

Annesso 1

Indagini geognostiche e geofisiche



COMUNE DI FORTE DEI MARMI (LU)

----- ALLEGATO 1 -----

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO



COMMITTENTE: Colonial srl

NOVEMBRE 2020

Via Caio Duilio, Forte dei Marmi

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: info@gegeo.it

Web: www.gegeo.it





Michele Governetti
 Vanessa Greco
 Geologi

Committente: Colonial SRL

Data: 13/15-11-20

Cantiere: via C.Duilio, 3 - Comune di Forte dei Marmi (LU)

Operatore: ECOCANTIERI SRL - BOARTLONGYEAR

SONDAGGIO S1

Cert. A : 0.0-10.0 m

Sistema di foro: Carotaggio continuo

Quota: piano di campagna: 2.5 m s.lm.

Ø aste in mm	Quota assoluta s.lm.	Prove Lefranc	Spessore strati	Campioni	Falda m.	CAROTAGGIO % recupero				CAROTIERE	RIVESTIMENTO	Scala riferimento	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	Pneumatic penetrometer Kg/cm ²	SPT		Vane Test	
						10	30	50	70							90	Profondità	Numero colpi	Profondità
76	2.5									SEMPLICE	127								
			1.6									1	Terreno di riporto passante a terreno limo-sabbioso nocciola poco addensato.						
			0.4									2	Sabbia fine limosa nocciola chiaro poco addensato.	1.8	1.6			1.9	0.5
												3	Sabbia medio fini con limo grigio-nocciola poco o mediamente addensata.	1.6	2.3			2.3	0.6
			1.0									4	Sabbie fini o medio-fini mediamente o poco addensate con resti di conchiglie, grigio scure e lamine limose con tracce organiche.	3.5	3.6			3.6	0.4
		L1	1.0									5		>4	3.9			3.9	1
												6	Sabbie medio-grosse, micacee con resti di conchiglie, grigio scure poco o mediamente addensate.		6.0	4	7	7	6.45
			4.6									8							
												9	Sabbie fini limose grigio-nocciola mediamente addensate.	2.5	8.9			8.9	0.8
			1.0									10		0.3	9.5			9.5	0.8
		L2										11	Sabbie fini limo-argillose grigio-nocciola consistenti.	>4	10.2			10.2	>2
												12			10.5	3	9	15	10.95
			2.0									13							
												14	Sabbie medie deb limose grigio-nocciola, con tracce organiche passanti a sabbie medio-grosse, micacee con resti di conchiglie, grigio scure addensate e mediamente consistenti.	>4	12			12	1.2
												15		>4	13.5			13.5	1.8
												15			15			15	0.6

CAMPIONI INDISTURBATI
 S = Shelby D = Denison
 O = Osterberg P = Percussione
 M = Mazier
CAMPIONI RIMANEGGIATI

Note
 - Cassetta catalogatrici n°7
 - SPT n°7

MISURA FALDA ACQUIFERA: - 1.7 m dal p.c.



Committente: Colonial SRL

Data: 13/15-11-20

Cantiere: via C.Dullio, 3 - Comune di Forte dei Marmi (LU)

Operatore: ECOCANTIERI SRL - BOARTLONGYEAR

SONDAGGIO S1

Cert. B : 15.0-30.0 m

Sistema di foro: Carotaggio continuo

Quota: piano di campagna: 2.5 m s.lm.

φ aste in mm	Quota assoluta	Prove Leifranc	Spessore strat	Campioni	Falda	CAROTAGGIO % recupero	CAROTIERE	RIVESTIMENTO	Scala riferimento	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	poter penetrometer Kg/cmq	SPT		Vane Test	
													Profondità	Numero colpi	Profondità	T Kg/cmq
76			3.7				SEMPLICE	127				3.5	15.0	9 10 12	15.45	
				S-c2				16			15.7	15.7	15.7	0.8		
								17								
			2.2					18			17.8	18.0	17.0	10 11 14	17.45	
			0.7				SEMPLICE									
								19								
			2.0					20			20.0		19.5		19.5	0.8
								21								
								22			21.5		21.0	8 10 12	21.45	
			1.6				SEMPLICE									
								23								
								24			23.3		22.8		22.8	>4
			1.8					25					25.0	6 11 12	25.45	
								26								
								27								
								28								
			5.3					29			28.6		28.8		28.8	>2
			0.3					30			28.9					
			0.6								29.5		30		30	>2

CAMPIONI INDISTURBATI

S = Shelby D = Denison
O = Osterberg P = Percussione
M = Mazier

CAMPIONI RIMANEGGIATI

Note

- Casette catalogatrici n°7
- SPT n°7

MISURA Falda ACQUIFERA: - 1.7 m dal p.c.



Committente: Colonial SRL

Data: 13/15-11-20

Cantiere: via C.Duilio, 3 - Comune di Forte dei Marmi (LU)

Operatore: ECOCANTIERI SRL - BOARTLONGYEAR

SONDAGGIO S1

Cert. C : 30,0-45,0 m

Sistema di foro: Carotaggio continuo

Quota: piano di campagna: 2.5 m s.lm.

Ø aste in mm	Quota assoluta	Profondità dal p.c.	Spessore strati	Campioni	Falda	CAROTAGGIO % recupero				CAROTIERE	RIVESTIMENTO	Scala riferimento	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	pescaie penetrometer Kg/cmq	SPT		Vane Test			
						10	30	50	70							90	Profondità	Numero colpi	Profondità	τ Kg/cmq	
76																					
			2.0							SEMPLICE		31	<p>Alternanza di livelli a dominante ghiaiosa in matrice sabbioso-limosa (fino 31.6 m) e livelli ghiaiosi in matrice limo-argillosa, color nocciola. Clasti eterogenei ed eterometrici φ max 5 cm. Livello marcatamente argilloso tra 31.9-32</p>			16	15	18	35.45		
			1.1							SEMPLICE		32	<p>Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbioso-limosa grigia. Clasti eterogenei ed eterometrici φ max 6 cm.</p>	32.0							
			1.6							SEMPLICE		33	<p>Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa debolmente limosa grigio-nocciola. Clasti eterogenei ed eterometrici φ max 8-10 cm.</p>	33.1							
			0.3							SEMPLICE		34	<p>Ghiaia e ghiaietto in matrice sabbiosa debolmente limosa grigio-nocciola. Clasti eterogenei ed eterometrici φ max 8-10 cm.</p>	33.5	12	12	18	33.95			
										SEMPLICE		35	<p>Ghiaietto in matrice argillosa nocciola-ocra consistente.</p>	34.7						34.8	1
										SEMPLICE				35.0							

CAMPIONI DESTRABATI
 S = Shelby D = Denison
 O = Osterberg P = Percussione
 M = Mazier
CAMPIONI RIMANEGGIATI

Note
 - Cassette catalogatrici n°7
 - SPT n°7

MISURA FALDA ACQUIFERA: - 1.7 m dal p.c.

CASSETTA N. 1: 0.0 - 5.0 m



CASSETTA N. 2: 5.0 - 10.0 m



CASSETTA N. 3: 10.0 - 15.0 m



CASSETTA N. 4: 15.0 - 20.0 m



CASSETTA N. 5: 20.0 - 25.0 m



CASSETTA N. 6: 25.0 - 30.0 m



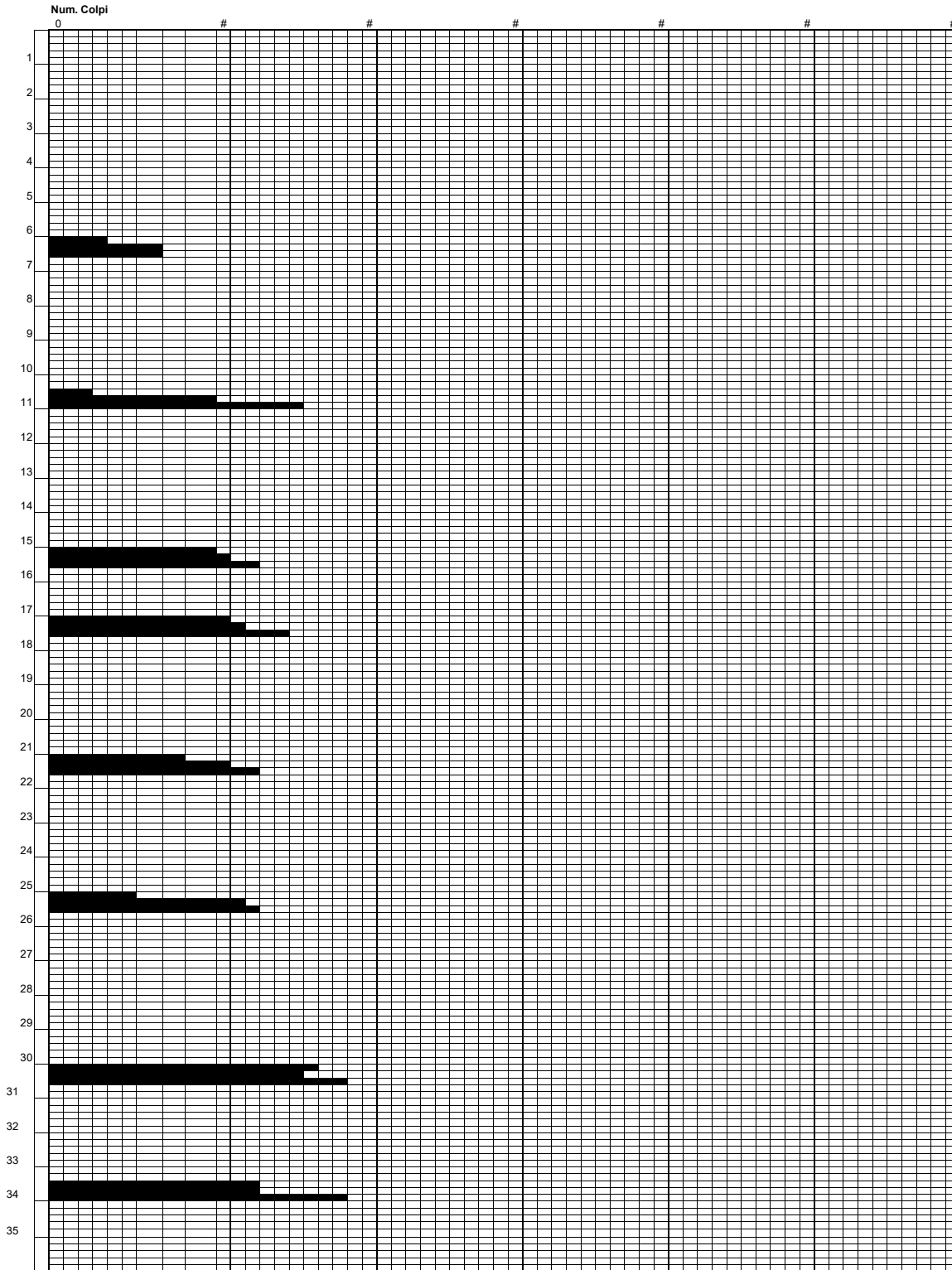
CASSETTA N. 7: 30.0 -3 5.0 m





CERTIFICAZIONE S.P.T. NUMERO: S1

COMMITTENTE:	G&Geo Studio Geologi Associati
CANTIERE:	Fortè del Marmi, via Duilio 3
OPERATORE:	Dott. Geol. Renato Rijillo; Dott. Geol. Emanuele Del Freo
DATA:	13-14-15/11/2020
R.D.L. ECOCANTIERI:	Dott. Geol. Renato Rijillo



RIPORTO DATI NUMERICI

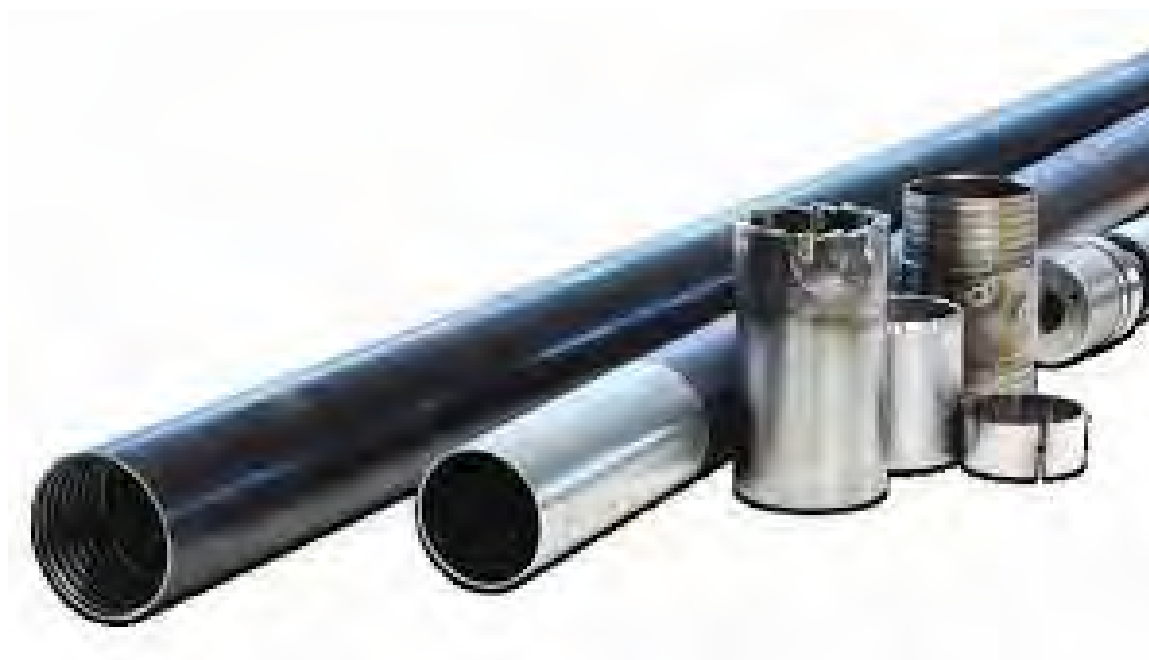
Profondità (mt)	N. colpi
6,00-6,45	4 7 7
10,50-10,95	3 9 15
15,00-15,45	9 10 12
17,00-17,45	10 11 14
21,00-21,45	8 10 12
25,00-25,45	6 11 12
30,00-30,45	16 15 18
33,50-33,95	12 12 18



COMUNE DI FORTE DEI MARMI (LU)

----- ALLEGATO 2 -----

ANALISI DI LABORATORIO



COMMITTENTE: Colonial srl

NOVEMBRE 2020

Via Caio Duilio, Forte dei Marmi

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: info@gegeo.it

Web: www.gegeo.it



COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.0-5.4

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26.9	%
Peso di volume	19.1	kN/m ³
Peso di volume secco	15.1	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.2	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.743	
Porosità	42.6	%
Grado di saturazione	97.0	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	61.5	%
Limo	25.5	%
Argilla	13.0	%
D 10		mm
D 50	0.125201	mm
D 60	0.170969	mm
D 90	0.336151	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	99.7	%
Passante set. 200	40.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	3.4	kPa	ϕ' 30.5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2155	---	---
12.5 ÷ 25.0	3378	---	---
25.0 ÷ 50.0	4202	---	---
50.0 ÷ 100.0	6667	---	---
100.0 ÷ 200.0	9050	---	---
200.0 ÷ 400.0	12945	---	---
400.0 ÷ 800.0	21680	---	---
800.0 ÷ 1600.0	23810	---	---

Sabbia con limo argillosa di colore grigiastro-grigio-nerastro. Presenza di tracce organiche e di rari frammenti conchigliari

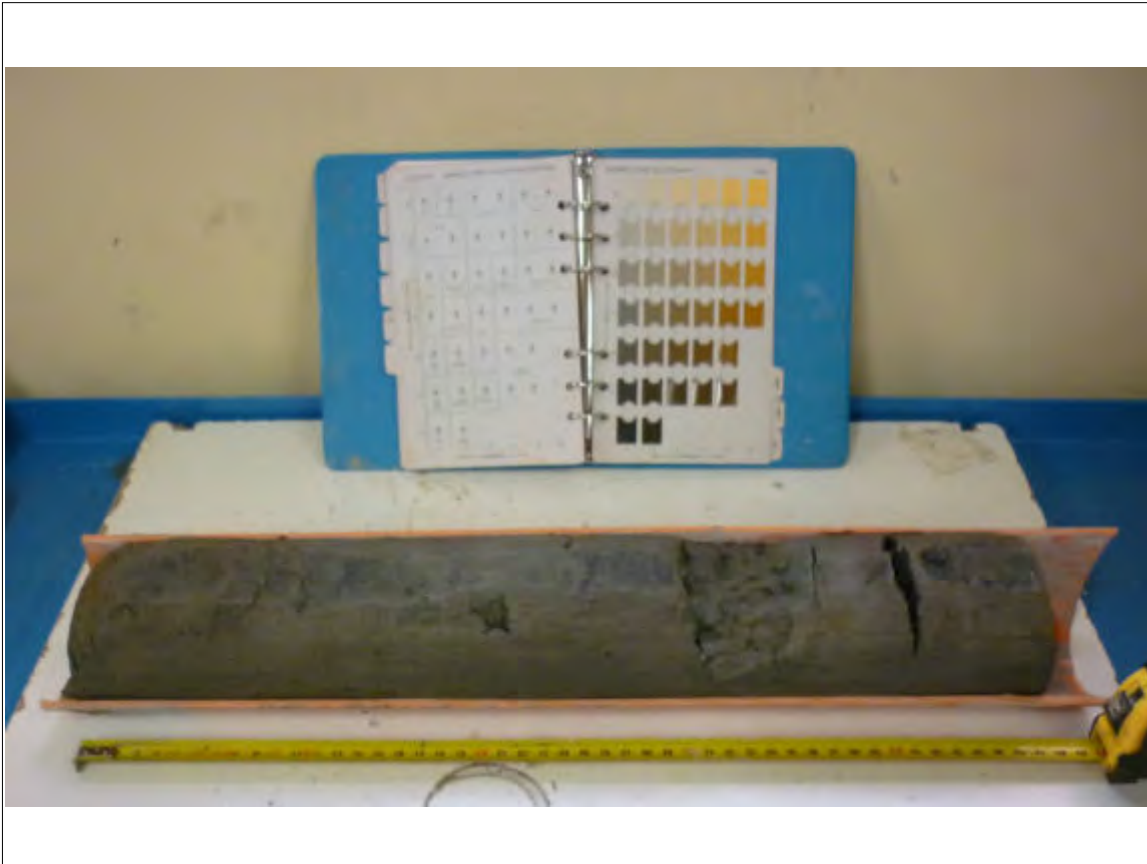
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.0-5.4



**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A e B » - Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07089	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 02/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 03/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.0-5.4

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26.9 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con limo argillosa di colore grigiastro-grigio-nerastro. Presenza di tracce organiche e di rari frammenti conchigliari

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A e B » - Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07090	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 02/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 02/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.0-5.4

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19.1 kN/m³

Sabbia con limo argillosa di colore grigiastro-grigio-nerastro. Presenza di tracce organiche e di rari frammenti conchigliari

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A e B » - Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07091	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 07/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 08/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.0-5.4

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia con limo argillosa di colore grigiastro-grigio-nerastro. Presenza di tracce organiche e di rari frammenti conchigliari

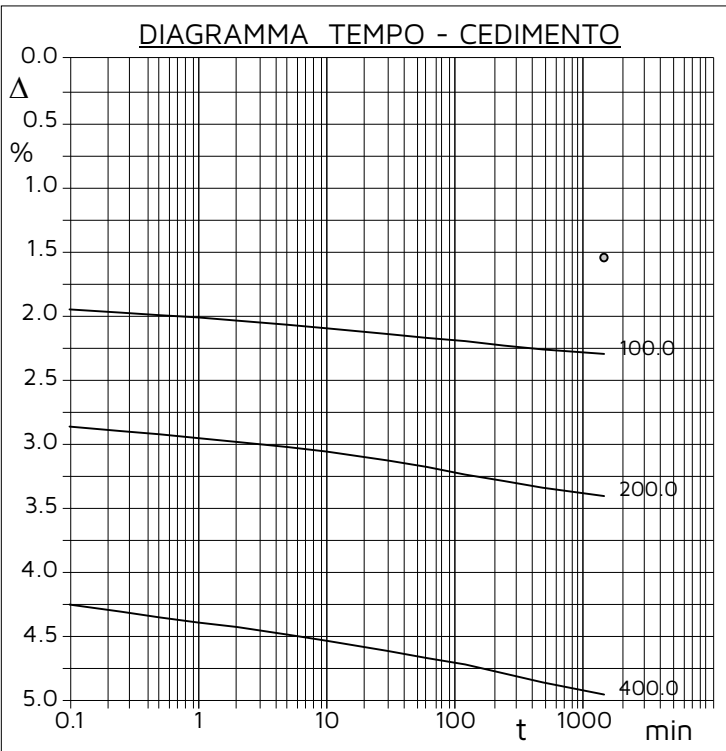
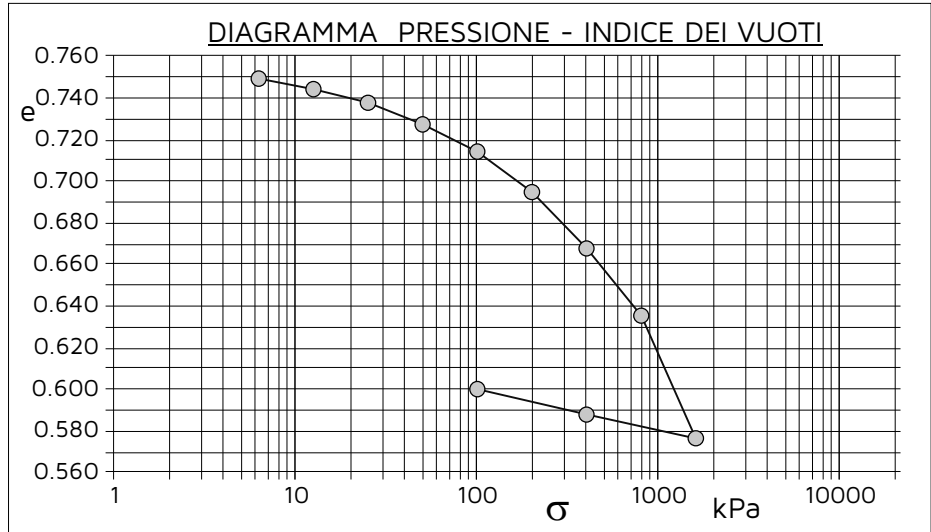
CERTIFICATO DI PROVA N°: 07093	Pagina 1/2	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 02/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 16/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 5.0-5.4

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione	
Peso di volume (kN/m ³)	19.07
Umidità (%)	27.6
Peso specifico	2.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	17.20
Indice dei vuoti	0.75
Porosità (%)	43.00
Saturazione (%)	97.7



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	5.8	0.749	
12.5	11.6	0.744	0.017
25.0	19.0	0.738	0.022
50.0	30.9	0.727	0.035
100.0	45.9	0.714	0.044
200.0	68.0	0.695	0.064
400.0	98.9	0.668	0.090
800.0	135.8	0.635	0.108
1600.0	203.0	0.576	0.196
400.0	190.0	0.588	
100.0	176.0	0.600	

Sabbia con limo argillosa di colore grigiastro-grigio-nerastro. Presenza di tracce organiche e di rari frammenti conchigliari

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO°: Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20

DATA DI EMISSIONE: 16/12/20

Inizio analisi: 10/12/20

Apertura campione: 02/12/20

Fine analisi: 11/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.0-5.4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	68		115		186	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.90	0.08	5.40	0.01	4.20	-0.10
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.1	21.7	27.3	20.4	27.3	22.8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.3	18.6	19.0	18.0	19.1	18.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	97.7	81.2	96.4	72.3	97.8	81.8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: **3.4 kPa**
Angolo di attrito interno: **30.5 °**

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.020 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

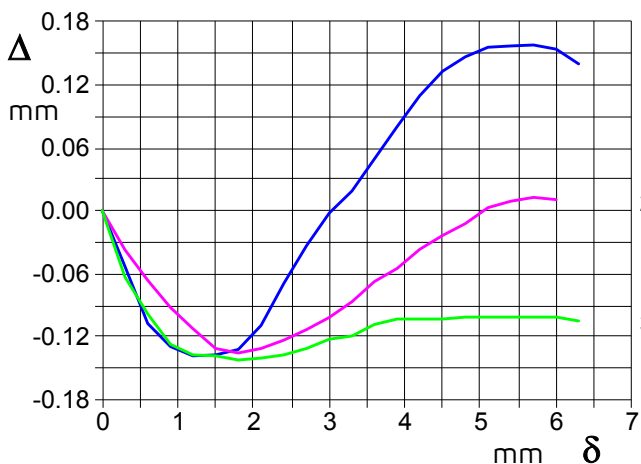
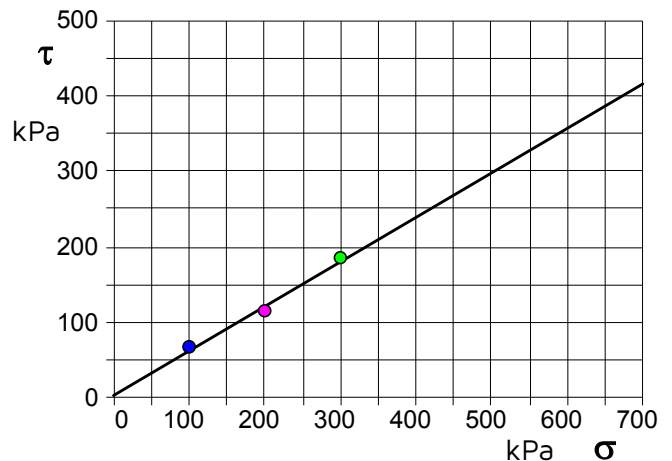


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

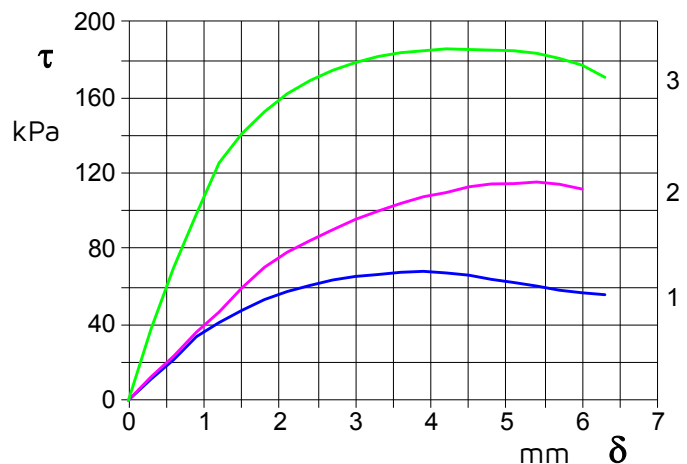


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con limo argillosa di colore grigiastro-grigio-nerastro. Presenza di tracce organiche e di rari frammenti conchigliari

