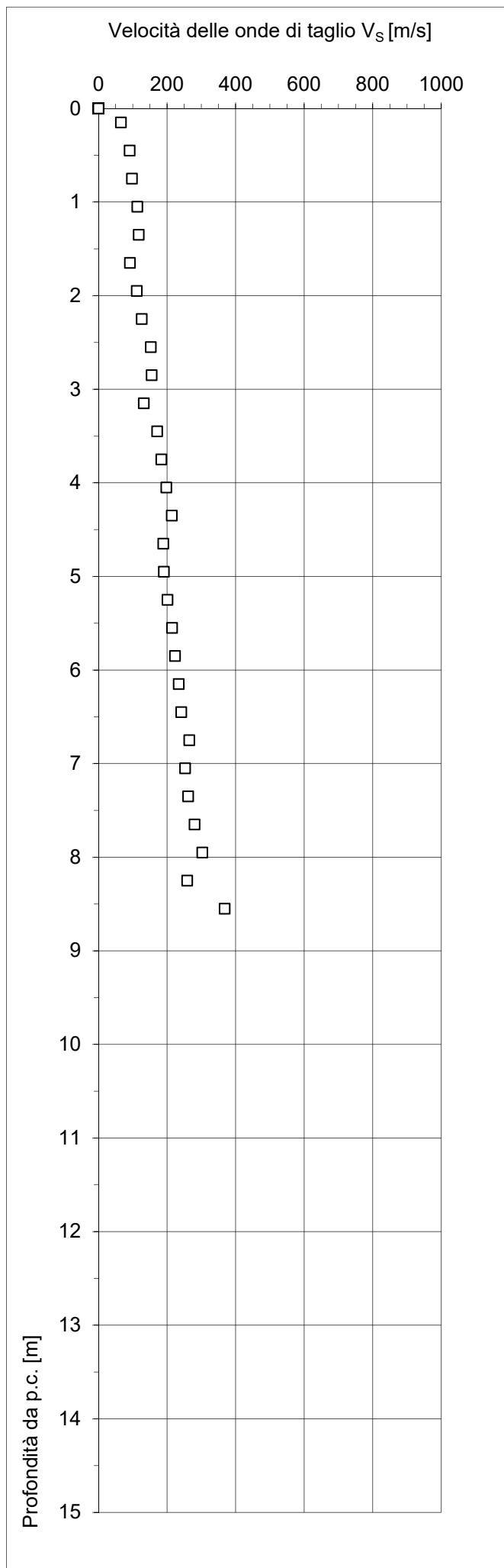
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	20/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E07
<b>Prof. falda</b>	- [m]

<b>Caratteristiche del penetrometro</b>		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,2	1	1,15	ML	3	3	1	2	0,10	27		66	2
0,45	18,3	2	1,15	ML	8	8	2	4	0,18	28		91	4
0,75	18,3	2	1,15	ML	14	14	2	4	0,18	28		98	5
1,05	18,4	3	1,15	ML	19	19	3	6	0,25	29		113	7
1,35	18,4	3	1,15	ML	25	25	3	6	0,25	29		117	7
1,65	18,2	1	1,15	ML	30	30	1	2	0,10	27		92	4
1,95	18,3	2	1,15	ML	36	36	2	4	0,18	28		112	6
2,25	18,4	3	1,15	ML	41	41	3	6	0,25	29		126	8
2,55	18,6	6	1,15	ML	47	47	7	11	0,41	30		153	12
2,85	18,6	6	1,15	ML	52	52	7	10	0,40	30		155	12
3,15	18,4	3	1,15	ML	58	58	3	5	0,22	28		132	9
3,45	18,8	8	1,15	SM	64	64	9	12	0,44	31		171	15
3,75	19,0	10	1,15	SM	69	69	12	14	0,48	32		183	18
4,05	19,2	13	1,15	SM	75	75	15	18	0,54	33		198	21
4,35	19,5	17	1,15	SM	81	81	20	22	0,60	33		214	25
4,65	19,0	10	1,15	SM	87	87	12	12	0,45	32		189	19
4,95	19,0	10	1,15	SM	92	92	12	12	0,44	31		191	19
5,25	19,1	12	1,15	SM	98	98	14	14	0,48	32		201	21
5,55	19,4	15	1,15	SM	104	104	17	17	0,53	32		215	25
5,85	19,5	17	1,15	SM	110	110	20	19	0,55	33		223	27
6,15	19,7	20	1,15	SM	116	116	23	21	0,59	33		234	30
6,45	19,9	22	1,15	SM	121	121	25	23	0,61	33		242	32
6,75	20,4	31	1,15	SM	128	128	36	31	0,73	35		265	40
7,05	20,1	25	1,15	SM	134	134	29	24	0,64	34		253	35
7,35	20,3	28	1,15	SM	140	140	32	27	0,67	34		262	38
7,65	20,7	36	1,15	SM	146	146	41	34	0,75	35		280	45
7,95	21,3	48	1,15	SM	152	152	55	44	0,87	36		303	54
8,25	20,1	25	1,15	SM	158	158	29	22	0,61	33		259	37
8,55	22,1	100	1,15	SM	165	165	100	87	1,00	38		368	82







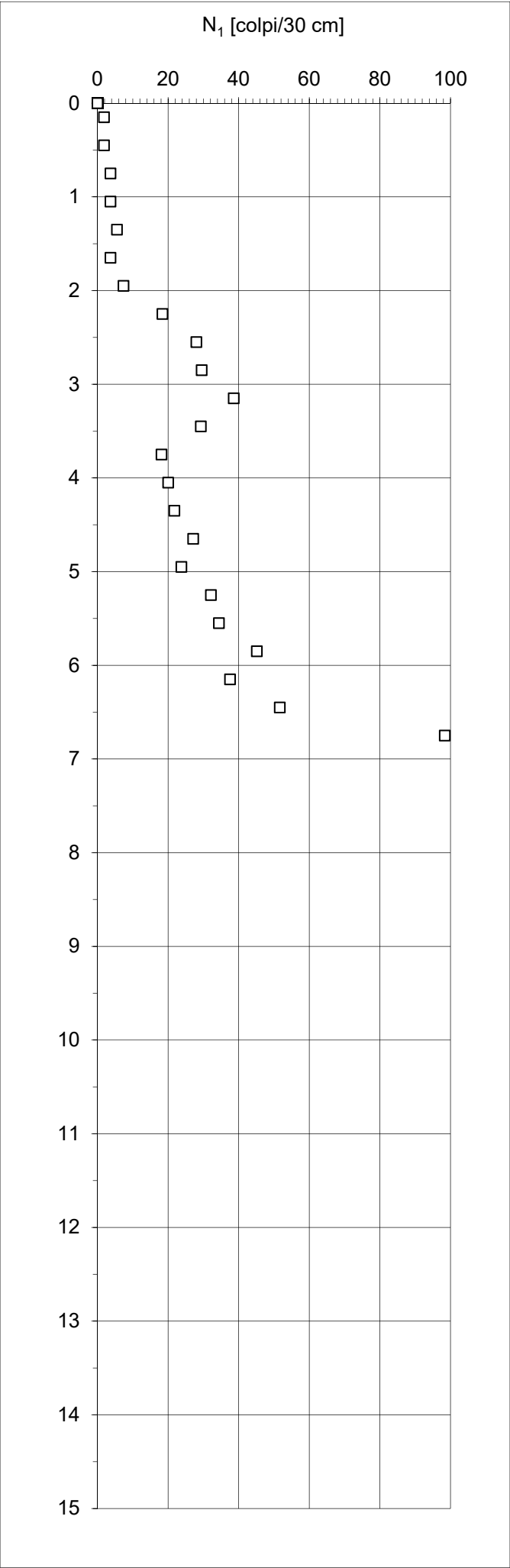
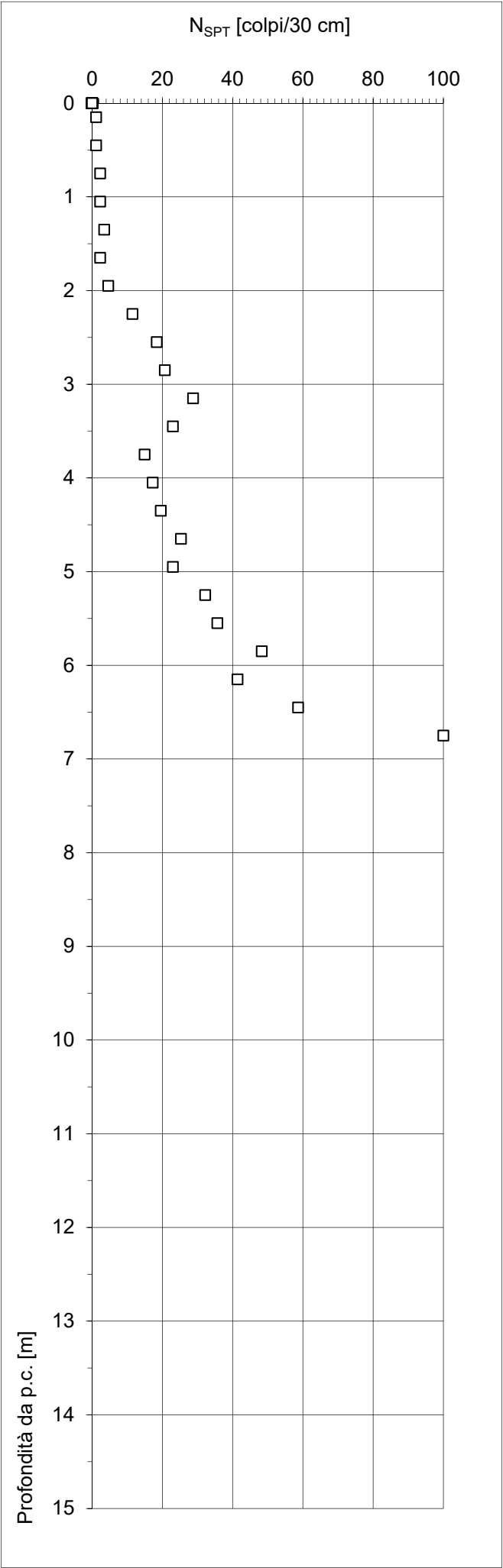
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

