



AMBITO 4 PROGETTO DI INTERFACCIA PORTO CITTA'
**INTERVENTI PER LA FRUIBILITA' PROTETTA DELLA PASSEGGIATA
SUL MARE IN CORRISPONDENZA DEL MOLO DI PONENTE**
PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTAZIONE:



Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI



Il Direttore Tecnico
Dott. Ing. Antonino SUTERA

PROGER MANAGER E RESPONSABILE INTEGRAZIONE
DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Carlo LISTORTI
Dott. Ing. Roberto D'ORAZIO

RESPONSABILE DI PROGETTO:

Dott. Ing. Antonino SUTERA

SUPPORTO SPECIALISTICO OPERE MARITTIME:

Dott. Ing. Franco GRIMALDI

SUPPORTO SPECIALISTICO WATERFRONT:

Dott. Ing. Paolo VIOLA
Dott. Arch. Giacomo GUARNERI
Dott. Arch. Andrea ANGELI
Dott. Arch. Francesca GANGEMI

SUPPORTO MODELLAZIONE MOTO ONDOSO:

Dott. Ing. Andrea PEDRONCINI
Dott. Ing. Davide PERSI

RESPONSABILE STRUTTURE:

Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI

GEOLOGIA:

Dott. Geol. Mario MASCARUCCI

GEOTECNICA:

Dott. Ing. Ylenia MASCARUCCI

SUPPORTO SPEC. GEOLOGIA E GEOTECNICA:

Dott. Ing. Paolo MARCELLINO

RESPONSABILE AMBIENTE:

Dott. Ing. Marco SANDRUCCI

SUPPORTO SPECIALISTICO RAPPORTI ENTI:

Dott. Ing. Diego NESPOLO

COORDINATORE PER LA SICUREZZA:

Dott. Ing. Giuseppe BERNARDO

B.03

INDAGINI GEOGNOSTICHE E SULLE STRUTTURE ESISTENTI

Questo elaborato è di proprietà della Proger S.p.A. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Nome File	Scala	Commessa	Codice Elaborato					
DNC113_PD_B.03.dwg		P18062	D	00	00	G	01	03

REVISIONI	REV. n°	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	20/06/2019				

R.U.P.:

Geom. Domenico CIAVARELLA

VISTI/APPROVAZIONI:

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Relazione Tecnica

COMMITTENTE: PROGER SPA

OGGETTO: "PROGETTAZIONE DELL'AMBITO 4 DEL PROGETTO DI INTERFACCIA PORTO - CITTÀ"

CANTIERE: Molo di Ponente (Largo Marinaia Velici), Marina di Carrara - Carrara (MS)



RAPPORTO RELATIVO ALLA CAMPAGNA D'INDAGINE
ESEGUITA DAL 16 AL 29 MAGGIO 2019

BIERREGI S.R.L.

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Luigi GIAMMATTEI

INDICE

1. - Premessa.....	2
2. - Sondaggio geognostico	2
2.1 - Prova SPT (<i>Standard Penetration Test</i>)	3
2.2 - <i>Analisi geotecniche di Laboratorio</i>	3
3 - Prove di laboratorio sui materiali da costruzione	4
4 - Prova sismica in foro (Down-Hole)	6
4.1 - <i>Sistema d'acquisizione</i>	7
4.2 - <i>Elaborazione della prospezione sismica in foro</i>	7
5. - Conclusioni.....	8

FIGURE

Fig. 1 : COROGRAFIA (CTR Regione Toscana Foglio 249130)

Fig. 2 : UBICAZIONE INDAGINI (CTR Regione Toscana Foglio 21C07 - 21C08 - 21C16)

ALLEGATI

AII. A : LOG STRATIGRAFICO DEL SONDAGGIO GEOGNOSTICO E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

AII. B : ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

AII. C : PROVE DI LABORATORIO SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE (CAROTE DI CALCESTRUZZO DEL MURO PARAONDE)

AII. D : ELABORATI PROVA SISMICA IN FORO (DOWN HOLE - DH290519A)