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 16.0-16.5

MODULO RIASSUNTIVO
CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14.1	%
Peso di volume	20.8	kN/m ³
Peso di volume secco	18.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	21.3	kN/m ³
Peso specifico	2.70	
Indice dei vuoti	0.455	
Porosità	31.3	%
Grado di saturazione	83.7	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.0	%
Sabbia	64.3	%
Limo	18.3	%
Argilla	15.4	%
D 10		mm
D 50	0.191151	mm
D 60	0.244043	mm
D 90	0.396226	mm
Passante set. 10	98.0	%
Passante set. 42	93.7	%
Passante set. 200	34.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_U	kPa	C_U Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	4.2	kPa	ϕ' 29.5 °
c' Res		kPa	ϕ' Res °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{CU}	kPa	ϕ'_{CU} °
	C_{CU}	kPa	ϕ_{CU} °
U.U.	C_U	kPa	ϕ_U °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	3571	---	---
12.5 ÷ 25.0	3165	---	---
25.0 ÷ 50.0	3846	---	---
50.0 ÷ 100.0	5556	---	---
100.0 ÷ 200.0	8000	---	---
200.0 ÷ 400.0	18182	---	---
400.0 ÷ 800.0	26667	---	---
800.0 ÷ 1600.0	38005	---	---

Da 0 a 10 cm Sabbia medio-grossolana di colore marrone grigiastro. Presenza di un resto ligneo centimetrico

Da 10 a 22 cm Ghiaia poligenica in matrice sabbioso-limoso di colore marrone-grigiastro

Da 22 a 39 cm Sabbia limosa e argillosa a tratti debolmente argillosa di colore grigiastro

Prove eseguite sulla parte finale

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 16.0-16.5



**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A e B » - Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07095	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 02/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 03/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 16.0-16.5

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216

W_n = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14.1 %

Struttura del materiale: Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Da 22 a 39 cm Sabbia limosa e argillosa a tratti debolmente argillosa di colore grigiastro



CERTIFICATO DI PROVA N°: 07096	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 10/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 10/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 16.0-16.5

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 20.8 kN/m³

Da 22 a 39 cm Sabbia limosa e argillosa a tratti debolmente argillosa di colore grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A e B » - Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 150/15-06-2016 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07097	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 16/12/20	Inizio analisi: 07/12/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20		Apertura campione: 02/12/20	Fine analisi: 08/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.		
RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 16.0-16.5

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854

γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.70**

γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.70**

Metodo: A B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Da 22 a 39 cm Sabbia limosa e argillosa a tratti debolmente argillosa di colore grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 07099 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20

DATA DI EMISSIONE: 16/12/20

Inizio analisi: 02/12/20

Apertura campione: 02/12/20

Fine analisi: 16/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

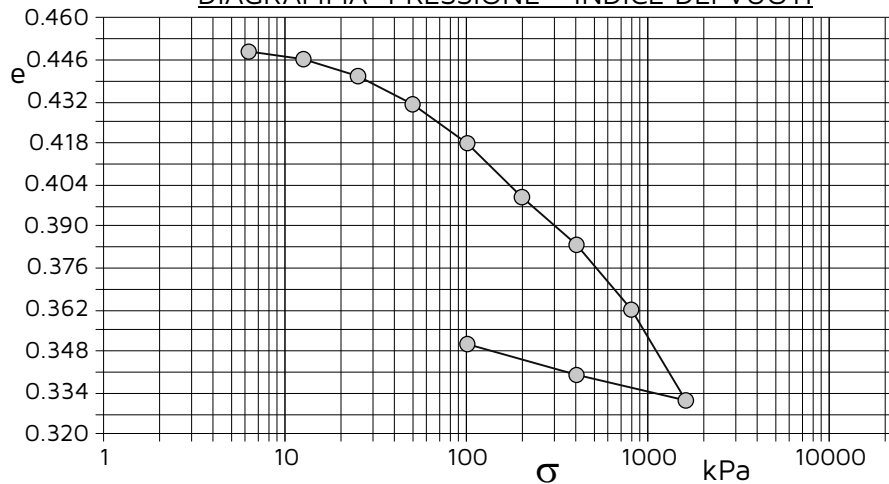
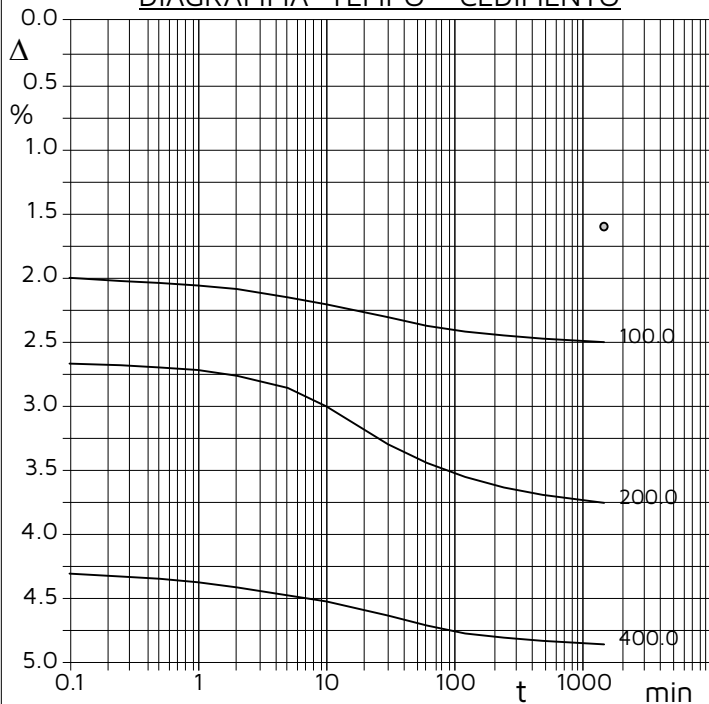
PROFONDITA': m 16.0-16.5

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	20.76
Umidità (%)	13.9
Peso specifico	2.70
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	7.10
Sezione provino (cm ²)	39.59
Volume provino (cm ³)	79.18
Volume dei vuoti (cm ³)	24.74
Indice dei vuoti	0.45
Porosità (%)	31.24
Saturazione (%)	82.8

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO


Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	7.6	0.449	
12.5	11.1	0.446	0.008
25.0	19.0	0.441	0.019
50.0	32.0	0.431	0.031
100.0	50.0	0.418	0.043
200.0	75.0	0.400	0.060
400.0	97.0	0.384	0.053
800.0	127.0	0.362	0.072
1600.0	169.1	0.331	0.102
400.0	157.3	0.340	
100.0	143.0	0.350	

Da 22 a 39 cm Sabbia limosa e argillosa a tratti debolmente argillosa di colore grigiastro

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO: Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 833 del 30/11/20

DATA DI EMISSIONE: 16/12/20

Inizio analisi: 10/12/20

Apertura campione: 02/12/20

Fine analisi: 11/12/20

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: G&GEO - Via Caio Duilio 28 - Forte dei Marmi (LU)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 16.0-16.5

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	100		200		300	
Tensione a rottura (kPa):	66		112		179	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2.58	0.02	3.05	0.00	3.47	-0.07
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15.7	12.1	15.0	13.9	16.0	13.4
Peso di volume iniziale e finale (kN/m ³):	20.7	20.1	20.9	20.7	20.8	20.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	88.5	68.5	87.9	81.9	90.5	75.7

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: **4.2 kPa**
Angolo di attrito interno: **29.5 °**

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.020 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

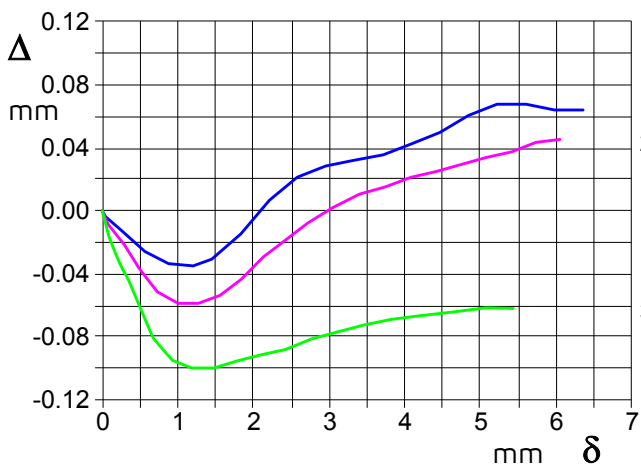
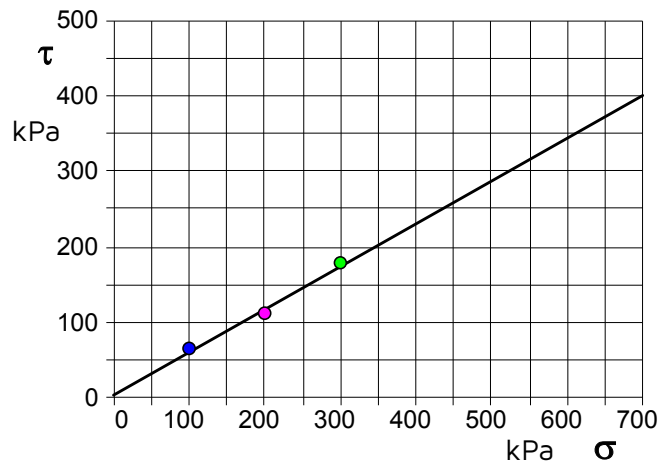


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

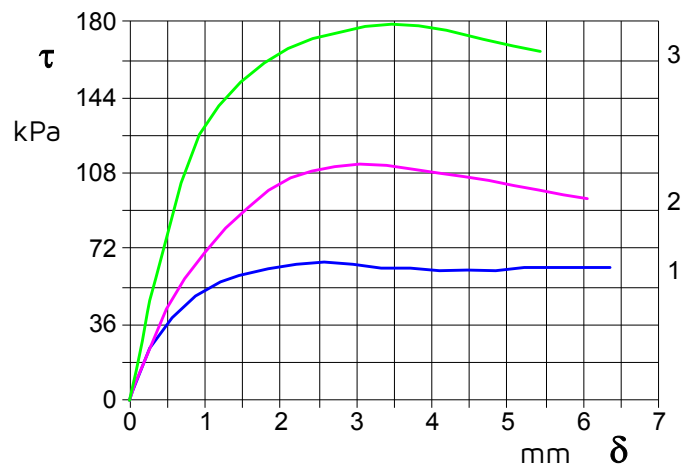


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Da 22 a 39 cm Sabbia limosa e argillosa a tratti debolmente argillosa di colore grigiastro



COMUNE DI FORTE DEI MARMI (LU)

-----ALLEGATO 3-----
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)



RAPPORTO DI INDAGINE

COMMITTENTE: Colonial srl

NOVEMBRE 2020

Via Caio Duilio, Forte dei Marmi

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: info@gegeo.it

Web: www.gegeo.it



SOMMARIO

1 - PREMESSA	3
2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)	3
3 - CONCLUSIONI	6

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA CPT-1 ESEGUITA SUL SITO</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA CPT-2 ESEGUITA SUL SITO</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA CPT-3 ESEGUITA SUL SITO</i>	<i>5</i>
<i>Figura 5 INDICE DEL TIPO DI TERRENO UTILIZZATO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT-1</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT-2</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT-3</i>	<i>11</i>

ALLEGATI FUORI TESTO

AII. 1 - CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE CELLA CPT

AII. 2 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI PRINCIPALI

AII. 3 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

1 - PREMESSA

La presente relazione sintetizza ed illustra i risultati di n. 3 indagini geognostiche in situ finalizzate alla caratterizzazione del terreno, effettuate in provincia di Lucca nel territorio comunale di Forte dei Marmi ed in particolare in corrispondenza di via Caio Duilio (Figura 1).



Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

In particolare, nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 3 Prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT).

2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

La prova denominata C.P.T. (Cone Penetration Test), o prova penetrometrica "statica", consiste nella misura della spinta necessaria (indicata come R_p o Q_c) ad ottenere l'avanzamento nel terreno di una punta standard (3.57 cm di diametro, angolo al vertice di 60°) a velocità costante di 20 mm/s (± 5 mm/s).

La spinta sulla punta avviene attraverso una serie di astine coassiali alla batteria principale, che consentono la lettura della resistenza alla sola punta, escludendo quindi l'attrito che si sviluppa sulla batteria durante l'infissione nel terreno. Le misure sono effettuate per tratti di 8 cm, intervallati da 12 cm di avanzamento con punta chiusa, cioè solidale alla batteria. Il metodo consente anche di misurare indirettamente l'attrito tra un manicotto di 150 cm^2 di superficie laterale ed il terreno, ottenendo così valori indicativi delle caratteristiche tessiturali del tratto interessato.

Con questa tecnica si possono abbastanza chiaramente distinguere i terreni che offrono resistenza prevalentemente per effetto della coesione tra i minerali (terreni argillosi s.l.) da quelli nei quali

la resistenza alla deformazione è in prevalenza offerta dall'attrito tra i granuli (comportamento incoerente, terreni sabbiosi s.l.). Il valore FR (Friction Ratio) definisce appunto tale misura, come rapporto tra la resistenza di punta Q_c e la resistenza di attrito sul manicotto R_l o F_s (detta resistenza di attrito laterale locale).



Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA CPT-1 ESEGUITA SUL SITO



Figura 3 INDAGINE PENETROMETRICA CPT-2 ESEGUITA SUL SITO

Nel caso in esame le prove sono state eseguite con penetrometro statico-dinamico PAGANI TG 63-200, impiegato in configurazione statica e punta meccanica di tipo "Begemann", con le seguenti caratteristiche:

- lettura delle pressioni di picco tramite cella

- ancoraggio al terreno per mezzo di aste elicoidali
- spinta max in infissione di 200 kN



Figura 4 INDAGINE PENETROMETRICA CPT-3 ESEGUITA SUL SITO

Punta conica

- Angolo al vertice 60°
- Diametro 35.7 mm
- Sezione 10 cm²

Manicotto di frizione

- Diametro 35.7 mm
- Lunghezza 133 mm
- Superficie 150 cm²

Negli allegati fuori testo (tabelle e diagrammi delle prove) sono riportati i valori della resistenza alla punta (R_p), della resistenza laterale (R_l) necessari all'infissione di 20 cm dello strumento nel terreno.

Fatte le dovute correlazioni di tipo empirico, è possibile ricavare una stima di massima dei principali parametri geomeccanici (angolo di attrito, resistenza al taglio, coefficiente di compressibilità, ecc.) nonché un'indicazione della stratigrafia basata sul rapporto fra le resistenze in gioco, tenendo comunque presente che non è possibile sintetizzare le procedure di stima dei parametri geotecnici, i limiti e le caratteristiche di affidabilità delle procedure adottate.

Per la comprensione esaustiva dei procedimenti occorre difatti rimandare alle seguenti pubblicazioni:

- Kulhawy, F.H. and Mayne, P.W. 1990. Manual on estimating soil properties for foundation design. Report EL-6800, Electric Power Research Institute, Palo Alto, 306 p.

- Mesri, G., D.O.K. Lo, and T.W. Feng. "Settlement of Embankments on Soft Clays." Keynote Lecture, Settlement '94, Texas A&M University, College Station, Texas, Geotechnical Special Publication 40, 1, June 1994, pp. 8-56.
- Mesri, G. and M. Shahien. "Prediction of Settlement of Footings on Sand." Prediction Symposium, Geotechnical Special Publication 41, ASCE, (June 1994): pp. 188-191
- T. Lunne, P.K. Robertson and J.J.M. Powell, Cone Penetration testing in Geotechnical Practice, Taylor & Francis Group Spon Press (London, Jan 1997);
- Eurocode 7 - Designers' Guide to EN 1997-1: Geotechnical design - General rules, R Frank, C Bauduin, R Driscoll, M Kavvas, N Krebs Ovesen, T Orr and B Schuppener;
- National Cooperative Highway Research Program - NCHRP Synthesis 368 Cone Penetration Testing, a Synthesis of Highway Practice – Consultant Paul W. Mayne Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia, Washington D.C., 2007;
- Can. Geotech. J. 46: 1337–1355 (2009) Interpretation of cone penetration tests — a unified approach. P.K. Robertson;
- Gregg Drilling & Testing Inc. Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering By P. K. Robertson and K.L. Cabal (Robertson), 4th Edition, July 2010.

3 – CONCLUSIONI

La prova penetrometrica ha permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici del terreno investigato.

A seguire si riporta una tabella di sintesi delle specifiche tecniche della prova eseguita:

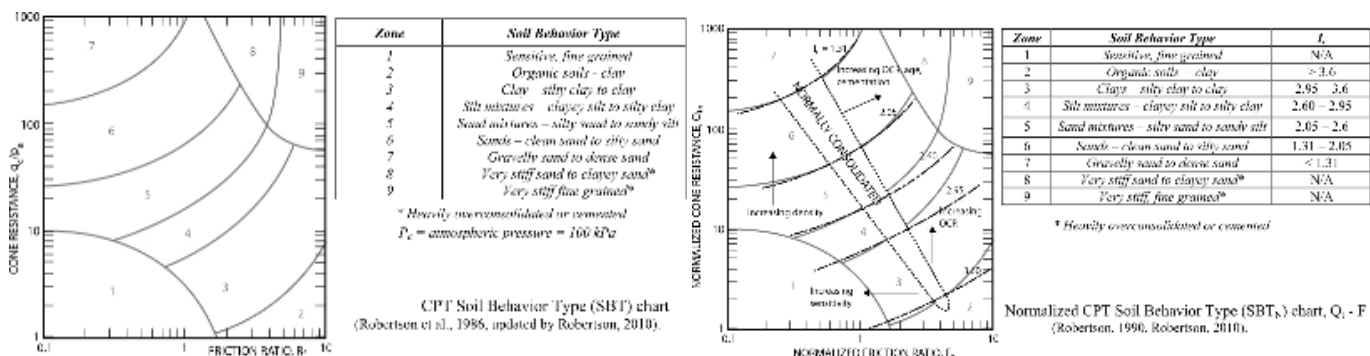
Prova n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate geografiche WGS84	
					X	Y
1	16.11.2020	CPT 1-161120	11.00	1.80	10°10.510'E	43°57.128'N
2	16.11.2020	CPT 2-161120	15.00	2.00	10°10.483'E	43°57.113'N
3	16.11.2020	CPT 3-161120	15.00	1.80	10°10.470'E	43°57.112'N

La falda, misurata direttamente in foro in corrispondenza delle prove, è risultata tra 1.80 m e 2.00 m dal piano campagna. Da considerare che il foro per la prova CPT-2 è stato attrezzato di piezometro per 3.00 m.

Per favorire la comprensione dei valori rilevati (semplici e normalizzati) e dei parametri geotecnici derivati, determinati questi ultimi con relazioni fondamentalmente empiriche (riportate in allegato fuori testo), si fornisce una legenda e brevi commenti sulle caratteristiche dei singoli parametri:

- R_p (o Q_c) = resistenza alla punta del cono.
- R_L (o F_s) = resistenza laterale al manicotto della punta.
- Q_t = resistenza del cono corretta = $Q_c + u_2(1-a)$ dove "a" è un valore determinato in laboratori o sulla specifica punta impiegata (di norma da 0.7 a 0.85) ed u_2 la misura della pressione neutra ottenuta dalle prove CPTu. Le presenti prove sono state eseguite con la punta meccanica Begemann, che non contiene strumenti per la misura della pressione neutra "u" e necessariamente nell'elaborazione si è posto $Q_t = Q_c$.
- Friction Ratio, FR = il rapporto espresso in termini percentuali tra la resistenza del manicotto di frizione R_L e la resistenza corretta del cono Q_t . $FR = (R_L/Q_t) \times 100\%$.

- Pore pressure u = pressione dei pori (o pressione interstiziale) misurata durante l'infissione. Quando l'elemento poroso che permette la misura è posto dietro il cono la lettura è indicata come u_2 , mentre quando è collocata sulla punta è indicata come u_1 . Nel nostro caso non essendo possibile la misura della pressione neutra, questa è stata posta pari alla pressione idrostatica.
- SBT – SBTn = Soil Behavior Type e Soil Behavior Type Normalized. Il tipo di terreno riconoscibile dai valori di prova è determinato mediante confronto dei valori di misura semplici o normalizzati, in funzione dello stato di sforzo totale verticale dei terreni alla quota della misura (σ_{v0}), con grafici predisposti che individuano vari ambiti di appartenenza dei valori letti, ovvero il tipo di comportamento prevalente del terreno (v. figure sottostanti).



Il valore I_c (detto Indice del SBT) deriva da tali grafici e rappresenta il raggio dei cerchi essenzialmente concentrici che formano i limiti degli ambiti omogenei dei terreni sul grafico. Operando con valori normalizzati:

$$I_c = \sqrt{(\log FR + 1.22)^2 + (\log Q_{tn} - 3.47)^2}$$

- Q_{tn} = resistenza penetrometrica normalizzata (adimensionale) = $((Q_t - \sigma_{v0}) / P_{a2}) * (P_a / \sigma'_{v0})^n$,

e n (esponente della tensione) = $0.381 (I_c) + 0.05 (\sigma'_{v0} / P_a) - 0.15$ con $n \leq 1$, P_{a2} e P_a pressioni di riferimento nelle medesime unità di σ_{v0} e σ'_{v0} che a loro volta rappresentano la tensione geostatica totale ed efficace. Il valore di I_c è ottenuto mediante procedura iterativa finché la variazione di n è minore di 0.01. L'esponente n varia tipicamente tra 0.5 in sabbie pulite a 1.0 in terreni argillosi.

- FR = rapporto di frizione normalizzato, in % = $(R_L / (Q_C - \sigma_{v0})) \times 100$.

Se l'esponente $n = 1$, il rapporto di frizione normalizzato è $FR = (R_L / (Q_t - \sigma_{v0})) \times 100$ e $Q_{tn} = Q_t = (Q_t - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$. Nelle procedure di calcolo tale parametro è indicato come Q_{t1} dove l'indice 1 è utilizzato per precisare che l'esponente impiegato è pari a 1.

Per la caratterizzazione dei terreni si è quindi fatto riferimento al diagramma logaritmico di Robertson (1990), avente in ascissa il rapporto d'attrito normalizzato adimensionale (FR) e in ordinata la resistenza di punta normalizzata adimensionale (Q_{tn})

Il diagramma è diviso in 9 zone cui corrispondono altrettante classi di terreno:

Indice terreno	Zona	Descrizione	Comportamento
	9	Terreni fini	Fortemente sovraconsolidato o cementato
	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	

$I_c < 1.31$	7	Sabbia ghiaiosa	Incoerente
$1.31 < I_c < 2.05$	6	Sabbia	
$2.05 < I_c < 2.60$	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	Misto
$2.6 < I_c < 2.95$	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
$2.95 < I_c < 3.60$	3	Argilla	Coesivo
$I_c > 3.6$	2	Suolo organico - Torba	
	1	Terreni sensibili	

Figura 5 INDICE DEL TIPO DI TERRENO UTILIZZATO PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Si riporta di seguito la carta di Robertson, con i valori normalizzati FR e Q_{tn} ricavati dalle prove penetrometriche, mentre si rimanda agli allegati fuori testo per i grafici dell'indice I_c ricavato in funzione della profondità, per ogni singola prova.

L'analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del "geologo/ingegnere" responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito all'elaborazione della prova penetrometrica (suddivisioni parametri geomeccanici del terreno), si devono intendere come pura e semplice interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sull'indagine svolta si rimanda al relativo allegato fuori testo.