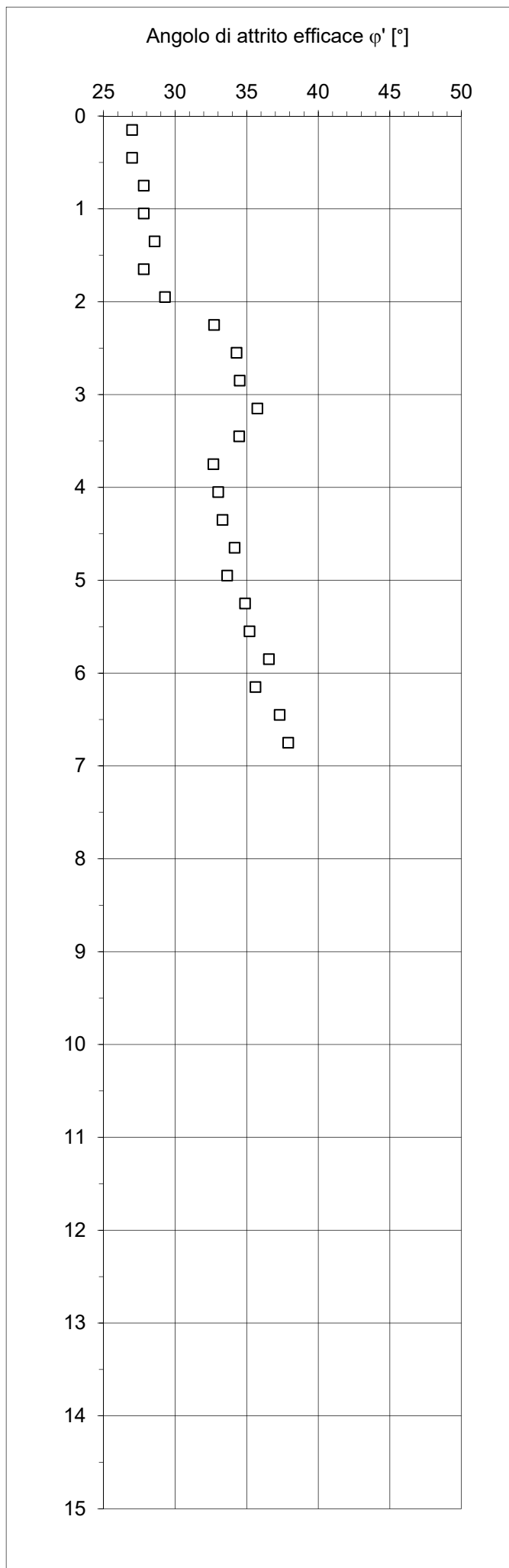
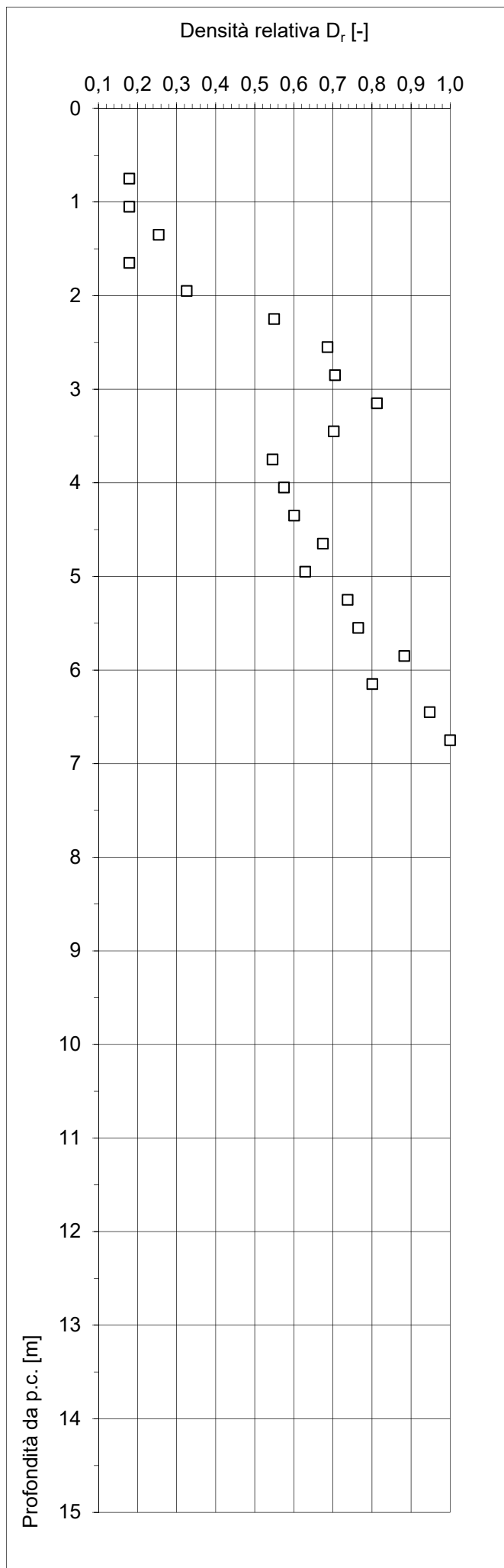
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	12/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E08
<b>Prof. falda</b>	- [m]

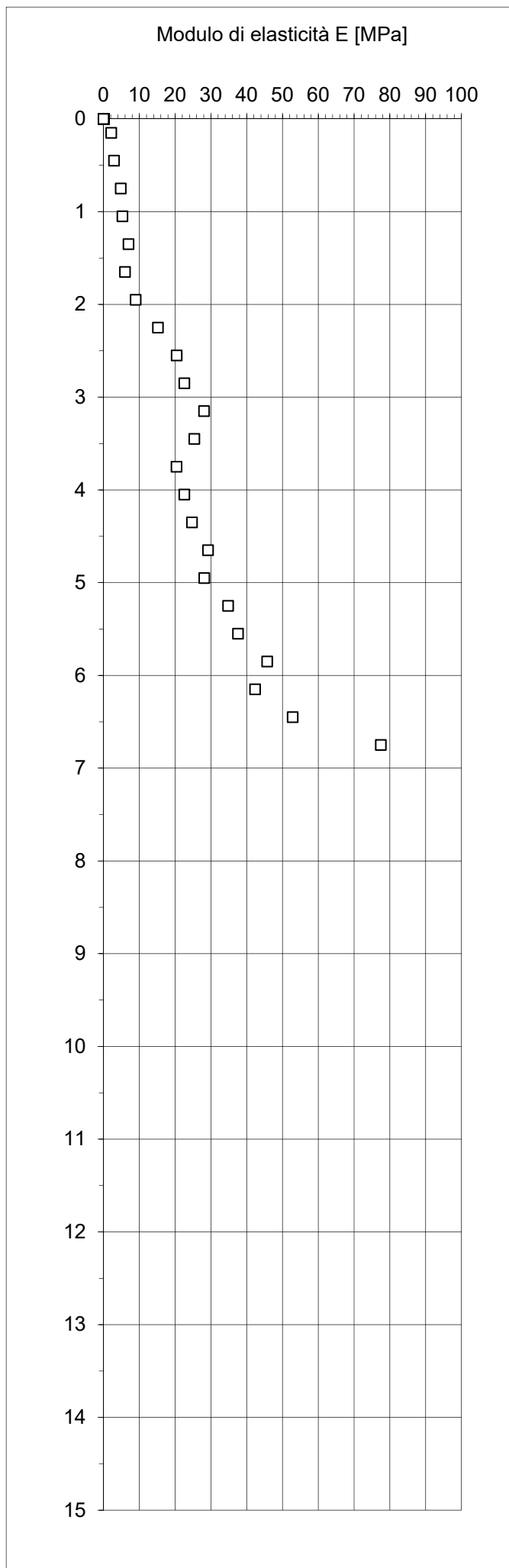
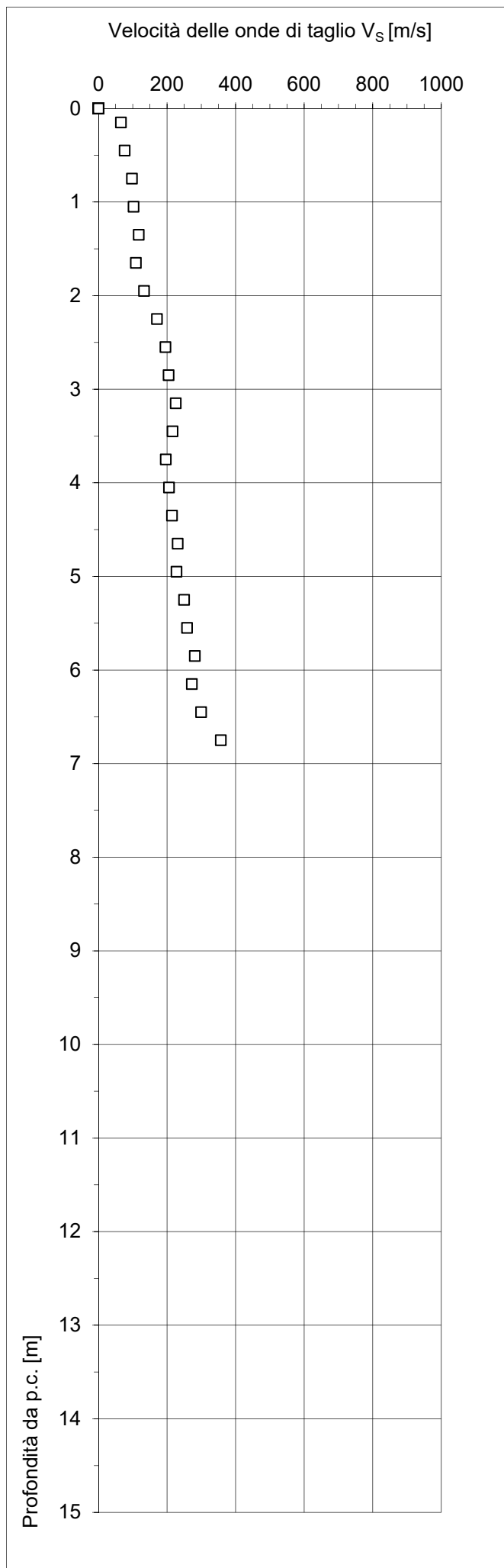
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,2	1	1,15	ML	3	3	1	2	0,10	27		66	2
0,45	18,2	1	1,15	ML	8	8	1	2	0,10	27		76	3
0,75	18,3	2	1,15	ML	14	14	2	4	0,18	28		98	5
1,05	18,3	2	1,15	ML	19	19	2	4	0,18	28		102	5
1,35	18,4	3	1,15	ML	25	25	3	6	0,25	29		117	7
1,65	18,3	2	1,15	ML	30	30	2	4	0,18	28		109	6
1,95	18,5	4	1,15	ML	36	36	5	7	0,33	29		133	9
2,25	19,0	10	1,15	SM	41	41	12	18	0,55	33		171	15
2,55	19,4	16	1,15	SM	47	47	18	28	0,69	34		195	20
2,85	19,6	18	1,15	SM	53	53	21	30	0,71	35		205	23
3,15	20,1	25	1,15	SM	59	59	29	39	0,81	36		225	28
3,45	19,7	20	1,15	SM	65	65	23	29	0,70	34		216	25
3,75	19,2	13	1,15	SM	71	71	15	18	0,55	33		196	20
4,05	19,4	15	1,15	SM	77	77	17	20	0,57	33		206	23
4,35	19,5	17	1,15	SM	82	82	20	22	0,60	33		214	25
4,65	19,9	22	1,15	SM	88	88	25	27	0,67	34		231	29
4,95	19,7	20	1,15	SM	94	94	23	24	0,63	34		228	28
5,25	20,3	28	1,15	SM	100	100	32	32	0,74	35		250	35
5,55	20,4	31	1,15	SM	107	107	36	34	0,76	35		258	38
5,85	21,0	42	1,15	SM	113	113	48	45	0,88	37		281	46
6,15	20,7	36	1,15	SM	119	119	41	38	0,80	36		272	42
6,45	21,4	51	1,15	SM	125	125	59	52	0,95	37		299	53
6,75	22,1	100	1,15	SM	132	132	100	98	1,00	38		357	77