1. - Premessa

Per incarico ricevuto dalla **PROGER spa**, sono state eseguite indagini geognostiche, geotecniche di laboratorio e geofisiche finalizzate alla caratterizzazione del terreno dell'area oggetto di studio, inerenti alla "PROGETTAZIONE DELL'AMBITO 4 DEL PROGETTO DI INTERFACCIA PORTO - CITTÁ". Nell'area oggetto di studio, sita lungo il "Molo di Ponente (Largo Marinaia Velici) di Marina di Carrara - Carrara (MS)", sono state eseguite le seguenti indagini:

- n° 1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo attrezzato con tubo down-hole;
- n° 6 Prelievi di campioni rimaneggiati su cui eseguire analisi geotecniche di laboratorio;
- n° 3 Prelievi di carote di calcestruzzo dal muro paraonde su cui eseguire test di laboratorio;
- n° 1 Prova sismica in foro (Down-Hole).

L'area e la relativa ubicazione delle indagini sono riportate rispettivamente in figura 1 (*Corografia*) e in figura 2 (*Ubicazione indagini*).

2. - Sondaggio geognostico

Il sondaggio geognostico è stato eseguito mediante una Sonda Comacchio GEO 405 dalla ditta Bierregi S.r.l. di Lucca. A seguire si riporta schematicamente un quadro riassuntivo delle specifiche del sondaggio eseguito:

Sondaggio n°	Data di esecuzione	Certificato	Profondità (m)	Falda (m)	Coordinate Gauss-Boaga	
					X	Y
S1-DH	27-28/05/19	BHc-099/19	30,00	2,60	1583029,3403	4876288,8412

Si fa presente che il sondaggio è stato realizzato a carotaggio continuo e attrezzato con tubo in pvc fino a fondo foro ($\varnothing=3''$ - 88,9 mm), per l'esecuzione della prova sismica in foro (down-hole).

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio, costantemente seguito e diretto da un Geologo di cantiere, sono state effettuate le seguenti operazioni:

- Raccolta in apposite cassette catalogatrici del materiale estratto (totale n. 6);
- Esecuzione di prove S.P.T. standard (totale n. 6);
- Prelievo di campioni rimaneggiati (totale n. 6);
- Documentazione fotografica.

La falda è stata misurata all'interno del foro il giorno dopo il termine della perforazione, prima di installare il tubo in pvc.

Tutte le informazioni raccolte durante l'esecuzione del sondaggio geognostico sono contenute nel relativo log stratigrafico, riportato dettagliatamente in allegato (All.A).

2.1 - Prova SPT (Standard Penetration Test)

La prova S.P.T. consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionatore di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m. Durante la prova si misura:

- N_1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";
- N_2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;
- N_3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N_2 + N_3$$

Durante l'esecuzione del sondaggio geognostico sono state eseguite in totale n. 5 prove SPT standard. Di seguito sono riportati i dati raccolti (numero dei colpi):

N° SPT	Profondità d'indagine			N_1	N_2	N_3	N_{SPT}	
1	1.50	÷	1.95	m	6	5	8	13
2	4.50	÷	4.95	m	4	3	3	6
3	10.50	÷	10.95	m	2	5	7	12
4	15.00	÷	15.45	m	3	5	6	11
5	20.00	÷	20.45	m	4	5	5	10
6	25.00	÷	25.45	m	3	4	5	9

2.2 - Analisi geotecniche di Laboratorio

Al fine di caratterizzare da un punto di vista geotecnico il terreno investigato, sono state eseguite delle analisi geotecniche di laboratorio su n.6 campioni rimaneggiati.

Le analisi geotecniche sono state eseguite dal laboratorio certificato SOCOTEC - Dipartimento di Ferrara. Di seguito si indicano sinteticamente le analisi svolte sui campioni raccolti:

TIPO DI PROVA	NORMA	CAMPIONI					
		Cr1	Cr2	Cr3	Cr4	Cr5	Cr6
UMIDITA' DI UNA TERRA	UNI EN ISO 17892-1	SI	SI	SI	NO	NO	NO
MASSA VOLUMICA APPARENTE	UNI EN ISO 17892-2	SI	SI	SI	NO	NO	NO
DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO	UNI EN ISO 17892-3	SI	SI	SI	NO	NO	NO
ANALISI GRANULOMETRICA (1)	ASTM D 422	SI	SI	SI	SI	SI	SI