Pietrasanta, 18/11/2020

Dott. Michele Giovannetti - Geologo

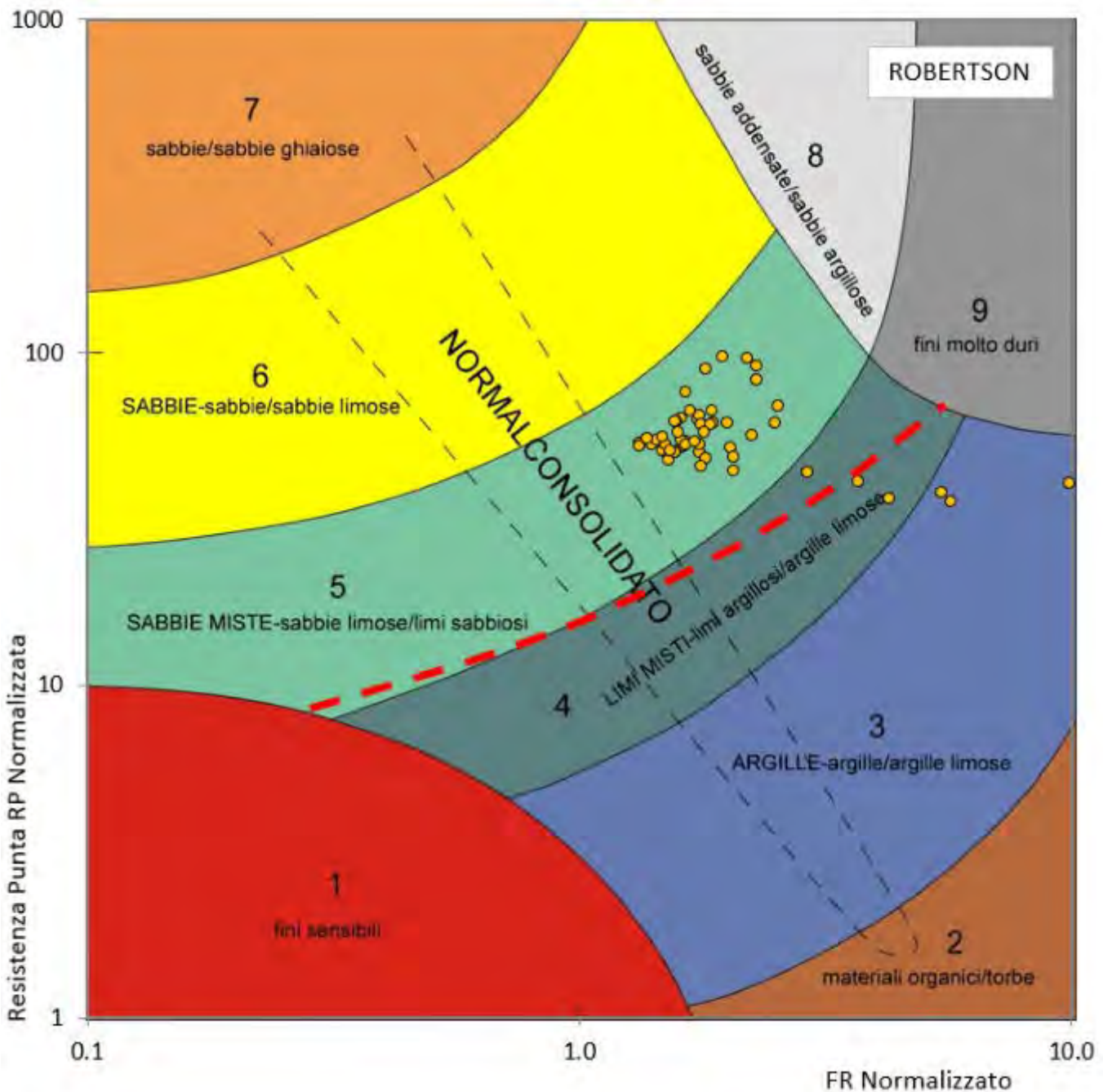


Figura 6 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT-1

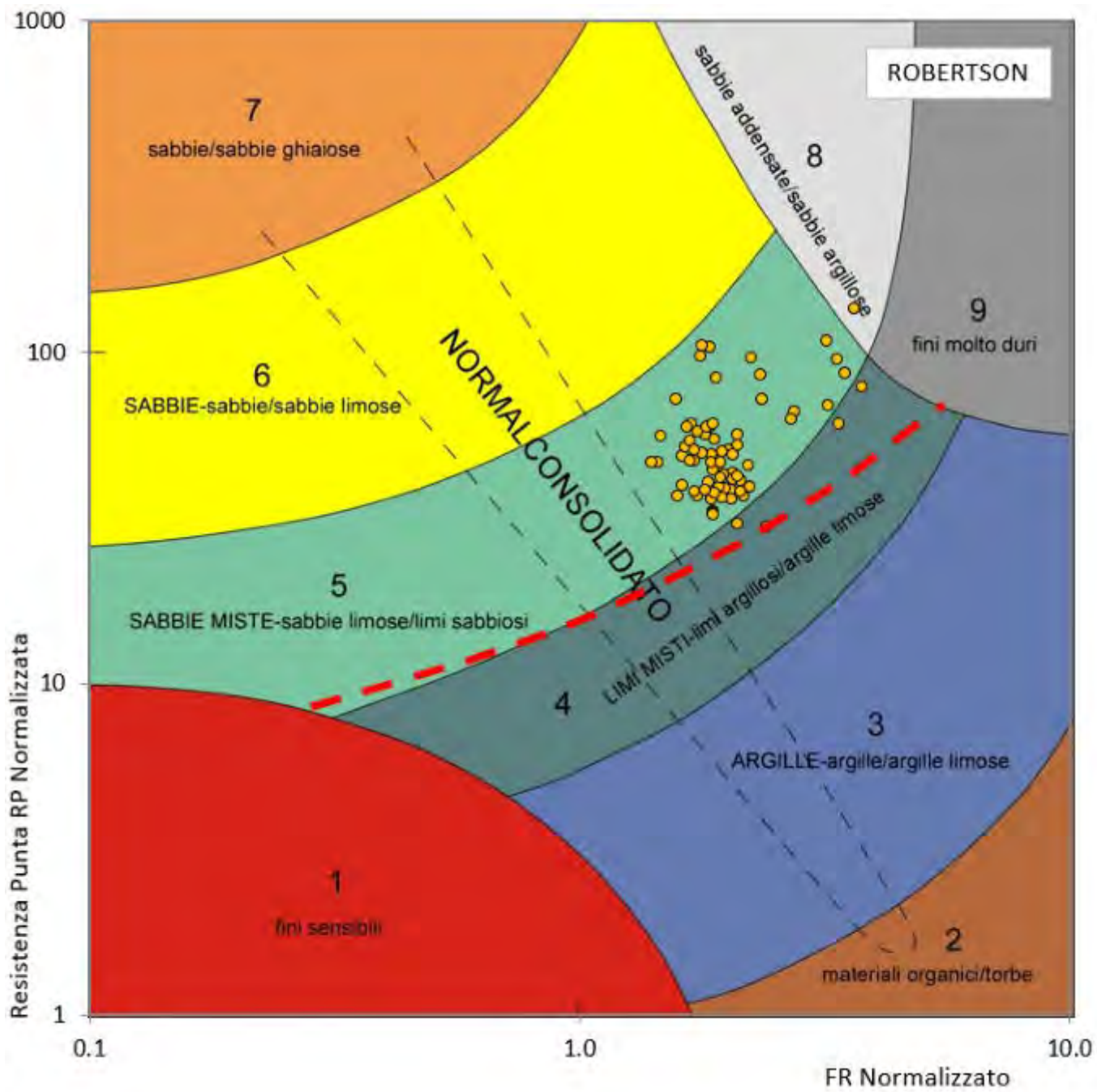


Figura 7 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT-2

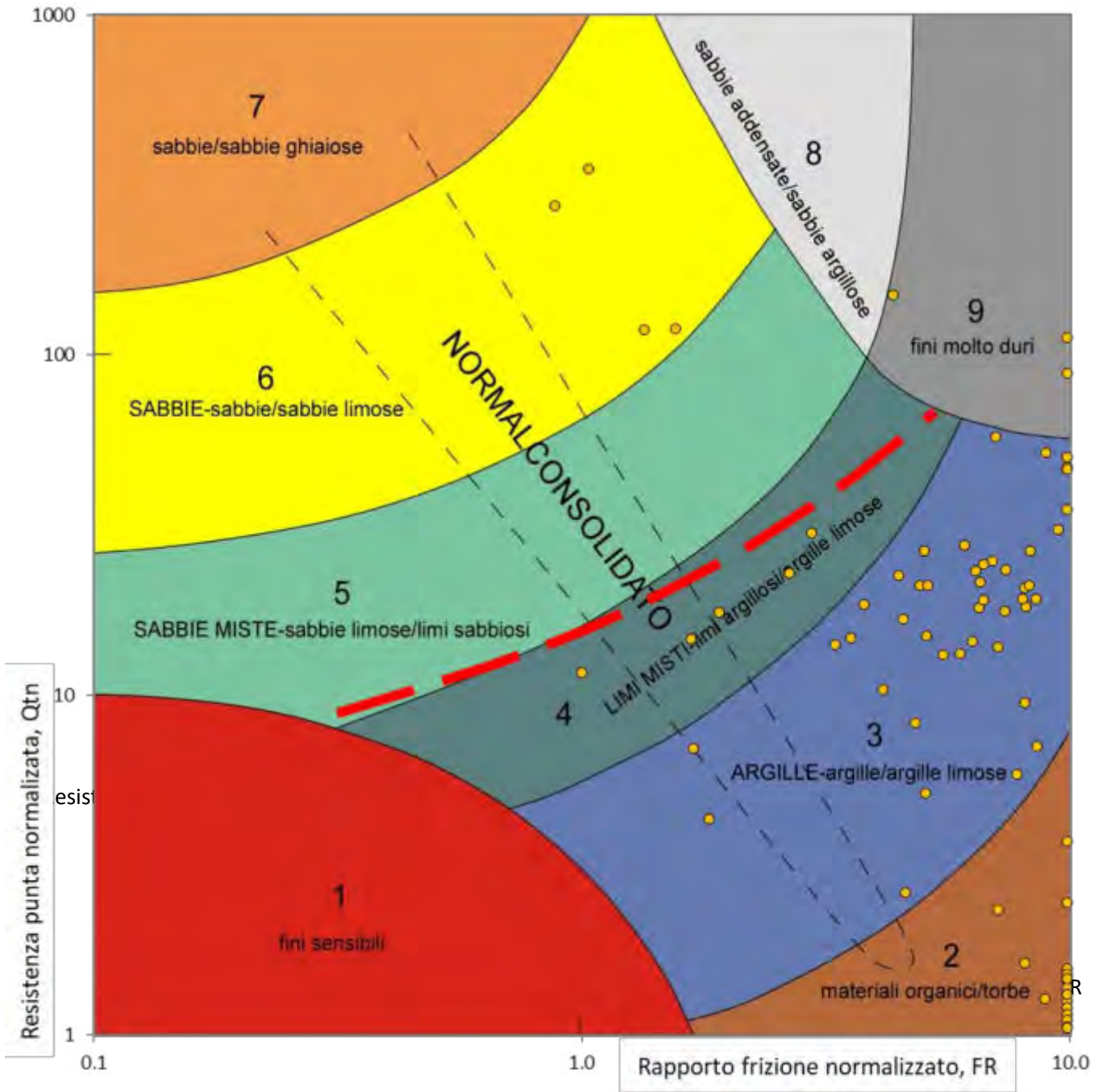


Figura 8 CARTA DI ROBERTSON (1990) CPT-3

ALLEGATI FUORI TESTO

AII. 1 - CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE CELLA CPT



Loc. Campo grande n°26
29010 CALENDASCO (PC)
ITALY
www.pagani-geotechnical.com
info@pagani-geotechnical.com
Tel: +39 0523 771535 - Fax: +39 0523 773449

CERTIFICATE OF CALIBRATION N° C022/20

Object: MANUAL SELECTOR WITH LOAD CELL AND DIGITAL INDICATOR

Address: G&GEO STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
(destinatario) VIA AURELIA SUD, 14
55045 PIETRASANTA - LUCCA

Date of issue: 25/08/2020
(Data di emissione)

Calibrated system: (Sistema Tarato)
Model TGAS11 - TC4 20 ton
Serial number TGAS11 - 214277
Maximum capacity (kg) 20000
Rated output (mV/V) 2

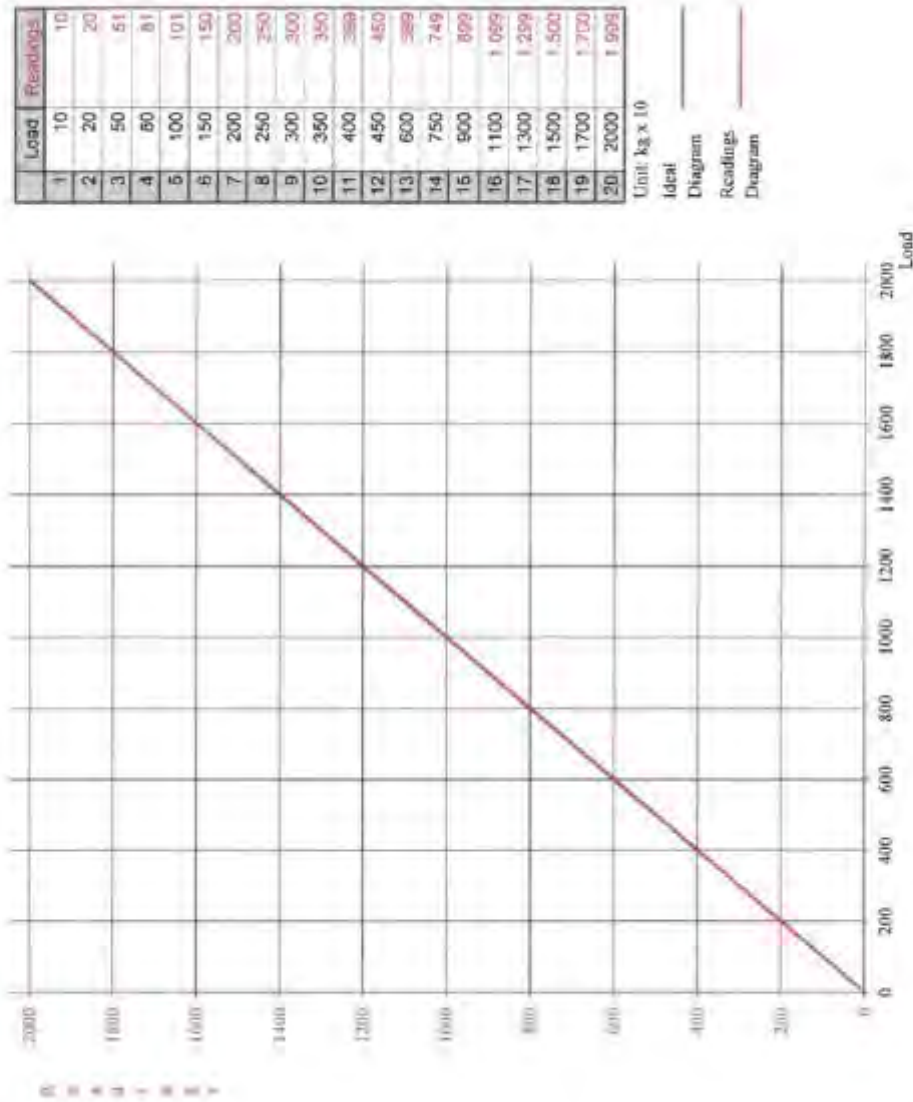
Applied load measurement system:
(Sistema di rilevamento del carico applicato)

Load cell:
Manufacturer AEP transducers
Model KAL200 Kn
Serial Number 138913

Digital Indicator:
Manufacturer Eaesdyr Italiana
Model Aura 20
Serial Number 29084

The measurement system is periodically checked in a SIT calibration center. (Il sistema di rilevamento è sottoposto a verifica periodica presso un centro SIT)

Last verification date: 16/01/2020
Certificate N° LAT 091 2020-015
Temperature of calibration 22°
Humidity 34%



AGS

System calibrated by: _____ Date of calibration: 25/08/2020

***AII. 2 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI
GEO TECNICI PRINCIPALI***

Angolo di attrito ϕ (°)

Kulhawy - Mayne, 1990

$$\phi = 17.6 + 11 \cdot \text{LOG}(R_p)$$

Caquot, 1948

$$\phi = 9.8 + 4.96 \cdot \text{LN}(R_p/\sigma'_{v0})$$

De Beer, 1965

$$\phi = 5.9 + 4.76 \cdot \text{LN}(R_p/\sigma'_{v0})$$

Durgunouglu-- Mitchell, (1973)

$$\phi = 14.4 + 4.8 \cdot \text{LN}(R_p) - 4.5 \cdot \text{LN}\sigma'_{v0}$$

Meyerhof, 1956

$$\phi = 17.4 + 4.49 \cdot \text{LN}(R_p)$$

Koppejan, 1948

$$\phi = 5.8 + 5.21 \cdot \text{LN}(R_p/\sigma'_{v0})$$

Coesione non drenata C_u (kg/cmq)

Mesri, (1975)

$$C_u = 0.22 \cdot \sigma'_p$$

Ladd, 1991

$$C_u = 0.22 \cdot \sigma'_{v0} \cdot OCR^{0.8}$$

Terzaghi, 1943

$$C_u = (R_p - \sigma_{v0})/20$$

Coesione efficace c' (kg/cmq)

Relazione empirica

$$c' = 0.03 \cdot \sigma'_p$$

Peso di volume γ (kg/mc)

Mayne, 2010

$$\gamma = 1.95 \cdot \gamma_w \cdot (\sigma'_{v0}/p_a)^{0.06} \cdot (R_l/p_a)^{0.06}$$

Mayne, 2014

$$\gamma = \gamma_w \cdot (1.22 + 0.15 \cdot \text{LN}\left(\frac{R_l}{p_a}\right) + 0.01$$

Robertson, 2010

$$\gamma = \gamma_w \cdot (0.27 \cdot \text{LOG}(FR) + 0.36 \cdot \text{LN}\left(\frac{R_p}{p_a}\right) + 1.236$$

Mayne, 2014

$$\gamma = 26 - \frac{14}{1 + (0.5 \cdot (\text{LOG}(1 + R_l))^2)}$$

Mayne, 2014

$$\gamma = 12 + 1.5 \cdot \text{LN}(0.1 + R_l)$$

Modulo elastico o di Young E (kg/cmq)

Robertson-Campanella, 1983

$$E = 2 \cdot R_p$$

Schmertmann, 1970

$$E = 2.5 \cdot R_p$$

Modulo edometrico M (kg/cmq)

Kulhawy - Mayne, 1995

$$M = 8.25 \cdot (R_p - \sigma_{v0})$$

Mayne

$$M = 5 \cdot (R_p - \sigma_{v0})$$

Sanqlerat, 1972

$$E = \alpha \cdot R_p$$

$$\text{se } 1 < R_p < 20 \quad \alpha = (79 - 2.3 \cdot R_p) / 13.2$$

$$\text{se } 20.1 < R_p < 160 \quad \alpha = (50 - 0.16 \cdot R_p) / 18.5$$

$$\text{se } R_p > 160 \quad \alpha = (228 - 0.665 \cdot R_p) / 92.1$$

Rapporto di sovraconsolidamento OCR (-)

Karlsruud, 2005

$$OCR = 0.33 \cdot Q_{t1}^{1.2}$$

Mayne, 1986

$$OCR = 0.33 \cdot ((R_p - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0})$$

Robertson, 2009

$$OCR = 0.25 \cdot Q_{t1}^{1.25}$$

Velocità delle onde sismiche di taglio Vs (m/s)

Barrow-Stokoe, 1983

$$V_s = 50.6 + R_p \cdot 2.1$$

Baldi, 1989

$$V_s = 277 \cdot R_p^{0.13} \cdot \sigma'_{v0}{}^{0.27}$$

Mayne-Rix, 1995

$$V_s = 1.75 \cdot R_p^{0.627}$$

Madiai, 2006

$$V_s = 170 \cdot R_p^{0.29} \cdot R_L^{0.036}$$

Mayne, 2006

$$V_s = 51.6 \cdot LN(R_p)^{0.5}$$

Hegazi-Mayne

$$V_s = (10.1 \cdot LOG(R_p) - 11.4)^{1.67} \cdot (100 \cdot \frac{R_L}{R_p})^{0.3}$$

Robertson, 2009

$$V_s = (10^{0.55 \cdot I_c - 1.68} \cdot (R_p - \sigma_{v0}) / p_a)^{0.5}$$

AII. 3 - ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

CERTIFICATO N°

CPT 1-161120

DEL

16.11.2020

INDAGINE PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

richiedente Studio RAMO

data esecuzione 16.11.2020

committente Colonial srl

prova n. 1

indirizzo cantiere via Caio Duilio

quota inizio piano campagna

località Forte dei Marmi

Coordinate GPS 43°57.128'N 10°10.510'E

comune Forte dei Marmi

profondità prova 11.00

provincia Lucca

falda 1.80

Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155

Rif. Norme ASTM D3441-86/AGI 1977/ISSMFE 1988

Diametro punta conica meccanica ϕ	35.7	mm
Angolo di apertura α	60	°
Area punta A_p	10	cm ²
A (area base punta conica)	20	cm ²
Manicotto laterale tipo "Begemann" h	13.3	cm
Velocità di avanzamento costante V	2 (± 0.5)	cm/s
Superficie laterale A_m	150	cm ²
Costante di trasformazione Ct	10	(Ct = Spinta (kg)/Lettura campagna)
Anello allargatore		
Cella di carico con centralina digitale	(Modello REP - TC4 20 t - n° di serie 0206)	
Sistema di misura idraulico		
Intervallo di lettura	20	cm
P (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta		
P+L (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione di punta e manicotto		
Rp Resistenza alla punta o qc - Cone Resistance		P x Ct/ A_p
RI Resistenza laterale locale o fs - Sleeve Friction		[(P+L)-P]x Ct/ A_m

NOTE

Foro non attrezzato con piezometro

Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una perequazione sui valori misurati (media mobile a 5 termini)

LETTURE DI CAMPAGNA

Profondità (m)	Punta	P+L	(P+L)-P	Profondità (m)	Punta	P+L	(P+L)-P
0.00	-	-	-	9.20	72	83	11
0.20	-	-	-	9.40	71	95	24
0.40	2	6	4	9.60	63	80	17
0.60	3	7	4	9.80	70	88	18
0.80	4	10	6	10.00	70	86	16
1.00	9	14	5	10.20	74	95	21
1.20	12	17	5	10.40	50	70	20
1.40	13	19	6	10.60	65	80	15
1.60	17	24	7	10.80	70	85	15
1.80	17	27	10	11.00	74	94	20
2.00	40	45	5	11.20			
2.20	33	46	13	11.40			
2.40	30	45	15	11.60			
2.60	40	56	16	11.80			
2.80	62	83	21	12.00			
3.00	70	86	16	12.20			
3.20	60	77	17	12.40			
3.40	45	54	9	12.60			
3.60	24	32	8	12.80			
3.80	26	32	6	13.00			
4.00	34	40	6	13.20			
4.20	38	49	11	13.40			
4.40	34	44	10	13.60			
4.60	36	40	4	13.80			
4.80	28	36	8	14.00			
5.00	42	48	6	14.20			
5.20	38	49	11	14.40			
5.40	32	42	10	14.60			
5.60	32	42	10	14.80			
5.80	43	45	2	15.00			
6.00	33	40	7	15.20			
6.20	39	49	10	15.40			
6.40	60	72	12	15.60			
6.60	42	53	11	15.80			
6.80	37	46	9	16.00			
7.00	35	49	14	16.20			
7.20	28	39	11	16.40			
7.40	43	53	10	16.60			
7.60	52	59	7	16.80			
7.80	60	70	10	17.00			
8.00	43	55	12	17.20			
8.20	53	63	10	17.40			
8.40	48	64	16	17.60			
8.60	50	62	12	17.80			
8.80	54	67	13	18.00			
9.00	56	69	13	18.20			

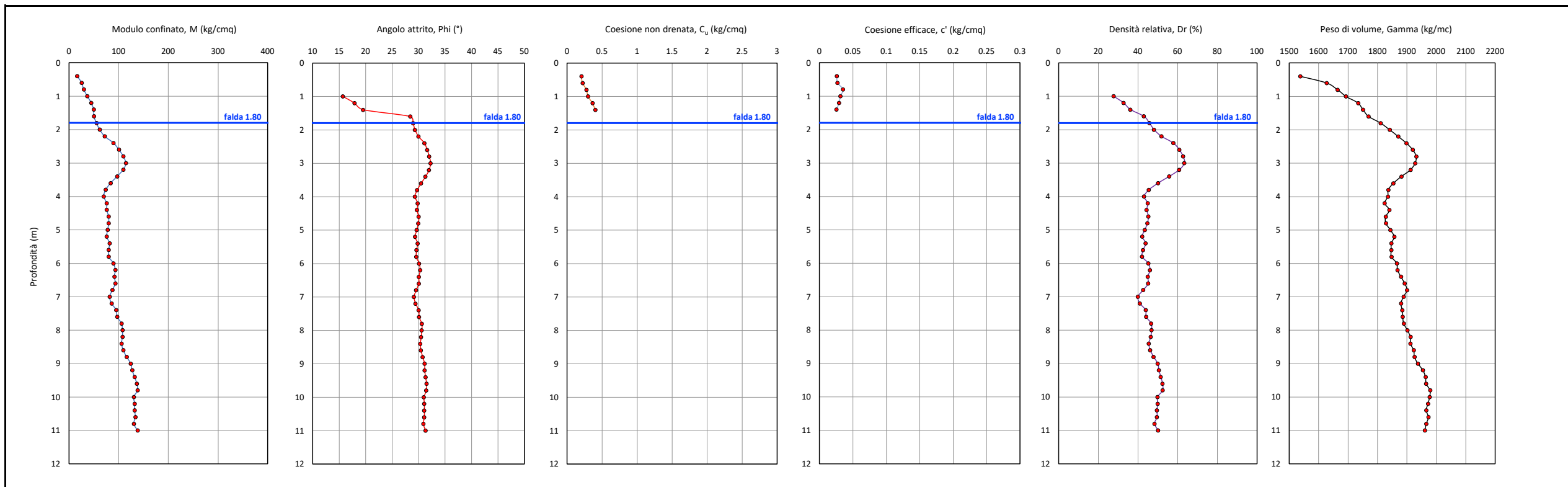
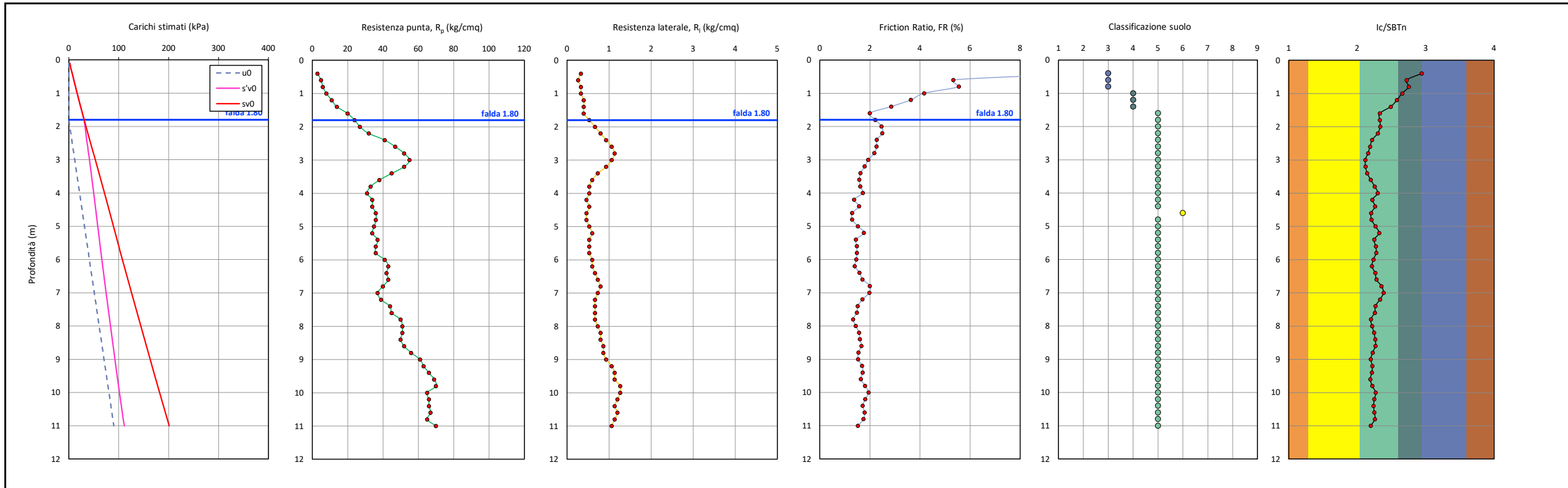
Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	Soil Behaviour Type (SBTn)
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
	ic < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa	
	1.31 < ic < 2.05	6	Sabbia	
	2.05 < ic < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	
	2.60 < ic < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
	2.95 < ic < 3.60	3	Argilla	
ic > 3.60	2	Suolo organico - Torba		
-	1	Terreni fini sensitivi		

data esecuzione	16.11.2020	certificato n°	CPT 1-161120	falda	1.80
richiedente	Studio RAMO	committente	Colonial srl		
indirizzo cantiere	via Caio Duilio	prova n.	1	lat.	43°57.128'N
note	Foro non attrezzato con piezometro				
località	Forte dei Marmi	comune	Forte dei Marmi	long.	10°10.510'E
quota inizio	piano campagna	profondità prova	11.00		
riferimento	Ristutturazione				