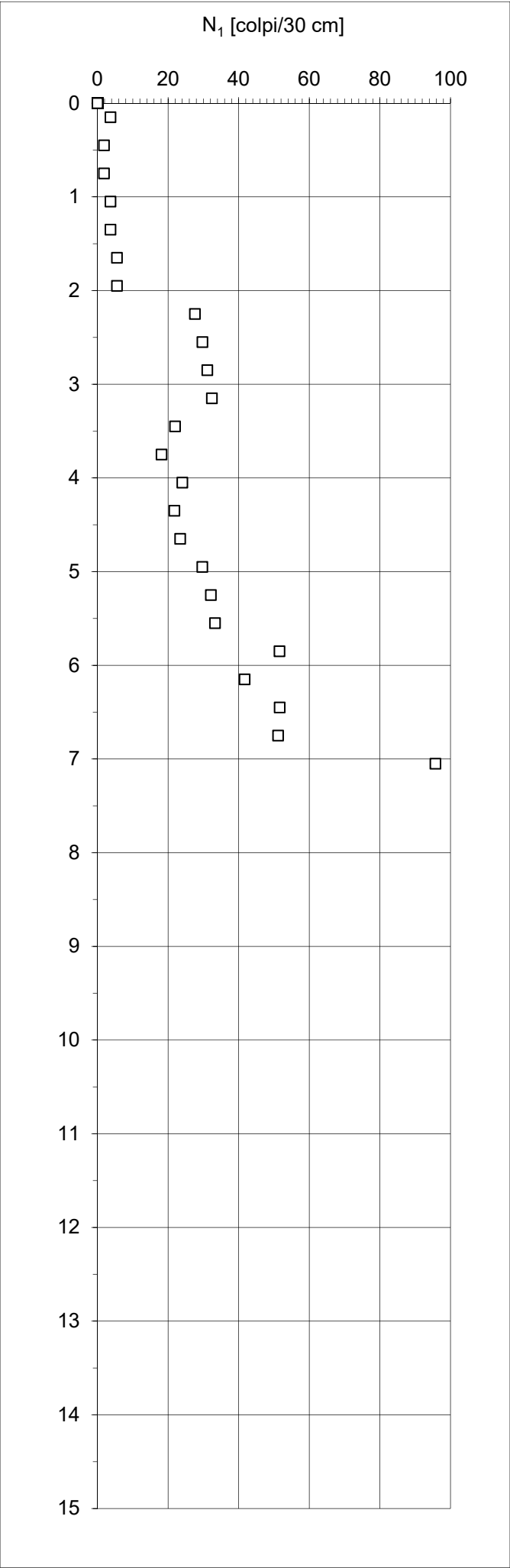
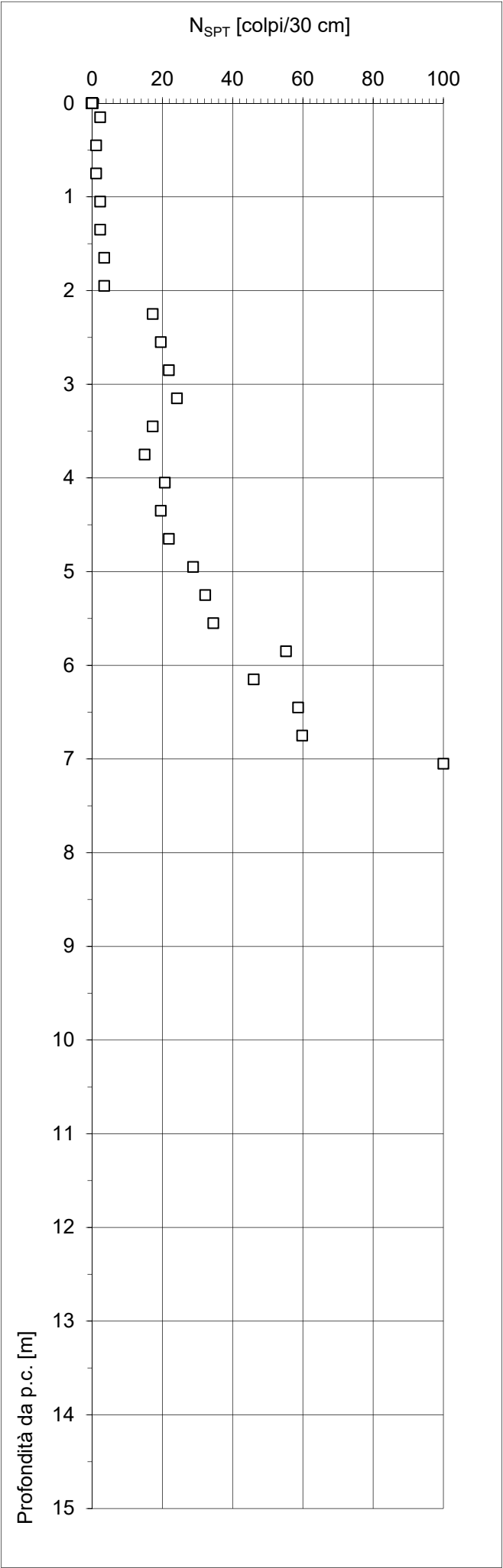