(1) per setacciatura e sedimentazione

Dalle prove sopra riportate sono stati ricavati i seguenti parametri:

CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO		W	γ	GRANULOMETRIA (UNI)			
	da m.	a m.			Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
			(%)	(kN/m ³)	(%)	(%)	(%)	(%)
Cr1	3.00	3.50	15.20	19.60	0.10	74.10	22.10	3.70
Cr2	8.00	8.50	11.20	20.70	2.70	73.70	20.80	2.80
Cr3	12.00	12.50	18.10	20.60	0.00	61.90	31.70	6.40
Cr4	15.00	15.45	-	-	0.60	80.60	18.90**	
Cr5	20.00	20.45	-	-	0.00	73.80	26.20**	
Cr6	25.00	25.45	-	-	0.00	41.00	59.00**	

** Limi + Argilla

dove: W Umidità naturale
 γ Peso di volume

Per una visione dettagliata dei grafici e tabulati delle prove di laboratorio effettuate si veda l'All.B.

3 - Prove di laboratorio sui materiali da costruzione

Al fine di caratterizzare il muro paraonde, in data 16 Maggio 2019, sono state prelevate n.3 carote di calcestruzzo. I prelievi e i test di laboratorio sono stati eseguiti dal laboratorio DELTA di Lucca.

I prelievi in situ sono stati eseguiti mediante carotatrice HILTI DD 160 con corona diamantata \varnothing 95 mm.

I tre punti di prelievo sono stati effettuati come indicato nella figura seguente:



Ubicazione dei punti di prelievo delle carote di calcestruzzo dal muro paraonde



Postazione del prelievo CA03

I tre provini (carote) sono stati sottoposti in laboratorio alla prova di compressione, utilizzando una Pressa Tecnotest C030/2A portata 300 kN. I risultati ottenuti sono:

Campione CA01	Carico a Rottura 221,8 kN	Resistenza Comp. 31,3 N/mm ²
Campione CA02	Carico a Rottura 232,4 kN	Resistenza Comp. 32,8 N/mm ²
Campione CA03	Carico a Rottura 267,0 kN	Resistenza Comp. 37,7 N/mm ²

Per una visione dettagliata dei tabulati delle prove di laboratorio effettuate sulle carote di calcestruzzo si veda l'All.C.

4 - Prova sismica in foro (Down-Hole)

Il metodo down-hole si riferisce alla misurazione del tempo di percorso delle onde P ed SH nel tragitto tra la sorgente sismica in superficie ed i ricevitori posti all'interno di fori di sondaggio opportunamente predisposti. L'equipaggiamento strumentale risulta costituito da:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia;
- sei geofoni tridirezionali la cui risposta in frequenza sia compresa tra 4.5 e 14 Hz;
- un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- un sismografo multicanale in grado di registrare segnali in formato digitale e con la possibilità di miglioramento del segnale (sommatoria di segnale).

I dati acquisiti in campagna e registrati sul p.c. vengono poi processati in studio tramite foglio di calcolo Excel, correggendo i tempi di primo arrivo mediante la seguente formula:

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

z = profondità del ricevitore

d = distanza sorgente e ricevitore

R = distanza superficiale tra sorgente e centro del foro

t = il tempo determinato dalle tracce di registrazione

t* = il tempo corretto

Durante l'elaborazione viene eseguito il "picking" dei primi arrivi in modalità manuale. In particolare come allegati vengono forniti (All.D):

- Sismogrammi delle onde P e onde SH
- Dati analitici (tempi di primo arrivo)
- Dromocrona onde P/SH e profili di velocità

4.1 - Sistema d'acquisizione

Per l'acquisizione è stato utilizzato un sismografo a 48 canali ECHO 24-48/2012 dell'AMBROGEO di Piacenza, collegato ad un pc portatile su cui è installato programma di acquisizione Echo2012, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- Numero di canali: 48+1;
- A/D conversion: 24 bit;
- Gain: 0 dB – 72 dB (step 6 dB);
- Sampling interval: 32, 64, 128, 256, 480, 960 μ s;
- Distorsion: 0,0004%;
- Noise: 0,25 μ s, 2ms 36dB;
- Stacking trigger accuracy: 1/32 of sample interval;
- Max input signal: 5Vpp, 0dB.