G&Geo Studio Geologi Associati
Michele Giovannetti - Vanessa Greco




Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+F (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it



Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	Soil Behaviour Type (SBTn)
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
	lc < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa	
	1.31 < lc < 2.05	6	Sabbia	
	2.05 < lc < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	
	2.60 < lc < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
	2.95 < lc < 3.60	3	Argilla	
	lc > 3.60	2	Suolo organico - Torba	
-	1	Terreni fini sensitivi		

data esecuzione	16.11.2020	certificato n°	CPT 1-161120	falda	1.80
richiedente	Studio RAMO	committente	Colonial srl		
indirizzo cantiere	via Caio Duilio	prova n.	1	lat.	43°57.128'N
note	Fore non attrezzato con piezometro			long.	10°10.510'E
località	Forte dei Marmi	comune	Forte dei Marmi	provincia	Lucca
quota inizio	piano campagna	profondità prova			11.00
riferimento	Ristutturazione				



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+F (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it

Prof. (m)	Resistenza punta Rp (kg/cm ²)	Resistenza laterale Rl (kg/cm ²)	Rapporto Begemann Rp/Rl (-)	Friction Ratio FR (%)	Peso di volume γ (kN/m ³) γ (kg/m ³)		Modulo confinato M (MPa) M (kg/cm ²)		Zone SBTn				Rapporto sovraconsolidazione OCR (-)	Angolo attrito φ (°)	Densità relativa Dr (%)	Velocità Onde SH Vs (m/s)	Contenuto in fini FC (%)	Permeabilità k (m/s)	n° colpi SPT N60	Ic	Classificazione SBTn		
									lc<2.60		1-2-3-4-9											5-6-7-8	
									E (Mpa)	E (kg/cm ²)	Cu (kPa)	Cu (kg/cm ²)										c' (kPa)	c' (kg/cm ²)
0.20																							
0.40	3.00	0.33	9.00	11.11	15.08	1537.87	1.61	16.39			20.04	0.20	2.55	0.03	18.93			114.44	69.33	1.03E-08	1	2.94	3
0.60	5.00	0.27	18.75	5.33	15.96	1627.10	2.51	25.57			21.69	0.22	2.65	0.03	19.28			121.10	57.28	4.75E-08	1	2.72	3
0.80	6.00	0.33	18.00	5.56	16.32	1664.27	2.91	29.64			27.04	0.28	3.46	0.04	17.11			130.67	58.88	3.86E-08	2	2.75	3
1.00	8.00	0.33	24.00	4.17	16.60	1692.99	3.60	36.73			29.35	0.30	3.69	0.03	17.94	16	28	137.67	53.81	7.52E-08	2	2.66	4
1.20	11.00	0.40	27.50	3.64	17.01	1734.28	4.39	44.75	2.43	24.75	35.49	0.36	2.88	0.03	20.70	18	33	149.65	49.81	1.29E-07	3	2.58	4
1.40	14.00	0.40	35.00	2.86	17.17	1750.93	4.87	49.64	3.09	31.50	39.43	0.40	2.51	0.03	22.65	20	36	156.20	45.17	2.45E-07	4	2.49	4
1.60	20.00	0.40	50.00	2.00	17.36	1769.89	4.90	50.00	4.41	45.00						28	43	165.97	37.35	7.48E-07	5	2.33	5
1.80	24.00	0.53	45.00	2.22	17.76	1810.69	5.42	55.25	5.30	54.00						29	46	179.05	37.36	7.46E-07	6	2.33	5
2.00	27.00	0.67	40.50	2.47	18.06	1841.74	6.04	61.58	5.96	60.75						29	48	188.78	37.63	7.17E-07	6	2.33	5
2.20	32.00	0.80	40.00	2.50	18.34	1870.39	7.04	71.82	7.06	72.00						30	52	199.51	36.12	9.06E-07	7	2.30	5
2.40	41.00	0.93	43.93	2.28	18.62	1898.61	8.76	89.36	9.05	92.25						31	58	212.83	32.42	1.63E-06	9	2.22	5
2.60	47.00	1.07	44.06	2.27	18.83	1920.07	9.85	100.40	10.37	105.75						32	61	222.40	31.17	2.00E-06	10	2.19	5
2.80	52.00	1.13	45.88	2.18	18.95	1931.87	10.71	109.21	11.47	117.00						32	63	228.75	29.89	2.47E-06	11	2.16	5
3.00	55.00	1.07	51.56	1.94	18.91	1928.14	11.21	114.31	12.14	123.75						32	63	229.67	28.19	3.27E-06	12	2.12	5
3.20	52.00	0.93	55.71	1.79	18.75	1912.33	10.71	109.21	11.47	117.00						32	61	223.76	28.31	3.21E-06	11	2.12	5
3.40	45.00	0.73	61.36	1.63	18.45	1881.27	9.49	96.78	9.93	101.25						31	56	211.51	29.35	2.70E-06	10	2.15	5
3.60	38.00	0.60	63.33	1.58	18.18	1853.94	8.20	83.65	8.38	85.50						30	50	200.27	31.55	1.88E-06	8	2.20	5
3.80	33.00	0.53	61.88	1.62	18.01	1836.82	7.24	73.83	7.28	74.25						30	45	192.79	34.08	1.25E-06	7	2.25	5
4.00	31.00	0.53	58.13	1.72	18.00	1835.61	6.85	69.80	6.84	69.75						29	43	191.14	36.02	9.20E-07	7	2.30	5
4.20	34.00	0.47	72.86	1.37	17.89	1824.42	7.44	75.82	7.50	76.50						30	45	190.94	32.56	1.60E-06	8	2.22	5
4.40	34.00	0.53	63.75	1.57	18.05	1840.54	7.44	75.82	7.50	76.50						30	44	194.73	34.35	1.20E-06	8	2.26	5
4.60	36.00	0.47	77.14	1.30	17.93	1827.91	7.82	79.76	7.94	81.00						30	45	193.45	31.78	1.81E-06	8	2.20	6
4.80	36.00	0.47	77.14	1.30	17.93	1828.70	7.82	79.76	7.94	81.00						30	45	193.76	32.09	1.72E-06	8	2.21	5
5.00	35.00	0.53	65.63	1.52	18.08	1843.89	7.63	77.80	7.72	78.75						30	43	196.61	34.57	1.16E-06	8	2.27	5
5.20	34.00	0.60	56.67	1.76	18.21	1857.07	7.44	75.82	7.50	76.50						29	42	199.12	36.97	7.91E-07	8	2.32	5
5.40	37.00	0.53	69.38	1.44	18.11	1847.15	8.01	81.71	8.16	83.25						30	44	199.08	33.75	1.32E-06	8	2.25	5
5.60	36.00	0.53	67.50	1.48	18.11	1846.95	7.82	79.76	7.94	81.00						30	43	198.45	34.76	1.12E-06	8	2.27	5
5.80	36.00	0.53	67.50	1.48	18.12	1847.62	7.82	79.76	7.94	81.00						30	42	198.73	35.05	1.07E-06	8	2.28	5
6.00	41.00	0.60	68.33	1.46	18.30	1865.98	8.76	89.36	9.05	92.25						30	45	206.70	33.27	1.43E-06	9	2.24	5
6.20	43.00	0.60	71.67	1.40	18.32	1868.09	9.13	93.10	9.49	96.75						30	46	208.72	32.31	1.66E-06	10	2.21	5
6.40	42.00	0.67	63.00	1.59	18.44	1880.16	8.95	91.24	9.27	94.50						30	45	211.06	34.40	1.19E-06	10	2.26	5
6.60	43.00	0.73	58.64	1.71	18.56	1892.50	9.13	93.10	9.49	96.75						30	45	214.91	35.16	1.05E-06	10	2.28	5
6.80	40.00	0.80	50.00	2.00	18.64	1900.64	8.58	87.47	8.83	90.00						30	43	215.08	38.53	6.29E-07	9	2.35	5
7.00	37.00	0.73	50.45	1.98	18.52	1888.59	8.01	81.71	8.16	83.25						29	40	210.13	40.01	5.09E-07	9	2.38	5
7.20	39.00	0.67	58.50	1.71	18.44	1880.07	8.39	85.56	8.61	87.75						29	41	209.54	37.52	7.28E-07	9	2.33	5
7.40	44.00	0.67	66.00	1.52	18.48	1884.49	9.31	94.95	9.71	99.00						30	44	214.17	34.50	1.17E-06	10	2.26	5
7.60	45.00	0.67	67.50	1.48	18.49	1885.72	9.49	96.78	9.93	101.25						30	44	215.28	34.16	1.24E-06	10	2.26	5
7.80	50.00	0.67	75.00	1.33	18.53	1889.39	10.37	105.73	11.03	112.50						31	47	219.62	31.60	1.87E-06	11	2.20	5
8.00	51.00	0.73	69.55	1.44	18.65	1901.61	10.54	107.47	11.25	114.75						31	47	223.40	32.40	1.64E-06	11	2.22	5
8.20	51.00	0.80	63.75	1.57	18.75	1912.26	10.54	107.47	11.25	114.75						30	46	226.20	33.66	1.34E-06	11	2.25	5
8.40	50.00	0.80	62.50	1.60	18.75	1912.15	10.37	105.73	11.03	112.50						30	45	225.67	34.43	1.18E-06	11	2.26	5
8.60	52.00	0.87	60.00	1.67	18.86	1923.14	10.71	109.21	11.47	117.00						30	46	229.89	34.56	1.16E-06	12	2.27	5
8.80	56.00	0.87	64.62	1.55	18.89	1925.84	11.37	115.99	12.36	126.00						31	48	233.24	32.78	1.54E-06	13	2.23	5
9.00	61.00	0.93	65.36	1.53	19.00	1937.47	12.17	124.14	13.46	137.25						31	50	239.48	31.59	1.87E-06	13	2.20	5
9.20	63.00	1.07	59.06	1.69	19.17	1954.53	12.48	127.30	13.90	141.75						31	51	245.34	32.56	1.60E-06	14	2.22	5
9.40	66.00	1.13	58.24	1.72	19.26	1963.45	12.94	131.94	14.56	148.50						31	52	249.68	32.26	1.68E-06	15	2.21	5
9.60	69.00	1.13	60.88	1.64	19.27	1965.16	13.38	136.44	15.22	155.25						32	52	252.06	31.28	1.97E-06	15	2.19	5
9.80	70.00	1.27	55.26	1.81	19.41	1979.11	13.52	137.91	15.45	157.50						31	52	256.62	32.48	1.62E-06	16	2.22	5
10.00	65.00	1.27	51.32	1.95	19.39	1977.38	12.79	130.41	14.34	146.25						31	50	253.37	34.74	1.13E-06	15	2.27	5
10.20	66.00	1.20	55.00	1.82	19.34	1971.92	12.94	131.94	14.56	148.50						31	50	252.59	33.85	1.30E-06	15	2.25	5
10.40	66.00	1.13	58.24	1.72	19.28	1965.62	12.94	131.94	14.56	148.50						31	50	251.01	33.34	1.41E-06	15	2.24	5
10.60	67.00	1.20	55.83	1.79	19.35	1973.18	13.09	133.45	14.78	150.75						31	50	253.81	33.85	1.30E-06	15		

CERTIFICATO N°

CPT 2-161120

DEL

16.11.2020

INDAGINE PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

richiedente Studio RAMO

data esecuzione 16.11.2020

committente Colonial srl

prova n. 2

indirizzo cantiere via Caio Duilio

quota inizio piano campagna

località Forte dei Marmi

Coordinate GPS 43°57.113'N 10°10.483'E

comune Forte dei Marmi

profondità prova 15.00

provincia Lucca

falda 2.00

Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155

Rif. Norme ASTM D3441-86/AGI 1977/ISSMFE 1988

Diametro punta conica meccanica ϕ	35.7	mm
Angolo di apertura α	60	°
Area punta A_p	10	cm ²
A (area base punta conica)	20	cm ²
Manicotto laterale tipo "Begemann" h	13.3	cm
Velocità di avanzamento costante V	2 (± 0.5)	cm/s
Superficie laterale A_m	150	cm ²
Costante di trasformazione Ct	10	(Ct = Spinta (kg)/Lettura campagna)
Anello allargatore		
Cella di carico con centralina digitale		(Modello REP - TC4 20 t - n° di serie 0206)
Sistema di misura idraulico		
Intervallo di lettura	20	cm
P (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta		
P+L (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione di punta e manicotto		
Rp Resistenza alla punta o qc - Cone Resistance		$P \times Ct / A_p$
RI Resistenza laterale locale o fs - Sleeve Friction		$[(P+L)-P] \times Ct / A_m$

NOTE

Foro attrezzato con piezometro (3 m)

Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una perequazione sui valori misurati (media mobile a 5 termini)

LETTURE DI CAMPAGNA

Profondità (m)	Punta	P+L	(P+L)-P	Profondità (m)	Punta	P+L	(P+L)-P
0.00	-	-	-	9.20	54	71	17
0.20	-	-	-	9.40	65	77	12
0.40	15	21	6	9.60	72	89	17
0.60	25	34	9	9.80	62	85	23
0.80	25	46	21	10.00	67	83	16
1.00	25	36	11	10.20	62	86	24
1.20	29	41	12	10.40	48	63	15
1.40	20	35	15	10.60	56	70	14
1.60	27	39	12	10.80	57	74	17
1.80	24	32	8	11.00	61	75	14
2.00	33	45	12	11.20	67	82	15
2.20	27	42	15	11.40	59	74	15
2.40	40	52	12	11.60	56	79	23
2.60	59	77	18	11.80	44	53	9
2.80	73	92	19	12.00	40	59	19
3.00	70	95	25	12.20	52	63	11
3.20	67	80	13	12.40	53	64	11
3.40	49	61	12	12.60	49	61	12
3.60	44	56	12	12.80	44	61	17
3.80	37	47	10	13.00	48	59	11
4.00	36	46	10	13.20	49	64	15
4.20	33	41	8	13.40	61	73	12
4.40	30	39	9	13.60	58	74	16
4.60	27	38	11	13.80	51	61	10
4.80	31	39	8	14.00	52	69	17
5.00	31	40	9	14.20	56	66	10
5.20	26	35	9	14.40	46	55	9
5.40	33	43	10	14.60	42	60	18
5.60	45	53	8	14.80	48	62	14
5.80	44	53	9	15.00	51	67	16
6.00	40	51	11	15.20			
6.20	23	33	10	15.40			
6.40	38	42	4	15.60			
6.60	29	46	17	15.80			
6.80	38	42	4	16.00			
7.00	32	45	13	16.20			
7.20	24	35	11	16.40			
7.40	46	53	7	16.60			
7.60	34	48	14	16.80			
7.80	42	50	8	17.00			
8.00	49	63	14	17.20			
8.20	47	53	6	17.40			
8.40	54	68	14	17.60			
8.60	59	75	16	17.80			
8.80	54	70	16	18.00			
9.00	64	76	12	18.20			

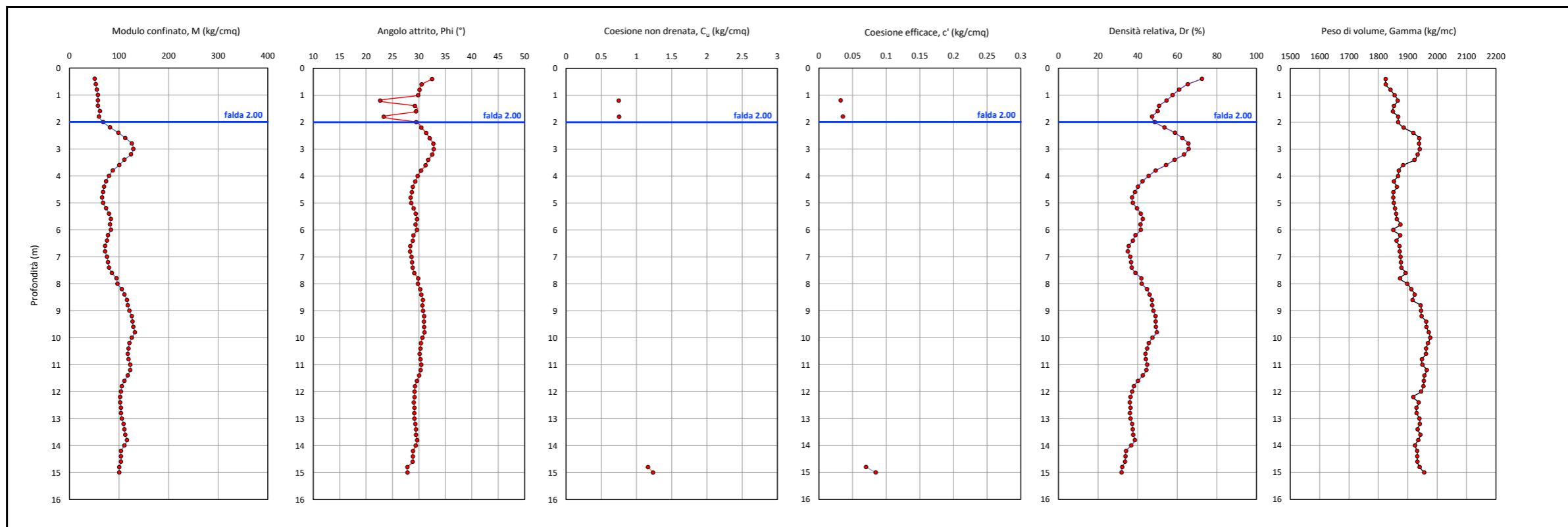
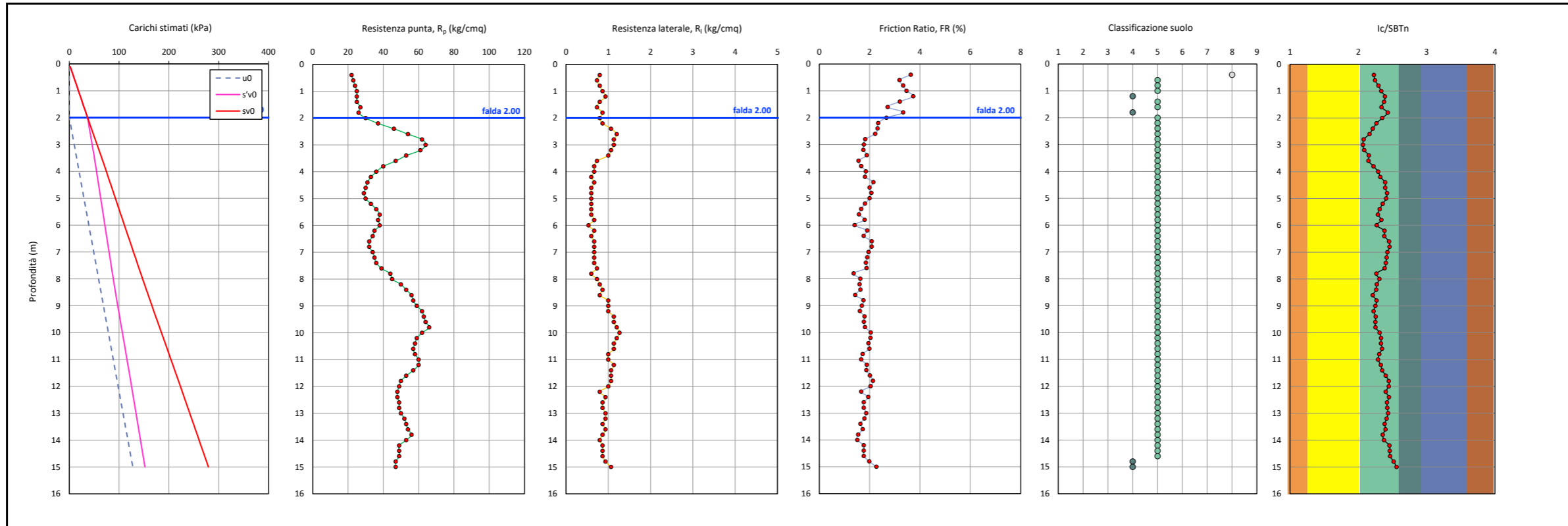
Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	Soil Behaviour Type (SBTn)
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
	$I_c < 1.31$	7	Sabbia ghiaiosa	
	$1.31 < I_c < 2.05$	6	Sabbia	
	$2.05 < I_c < 2.60$	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	
	$2.60 < I_c < 2.95$	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
	$2.95 < I_c < 3.60$	3	Argilla	
$I_c > 3.60$	2	Suolo organico - Torba		
-	1	Terreni fini sensibili		

data esecuzione	16.11.2020	certificato n°	CPT 2-161120	falda	2.00
richiedente	Studio RAMO	committente	Colonial srl	lat.	43°57.113'N
indirizzo cantiere	via Caio Duilio	prova n.	2	long.	10°10.483'E
note	Foro attrezzato con piezometro (3 m)				
località	Forte dei Marmi	comune	Forte dei Marmi	provincia	Lucca
quota inizio	piano campagna	profondità prova	15.00		
riferimento	Ristutturazione				

G&Geo Studio Geologi Associati
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+F (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it



Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa
	lc < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa
	1.31 < lc < 2.05	6	Sabbia
	2.05 < lc < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa
	2.60 < lc < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso
	2.95 < lc < 3.60	3	Argilla
	lc > 3.60	2	Suolo organico - Torba
-	1	Terreni fini sensitivi	

Soil
Behaviour
Type
(SBTn)

data esecuzione	16.11.2020	certificato n°	CPT 2-161120	falda	2.00
richiedente	Studio RAMO	committente	Colonial srl		
indirizzo cantiere	via Caio Duilio	prova n.	2	lat.	43°57.113'N
note	Fore attrezzato con piezometro (3 m)			long.	10°10.483'E
località	Forte dei Marmi	comune	Forte dei Marmi	provincia	Lucca
quota inizio	piano campagna	profondità prova	15.00		
riferimento	Ristutturazione				

G&Geo Studio Geologi Associati
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+F (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it