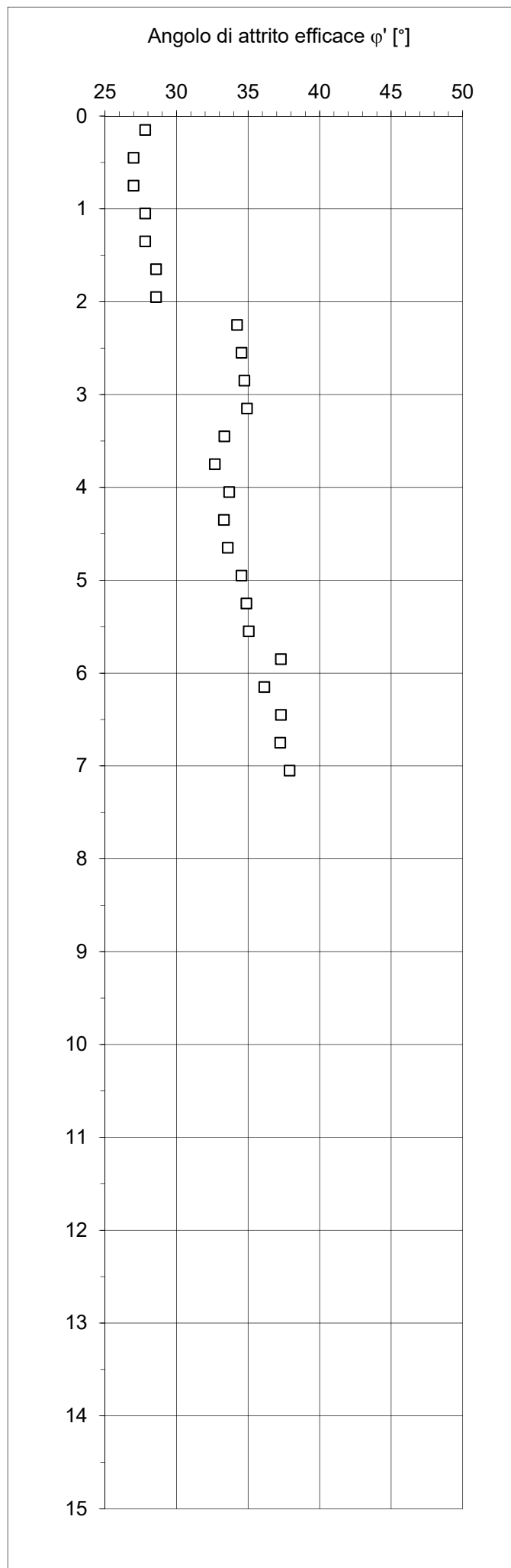
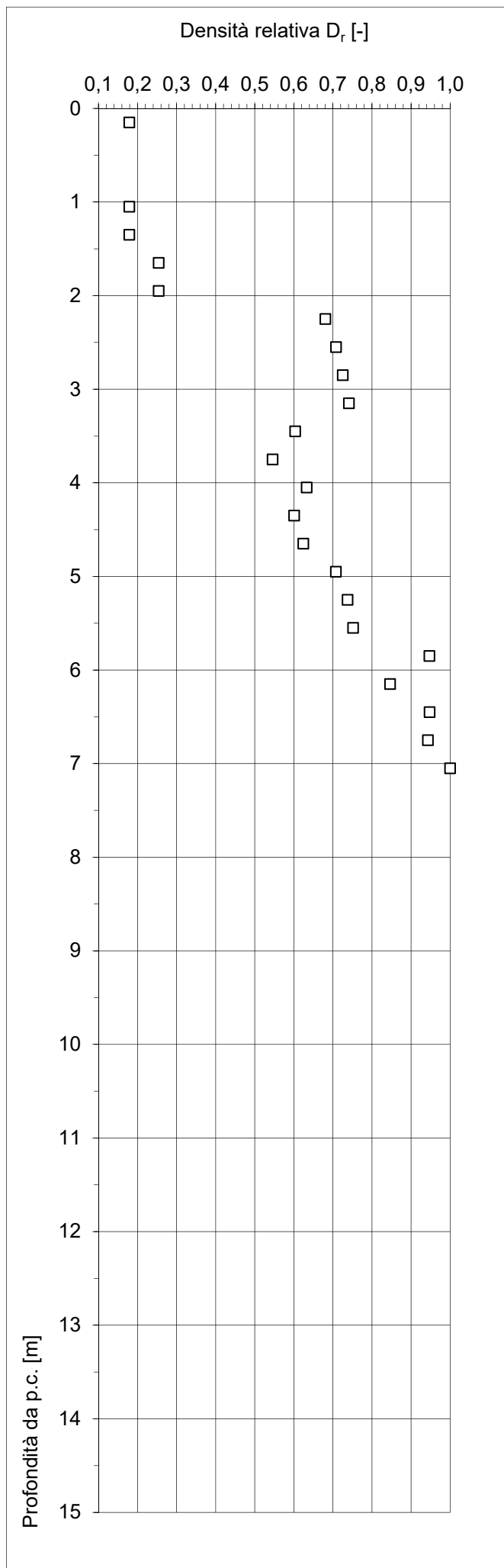
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

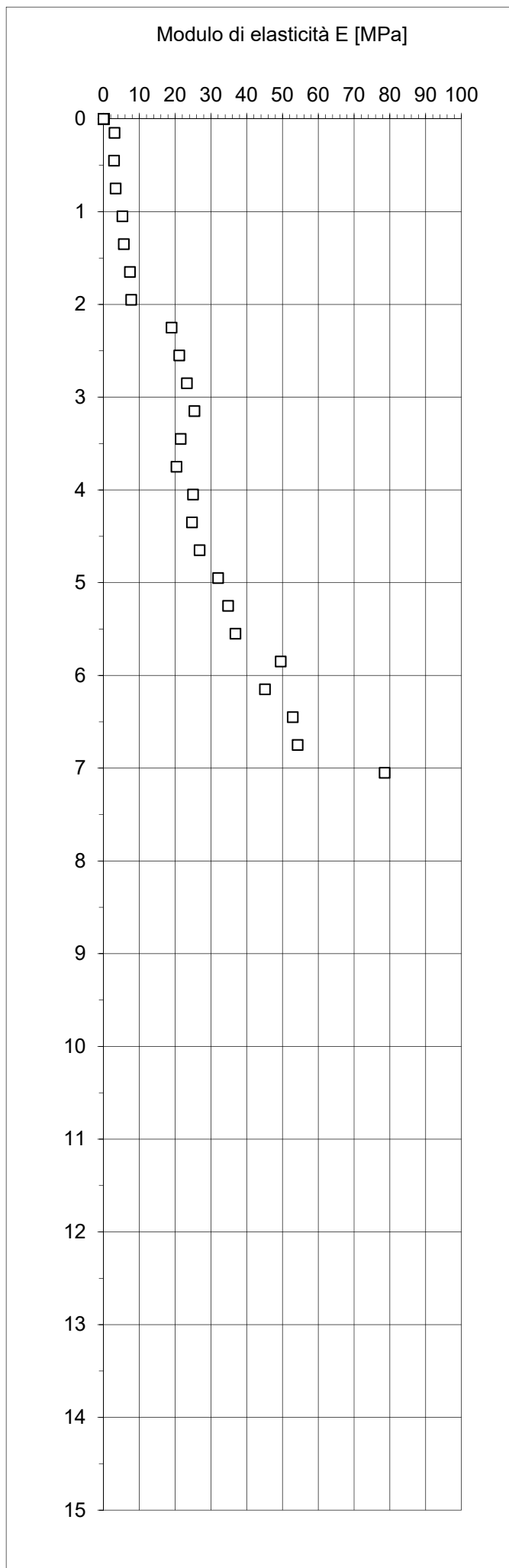
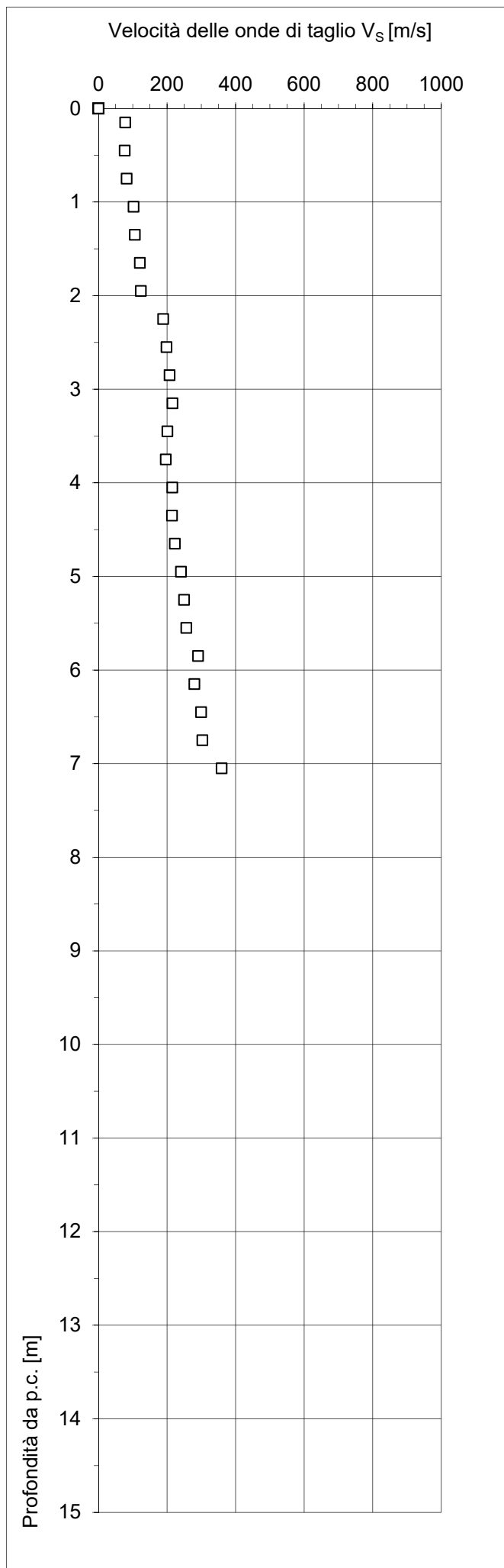
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	12/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E09
<b>Prof. falda</b>	- [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,3	2	1,15	ML	3	3	2	4	0,18	28		78	3
0,45	18,2	1	1,15	ML	8	8	1	2	0,10	27		76	3
0,75	18,2	1	1,15	ML	14	14	1	2	0,10	27		82	3
1,05	18,3	2	1,15	ML	19	19	2	4	0,18	28		102	5
1,35	18,3	2	1,15	ML	25	25	2	4	0,18	28		106	6
1,65	18,4	3	1,15	ML	30	30	3	6	0,25	29		121	7
1,95	18,4	3	1,15	ML	36	36	3	6	0,25	29		124	8
2,25	19,4	15	1,15	SM	41	41	17	28	0,68	34		189	19
2,55	19,5	17	1,15	SM	47	47	20	30	0,71	35		198	21
2,85	19,7	19	1,15	SM	53	53	22	31	0,73	35		207	23
3,15	19,8	21	1,15	SM	59	59	24	32	0,74	35		216	25
3,45	19,4	15	1,15	SM	65	65	17	22	0,60	33		201	22
3,75	19,2	13	1,15	SM	71	71	15	18	0,55	33		196	20
4,05	19,6	18	1,15	SM	77	77	21	24	0,63	34		215	25
4,35	19,5	17	1,15	SM	82	82	20	22	0,60	33		214	25
4,65	19,7	19	1,15	SM	88	88	22	23	0,62	34		223	27
4,95	20,1	25	1,15	SM	94	94	29	30	0,71	35		241	32
5,25	20,3	28	1,15	SM	100	100	32	32	0,74	35		250	35
5,55	20,4	30	1,15	SM	107	107	35	33	0,75	35		256	37
5,85	21,3	48	1,15	SM	113	113	55	52	0,95	37		291	50
6,15	20,9	40	1,15	SM	119	119	46	42	0,85	36		280	45
6,45	21,4	51	1,15	SM	126	126	59	52	0,95	37		299	53
6,75	21,5	52	1,15	SM	132	132	60	51	0,94	37		303	54
7,05	22,1	100	1,15	SM	139	139	100	96	1,00	38		359	79