Per le onde P come sorgente di energizzazione è stata utilizzata una mazza di 8 kg battente su piastra in duralluminio, mentre per le onde SH è stata utilizzata una mazza da 8 kg battente su traversina in polietilene sovraccaricata con 2 operatori e sollecitata trasversalmente.

Il segnale acquisito in campagna è stato poi comunque filtrato in fase di elaborazione, mediante utilizzo di filtri in frequenza. In allegato vengono presentati i sismogrammi "grezzi" acquisiti in campagna.

4.2 - Elaborazione della prospezione sismica in foro

Nell'area oggetto d'indagine, come accennato in premessa, è stata eseguita in data 29 Maggio 2019 un'indagine sismica down-hole denominata "DH290519A (S1-DH)". L'indagine Down-Hole è stata eseguita nel foro del sondaggio S1-DH (Certificato BHc-099/19), approfondito fino a 30 metri dal piano campagna.

Le registrazioni sono state in totale 60, due per metro (onde P e onde SH), modificando a seguito di ogni sparo ("shot") la profondità del geofono all'interno del foro di sondaggio. La distanza del punto di energizzazione da bocca foro è pari a 3,00 metri.

Durante l'elaborazione è stato eseguito il "picking" dei primi arrivi in modalità manuale e le dromocrone (curve distanza/tempo o travel-time) risultanti sono anch'esse riportate in allegato. Ogni segmento di tali curve rappresenta in prima analisi uno strato

distinto, e la relativa pendenza fornisce indicazioni circa la velocità delle onde sismiche. Relativamente al pattern risultante dall'analisi complessiva di tutte le dromocrone è risultata una situazione tipo multistrato. In riferimento alla stratigrafia del sondaggio sono stati distinti in dettaglio:

1. Dal piano campagna fino a 3,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il primo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 528 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 128 m/s;
2. Da 3,00 metri fino a 26,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il secondo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 1659 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 198 m/s;
3. Da 26,00 metri fino a 30,00 metri (Onde P/SH) di profondità si ha il terzo sismostrato caratterizzato da una velocità delle onde P (V_p) di 2006 m/s e ad una velocità delle onde SH (V_s) di 394 m/s.

Riepilogando (velocità e parametri dinamici rilevati):

Profondità strato (m)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p/V_s (-)	Rapporto Poisson (-)	Peso di Volume (t/m ³)	Modulo di Taglio G (kg/cm ²)	Modulo di Young E (kg/cm ²)	Modulo di Compressibilità K (kg/cm ²)
0÷3	528	128	4.11	0.47	1.68	282	829	4395
3÷26	1659	198	8.36	0.49	2.09	837	2500	57400
26÷30	2006	394	5.09	0.48	2.16	3425	10138	84140

Nota: Peso di volume ricavato per via empirica sulla base della relazione $\gamma=0.51*V_p^{0.19}$ (Gardner et al. 1974)

Nota: Valore della $V_{s,eq}$ a partire dal piano campagna ≈ 200 m/s

Dall'analisi sismica down-hole si ricava un valore della velocità $V_{s,eq}$ (a partire dal piano campagna) pari a:

$$V_{s,30} \approx 200 \text{ m/s}$$

Per maggiori dettagli si rimanda al relativo allegato (All.D).

5. - Conclusioni

Sulla base dei dati raccolti sul campo e delle elaborazioni eseguite, è stato possibile evidenziare quanto segue:

Il sondaggio geognostico e le analisi geotecniche di laboratorio hanno permesso di ricavare la stratigrafia e i parametri geomeccanici del terreno investigato.

Le prove di laboratorio eseguite sui materiali da costruzione (carote di calcestruzzo prelevate dal muro paraonde), hanno premesso di ricavare la resistenza a compressione dei provini.

La valutazione dell'azione sismica di progetto va definita, secondo il DM 17.01.2018 (NTC18), attraverso specifiche analisi di Risposta Sismica Locale (RSL). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà del terreno siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab 3.2.II delle norme, è possibile fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

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 (3.2.1 delle NTC18):

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

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.

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.