Prof. (m)	Resistenza punta Rp (kg/cm ²)	Resistenza laterale Rl (kg/cm ²)	Rapporto Begeemann Rp/Rl (-)	Friction Ratio FR (%)	Peso di volume		Modulo confinato		Modulo elastico		Coesione non drenata		Coesione efficace		Rapporto sovraconsolidazione OCR (-)	Angolo attrito φ (°)	Densità relativa Dr (%)	Velocità Onde SH Vs (m/s)	Contenuto in fini FC (%)	Permeabilità k (m/s)	n° colpi SPT N60	Ic	Classificazione e SBTn
					γ (kN/m ³)	γ (kg/m ³)	M (MPa)	M (kg/cm ²)	E (Mpa)	E (kg/cm ²)	Cu (kPa)	Cu (kg/cm ²)	c' (kPa)	c' (kg/cm ²)									
					Zone SBTn																		
0.20																							
0.40	22.00	0.80	27.50	3.64	17.90	1824.77	5.00	50.97	4.85	49.50						33	72	177.37	32.98	1.49E-06	5	2.23	8
0.60	23.00	0.73	31.36	3.19	17.90	1824.90	5.21	53.12	5.07	51.75						31	65	178.65	33.67	1.34E-06	5	2.25	5
0.80	24.00	0.80	30.00	3.33	18.05	1840.83	5.42	55.25	5.30	54.00						30	61	184.11	35.87	9.42E-07	6	2.30	5
1.00	25.00	0.87	28.85	3.47	18.19	1854.98	5.63	57.38	5.52	56.25						30	58	189.12	37.70	7.10E-07	6	2.34	5
1.20	25.00	0.93	26.79	3.73	18.30	1865.83	5.63	57.38	5.52	56.25	73.44	0.75	3.16	0.03	48.54	23	55	192.64	40.36	4.84E-07	6	2.39	4
1.40	25.00	0.80	31.25	3.20	18.17	1852.62	5.63	57.38	5.52	56.25						29	51	189.56	39.74	5.28E-07	6	2.38	5
1.60	27.00	0.73	36.82	2.72	18.14	1849.26	6.04	61.58	5.96	60.75						29	50	190.54	37.88	6.91E-07	6	2.34	5
1.80	26.00	0.87	30.00	3.33	18.31	1867.38	5.83	59.48	5.74	58.50	73.89	0.75	3.49	0.04	31.78	23	47	195.14	42.32	3.65E-07	6	2.43	4
2.00	30.00	0.80	37.50	2.67	18.31	1867.16	6.65	67.77	6.62	67.50						29	49	198.19	38.48	6.34E-07	7	2.35	5
2.20	37.00	0.87	42.69	2.34	18.50	1886.01	8.01	81.71	8.16	83.25						30	54	207.77	34.62	1.15E-06	8	2.27	5
2.40	46.00	1.07	43.13	2.32	18.82	1918.80	9.67	98.60	10.15	103.50						31	59	222.26	32.24	1.68E-06	10	2.21	5
2.60	54.00	1.20	45.00	2.22	19.02	1939.16	11.04	112.63	11.92	121.50						32	63	232.77	30.18	2.35E-06	12	2.16	5
2.80	62.00	1.13	54.71	1.83	19.01	1938.35	12.33	125.73	13.68	139.50						33	66	237.41	26.55	4.30E-06	13	2.08	5
3.00	64.00	1.13	56.47	1.77	19.03	1940.63	12.64	128.86	14.12	144.00						33	66	239.29	26.12	4.62E-06	13	2.07	5
3.20	61.00	1.07	57.19	1.75	18.96	1933.45	12.17	124.14	13.46	137.25						33	63	235.66	26.86	4.08E-06	13	2.09	5
3.40	53.00	1.00	53.00	1.89	18.86	1922.88	10.88	110.92	11.69	119.25						32	59	228.07	29.81	2.50E-06	12	2.16	5
3.60	47.00	0.73	64.09	1.56	18.48	1884.51	9.85	100.40	10.37	105.75						31	54	214.56	29.47	2.64E-06	10	2.15	5
3.80	40.00	0.67	60.00	1.67	18.33	1869.43	8.58	87.47	8.83	90.00						30	49	206.29	32.70	1.56E-06	9	2.22	5
4.00	36.00	0.67	54.00	1.85	18.31	1866.82	7.82	79.76	7.94	81.00						30	46	202.99	35.70	9.67E-07	8	2.29	5
4.20	33.00	0.60	55.00	1.82	18.17	1852.74	7.24	73.83	7.28	74.25						29	42	197.56	37.06	7.81E-07	8	2.32	5
4.40	31.00	0.67	46.50	2.15	18.27	1863.12	6.85	69.80	6.84	69.75						29	40	198.75	40.53	4.72E-07	7	2.39	5
4.60	30.00	0.60	50.00	2.00	18.15	1850.93	6.65	67.77	6.62	67.50						29	39	195.16	40.49	4.75E-07	7	2.39	5
4.80	29.00	0.60	48.33	2.07	18.15	1850.43	6.44	65.72	6.40	65.25						28	37	194.41	41.84	3.91E-07	7	2.42	5
5.00	30.00	0.60	50.00	2.00	18.17	1852.46	6.65	67.77	6.62	67.50						29	38	195.75	41.21	4.28E-07	7	2.41	5
5.20	33.00	0.60	55.00	1.82	18.21	1856.65	7.24	73.83	7.28	74.25						29	40	199.06	38.79	6.06E-07	8	2.36	5
5.40	36.00	0.60	60.00	1.67	18.24	1860.36	7.82	79.76	7.94	81.00						29	42	202.22	36.66	8.32E-07	8	2.31	5
5.60	38.00	0.60	63.33	1.58	18.27	1862.83	8.20	83.65	8.38	85.50						30	43	204.35	35.52	9.96E-07	9	2.29	5
5.80	37.00	0.67	55.50	1.80	18.38	1874.64	8.01	81.71	8.16	83.25						29	41	206.63	37.79	7.01E-07	9	2.34	5
6.00	38.00	0.53	71.25	1.40	18.15	1850.56	8.20	83.65	8.38	85.50						30	42	201.73	34.76	1.12E-06	9	2.27	5
6.20	35.00	0.67	52.50	1.90	18.38	1873.96	7.63	77.80	7.72	78.75						29	39	205.30	40.04	5.06E-07	8	2.38	5
6.40	34.00	0.60	56.67	1.76	18.26	1861.58	7.44	75.82	7.50	76.50						29	38	201.70	39.86	5.19E-07	8	2.38	5
6.60	32.00	0.67	48.00	2.08	18.36	1871.89	7.04	71.82	7.06	72.00						28	35	202.90	43.37	3.15E-07	8	2.45	5
6.80	32.00	0.67	48.00	2.08	18.36	1872.46	7.04	71.82	7.06	72.00						28	35	203.16	43.69	3.01E-07	8	2.46	5
7.00	34.00	0.67	51.00	1.96	18.39	1875.24	7.44	75.82	7.50	76.50						29	36	205.40	42.16	3.74E-07	8	2.43	5
7.20	35.00	0.67	52.50	1.90	18.41	1876.82	7.63	77.80	7.72	78.75						29	37	206.62	41.58	4.06E-07	9	2.42	5
7.40	36.00	0.67	54.00	1.85	18.42	1878.33	7.82	79.76	7.94	81.00						29	37	207.82	41.02	4.40E-07	9	2.40	5
7.60	39.00	0.73	53.18	1.88	18.56	1892.49	8.39	85.56	8.61	87.75						29	39	213.54	40.13	5.00E-07	9	2.39	5
7.80	44.00	0.60	73.33	1.36	18.38	1873.71	9.31	94.95	9.71	99.00						30	42	212.52	34.48	1.17E-06	10	2.26	5
8.00	45.00	0.73	61.36	1.63	18.62	1898.19	9.49	96.78	9.93	101.25						30	42	219.27	36.44	8.60E-07	10	2.31	5
8.20	50.00	0.80	62.50	1.60	18.75	1912.05	10.37	105.73	11.03	112.50						30	45	226.15	34.82	1.11E-06	11	2.27	5
8.40	53.00	0.87	61.15	1.64	18.86	1923.63	10.88	110.92	11.69	119.25						30	46	231.15	34.42	1.18E-06	12	2.26	5
8.60	56.00	0.80	70.00	1.43	18.79	1916.37	11.37	115.99	12.36	126.00						31	47	231.33	32.20	1.69E-06	12	2.21	5
8.80	57.00	1.00	57.00	1.75	19.06	1943.46	11.54	117.65	12.58	128.25						31	47	239.10	34.63	1.15E-06	13	2.27	5
9.00	59.00	1.00	59.00	1.69	19.07	1944.95	11.86	120.92	13.02	132.75						31	48	240.86	33.91	1.29E-06	13	2.25	5
9.20	62.00	1.00	62.00	1.61	19.09	1946.86	12.33	125.73	13.68	139.50						31	49	243.32	32.77	1.55E-06	14	2.22	5
9.40	63.00	1.13	55.59	1.80	19.25	1962.45	12.48	127.30	13.90	141.75						31	49	248.25	34.09	1.25E-06	14	2.26	5
9.60	64.00	1.13	56.47	1.77	19.25	1963.36	12.64	128.86	14.12	144.00						31	49	249.23	33.87	1.29E-06	14	2.25	5
9.80	66.00	1.20	55.00	1.82	19.33	1971.40	12.94	131.94	14.56	148.50						31	50	252.76	33.95	1.28E-06	15	2.25	5
10.00	62.00	1.27	48.95	2.04	19.38	1976.29	12.33	125.73	13.68	139.50						31	47	251.91	36.62	8.37E-07	14	2.31	5
10.20	59.00	1.20	49.17	2.03	19.31	1968.87	11.86	120.92	13.02	132.75						30	46	248.19	37.57	7.23E-07	14	2.33	5
10.40	58.00	1.13	51.18	1.95	19.24	1962.08	11.70	119.29	12.80	130.50						30	45	245.85	37.54	7.26E-07	14	2.33	5
10.60	57.00	1.13	50.29	1.99	19.24	1961.94	11.54	117.65	12.58	128.25						30	44	245.34	38.32	6.49E-07	13	2.3	

11.20	60.00	1.13	52.94	1.89	19.27	1964.68	12.02	122.54	13.24	135.00						30	44	248.31	37.41	7.41E-07	14	2.33	5
11.40	57.00	1.07	53.44	1.87	19.19	1956.40	11.54	117.65	12.58	128.25						30	43	244.37	38.40	6.41E-07	13	2.35	5
11.60	53.00	1.07	49.69	2.01	19.17	1954.48	10.88	110.92	11.69	119.25						30	40	241.52	40.94	4.45E-07	13	2.40	5
11.80	50.00	1.07	46.88	2.13	19.15	1952.93	10.37	105.73	11.03	112.50						29	38	239.37	43.07	3.29E-07	12	2.45	5
12.00	49.00	1.00	49.00	2.04	19.08	1945.15	10.20	103.97	10.81	110.25						29	37	236.76	43.05	3.30E-07	12	2.45	5
12.20	48.00	0.80	60.00	1.67	18.82	1918.92	10.02	102.19	10.59	108.00						29	36	229.37	40.90	4.48E-07	12	2.40	5
12.40	48.00	0.93	51.43	1.94	19.00	1937.16	10.02	102.19	10.59	108.00						29	36	234.25	43.24	3.21E-07	12	2.45	5
12.60	49.00	0.87	56.54	1.77	18.92	1929.55	10.20	103.97	10.81	110.25						29	36	233.01	41.77	3.95E-07	12	2.42	5
12.80	49.00	0.87	56.54	1.77	18.93	1929.87	10.20	103.97	10.81	110.25						29	36	233.23	42.00	3.83E-07	12	2.42	5
13.00	50.00	0.93	53.57	1.87	19.02	1939.45	10.37	105.73	11.03	112.50						29	36	236.51	42.58	3.52E-07	12	2.44	5
13.20	52.00	0.93	55.71	1.79	19.04	1941.01	10.71	109.21	11.47	117.00						29	37	238.31	41.52	4.10E-07	13	2.41	5
13.40	53.00	0.87	61.15	1.64	18.96	1933.24	10.88	110.92	11.69	119.25						29	38	237.03	40.11	5.01E-07	13	2.39	5
13.60	54.00	0.93	57.86	1.73	19.05	1942.79	11.04	112.63	11.92	121.50						29	38	240.29	40.72	4.59E-07	13	2.40	5
13.80	56.00	0.87	64.62	1.55	18.98	1935.49	11.37	115.99	12.36	126.00						30	39	239.76	38.75	6.10E-07	13	2.36	5
14.00	53.00	0.80	66.25	1.51	18.88	1924.75	10.88	110.92	11.69	119.25						29	37	235.23	39.68	5.33E-07	13	2.38	5
14.20	49.00	0.87	56.54	1.77	18.95	1932.01	10.20	103.97	10.81	110.25						29	34	234.67	43.58	3.06E-07	12	2.46	5
14.40	49.00	0.87	56.54	1.77	18.95	1932.29	10.20	103.97	10.81	110.25						29	34	234.87	43.81	2.96E-07	12	2.46	5
14.60	49.00	0.87	56.54	1.77	18.95	1932.58	10.20	103.97	10.81	110.25						29	34	235.07	44.03	2.87E-07	12	2.47	5
14.80	47.00	0.93	50.36	1.99	19.03	1940.12	9.85	100.40	10.37	105.75	114.24	1.16	6.88	0.07	11.11	28	32	235.91	46.72	1.97E-07	12	2.52	4
15.00	47.00	1.07	44.06	2.27	19.18	1955.84	9.85	100.40	10.37	105.75	121.23	1.24	8.28	0.08	10.88	28	32	240.30	48.88	1.47E-07	12	2.56	4

CERTIFICATO N°

CPT 3-161120

DEL

16.11.2020

INDAGINE PENETROMETRICA STATICA MECCANICA (CPT)

richiedente Studio RAMO

data esecuzione 16.11.2020

committente Colonial srl

prova n. 3

indirizzo cantiere via Caio Duilio

quota inizio piano campagna

località Forte dei Marmi

Coordinate GPS 43°57.112'N 10°10.470'E

comune Forte dei Marmi

profondità prova 15.00

provincia Lucca

falda 1.80

Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155

Rif. Norme ASTM D3441-86/AGI 1977/ISSMFE 1988

Diametro punta conica meccanica ϕ	35.7	mm
Angolo di apertura α	60	°
Area punta A_p	10	cm ²
A (area base punta conica)	20	cm ²
Manicotto laterale tipo "Begemann" h	13.3	cm
Velocità di avanzamento costante V	2 (± 0.5)	cm/s
Superficie laterale A_m	150	cm ²
Costante di trasformazione Ct	10	(Ct = Spinta (kg)/Lettura campagna)
Anello allargatore		
Cella di carico con centralina digitale	(Modello REP - TC4 20 t - n° di serie 0206)	
Sistema di misura idraulico		
Intervallo di lettura	20	cm
P (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta		
P+L (lettura punta) = lettura di campagna durante l'infissione di punta e manicotto		
Rp Resistenza alla punta o qc - Cone Resistance		$P \times Ct / A_p$
RI Resistenza laterale locale o fs - Sleeve Friction		$[(P+L)-P] \times Ct / A_m$

NOTE

Foro non attrezzato con piezometro

Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una perequazione sui valori misurati (media mobile a 5 termini)

LETTURE DI CAMPAGNA

Profondità (m)	Punta	P+L	(P+L)-P	Profondità (m)	Punta	P+L	(P+L)-P
0.00	-	-	-	9.20	63	75	12
0.20	-	-	-	9.40	54	69	15
0.40	20	30	10	9.60	60	71	11
0.60	17	26	9	9.80	62	82	20
0.80	26	43	17	10.00	62	79	17
1.00	34	51	17	10.20	53	72	19
1.20	22	38	16	10.40	66	80	14
1.40	29	41	12	10.60	63	83	20
1.60	20	31	11	10.80	62	76	14
1.80	21	34	13	11.00	60	70	10
2.00	28	38	10	11.20	51	75	24
2.20	42	65	23	11.40	55	70	15
2.40	44	65	21	11.60	52	65	13
2.60	65	83	18	11.80	57	70	13
2.80	69	89	20	12.00	46	60	14
3.00	64	92	28	12.20	50	67	17
3.20	69	85	16	12.40	49	60	11
3.40	48	64	16	12.60	47	63	16
3.60	25	58	33	12.80	46	58	12
3.80	49	60	11	13.00	51	70	19
4.00	40	48	8	13.20	52	65	13
4.20	30	42	12	13.40	52	72	20
4.40	29	40	11	13.60	54	68	14
4.60	34	44	10	13.80	52	63	11
4.80	29	36	7	14.00	53	64	11
5.00	41	58	17	14.20	62	70	8
5.20	28	37	9	14.40	55	65	10
5.40	32	43	11	14.60	51	62	11
5.60	39	50	11	14.80	49	59	10
5.80	43	53	10	15.00	51	64	13
6.00	34	39	5	15.20			
6.20	31	38	7	15.40			
6.40	14	22	8	15.60			
6.60	9	17	8	15.80			
6.80	25	28	3	16.00			
7.00	27	42	15	16.20			
7.20	42	56	14	16.40			
7.40	29	35	6	16.60			
7.60	60	69	9	16.80			
7.80	35	52	17	17.00			
8.00	36	48	12	17.20			
8.20	31	41	10	17.40			
8.40	46	55	9	17.60			
8.60	55	70	15	17.80			
8.80	56	72	16	18.00			
9.00	58	72	14	18.20			

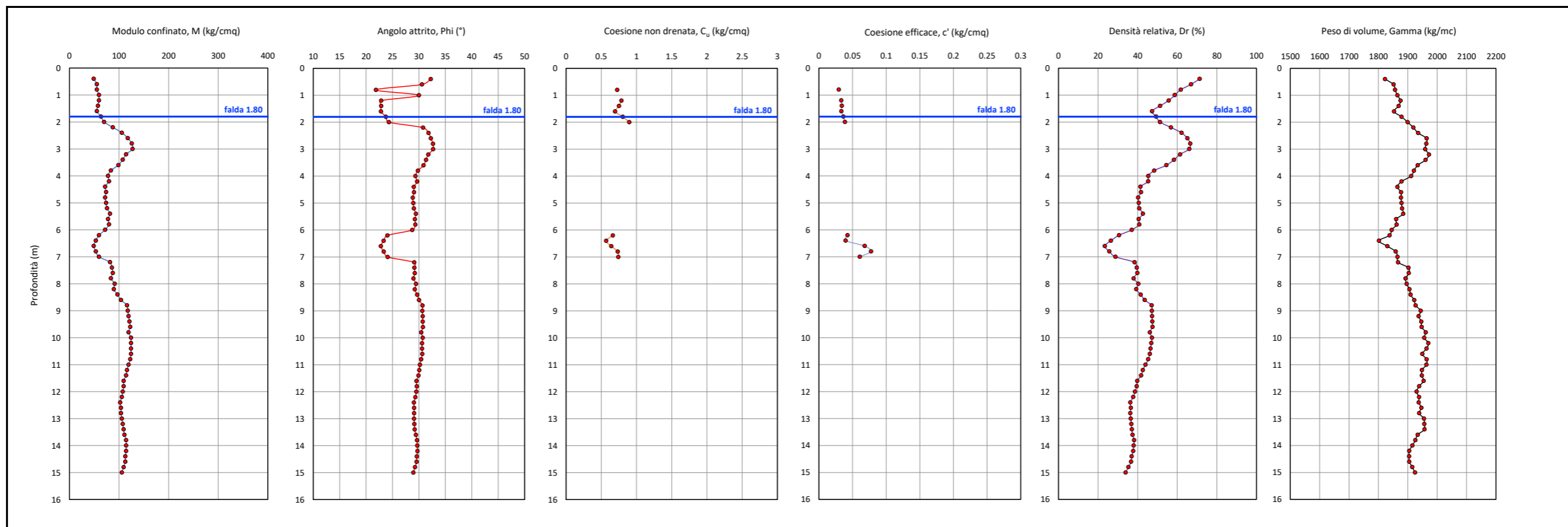
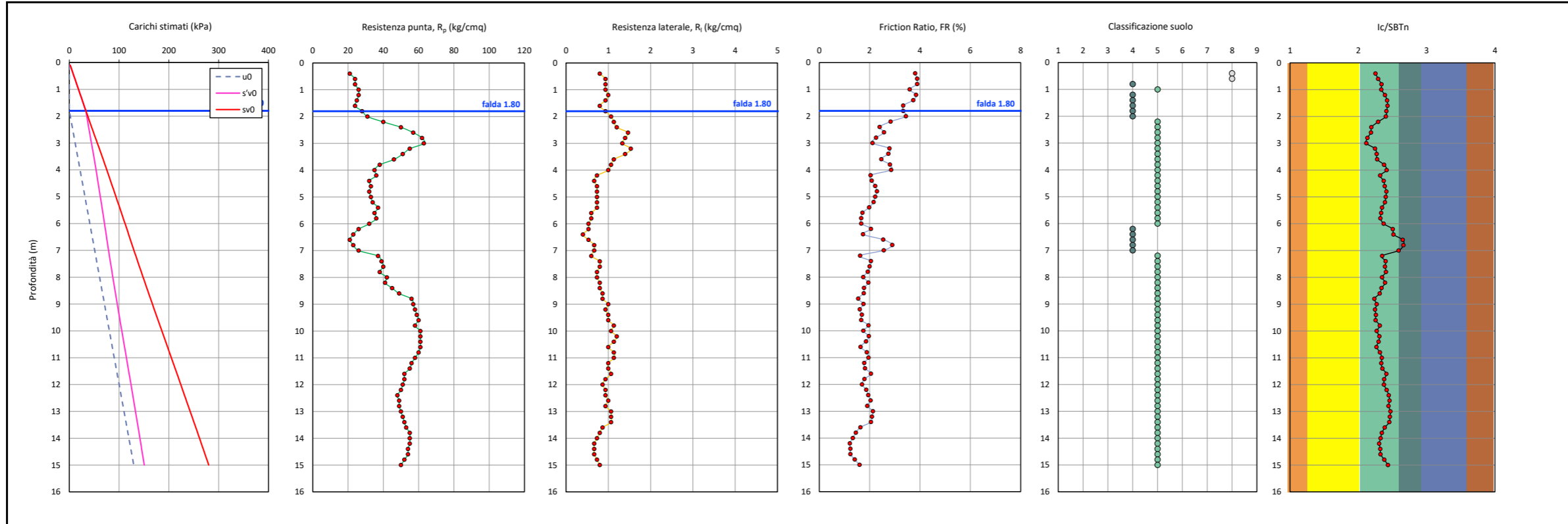
Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati	Soil Behaviour Type (SBTn)
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa	
	$Ic < 1.31$	7	Sabbia ghiaiosa	
	$1.31 < Ic < 2.05$	6	Sabbia	
	$2.05 < Ic < 2.60$	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa	
	$2.60 < Ic < 2.95$	4	Argilla limosa - Limo argilloso	
	$2.95 < Ic < 3.60$	3	Argilla	
$Ic > 3.60$	2	Suolo organico - Torba		
-	1	Terreni fini sensibili		

data esecuzione	16.11.2020	certificato n°	CPT 3-161120	falda	1.80
richiedente	Studio RAMO	committente	Colonial srl	lat.	43°57.112'N
indirizzo cantiere	via Caio Duilio	prova n.	3	long.	10°10.470'E
note	Foro non attrezzato con piezometro				
località	Forte dei Marmi	comune	Forte dei Marmi	provincia	Lucca
quota inizio	piano campagna	profondità prova	15.00		
riferimento	Ristutturazione				

G&Geo Studio Geologi Associati
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+F (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it



Ic Robertson & Wride, 2009	-	9	Terreni fini fort. sovraconsolidati
	-	8	Sabbia addensata/Sabbia argillosa
	lc < 1.31	7	Sabbia ghiaiosa
	1.31 < lc < 2.05	6	Sabbia
	2.05 < lc < 2.60	5	Limo sabbioso - Sabbia limosa
	2.60 < lc < 2.95	4	Argilla limosa - Limo argilloso
	2.95 < lc < 3.60	3	Argilla
	lc > 3.60	2	Suolo organico - Torba
-	1	Terreni fini sensitivi	

Soil
Behaviour
Type
(SBTn)

data esecuzione	16.11.2020	certificato n°	CPT 3-161120	falda	1.80
richiedente	Studio RAMO	committente	Colonial srl		
indirizzo cantiere	via Caio Duilio	prova n.	3	lat.	43°57.112'N
note	Fore non attrezzato con piezometro			long.	10°10.470'E
località	Forte dei Marmi	comune	Forte dei Marmi	provincia	Lucca
quota inizio	piano campagna	profondità prova	15.00		
riferimento	Ristutturazione				

G&Geo Studio Geologi Associati
Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)
Part. IVA 02378660464
T+P (+39) 0584.1848216
C 335.6090871 349.5926076
info@gegeo.it

Prof. (m)	Resistenza punta Rp (kg/cm ²)	Resistenza laterale Rl (kg/cm ²)	Rapporto Bege mann Rp/Rl (-)	Friction Ratio FR (%)	Peso di volume		Modulo confinato		Modulo elastico		Coesione non drenata		Coesione efficace		Rapporto sovraconsolidazione OCR (-)	Angolo attrito φ (°)	Densità relativa Dr (%)	Velocità Onde SH Vs (m/s)	Contenuto in fini FC (%)	Permeabilità k (m/s)	n° colpi SPT N60	Ic	Classificazion e SBTn
					γ (kN/m ³)	γ (kg/m ³)	M (MPa)	M (kg/cm ²)	E (Mpa)	E (kg/cm ²)	Cu (kPa)	Cu (kg/cm ²)	c' (kPa)	c' (kg/cm ²)									
					Zone SBTn																		
0.20																							
0.40	21.00	0.80	26.25	3.81	17.87	1822.24	4.79	48.80	4.63	47.25						32	71	176.11	33.95	1.28E-06	5	2.25	8
0.60	24.00	0.93	25.71	3.89	18.16	1851.66	5.42	55.25	5.30	54.00						31	67	186.49	35.69	9.68E-07	6	2.29	8
0.80	24.00	0.93	25.71	3.89	18.21	1856.63	5.42	55.25	5.30	54.00	71.27	0.73	2.89	0.03	72.46	22	62	188.44	37.86	6.94E-07	6	2.34	4
1.00	26.00	0.93	27.86	3.59	18.29	1864.68	5.83	59.48	5.74	58.50						30	59	192.39	37.76	7.04E-07	6	2.34	5
1.20	26.00	1.00	26.00	3.85	18.39	1875.02	5.83	59.48	5.74	58.50	77.10	0.79	3.26	0.03	50.63	23	56	195.81	40.34	4.85E-07	6	2.39	4
1.40	25.00	0.93	26.79	3.73	18.33	1868.69	5.63	57.38	5.52	56.25	73.80	0.75	3.34	0.03	40.30	23	51	193.95	41.89	3.89E-07	6	2.42	4
1.60	24.00	0.80	30.00	3.33	18.17	1853.11	5.42	55.25	5.30	54.00	68.35	0.70	3.27	0.03	32.88	23	47	189.57	42.22	3.71E-07	6	2.43	4
1.80	28.00	0.93	30.00	3.33	18.43	1878.80	6.24	63.66	6.18	63.00	79.12	0.81	3.56	0.04	34.42	24	49	199.54	41.39	4.17E-07	7	2.41	4
2.00	31.00	1.07	29.06	3.44	18.63	1899.65	6.85	69.80	6.84	69.75	88.12	0.90	3.79	0.04	36.54	24	51	207.12	41.03	4.39E-07	7	2.40	4
2.20	40.00	1.13	35.29	2.83	18.82	1918.89	8.58	87.47	8.83	90.00						31	57	218.05	35.65	9.76E-07	9	2.29	5
2.40	50.00	1.20	41.67	2.40	18.98	1935.17	10.37	105.73	11.03	112.50						32	62	228.75	31.35	1.94E-06	11	2.19	5
2.60	57.00	1.47	38.86	2.57	19.26	1964.01	11.54	117.65	12.58	128.25						32	65	241.11	31.09	2.03E-06	13	2.19	5
2.80	62.00	1.40	44.29	2.26	19.25	1962.89	12.33	125.73	13.68	139.50						33	67	243.78	28.85	2.93E-06	13	2.13	5
3.00	63.00	1.33	47.25	2.12	19.21	1959.13	12.48	127.30	13.90	141.75						33	66	243.39	28.21	3.26E-06	13	2.12	5
3.20	55.00	1.53	35.87	2.79	19.34	1971.97	11.21	114.31	12.14	123.75						32	61	242.45	33.65	1.34E-06	12	2.24	5
3.40	51.00	1.40	36.43	2.75	19.22	1960.18	10.54	107.47	11.25	114.75						31	58	236.77	34.72	1.13E-06	12	2.27	5
3.60	46.00	1.13	40.59	2.46	18.96	1933.70	9.67	98.60	10.15	103.50						31	55	226.39	34.99	1.08E-06	11	2.28	5
3.80	38.00	1.07	35.63	2.81	18.84	1920.76	8.20	83.65	8.38	85.50						30	48	217.91	39.69	5.32E-07	9	2.38	5
4.00	35.00	1.00	35.00	2.86	18.74	1911.29	7.63	77.80	7.72	78.75						29	45	213.50	41.54	4.08E-07	8	2.41	5
4.20	36.00	0.73	49.09	2.04	18.42	1878.72	7.82	79.76	7.94	81.00						30	45	205.78	36.99	7.90E-07	8	2.32	5
4.40	32.00	0.67	48.00	2.08	18.29	1864.55	7.04	71.82	7.06	72.00						29	41	199.58	39.44	5.52E-07	8	2.37	5
4.60	33.00	0.73	45.00	2.22	18.41	1877.18	7.24	73.83	7.28	74.25						29	42	203.54	40.17	4.97E-07	8	2.39	5
4.80	32.00	0.73	43.64	2.29	18.41	1876.80	7.04	71.82	7.06	72.00						29	40	202.86	41.43	4.15E-07	8	2.41	5
5.00	33.00	0.73	45.00	2.22	18.42	1878.73	7.24	73.83	7.28	74.25						29	41	204.17	40.90	4.48E-07	8	2.40	5
5.20	34.00	0.73	46.36	2.16	18.44	1880.59	7.44	75.82	7.50	76.50						29	41	205.46	40.38	4.82E-07	8	2.39	5
5.40	37.00	0.73	50.45	1.98	18.48	1884.36	8.01	81.71	8.16	83.25						29	43	208.61	38.26	6.54E-07	9	2.35	5
5.60	35.00	0.60	58.33	1.71	18.24	1860.31	7.63	77.80	7.72	78.75						29	40	201.45	37.64	7.16E-07	8	2.33	5
5.80	36.00	0.60	60.00	1.67	18.26	1861.91	7.82	79.76	7.94	81.00						29	41	202.67	37.15	7.70E-07	8	2.32	5
6.00	32.00	0.53	60.00	1.67	18.09	1845.09	7.04	71.82	7.06	72.00						29	37	195.91	39.43	5.53E-07	8	2.37	5
6.20	26.00	0.53	48.75	2.05	18.03	1838.04	5.83	59.48	5.74	58.50	65.16	0.66	4.17	0.04	12.93	24	31	189.82	46.01	2.18E-07	7	2.50	4
6.40	23.00	0.40	57.50	1.74	17.67	1801.83	5.21	53.12	5.07	51.75	55.93	0.57	3.89	0.04	10.95	23	26	179.21	46.49	2.04E-07	6	2.51	4
6.60	21.00	0.53	39.38	2.54	17.95	1830.20	4.79	48.80			63.00	0.64	6.67	0.07	9.49	23	23	184.28	53.51	7.83E-08	6	2.65	4
6.80	23.00	0.67	34.50	2.90	18.23	1858.83	5.21	53.12			72.06	0.73	7.59	0.08	10.31	23	26	193.04	54.01	7.32E-08	6	2.66	4
7.00	26.00	0.67	39.00	2.56	18.29	1864.86	5.83	59.48	5.74	58.50	72.90	0.74	5.95	0.06	11.63	24	29	196.85	50.38	1.19E-07	7	2.59	4
7.20	37.00	0.60	61.67	1.62	18.31	1866.82	8.01	81.71	8.16	83.25						29	38	205.42	38.40	6.41E-07	9	2.35	5
7.40	39.00	0.80	48.75	2.05	18.65	1902.02	8.39	85.56	8.61	87.75						29	40	215.63	40.84	4.51E-07	9	2.40	5
7.60	40.00	0.80	50.00	2.00	18.67	1903.43	8.58	87.47	8.83	90.00						29	40	216.80	40.37	4.83E-07	10	2.39	5
7.80	38.00	0.73	51.82	1.93	18.56	1892.23	8.20	83.65	8.38	85.50						29	38	212.74	41.07	4.37E-07	9	2.41	5
8.00	42.00	0.73	57.27	1.75	18.59	1896.10	8.95	91.24	9.27	94.50						29	40	216.56	38.32	6.49E-07	10	2.35	5
8.20	41.00	0.80	51.25	1.95	18.69	1905.77	8.76	89.36	9.05	92.25						29	39	218.46	40.47	4.76E-07	10	2.39	5
8.40	45.00	0.80	56.25	1.78	18.72	1909.34	9.49	96.78	9.93	101.25						30	42	222.16	37.92	6.88E-07	11	2.34	5
8.60	49.00	0.87	56.54	1.77	18.85	1921.80	10.20	103.97	10.81	110.25						30	44	228.09	36.71	8.25E-07	11	2.31	5
8.80	56.00	0.87	64.62	1.55	18.89	1926.33	11.37	115.99	12.36	126.00						31	47	233.82	33.26	1.43E-06	13	2.24	5
9.00	57.00	1.00	57.00	1.75	19.06	1944.03	11.54	117.65	12.58	128.25						31	47	239.21	34.74	1.13E-06	13	2.27	5
9.20	58.00	0.93	62.14	1.61	19.00	1936.94	11.70	119.29	12.80	130.50						31	47	238.09	33.64	1.34E-06	13	2.24	5
9.40	59.00	1.00	59.00	1.69	19.08	1945.96	11.86	120.92	13.02	132.75						31	47	241.22	34.23	1.22E-06	13	2.26	5
9.60	60.00	1.00	60.00	1.67	19.09	1946.89	12.02	122.54	13.24	135.00						31	48	242.22	33.99	1.27E-06	14	2.25	5
9.80	58.00	1.13	51.18	1.95	19.23	1960.92	11.70	119.29	12.80	130.50						30	46	244.93	36.73	8.23E-07	13	2.31	5
10.00	61.00	1.07	57.19	1.75	19.18	1955.78	12.17	124.14	13.46	137.25						31	47	245.48	34.76	1.12E-06	14	2.27	5
10.20	61.00	1.20	50.83	1.97	19.32	1969.98	12.17	124.14	13.46	137.25						31	47	249.50	36.47	8.56E-07	14	2.31	5
10.40	61.00	1.13	53.82	1.86	19.26	1963.70	12.17	124.14	13.46	137.25						31	47	247.92	35.96	9.29E-07	14		