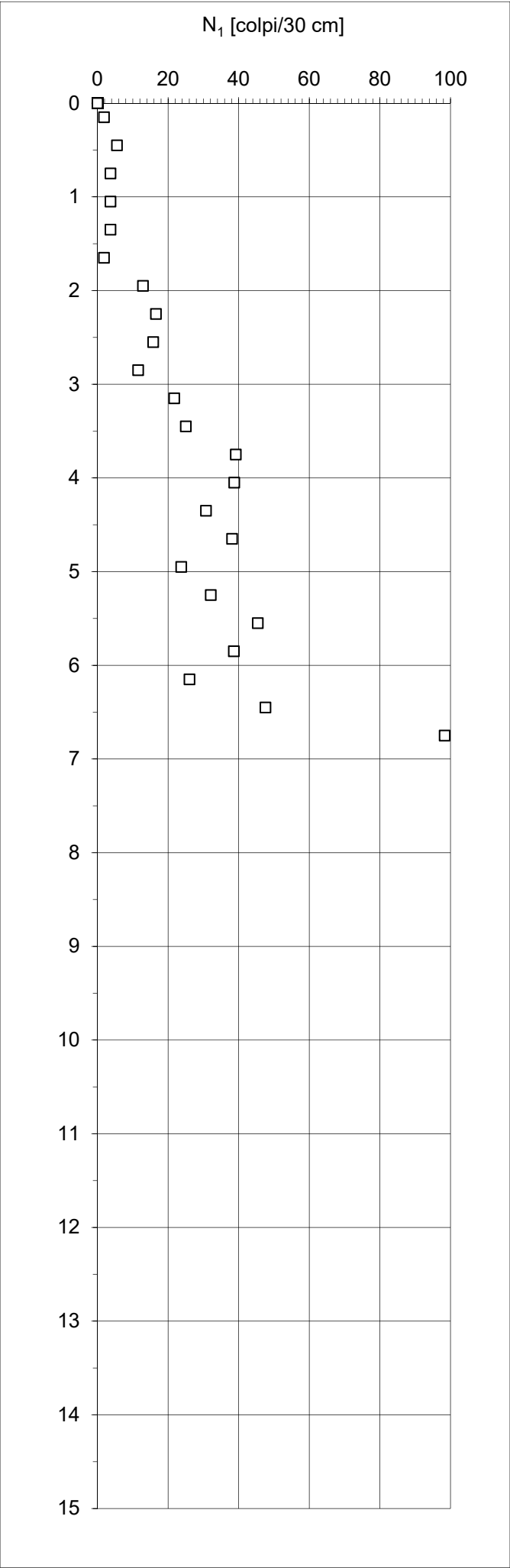
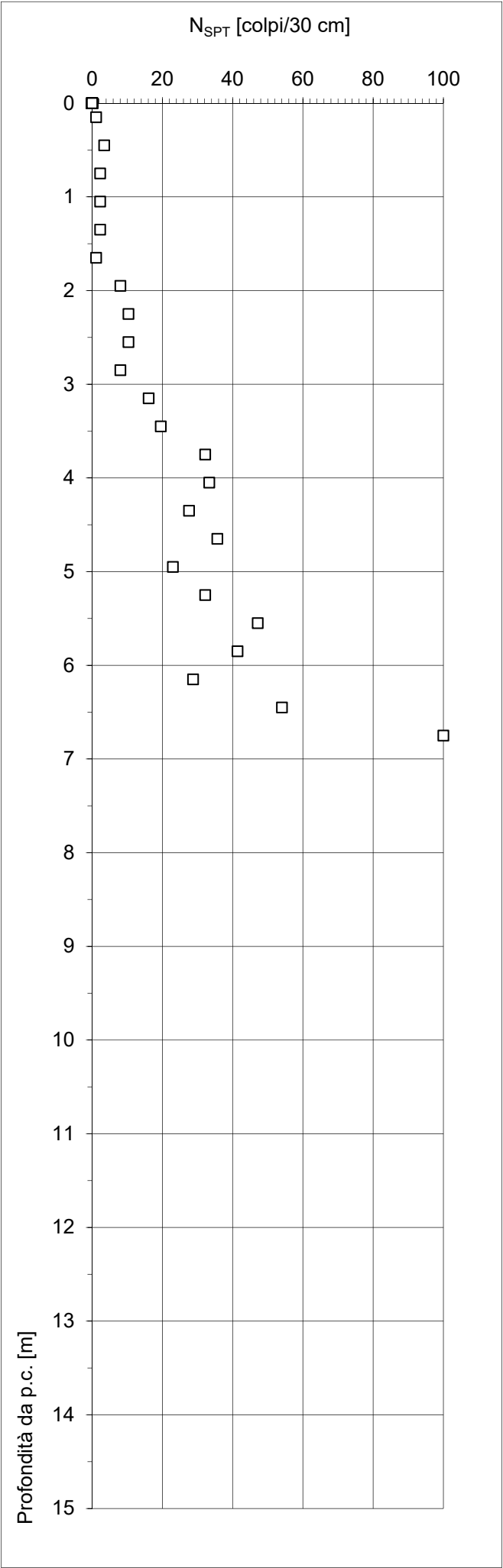
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

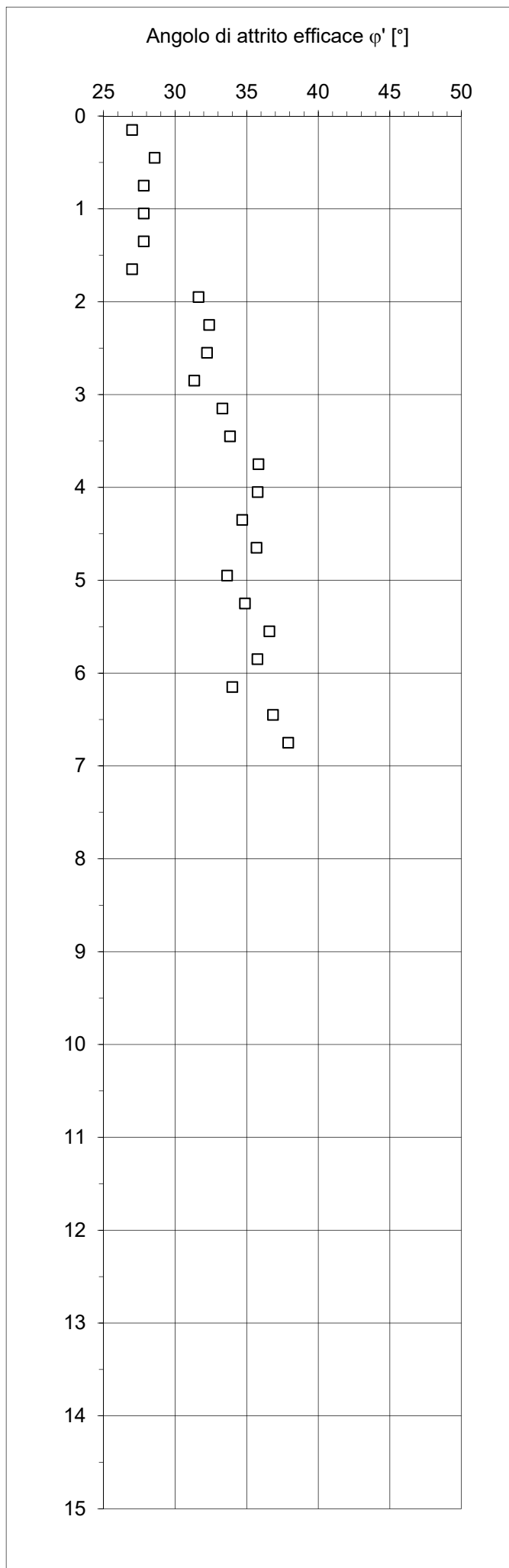
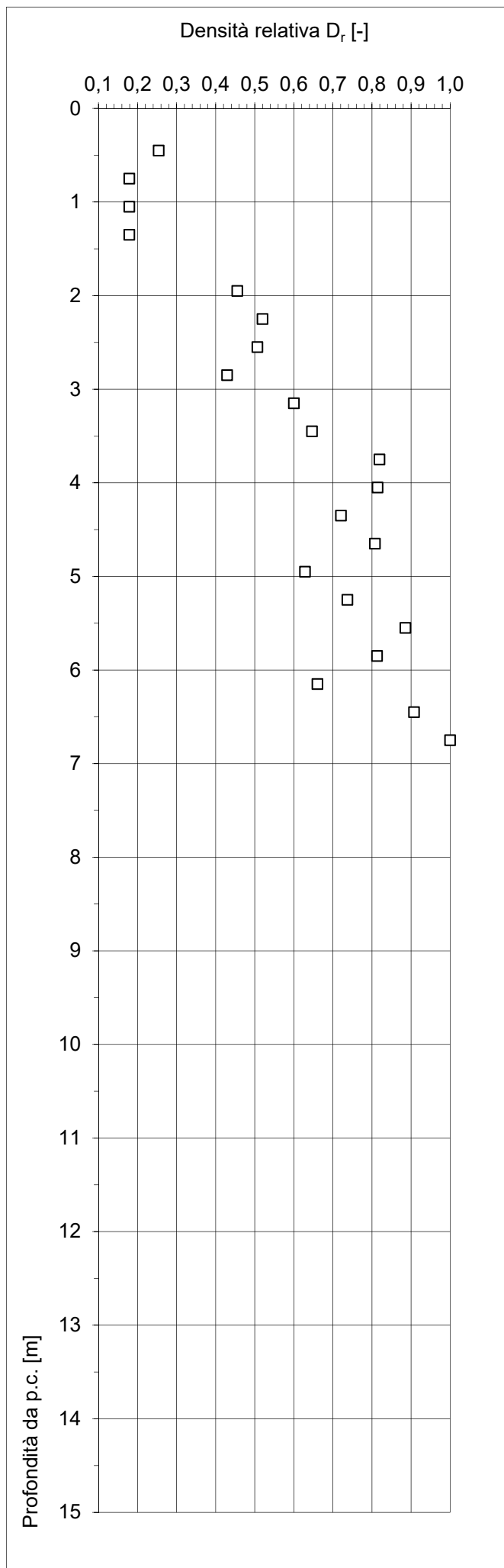
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	12/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E10
<b>Prof. falda</b>	- [m]