Dalla sismica in foro effettuata per il sito d'interesse, sono stati individuati i vari sismostrati e le relative velocità V_s riportati nella tabella sottostante:

Sismostrati	Profondità		Spessore (h_i) (metri)	Veocità ($V_{s,i}$) (m/s)	$h_i/V_{s,i}$ (-)
	da (m)	a (m)			
Sismostrato 1	0.00	3.00	3.00	128	0.0234
Sismostrato 2	3.00	26.00	23.00	198	0.1162
Sismostrato 3	26.00	30.00	4.00	394	0.0102

H = 30.0 metri

 $\Sigma h_i/V_{s,i} = 0.1498$

$$V_{s,eq} = 30.0/0.1498 = 200 \text{ m/s}$$

Categoria di Sottosuolo C
(a partire dal piano campagna)

Tale dato fa ricadere l'area oggetto di studio nella **Categoria di Suolo Sismico C**:

“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.



Indagine sismica Down-Hole.

L'analisi specifica dei dati elaborati rimane comunque a carico del "geologo/ingegnere" responsabile delle indagini; le considerazioni sopra esposte in merito alla "categoria di suolo", si devono intendere come mera interpretazione dei risultati ottenuti.

Per ulteriori dettagli sulle indagini svolte si rimanda ai relativi allegati (All.A - B - C - D).

Lucca, Giugno 2019

BIERREGI srl
Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Luigi Giammattei
BIERREGI S.R.L.
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Luigi GIAMMATTEI



FIG.1 - COROGRAFIA

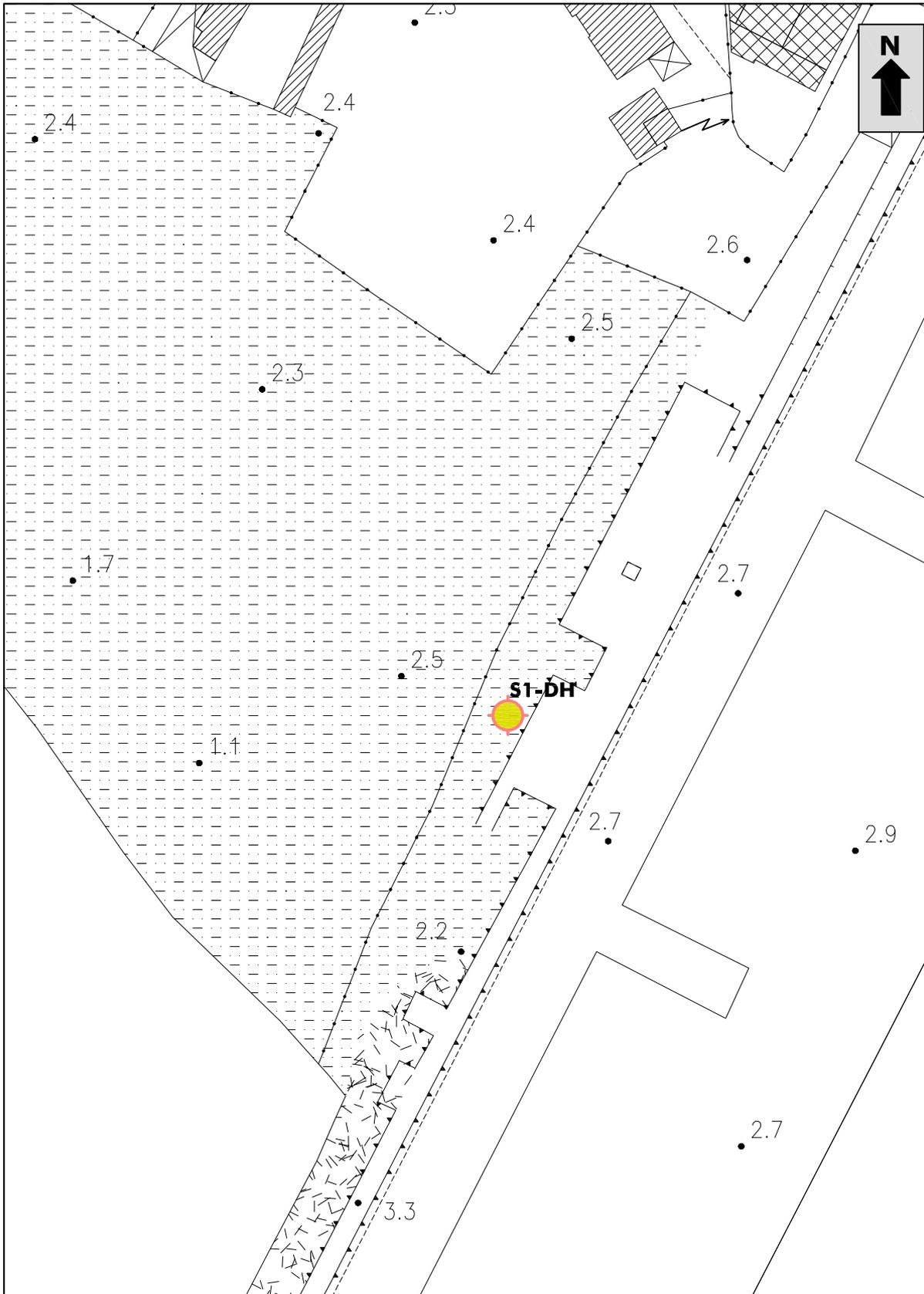
(C.T.R. Regione Toscana - Foglio n. 249130 - Scala 1:20000)