11.20	56.00	1.00	56.00	1.79	19.10	1948.02	11.37	115.99	12.36	126.00						30	43	241.19	37.72	7.08E-07	13	2.34	5
11.40	55.00	1.00	55.00	1.82	19.10	1947.84	11.21	114.31	12.14	123.75						30	42	240.66	38.51	6.31E-07	13	2.35	5
11.60	52.00	1.07	48.75	2.05	19.16	1953.93	10.71	109.21	11.47	117.00						30	40	240.58	41.42	4.16E-07	13	2.41	5
11.80	52.00	0.93	55.71	1.79	19.01	1938.76	10.71	109.21	11.47	117.00						30	40	236.65	39.81	5.23E-07	12	2.38	5
12.00	51.00	0.87	58.85	1.70	18.93	1929.86	10.54	107.47	11.25	114.75						30	39	233.82	39.65	5.35E-07	12	2.38	5
12.20	50.00	0.93	53.57	1.87	19.01	1938.21	10.37	105.73	11.03	112.50						29	38	235.50	41.53	4.09E-07	12	2.41	5
12.40	48.00	0.93	51.43	1.94	19.00	1937.23	10.02	102.19	10.59	108.00						29	36	234.10	43.10	3.28E-07	12	2.45	5
12.60	49.00	1.00	49.00	2.04	19.09	1946.22	10.20	103.97	10.81	110.25						29	37	237.27	43.62	3.04E-07	12	2.46	5
12.80	49.00	0.93	52.50	1.90	19.01	1938.55	10.20	103.97	10.81	110.25						29	36	235.35	42.89	3.37E-07	12	2.44	5
13.00	50.00	1.07	46.88	2.13	19.17	1955.01	10.37	105.73	11.03	112.50						29	37	240.54	44.33	2.75E-07	12	2.47	5
13.20	51.00	1.07	47.81	2.09	19.18	1955.98	10.54	107.47	11.25	114.75						29	37	241.56	43.91	2.92E-07	13	2.46	5
13.40	52.00	1.07	48.75	2.05	19.19	1956.93	10.71	109.21	11.47	117.00						29	37	242.57	43.50	3.10E-07	13	2.45	5
13.60	53.00	0.87	61.15	1.64	18.96	1933.61	10.88	110.92	11.69	119.25						29	37	237.11	40.21	4.94E-07	13	2.39	5
13.80	55.00	0.80	68.75	1.45	18.88	1925.61	11.21	114.31	12.14	123.75						30	38	236.44	38.16	6.64E-07	13	2.35	5
14.00	55.00	0.73	75.00	1.33	18.79	1915.65	11.21	114.31	12.14	123.75						30	38	234.06	37.24	7.60E-07	13	2.33	5
14.20	55.00	0.67	82.50	1.21	18.68	1904.66	11.21	114.31	12.14	123.75						30	38	231.47	36.30	8.80E-07	13	2.31	5
14.40	54.00	0.67	81.00	1.23	18.68	1904.43	11.04	112.63	11.92	121.50						30	37	230.90	37.03	7.84E-07	13	2.32	5
14.60	54.00	0.67	81.00	1.23	18.68	1904.71	11.04	112.63	11.92	121.50						30	37	231.09	37.22	7.62E-07	13	2.33	5
14.80	52.00	0.73	70.91	1.41	18.78	1915.14	10.71	109.21	11.47	117.00						29	35	232.51	39.88	5.18E-07	12	2.38	5
15.00	50.00	0.80	62.50	1.60	18.87	1924.46	10.37	105.73	11.03	112.50						29	34	233.70	42.55	3.54E-07	12	2.44	5



COMUNE DI FORTE DEI MARMI (LU)

-----ALLEGATO 4-----

PROVE PENETROMETRICHE SUPER-PESANTI (DPSH)



RAPPORTO DI INDAGINE

COMMITTENTE: Colonial srl

NOVEMBRE 2020

Via Caio Duilio - Forte dei Marmi

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: info@gegeo.it

Web: www.gegeo.it



SOMMARIO

1 - PREMESSA	3
2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE PESANTI (DPSH)	3
3 - CONCLUSIONI	5

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH ESEGUITA SUL SITO.....</i>	<i>4</i>

ALLEGATI FUORI TESTO

<i>AII. 1 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI PRINCIPALI</i>	
<i>AII. 2 - ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH)</i>	

1 - PREMESSA

La presente relazione sintetizza ed illustra i risultati di n. 1 indagini geognostiche in situ finalizzate alla caratterizzazione del terreno, effettuate in provincia di Lucca nel territorio comunale di Forte dei Marmi ed in particolare in via Caio Duilio (Figura 1).



Figura 1 UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

In particolare, nell'area oggetto di studio sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 1 Prova penetrometrica dinamica super-pesante (DPSH).

2 - GENERALITA' SULLE PROVE PENETROMETRICHE SUPER-PESANTI (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

Nel caso in esame le prove sono state eseguite con penetrometro statico-dinamico PAGANI TG 63-200, impiegato in configurazione dinamica e punta conica, con le seguenti caratteristiche:

- Peso della massa battente 63.5 kg
- Altezza di caduta libera 75 cm
- Avanzamento della punta 20 cm

Punta conica

- Angolo al vertice 90°
- Diametro 50.50 mm
- Sezione 20.00 cm²

Aste di infissione

- Diametro 32 mm
- Lunghezza 100 mm
- Peso per metro 8 kg

Negli allegati fuori testo (tabelle e diagrammi delle prove) sono riportati i valori del numero di colpi (N) necessari all'infissione di 20 cm dello strumento nel terreno in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione, secondo alcune formule di correlazione di letteratura specialistica (riportate in allegato).



Figura 2 INDAGINE PENETROMETRICA DPSH1 ESEGUITA SUL SITO

Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da coefficienti correttivi (che nel caso specifico risulta pari a $\beta_t = 1.488$) basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento).

Con questa tipologia di prova penetrometrica non è possibile tuttavia ricavare informazioni dettagliate sulle caratteristiche granulometriche (ghiaie, sabbie, limi, argille).

3 - CONCLUSIONI

La prova penetrometrica ha permesso di ricavare i principali parametri geomeccanici del terreno investigato.

A seguire si riporta una tabella di sintesi delle specifiche tecniche della prova eseguita:

Prova n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate geografiche WGS84	
					X	Y
1	16.11.2020	DPSH 1-161120	10.00	1.80 m	10°10.509'E	43°57.136'N

Visto che la maggior parte dei diagrammi penetrometrici è caratterizzato dalla presenza di “picchi” dovuti a contingenze locali che falsano in eccesso il valore di N misurato, nell’elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento dei picchi (filtering), come quella proposta da Crespellani & Loi.

La falda, misurata direttamente in foro, è risultata a circa 1.80 m dal piano campagna. Il foro è stato attrezzato di piezometro per 3.00 m.

L’analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del “geologo/ingegnere” responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito all’elaborazione della prova penetrometrica (suddivisioni parametri geomeccanici del terreno), si devono intendere come pura e semplice interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sull’indagine svolta si rimanda al relativo allegato fuori testo.

Pietrasanta, 18/11/2020

Dott. Michele Giovannetti - Geologo

ALLEGATI FUORI TESTO

**AII. 1 - FONTI E CORRELAZIONI USATE PER LA DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI
GEOTECNICI PRINCIPALI**

Angolo di attrito ϕ (°)

Hatanaka - Uchida, 1996

$$\phi = 20 + (15.4 \cdot N_{1,60})^{0.5}$$

Shioi - Fukuni - Japanese National Railway, 1982

$$\phi = 0.3 \cdot N_{SPT} + 27$$

Shioi - Fukuni – Road Bridge Specification, 1982

$$\phi = (15 \cdot N_{SPT})^{0.5} + 15$$

Kishida, 1967

$$\phi = (20 \cdot N_{SPT})^{0.5} + 15$$

Wolff, 1989

$$\phi = 27.1 + 0.3 \cdot N_{1,60} - 0.00054 \cdot N_{1,60}^2$$

Meyerhof, 1956

$$\phi = 19.8 + 4.8 \cdot LN(N_{SPT})$$

De Mello, 1971

$$\phi = 19 - 0.38\sigma_{v0} + 8.73 \cdot LOG(N_{SPT})$$

Sowers, 1961

$$\phi = 28 + 0.28 \cdot N_{SPT}$$

Malcev, 1964

$$\phi = 20 - 5 \cdot LOG(\sigma_{v0}) + 3.73 \cdot LOG(N_{SPT})$$

Peck - Hanson - Thornburn, 1956

$$\phi = 0.28 \cdot N_{SPT} + 27.2$$

JRA, 1996

$$\phi = 15 + (15 \cdot N_{1,60})^{0.5}$$

Kulhawy - Mayne, 1990

$$\phi = 54 - 27.6034 \cdot e^{-0.014 \cdot N_{SPT}}$$

Parry, 1971

$$\phi = 26.9 + 0.77 \cdot (N_{SPT}/\sigma'_{v0})^{0.5}$$

Muromachi, 1974

$$\phi = 20 + (3.5 \cdot N_{SPT})^{0.5}$$

Natarajan, 1977

$$\phi = 28 + N_{SPT} \cdot \left(\frac{7}{10 \cdot \sigma'_{v0} + 7} \right)$$

Dunham, 1954

$$\phi = 25 + (12 \cdot N_{SPT})^{0.5}$$

Coesione non drenata C_u (kg/cmq)

Terzaghi - Peck

$$C_u = p_a \cdot 0.067 \cdot N_{SPT}$$

DM-7 Design Manual for Soil Mechanics

$$C_u = 0.067 \div 0.125 \cdot N_{SPT}$$

Fletcher, 1965

$$Cu = (0.1844 \cdot N_{SPT} - 0.00074 \cdot N_{SPT}^2)/2$$

Schmertmann, 1975

$$Cu = 0.0954 \cdot N_{SPT}^{1.01187}$$

Schmertmann, 1975

$$Cu = 0.0954 \cdot N_{SPT}^{1.01187}$$

Shioi - Fukuni, 1982

$$Cu = 0.05 \cdot N_{SPT}$$

Amantia, 2017

$$Cu = 0.07 \cdot N_{SPT} / \sqrt{\sigma_{v0} + 1}$$

US Design, 1982

$$Cu = 0.074 \cdot N_{SPT}$$

Bruschi, 2004

$$Cu = 0.0663 \cdot N_{60}$$

Begemann, 1974

$$Cu = (2.5 \cdot N_{SPT} - \sigma_{v0})/14$$

De Beer, 1965

$$Cu = 2.5 \cdot N_{SPT}/14$$

Hara - Ohta - Niwa, 1974

$$Cu = 0.2896 \cdot N_{60}^{0.72}$$

Peso di volume γ (kg/mc)

Bruschi, 1980

$$\gamma_{nat} = 98.1 \cdot (1.39 + 0.053 \cdot N_{60} - 0.0011 \cdot N_{60}^2 + 0.0000076 \cdot N_{60}^3)$$

Bruschi, 2005

$$\gamma_{nat} = 0.0011 \cdot N_{60}^3 - 0.0528 \cdot N_{60}^2 + 0.9464 \cdot N_{60} + 12.855$$

Chagneau, 2001

$$\gamma_{nat} = 1.27 \cdot LN(R_{pd}) + 14.63$$

Relazione empirica terreni granulari

$$\gamma_{nat} = -0.00008 \cdot N_{SPT}^2 + 0.0138 \cdot N_{SPT} + 1.3455$$

$$\gamma_{sat} = 0.000001 \cdot N_{SPT}^3 - 0.0002 \cdot N_{SPT}^2 + 0.0159 \cdot N_{SPT} + 1.7549$$

Relazione empirica terreni coesivi

$$\gamma_{nat} = 0.162 \cdot LN(N_{SPT}) + 1.6238$$

$$\gamma_{sat} = 0.2441 \cdot LN(N_{SPT}) + 1.5838$$

Modulo elastico o di Young E (kg/cmq)

D'Appolonia

terreni granulari $E = 375 + 10.63 \cdot N_{SPT}$

terreni granulari con fine $E = 191 + 7.71 \cdot N_{SPT}$

Stroud, 1989

terreni granulari $E = N_{60}^{0.78}$

Jamiolkowski, 1988

terreni granulari $E = 10.5 - (3.5 \cdot \frac{Dr}{100}) \cdot N_{60}$

Ohya, 1982

terreni coesivi $E = 1.92 \cdot N_{60}^{0.63}$

Modulo edometrico M (kg/cmq)

D'Appolonia

terreni granulari $E = 375 + 10.63 \cdot N_{SPT}$

terreni granulari con fine $E = 191 + 7.71 \cdot N_{SPT}$

Stroud, 1989

terreni granulari $E = N_{60}^{0.78}$

Jamiolkowski, 1988

terreni granulari $E = 10.5 - (3.5 \cdot \frac{Dr}{100}) \cdot N_{60}$

Ohya, 1982

terreni coesivi $E = 1.92 \cdot N_{60}^{0.63}$

Relazione empirica terreni granulari

$$M = -0.0038 \cdot N_{SPT}^2 + 5.5968 \cdot N_{SPT} + 28.54$$

Relazione empirica terreni coesivi

$$M = 7.6202 \cdot N_{SPT} + 4.8518$$

Velocità delle onde sismiche di taglio Vs (m/s)

Hanumantharao-Ramana

$$Vs = 82.6 \cdot N_{SPT}^{0.43}$$

Ohba-Toriumi, 1970

$$Vs = 84 \cdot N_{SPT}^{0.31}$$

Imai, 1977

$$Vs = 91 \cdot N_{SPT}^{0.337}$$

Iysian, 1996

$$Vs = 51.5 \cdot N_{SPT}^{0.516}$$

Imai-Tonouchi, 1982

$$Vs = 96.9 \cdot N_{SPT}^{0.314}$$

Imai, 1975

$$Vs = 89.9 \cdot N_{SPT}^{0.341}$$

Fujiwara, 1972

$$Vs = 92.1 \cdot N_{SPT}^{0.337}$$

Ohsaki-Iwasaki, 1973

$$Vs = 81.4 \cdot N_{SPT}^{0.39}$$

Ohta-Goto, 1978

$$Vs = 85.35 \cdot N_{SPT}^{0.348}$$

Imai-Yoshimura, 1975

$$V_s = 76 \cdot N_{SPT}^{0.33}$$

Jafari

$$V_s = 121 \cdot N_{SPT}^{0.27}$$

Seed-Idriss, 1985

$$V_s = 61 \cdot N_{SPT}^{0.5}$$

Athanasopoulos, 1985

$$V_s = 107.6 \cdot N_{SPT}^{0.36}$$

Hasancebi-Ulusay, 2006

$$V_s = 90 \cdot N_{SPT}^{0.309}$$

Uma-Maheswari

$$V_s = 95.64 \cdot N_{SPT}^{0.301}$$

Kirar-Maheswari

$$V_s = 99.5 \cdot N_{SPT}^{0.345}$$

Maibam

$$V_s = 3.311 \cdot N_{SPT} + 160.5$$

Jinan, 1987

$$V_s = 116.1 \cdot (N_{SPT} + 160.5)^{0.202}$$

*AII. 2 - ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE
(DPSH)*

CERTIFICATO N° DPSH 1-161120 DEL 16.11.20

INDAGINE PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE (DPSH)

richiedente Studio RAMO *data esecuzione* 16.11.20

committente Colonial srl *prova n.* 1

indirizzo cantiere via Caio Duilio *quota inizio* piano campagna

località Forte dei Marmi *Coordinate GPS* 43°57.136'N 10°10.509'E

comune Forte dei Marmi *profondità indagine* 10

provincia Lucca *falda* 1.80

Caratteristiche tecniche Penetrometro PAGANI TG 63/200 kN n° serie 000155

Rif. Norme EN ISO 22476-2-2003/AGI 1977/ISSMFE 1988

M (peso massa battente)	63.5	kg
H (altezza caduta libera)	0.75	m
Ms (peso sistema di battuta)	0.63	kg
D (diametro punta conica)	50.5	mm
A (area base punta conica)	20	cm ²
α (angolo apertura punta)	90	°
La (lunghezza aste)	1	m
Ma (peso asta x metro)	6.31	kg/m
P (peso singola asta)	6.31	kg
δ (avanzamento punta)	0.2	m
P1 (prof. giunzione prima asta)	0.4	m
N (numero di colpi punta)	N(20)	relativo ad un avanzamento di 20 cm
Rivestimento/Fanghi	NO	

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO $Q = (MH/A\delta) = 11.66 \text{ kg/cm}^2$
 (prova SPT * $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1.488$
 (teoricamente : $N_{spt} = \beta N$)

**Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N)
 FORMULA OLANDESE : $Rpd = M^2H / (Ae(M+P)) = M^2HN / (A\delta(M+P))$**

Rpd = resistenza dinamica alla punta (area A) M = peso massa battente - altezza caduta H
 e = infissione per colpo = δ/N P = peso totale aste e sistema battuta

NOTE

foro attrezzato con piezometro (3 m)

Nell'elaborazione dei dati di campagna si è applicato su tutta la serie di misure una funzione di smussamento (filtering) dei picchi (Crespellani-Loi)

E' stata inoltre applicata la correzione N_{spt} (Terzaghi-Peck 1948) se in presenza di falda

Profondità	N20	Nspt	Rpd	Profondità	N20	Nspt	Rpd
m	Nº	Nº	Kg/cmq	m	Nº	Nº	Kg/cmq
0.00	-	-	-	9.20	11	16	65.37
0.20	1	1	10.73	9.40	13	17	77.25
0.40	1	1	10.73	9.60	15	19	89.14
0.60	1	1	10.73	9.80	14	18	83.19
0.80	1	1	10.73	10.00	15	19	89.14
1.00	1	1	10.73	10.20			
1.20	1	1	9.85	10.40			
1.40	1	1	9.85	10.60			
1.60	2	3	19.70	10.80			
1.80	2	3	19.70	11.00			
2.00	3	4	29.55	11.20			
2.20	4	6	36.41	11.40			
2.40	4	6	36.41	11.60			
2.60	5	7	45.51	11.80			
2.80	7	10	63.72	12.00			
3.00	8	12	72.82	12.20			
3.20	8	12	67.68	12.40			
3.40	6	9	50.76	12.60			
3.60	5	7	42.30	12.80			
3.80	5	7	42.30	13.00			
4.00	4	6	33.84	13.20			
4.20	3	4	23.71	13.40			
4.40	3	4	23.71	13.60			
4.60	4	6	31.61	13.80			
4.80	5	7	39.51	14.00			
5.00	5	7	39.51	14.20			
5.20	5	7	37.06	14.40			
5.40	5	7	37.06	14.60			
5.60	5	7	37.06	14.80			
5.80	5	7	37.06	15.00			
6.00	6	9	44.48	15.20			
6.20	6	9	41.89	15.40			
6.40	6	9	41.89	15.60			
6.60	6	9	41.89	15.80			
6.80	6	9	41.89	16.00			
7.00	7	10	48.87	16.20			
7.20	7	10	46.18	16.40			
7.40	7	10	46.18	16.60			
7.60	7	10	46.18	16.80			
7.80	10	15	65.97	17.00			
8.00	10	15	65.97	17.20			
8.20	9	13	56.27	17.40			
8.40	9	13	56.27	17.60			
8.60	10	15	62.52	17.80			
8.80	10	15	62.52	18.00			
9.00	11	16	68.78	18.20			