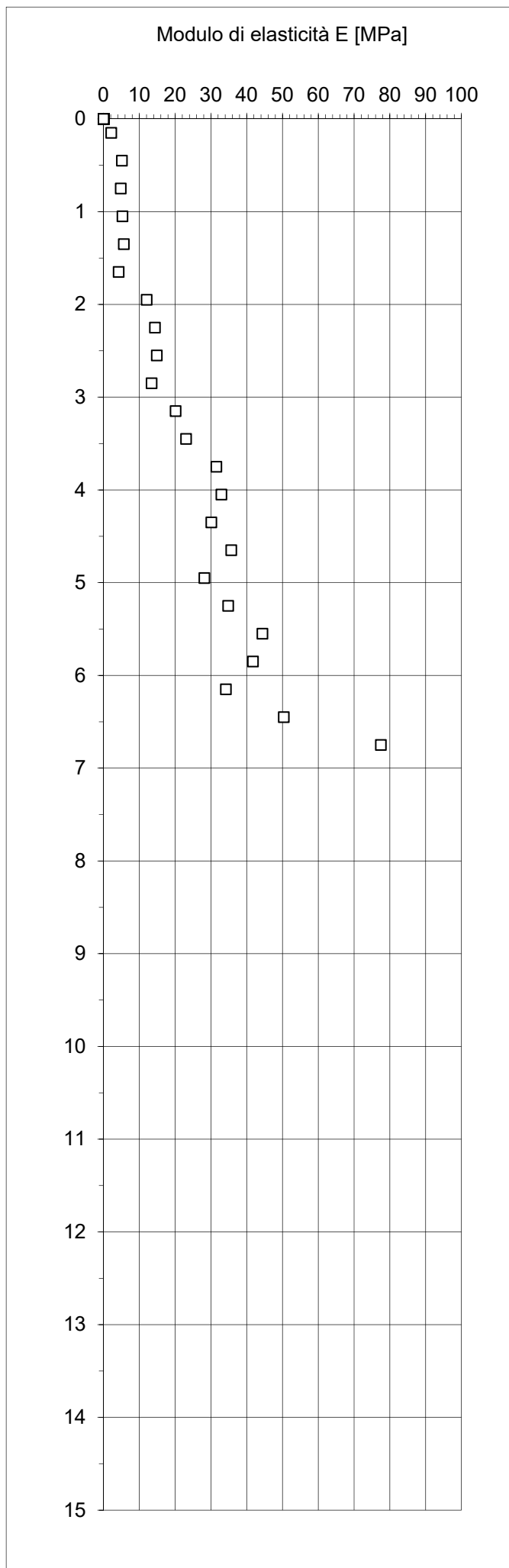
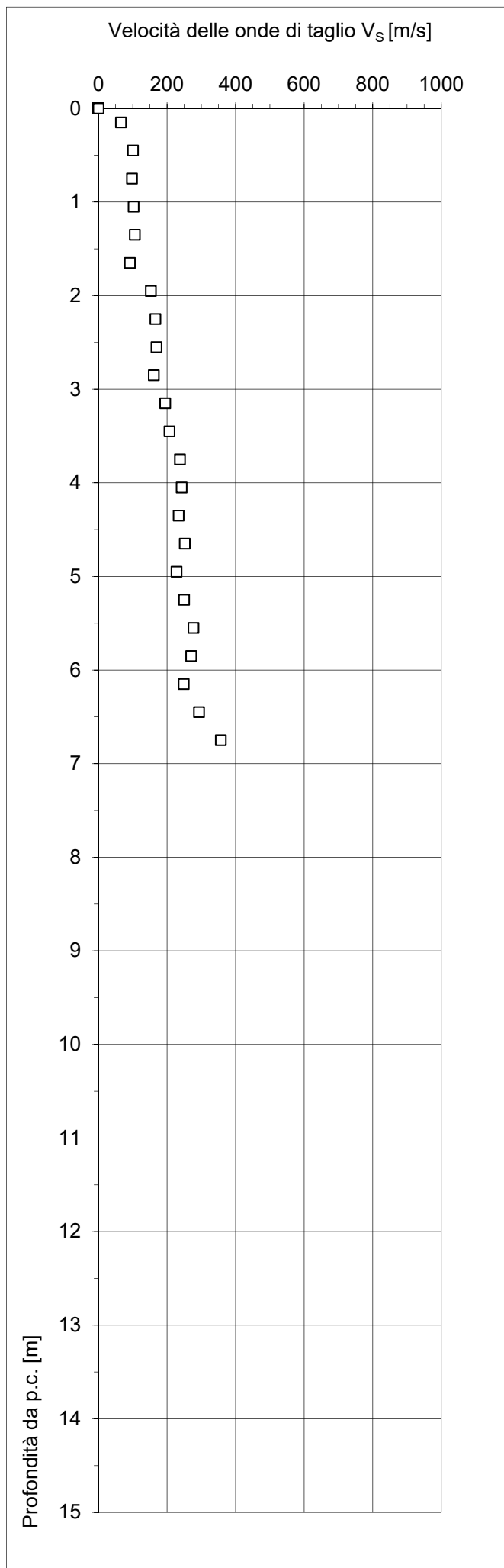
Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	E
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,2	1	1,15	ML	3	3	1	2	0,10	27		66	2
0,45	18,4	3	1,15	ML	8	8	3	6	0,25	29		101	5
0,75	18,3	2	1,15	ML	14	14	2	4	0,18	28		98	5
1,05	18,3	2	1,15	ML	19	19	2	4	0,18	28		102	5
1,35	18,3	2	1,15	ML	25	25	2	4	0,18	28		106	6
1,65	18,2	1	1,15	ML	30	30	1	2	0,10	27		92	4
1,95	18,7	7	1,15	SM	36	36	8	13	0,46	32		153	12
2,25	18,9	9	1,15	SM	41	41	10	17	0,52	32		166	14
2,55	18,9	9	1,15	SM	47	47	10	16	0,51	32		169	15
2,85	18,7	7	1,15	SM	53	53	8	12	0,43	31		161	13
3,15	19,3	14	1,15	SM	58	58	16	22	0,60	33		195	20
3,45	19,5	17	1,15	SM	64	64	20	25	0,65	34		207	23
3,75	20,3	28	1,15	SM	70	70	32	39	0,82	36		238	32
4,05	20,3	29	1,15	SM	77	77	33	39	0,81	36		243	33
4,35	20,0	24	1,15	SM	83	83	28	31	0,72	35		234	30
4,65	20,4	31	1,15	SM	89	89	36	38	0,81	36		252	36
4,95	19,7	20	1,15	SM	95	95	23	24	0,63	34		228	28
5,25	20,3	28	1,15	SM	101	101	32	32	0,74	35		250	35
5,55	21,0	41	1,15	SM	107	107	47	45	0,89	37		277	44
5,85	20,7	36	1,15	SM	113	113	41	39	0,81	36		270	42
6,15	20,1	25	1,15	SM	119	119	29	26	0,66	34		249	34
6,45	21,3	47	1,15	SM	126	126	54	48	0,91	37		293	50
6,75	22,1	100	1,15	SM	132	132	100	98	1,00	38		357	77







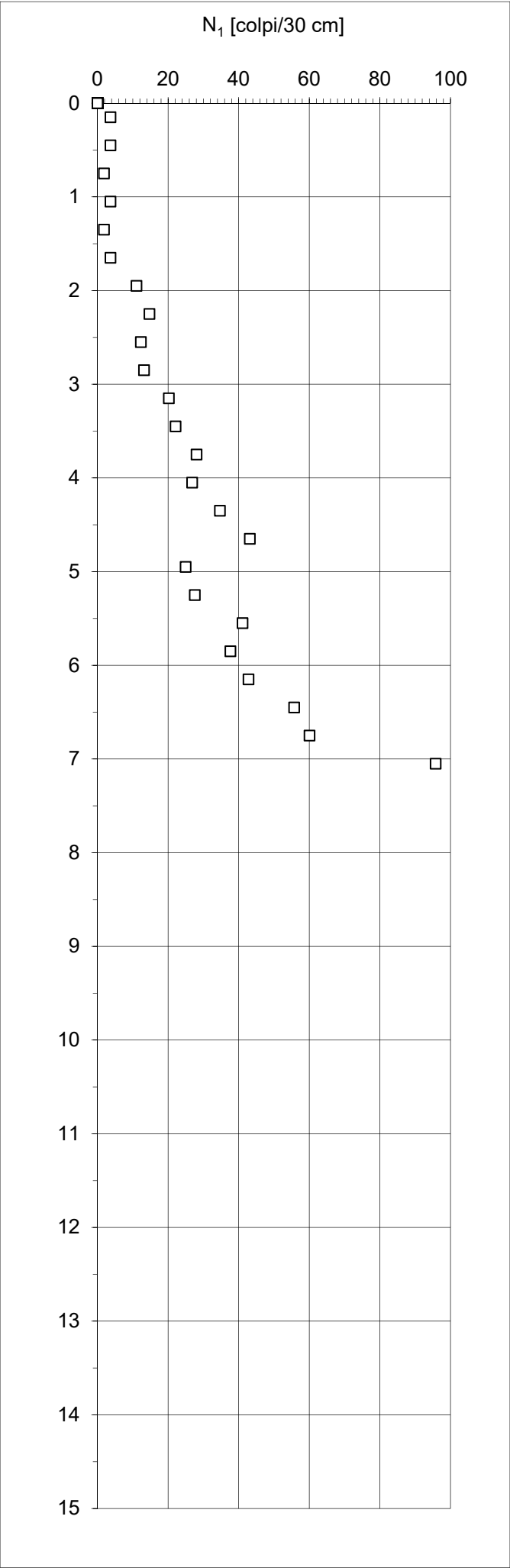
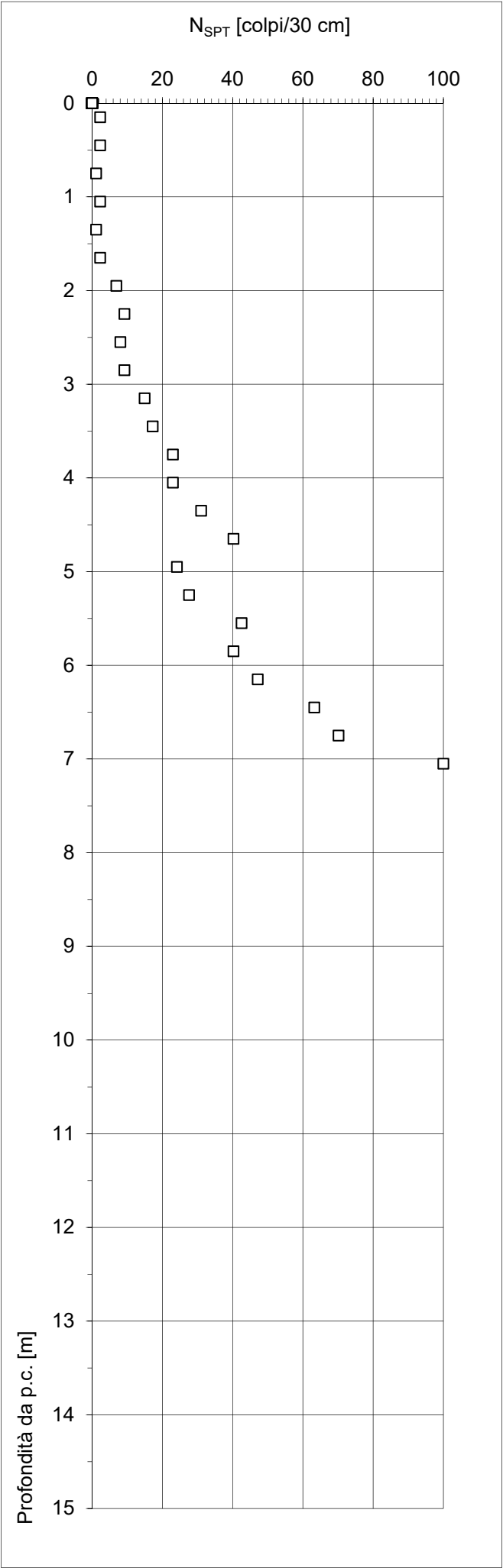


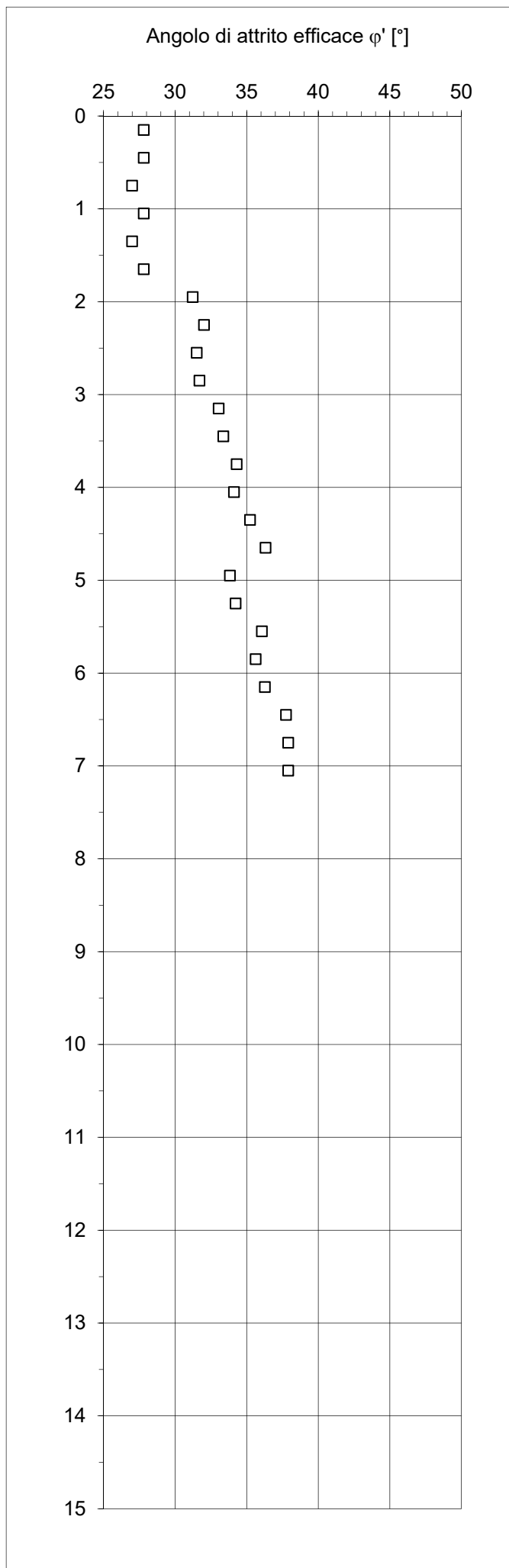
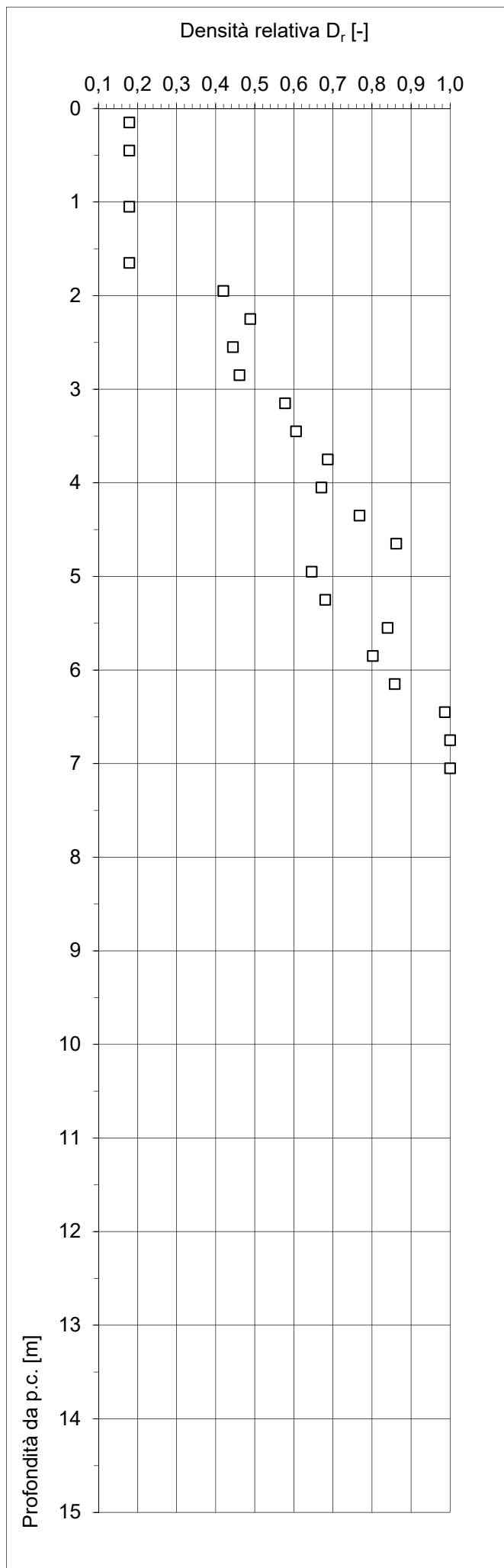
# INTERPRETAZIONE PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