Grafico profondità - N(20)

prova n. 1

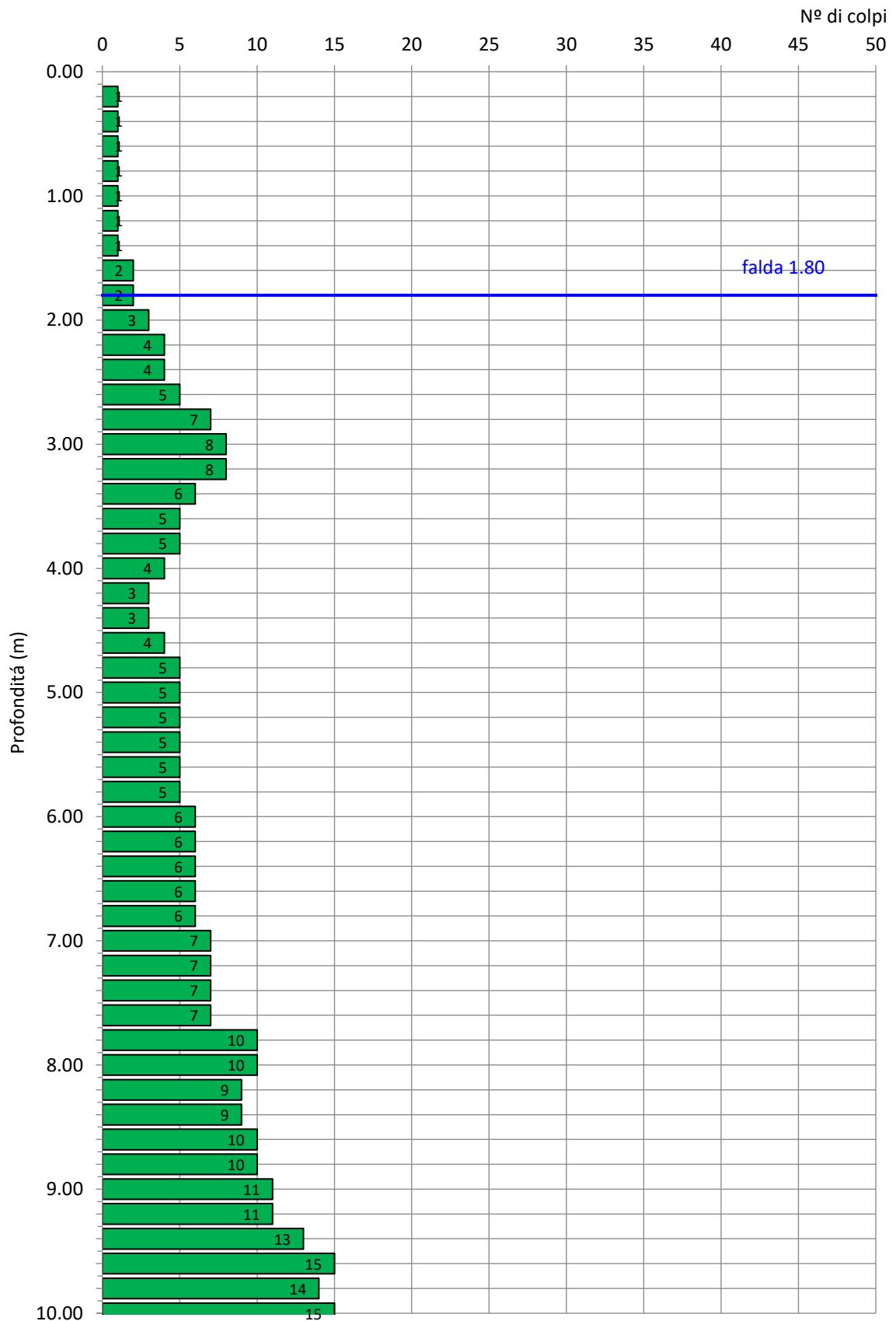


Grafico profondità - Rpd

prova n. 1

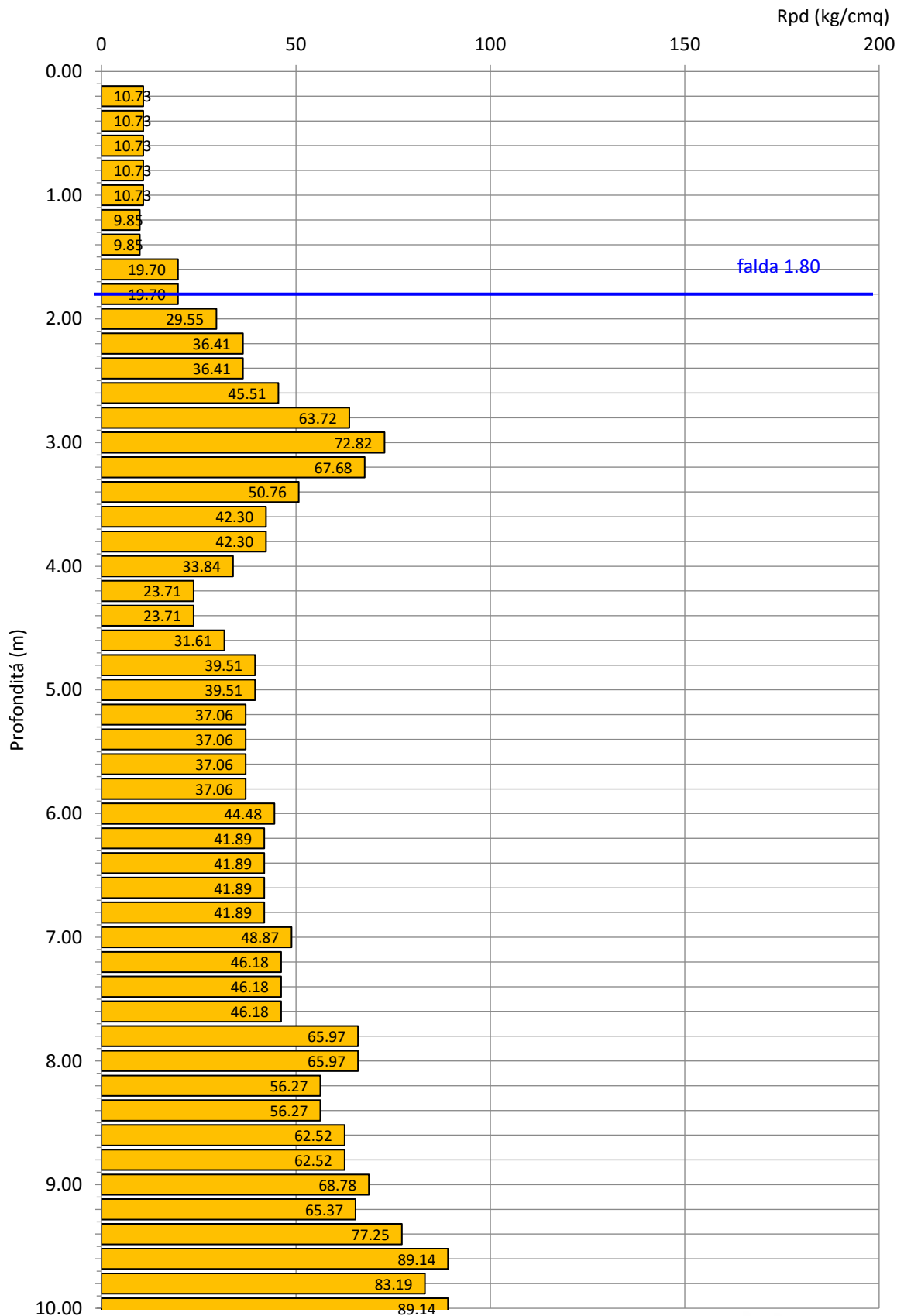
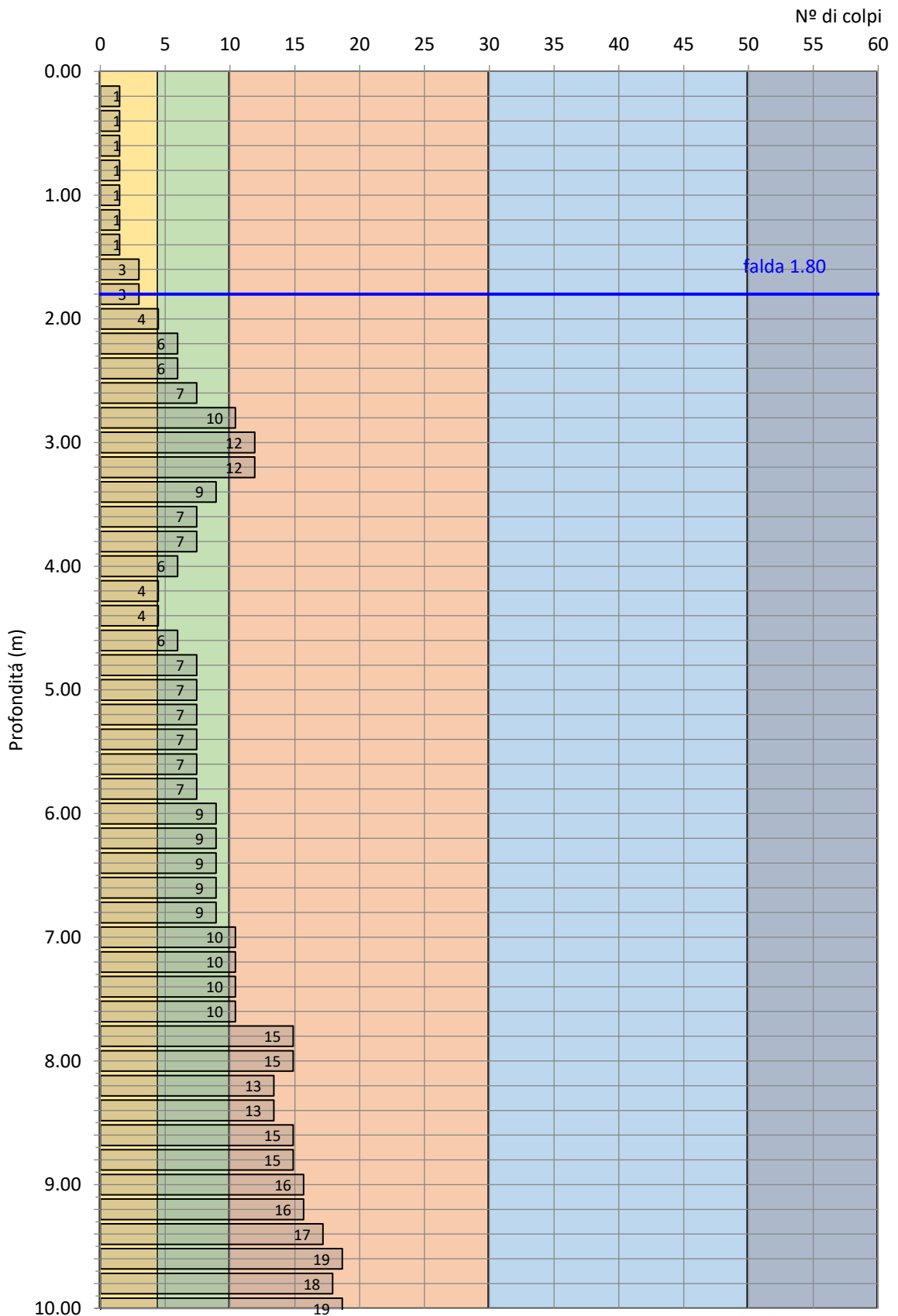


Grafico profondità - Nspt

prova n. 1



profondità			ELABORAZIONE STATISTICA				valore assunto	coeff. riduz.
da m	a m		media	max.	min	s	Nspt	α
0.00	1.40	Nspt	1	1	1	0	1	1.49
		Rpd	10	11	10	0		
1.40	2.00	Nspt	3	4	3	1	3	1.49
		Rpd	23	30	20	6		
2.00	7.60	Nspt	8	12	4	2	8	1.49
		Rpd	43	73	24	11		
7.60	9.20	Nspt	15	16	13	1	15	1.49
		Rpd	63	69	56	5		
9.20	10.00	Nspt	18	19	17	1	18	1.49
		Rpd	85	89	77	6		

Strato	Profondità		Nspt	ϕ	Dr	γ dry	γ saturo	mv	Eed	G T R E A R N R U E L N A I R I
Nº	da m	a m	Nº	°	%	t/mc	t/mc	cmq/kg	kg/cmq	
1	0.00	1.40	1	25.28	8.73	1.37	1.78	0.027	36.86	
2	1.40	2.00	3	26.37	15.48	1.39	1.81	0.021	47.93	
3	2.00	7.60	8	28.77	29.14	1.45	1.87	0.013	74.09	
4	7.60	9.20	15	31.71	43.64	1.53	1.95	0.009	110.04	
5	9.20	10.00	18	33.09	49.66	1.57	1.98	0.008	128.61	

Strato	Profondità		Nspt	Qc	γ dry	γ saturo	Cu	mv	Eed	T C O R R E S I V I
Nº	da m	a m	Nº	kg/cmq	t/mc	kg/mc	kg/cmq	cmq/kg	kg/cmq	
1	0.00	1.40	1	2.98	1.67	1.68	0.10	0.062	16.19	
2	1.40	2.00	3	6.94	1.78	1.89	0.22	0.032	31.31	
3	2.00	7.60	8	16.37	1.89	2.10	0.50	0.015	67.22	
4	7.60	9.20	15	29.42	1.96	2.24	0.89	0.009	116.94	
5	9.20	10.00	18	36.20	1.99	2.25	1.09	0.007	142.79	

ϕ = angolo di attrito interno in gradi

Dr = densità relativa in percentuale

γ saturo = peso di volume saturo in t/mc

γ dry = peso di volume secco in t/mc

Cu = coefficiente di coesione non drenata in kg/cmq

mv = coefficiente di compressibilità volumetrica in cmq/kg

Eed = modulo edometrico in kg/cmq

Qc = resistenza punta penetrometro statico in kg/cmq



COMUNE DI FORTE DEI MARMI (LU)

----- ALLEGATO 5 -----

SISMICA IN FORO DOWNHOLE



RAPPORTO DI INDAGINE

COMMITTENTE: Colonial srl

GENNAIO 2021

Via Caio Duilio, Forte dei Marmi

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: info@gegeo.it

Web: www.gegeo.it



SOMMARIO

1 - PREMESSA.....	3
2 - GENERALITA' SULLE PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO.....	3
3 - SISTEMA DI ACQUISIZIONE.....	5
4 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI.....	6
5 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI RISULTATI.....	7

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1 IMMAGINE AEREA DELL'AREA DI STUDIO.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2 SCHEMA DI ACQUISIZIONE DOWN HOLE.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3 PROSPEZIONE SISMICA DH EFFETTUATA SUL SITO.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4 TRACCE ONDE P REGISTRATE SUL SITO IN ESAME.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5 TRACCE ONDE SH1 REGISTRATE SUL SITO IN ESAME.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 6 TRACCE ONDE SH2 REGISTRATE SUL SITO IN ESAME.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7 SOVRAPPOSIZIONE ONDE SH REGISTRATE SUL SITO IN ESAME.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 8 TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI DINAMICI.....</i>	<i>12</i>

1 - PREMESSA

La presente relazione sintetizza ed illustra i risultati di n. 1 indagini sismiche in foro Downhole effettuate in provincia di Lucca nel territorio comunale di Forte dei Marmi ed in particolare in corrispondenza di via Caio Duilio (Figura 1).



Figura 1 IMMAGINE AEREA DELL'AREA DI STUDIO

2 - GENERALITA' SULLE PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO

Il metodo Down-Hole rappresenta una delle tecniche migliori e più precise per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche e dinamiche dei terreni.

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione orizzontale e verticale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno di onde, P e S, che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e polarizzate sul piano orizzontale con vibrazioni perpendicolari alla direzione di propagazione (onde SH).

Mediante un ricevitore costituito da una terna geofonica diretta secondo i tre piani dello spazio (z,x,y) disposto nel foro a profondità note, viene valutato l'istante di primo arrivo del treno delle onde P e SH, rispetto all'istante (misurato con il trigger) in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente; dividendo quindi per tali valori la distanza tra sorgente e ricevitori, si può ricavare la velocità delle onde P e SH.

Il metodo downhole prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro. La sonda, contenente il geofono a 3 componenti (una verticale e due orizzontali disposte ortogonalmente tra di loro), si fissa meccanicamente alle pareti del tubo in PVC all'interno del foro di

sondaggio.

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

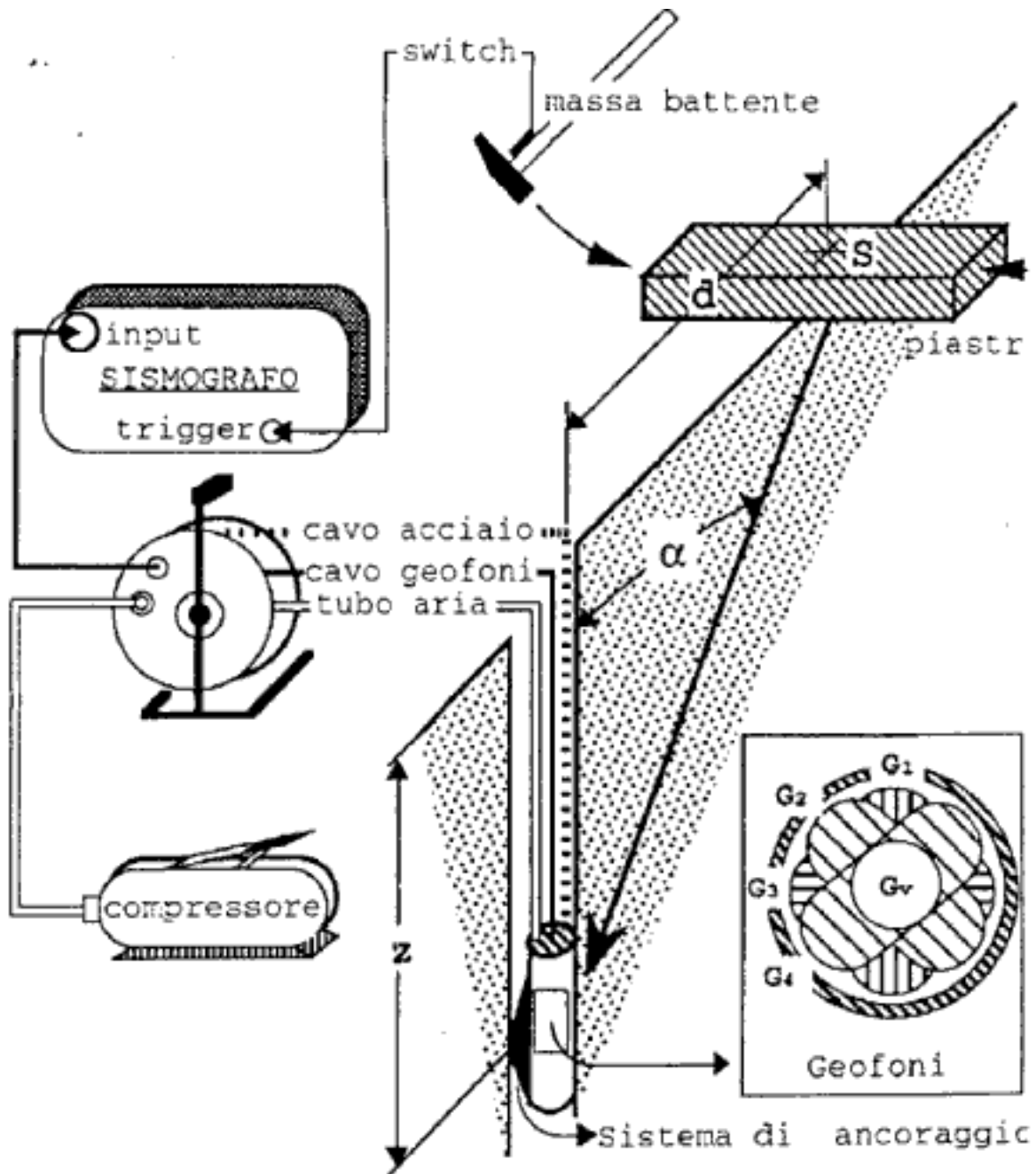


Figura 2 SCHEMA DI ACQUISIZIONE DOWN HOLE

Tale prospezione viene a determinare i parametri elastici del terreno, utilizzando onde S a polarizzazione orizzontale (SH) e onde P, quale componente delle onde trasmesse con una predisposta piastra di battuta ancorata al terreno mediante sovrapposizione di carico adeguato, e consente di qualificare i suoli nella profondità di investigazione e verificare la situazione stratigrafico tecnica con maggiore dettaglio.

Una preliminare analisi qualitativa dei dati, opportunamente filtrati mediante contrasto del segnale, attenuazione delle interferenze ed analisi di fase, ha permesso di determinare i tempi di arrivo delle onde prime e seconde ai sensori in foro, in corrispondenza delle successive postazioni di prova, programmate ad intervalli di m 1 da bocca foro con la prima rilevazione a 15.00 m di profondità.



Figura 3 PROSPEZIONE SISMICA DH EFFETTUATA SUL SITO

3 - SISTEMA DI ACQUISIZIONE

L'acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

1. sismografo
2. sorgente energizzante
3. trigger
4. apparecchiatura di ricezione

Il sismografo utilizzato per la presente indagine è un prospettore sismico SEISMIC SOURCE DAQLINK III 24 BIT avente le seguenti caratteristiche:

- Impedenza di ingresso 100 kOhm
- Range dinamico 144 dB
- Larghezza di banda da 0 a 15 kHz con filtro analogico a risposta piatta fino a 8000 Hz.
- Filtro digitale fino a 85% della frequenza di Nyquist
- Conversione Analogico Digitale 24 bit
- Filtri in acquisizione e in uscita
- Intervallo di campionamento selezionabile 0.065, 0.125, 0.500, 1.00, 2.00, 4.00, 8.00, 16.00 ms
- Durata della registrazione 32000 campioni

- Frequenza di campionamento 8000, 4000, 2000, 1000, 250, 125, 62.5 Hz
- Ritardo Pre-trigger fino a 10 secondi
- Precisione trigger \pm 1microsecondo a qualsiasi frequenza di campionamento
- Rumore di fondo 0.2 microVolt RMS (frequenza di campionamento 2 msec)
- Crosstalk migliore di 125 dB
- Common Mode Rejection maggiore di 100 dB
- Ethernet da 100 Mb
- Stacking con o senza preview totale o parziale
- Inversione di polarità geofoni
- A.G.C. Automatic Gain Control
- Post-trigger 0-16000ms (step di 1ms)

L'apparato impiegato nell'indagine è costituito in un "geofono" tridimensionale dotato di sensori da 14 Hz, del diametro esterno di mm 48, della lunghezza complessiva di mm 700 della Geostuff.

L'energizzazione è stata prodotta mediante massa battente di Kg 10 in caduta con movimento rotatorio sulla piastra di battuta. La direzione di impatto è perpendicolare alla direttrice energizzazione/perforo.

Il trigger utilizzato consiste in un circuito elettrico che viene chiuso mediante un apparecchio starter (geofono starter, starter a lamelle, piezoelettrico od altro) nell'istante in cui il sistema energizzante (maglio, mazza etc.) colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso della durata di qualche secondo che viene inviato al sensore collegato al sistema di acquisizione dati.

4 – ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Di seguito sono illustrati gli schemi di acquisizione.

- Distanza sorgente Onde P – Bocca pozzo: 3.05 m
- Distanza sorgente Onde Sh – Bocca pozzo: 3.05 m
- Lunghezza registrazione 0.25 sec
- Intervallo di campionamento 250 ms
- Frequenza di campionamento 4000 Hz
- Frequenza max rilevabile (Nyquist) 2000 Hz
- Frequenza min rilevabile 4.000 Hz

Il risultato finale della fase di acquisizione è costituito da una serie di files in formato SGY.

La successiva elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

- a) filtraggio ed elaborazione delle tracce acquisite
- b) determinazione dei primi arrivi attraverso il software Fronte End della Geogiga, operata in manuale, con particolare attenzione alle fasi d'onda in opposizione (Sh1 e Sh2)
- c) inserimento dei dati ed interpretazione con apposito foglio di calcolo
- d) output dei dati risultanti

La qualità delle registrazioni ottenute è stata generalmente buona e tale da consentire una sicura individuazione dei primi arrivi sulle tracce dei sismogrammi, specie dopo filtraggio Low-Pass (LP) sulla base dei rispettivi spettri di frequenza.

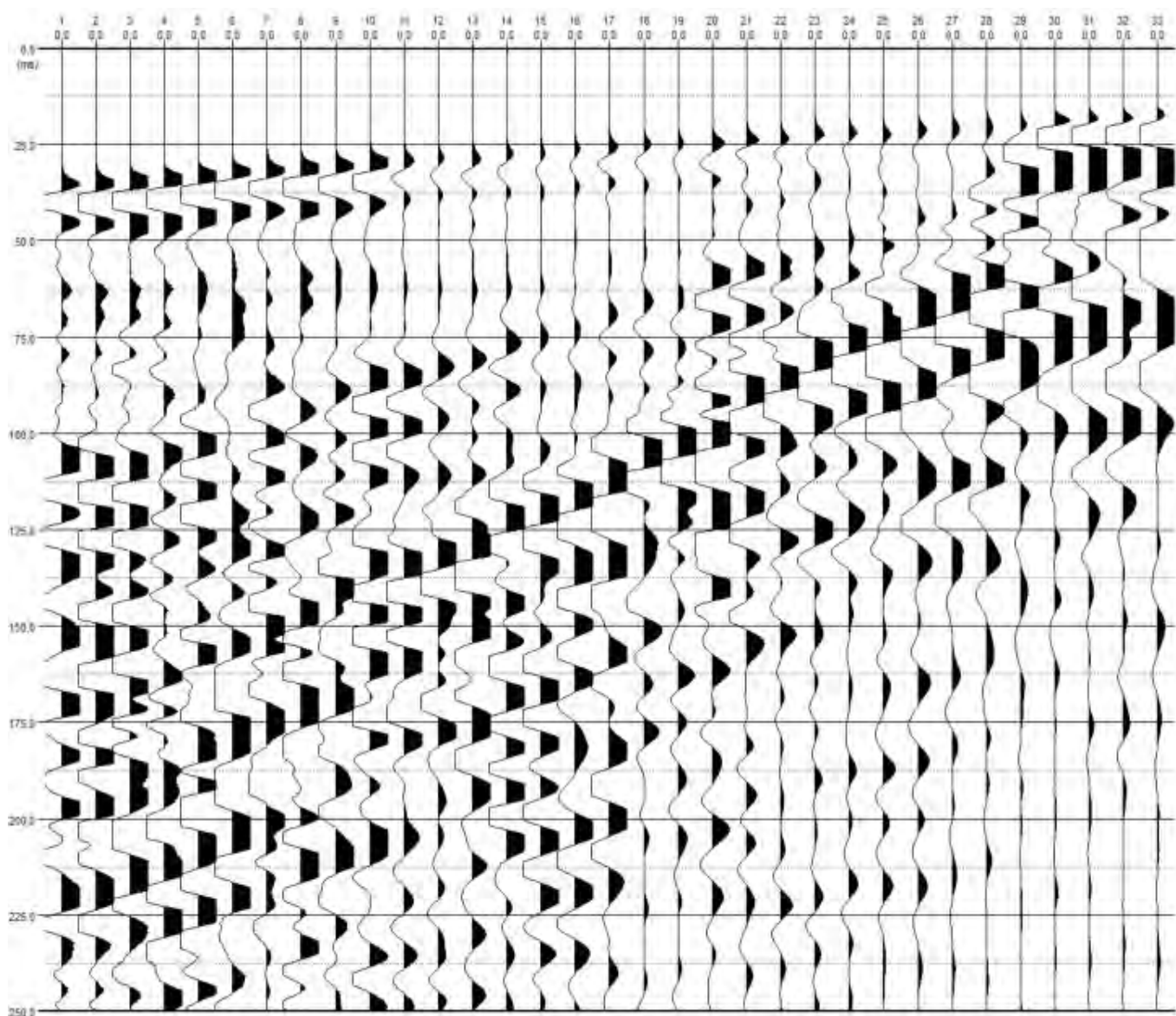


Figura 4 TRACCE ONDE P REGISTRATE SUL SITO IN ESAME

5 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI RISULTATI

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 del D.M. 17.01.2018.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità

V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 delle suddette norme.