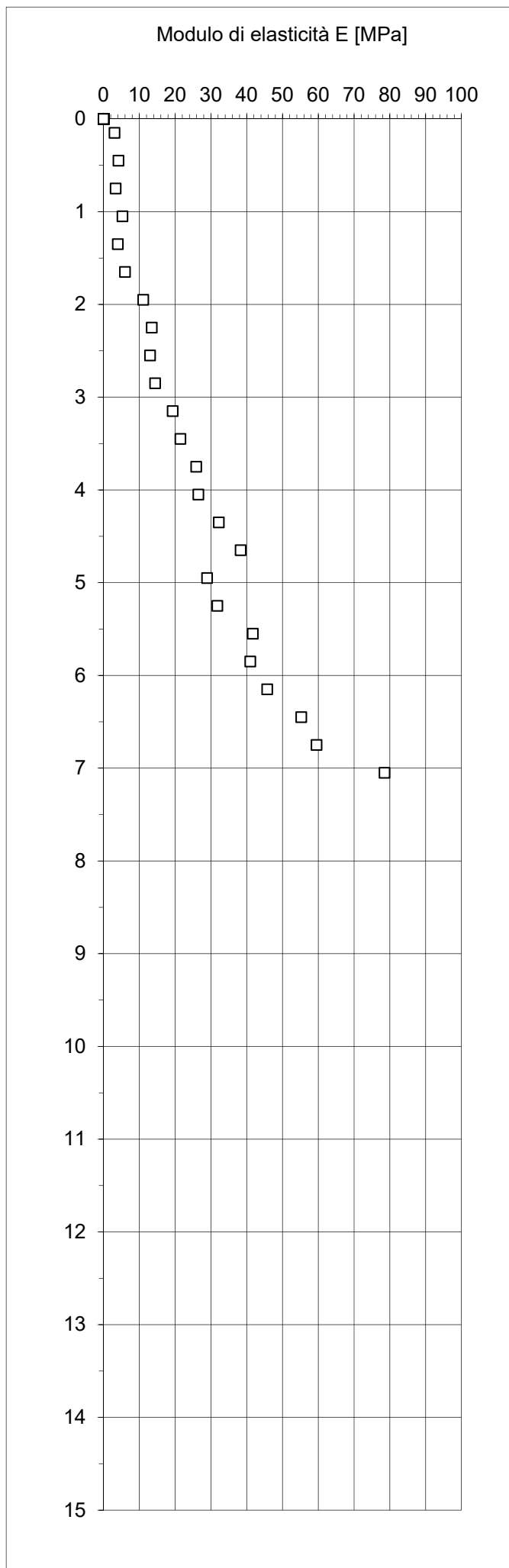
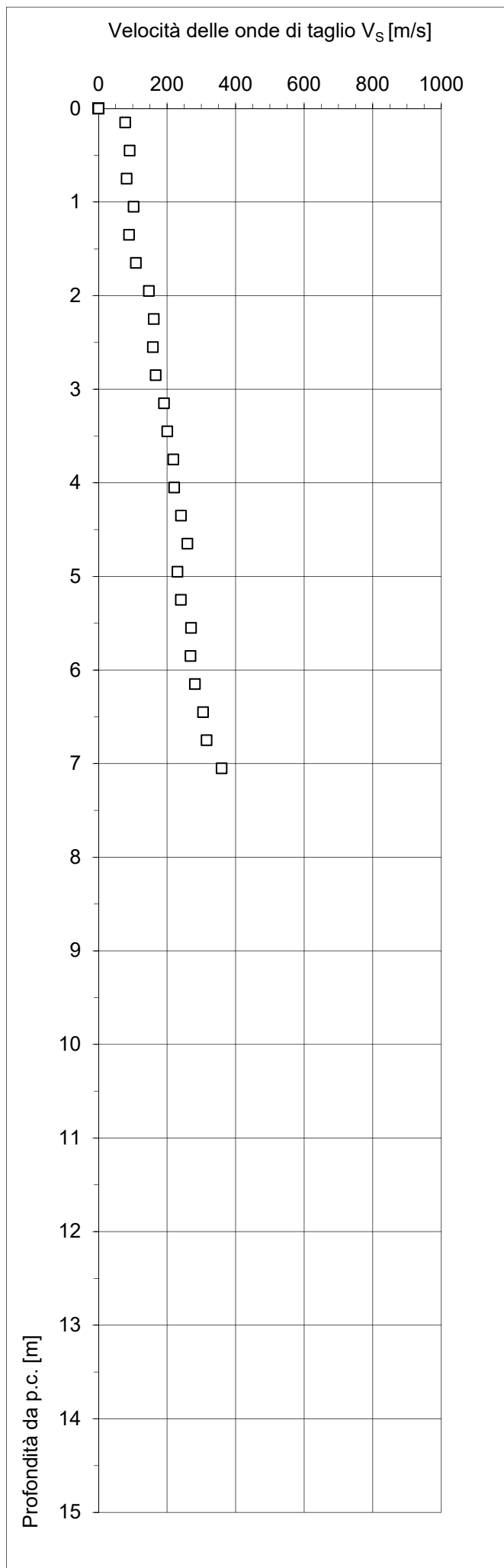
<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Seveso
<b>Località</b>	-
<b>Data</b>	12/11/2019
<b>Prova</b>	DPSH-E11
<b>Prof. falda</b>	- [m]

Caratteristiche del penetrometro		
Massa del maglio	[kg]	73
Altezza di caduta	[m]	0,75
Massa testa di battuta	[kg]	0,70
Massa aste	[kg/m]	5,10
Lunghezza aste	[m]	1,50
Area della punta	[cm <sup>2</sup> ]	20
Penetrazione unitaria	[m]	0,30

Prof.	$\gamma_n$	$N_p$	$N_{SPT}/N_p$	Categoria	$\sigma_{vo}$	$\sigma'_{vo}$	$N_{SPT}$	$N_1$	$D_r$	$\phi'$	$c_u$	$V_s$	$E$
[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[-]	[-]	terreno	[kPa]	[kPa]	[colpi/30 cm]	[colpi/30 cm]	[-]	[°]	[kPa]	[m/s]	[MPa]
0,15	18,3	2	1,15	ML	3	3	2	4	0,18	28		78	3
0,45	18,3	2	1,15	ML	8	8	2	4	0,18	28		91	4
0,75	18,2	1	1,15	ML	14	14	1	2	0,10	27		82	3
1,05	18,3	2	1,15	ML	19	19	2	4	0,18	28		102	5
1,35	18,2	1	1,15	ML	25	25	1	2	0,10	27		89	4
1,65	18,3	2	1,15	ML	30	30	2	4	0,18	28		109	6
1,95	18,6	6	1,15	SM	36	36	7	11	0,42	31		147	11
2,25	18,8	8	1,15	SM	41	41	9	15	0,49	32		161	13
2,55	18,7	7	1,15	SM	47	47	8	12	0,44	32		159	13
2,85	18,8	8	1,15	SM	53	53	9	13	0,46	32		167	14
3,15	19,2	13	1,15	SM	58	58	15	20	0,58	33		191	19
3,45	19,4	15	1,15	SM	64	64	17	22	0,61	33		201	21
3,75	19,7	20	1,15	SM	70	70	23	28	0,69	34		218	26
4,05	19,7	20	1,15	SM	76	76	23	27	0,67	34		221	26
4,35	20,2	27	1,15	SM	82	82	31	35	0,77	35		241	32
4,65	20,7	35	1,15	SM	88	88	40	43	0,86	36		259	38
4,95	19,8	21	1,15	SM	94	94	24	25	0,65	34		230	29
5,25	20,0	24	1,15	SM	100	100	28	28	0,68	34		240	32
5,55	20,8	37	1,15	SM	106	106	43	41	0,84	36		270	42
5,85	20,7	35	1,15	SM	113	113	40	38	0,80	36		268	41
6,15	21,0	41	1,15	SM	119	119	47	43	0,86	36		281	46
6,45	21,6	55	1,15	SM	125	125	63	56	0,99	38		305	55
6,75	21,7	61	1,15	SM	132	132	70	60	1,00	38		315	60
7,05	22,1	100	1,15	SM	139	139	100	96	1,00	38		359	79







## ALLEGATO 4



**INTERPRETAZIONE PROVE SPT**

<b>Committente</b>	AIPO
<b>Commessa</b>	Aree golenali Sevso
<b>Località</b>	Area 1
<b>Data</b>	18/11/2019

**Sondaggio** **SE01**

**Prof. falda** [m] **4,0**

**Ohta e Goto (1978)**

**E/Ei** **0,10**

Prof. [m]	$\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>SPT</sub> [colpi/30 cm]	Tipo terreno [-]	Categoria ASTM	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	N <sub>1</sub> [colpi/30 cm]	Dr [-]	$\phi'$ [°]	c <sub>u</sub> [kPa]	a [-]	b [-]	V <sub>s</sub> [m/s]	G <sub>i</sub> [MPa]	$\mu$ [-]	E <sub>i</sub> [MPa]	E [MPa]
1,5	20,50	37	nc	SM	31	72	1,00	38	-	1,00	1,10	152	48	0,35	131	13
3,0	19,60	21	nc	ML	59	28	0,69	33	-	1,30	1,05	197	77	0,35	209	21
4,5	22,00	100	nc	GM	94	103	1,00	41	-	1,30	1,15	305	209	0,35	563	56
6,0	22,00	100	nc	SM	112	94	1,00	38	-	1,30	1,10	309	214	0,35	578	58
7,5	20,10	30	nc	SM	116	28	0,68	34	-	1,30	1,10	263	142	0,35	383	38
9,0	19,70	24	nc	SM	128	21	0,59	33	-	1,30	1,10	263	139	0,35	375	37
10,5	20,60	41	nc	SM	153	32	0,74	35	-	1,30	1,10	297	185	0,35	500	50
12,0	20,60	41	nc	SM	169	31	0,72	35	-	1,30	1,10	305	195	0,35	527	53
13,5	21,10	53	nc	SM	192	37	0,79	36	-	1,30	1,10	326	229	0,35	618	62
15,0	21,40	60	nc	SM	213	39	0,82	36	-	1,30	1,10	340	253	0,35	682	68
16,5	22,00	100	nc	SM	240	61	1,00	38	-	1,30	1,10	378	321	0,35	866	87
18,0	22,00	100	nc	SM	259	59	1,00	38	-	1,30	1,10	385	332	0,35	897	90
19,5	22,00	100	nc	SM	277	57	0,99	38	-	1,30	1,10	391	343	0,35	926	93