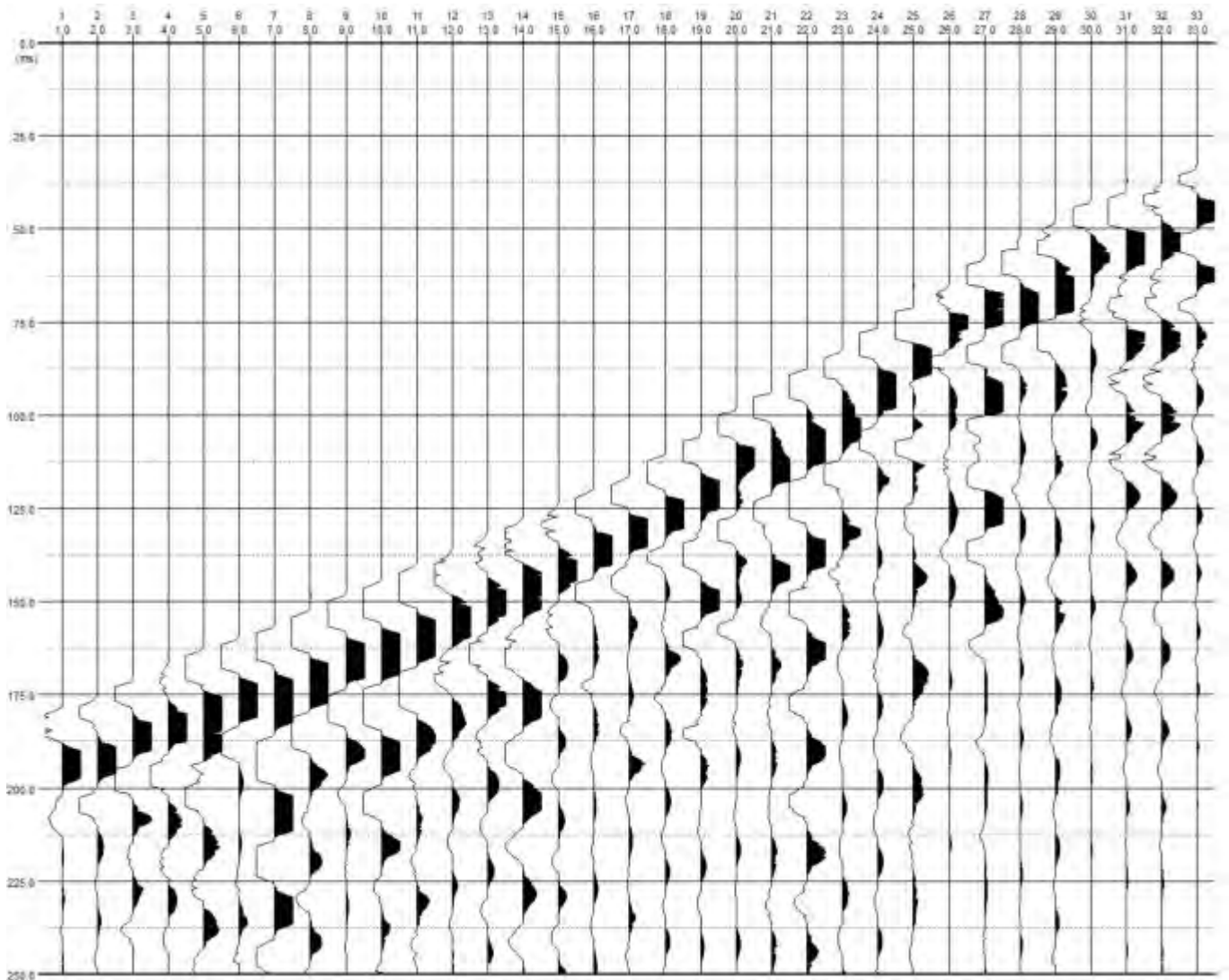


Figura 5 TRACCE ONDE SH1 REGISTRATE SUL SITO IN ESAME

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad e prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

- h_i = spessore dell'i-esimo strato;

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

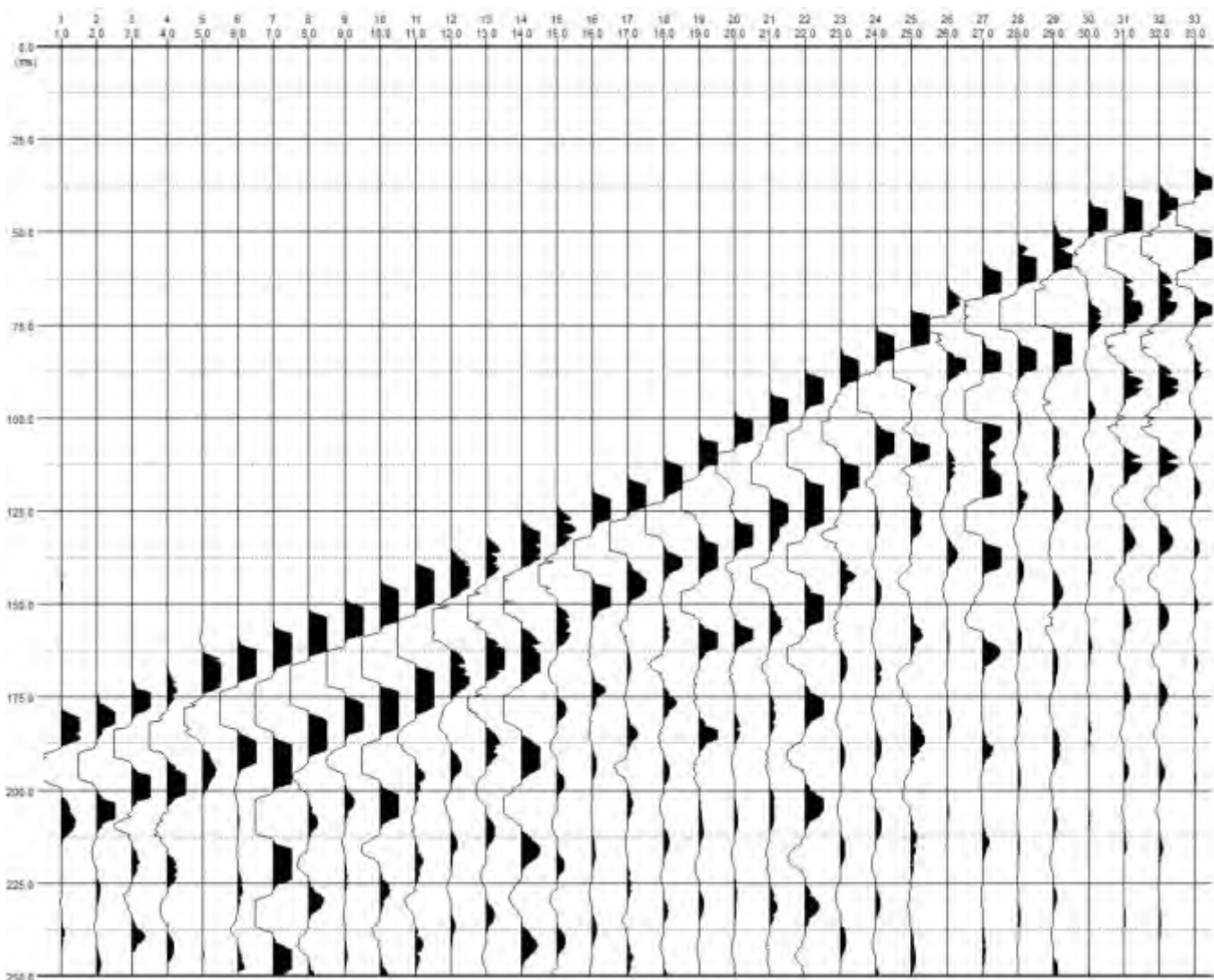


Figura 6 TRACCE ONDE SH2 REGISTRATE SUL SITO IN ESAME

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella seguente tabella.

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

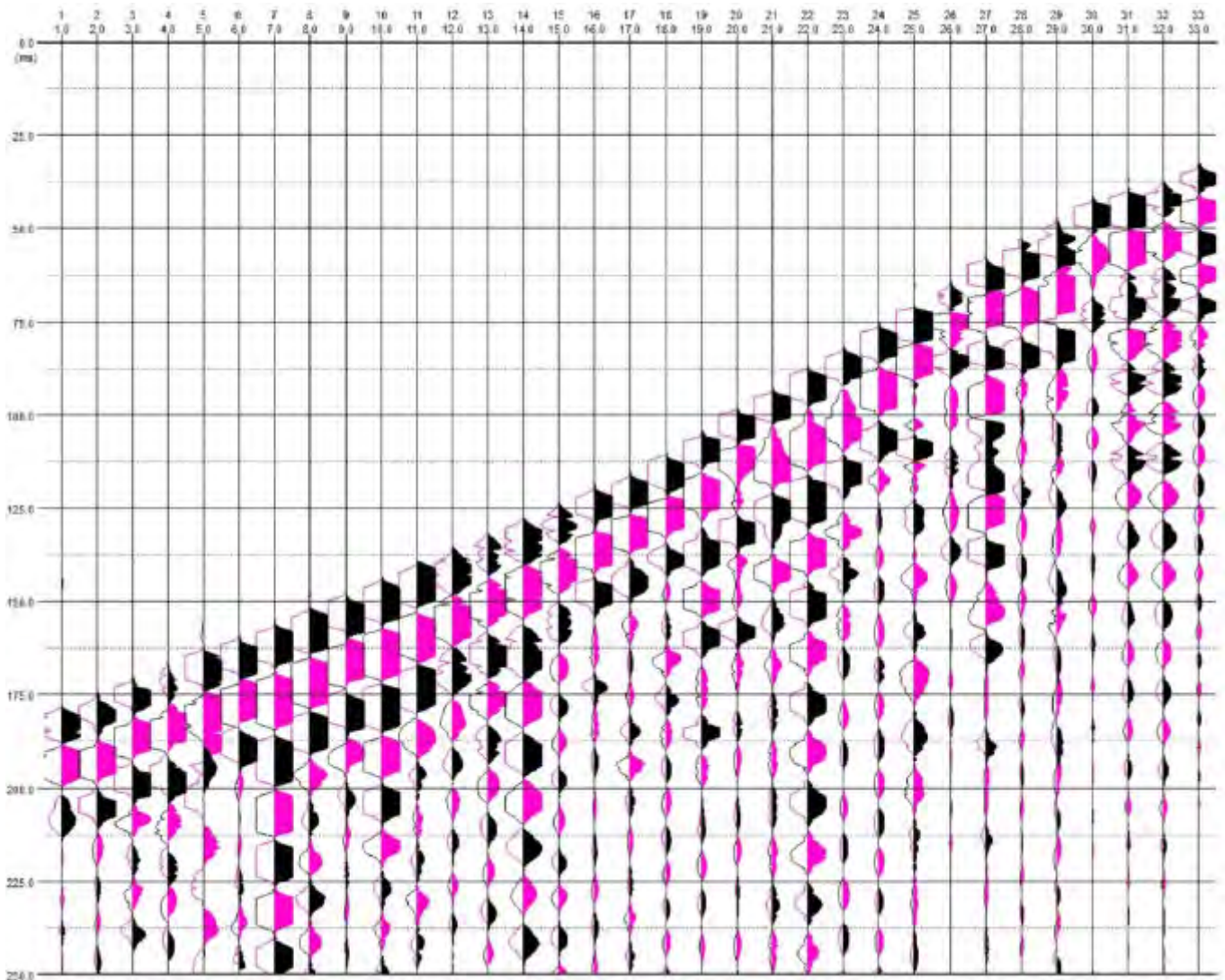


Figura 7 SOVRAPPOSIZIONE ONDE SH REGISTRATE SUL SITO IN ESAME

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

L'indagine sismica in foro ha fornito, sempre e comunque a discrezione del professionista incaricato, risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine in categoria C del D.M. 17 gennaio 2018, valori di $V_{s,eq}$ pari a 201 m/s.

In allegato sono riportati tutti i dati relativi ai tempi e le velocità ottenuti ad ogni metro dell'indagine.

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

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

- *Modulo di taglio a piccole deformazioni (G_0)*

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

- *Modulo di elasticità dinamico*

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

dove:

V_p = velocità delle onde longitudinali

ν = modulo di Poisson

- *Rigidità sismica*

$$R = \gamma_t \cdot V_s$$

definito come il prodotto della velocità per il peso su unità di volume del mezzo in cui si propaga l'onda, fornisce come risultato un parametro legato all'amplificazione sismica locale dove l'incidenza dei danni tende a diminuire con l'aumentare della rigidità sismica

Strato	V_p (m/s)	V_s (m/s)	ν	ρ (kg/m ³)	G_0 (kg/cm ²)	Ed (kg/cm ²)	R (t/s*m ²)
h1	211	94	0.37	1409.52	126	345	133
h2	265	101	0.41	1472.44	151	427	149
h3	387	135	0.43	1582.16	290	830	214
h4	580	165	0.46	1708.32	464	1352	282
h5	834	158	0.48	1830.66	458	1358	290
h6	1129	159	0.49	1939.11	489	1457	308
h7	1029	163	0.49	1905.18	506	1506	311
h8	1158	167	0.49	1948.46	546	1626	326
h9	1263	170	0.49	1980.66	574	1712	337
h10	1338	171	0.49	2002.74	584	1744	342

h11	1405	172	0.49	2021.23	600	1789	348
h12	1692	182	0.49	2094.01	693	2071	381
h13	1741	188	0.49	2105.38	748	2235	397
h14	1788	189	0.49	2115.92	757	2262	400
h15	1741	198	0.49	2105.42	825	2463	417
h16	1722	195	0.49	2100.87	802	2397	411
h17	1796	198	0.49	2117.86	828	2473	419
h18	1856	204	0.49	2131.12	890	2658	435
h19	1748	206	0.49	2106.98	895	2673	434
h20	1749	209	0.49	2107.27	918	2742	440
h21	1761	215	0.49	2109.93	971	2898	453
h22	1775	220	0.49	2113.00	1019	3041	464
h23	1732	212	0.49	2103.25	946	2824	446
h24	1713	224	0.49	2098.93	1055	3146	471
h25	1753	225	0.49	2108.15	1072	3197	475
h26	1642	212	0.49	2082.15	935	2790	441
h27	1648	234	0.49	2083.46	1139	3393	487
h28	1703	223	0.49	2096.62	1039	3099	467
h29	1732	266	0.49	2103.30	1486	4421	559
h30	1762	255	0.49	2110.05	1374	4094	539
h31	1689	272	0.49	2093.35	1549	4605	569
h32	1781	248	0.49	2114.43	1305	3889	525
h33	1739	276	0.49	2104.95	1605	4773	581

Figura 8 TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI DINAMICI.

Si ricorda che è responsabilità del Geologo o del Progettista l'assegnazione della categoria di suolo in base alle proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito in esame.

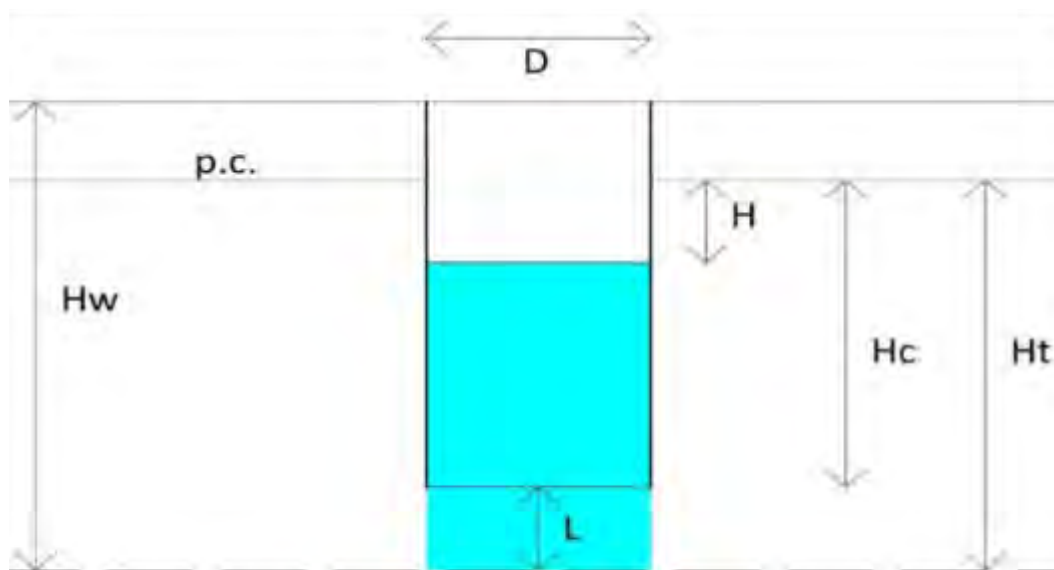
Pietrasanta, 15/01/2021

G&Geo Studio Geologi Associati
Dott. Michele Giovannetti – Geologo



COMUNE DI FORTE DEI MARMI (LU)

----- ALLEGATO 6 -----
PROVE LEFRANC A CARICO VARIABILE



RAPPORTO DI INDAGINE

COMMITTENTE: Colonial srl

GENNAIO 2021

Via Caio Duilio, Forte dei Marmi

G&Geo



Studio Geologi Associati

Michele Giovannetti - Vanessa Greco



Via Aurelia Sud, 14
55045 Pietrasanta (LU)

Tel/Fax: (+39) 0584.1848216

Cell: 335.6090871 (M) - 349.5926076 (V)

Email: info@gegeo.it

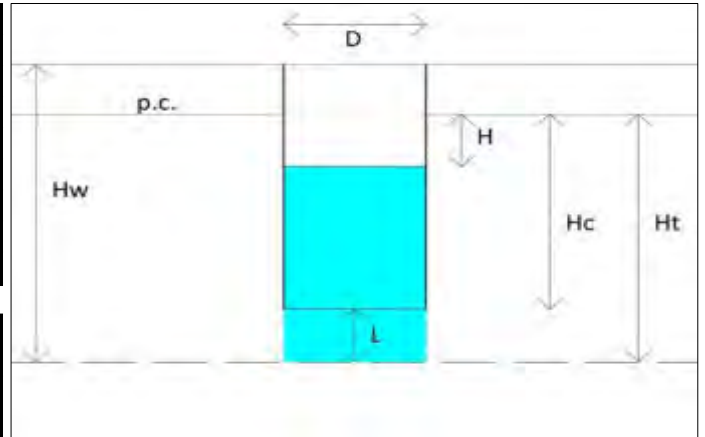
Web: www.gegeo.it



PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

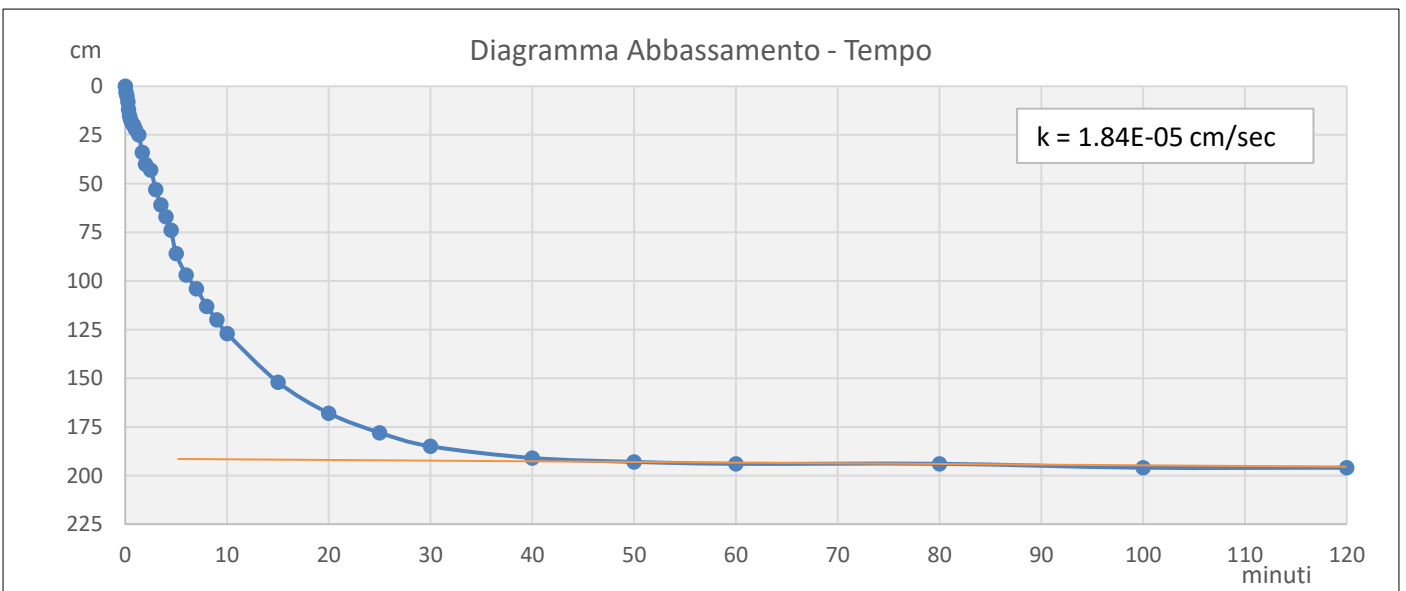
Committente	Colonial srl		
Rif.	Demolizione e ricostruzione ex Hotel Areion	Prova n°	1
Indirizzo	Via Caio Duilio, Forte dei Marmi (LU)	Data prova	13.11.2020
Operatore	Rijillo-Del Freo	N° sondaggio	S1
		Orario prova	-

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (cm)	600.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (cm)	-
Diametro del tratto di prova [D] (cm)	15.200
Area di base del tratto di prova [A] (cmq)	181.366
Profondità del rivestimento [Hc] (cm)	400.00
Profondità del foro [Ht] (cm)	500.00
Spessore del tratto di prova [L] (cm)	100.00
Coefficiente di forma [CL]	100.00



Prova di permeabilità in foro LeFranc eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)
$k = \frac{A}{(CL * (t_2 - t_1)) * \ln(h_1/h_2)}$

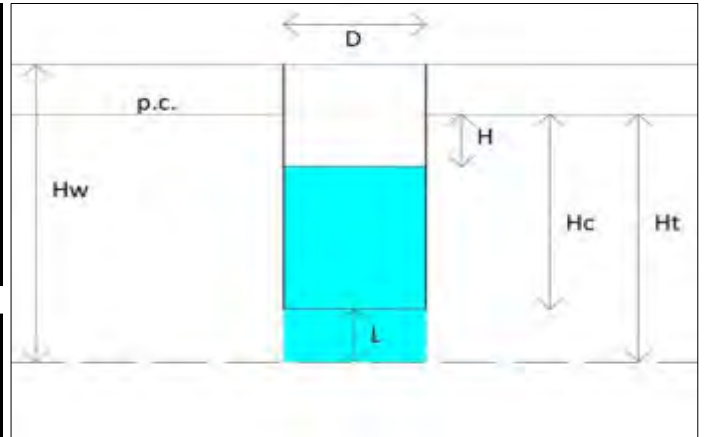
T	H	ΔH	k	T	H	ΔH	k
min	cm	cm	cm/sec	min	cm	cm	cm/sec
0.00	600.00	0.00		4.50	526.00	74.00	7.99E-04
0.08	597.00	3.00	1.82E-03	5.00	514.00	86.00	1.40E-03
0.17	595.00	5.00	1.22E-03	6.00	503.00	97.00	6.54E-04
0.25	592.00	8.00	1.83E-03	7.00	496.00	104.00	4.24E-04
0.33	588.00	12.00	2.46E-03	8.00	487.00	113.00	5.54E-04
0.42	585.00	15.00	1.86E-03	9.00	480.00	120.00	4.38E-04
0.50	583.00	17.00	1.24E-03	10.00	473.00	127.00	4.44E-04
0.67	581.00	19.00	6.23E-04	15.00	448.00	152.00	3.28E-04
0.83	580.00	20.00	3.12E-04	20.00	432.00	168.00	2.20E-04
1.00	578.00	22.00	6.26E-04	25.00	422.00	178.00	1.42E-04
1.33	575.00	25.00	4.72E-04	30.00	415.00	185.00	1.01E-04
1.67	566.00	34.00	1.43E-03	40.00	409.00	191.00	4.40E-05
2.00	560.00	40.00	9.66E-04	50.00	407.00	193.00	1.48E-05
2.50	557.00	43.00	3.25E-04	60.00	406.00	194.00	7.44E-06
3.00	547.00	53.00	1.10E-03	80.00	406.00	194.00	0.00E+00
3.50	539.00	61.00	8.91E-04	100.00	404.00	196.00	7.46E-06
4.00	533.00	67.00	6.77E-04	120.00	404.00	196.00	0.00E+00



PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

Committente	Colonial srl		
Rif.	Demolizione e ricostruzione ex Hotel Areion	Prova n°	2
Indirizzo	Via Caio Duilio, Forte dei Marmi (LU)	Data prova	15.11.2020
Operatore	Rijillo-Del Freo	N° sondaggio	S1
		Orario prova	-

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (cm)	1280.00
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (cm)	-
Diametro del tratto di prova [D] (cm)	15.200
Area di base del tratto di prova [A] (cmq)	181.366
Profondità del rivestimento [Hc] (cm)	1050.00
Profondità del foro [Ht] (cm)	1150.00
Spessore del tratto di prova [L] (cm)	100.00
Coefficiente di forma [CL]	100.00



Prova di permeabilità in foro LeFranc eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)
$k = \frac{A}{(CL \cdot (t_2 - t_1))} \cdot \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$

T	H	ΔH	k	T	H	ΔH	k
min	cm	cm	cm/sec	min	cm	cm	cm/sec
0.00	1280.00	0.00		4.50	1042.00	238.00	5.80E-05
0.08	1202.00	78.00	2.28E-02	5.00	1040.00	240.00	1.16E-04
0.17	1150.00	130.00	1.60E-02	6.00	1047.00	233.00	-2.03E-04
0.25	1100.00	180.00	1.61E-02	7.00	1044.00	236.00	8.67E-05
0.33	1066.00	214.00	1.14E-02	8.00	1042.00	238.00	5.80E-05
0.42	1040.00	240.00	8.96E-03	9.00	1041.00	239.00	2.90E-05
0.50	1030.00	250.00	3.50E-03	10.00	1040.00	240.00	2.91E-05
0.67	1020.00	260.00	1.77E-03	15.00	1036.00	244.00	2.33E-05
0.83	1010.00	270.00	1.79E-03	20.00	1035.00	245.00	5.84E-06
1.00	1008.00	272.00	3.59E-04	25.00	1035.00	245.00	0.00E+00
1.33	1009.00	271.00	-8.99E-05	30.00	1035.00	245.00	0.00E+00
1.67	1010.00	270.00	-8.98E-05	40.00	1034.00	246.00	2.92E-06
2.00	1023.00	257.00	-1.16E-03	50.00	1034.00	246.00	0.00E+00
2.50	1037.00	243.00	-8.22E-04	60.00	1033.00	247.00	2.92E-06
3.00	1047.00	233.00	-5.80E-04	80.00	1030.00	250.00	4.40E-06
3.50	1044.00	236.00	1.73E-04	100.00	1026.00	254.00	5.88E-06
4.00	1043.00	237.00	5.79E-05	120.00	1026.00	254.00	0.00E+00