- Area oggetto d'indagine

FIG.2 - UBICAZIONE INDAGINE

(C.T.R. Regione Toscana - Foglio n. 21C07 - Scala 1:1000)



S1
 - Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

Log Stratigrafico del Sondaggio Geognostico

S1-DH (BHc-099/2019) Profondità 30,00 m

**“PROGETTAZIONE DELL’AMBITO 4 DEL PROGETTO DI INTERFACCIA PORTO -CITTA”
MOLO DI PONENTE (LARGO MARINAI VELICI) - MARINA DI CARRARA, CARRARA (MS)**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Fig. 1: Postazione Sondaggio S1-DH



Fig. 2: Sondaggio S1-DH - Cassetta 1 (0 - 5 metri)



Fig. 3: Sondaggio S1-DH - Cassetta 2 (5 - 10 metri)



Fig. 4: Sondaggio S1-DH - Cassetta 3 (10 - 15 metri)



Fig. 5: Sondaggio S1-DH - Cassetta 4 (15 - 20 metri)



Fig. 6: Sondaggio S1-DH - Cassetta 5 (20 - 25 metri)



Fig. 7: Sondaggio S1-DH - Cassetta 6 (25 - 30 metri)

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464



Allegato B

Analisi Geotecniche di Laboratorio

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
 CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
 CAMPIONE: **Cr1 m 3.00 - 3.50**
 COMMESSA: 19384/19
 VERBALE ACC.: vgf/151/19
 DATA CONSEGNA: 29/05/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 3.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia medio fina limosa marrone																																
	<table> <tr><td>W naturale (%)</td><td>15.2</td></tr> <tr><td>γ ricostituito (Mg/m^3)</td><td>1.96</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m^3)</td><td>1.71</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m^3)</td><td>1.07</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>36</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.57</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>71</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m^3)</td><td>2.679</td></tr> </table>	W naturale (%)	15.2	γ ricostituito (Mg/m^3)	1.96	γ secco (Mg/m^3)	1.71	γ immerso (Mg/m^3)	1.07	porosità (%)	36	indice dei vuoti	0.57	grado di saturazione (%)	71	massa specifica (Mg/m^3)	2.679																
W naturale (%)	15.2																																
γ ricostituito (Mg/m^3)	1.96																																
γ secco (Mg/m^3)	1.71																																
γ immerso (Mg/m^3)	1.07																																
porosità (%)	36																																
indice dei vuoti	0.57																																
grado di saturazione (%)	71																																
massa specifica (Mg/m^3)	2.679																																
	PROVE ESEGUITE <table> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>-</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>SI</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-																													
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-																														
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
		Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																
3.50 basso																																	

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA**UNI EN ISO 17892-1**COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**CAMPIONE: **Cr1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Sabbia medio fina limosa marrone**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	311.36	2.17
TERRA UMIDA (g)	1073.88	165.51
TERRA ESSICATA* (g)	972.01	144.25
UMDITA' DETERMINATA (%)	15.4	15.0
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	15.2

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina limosa marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	185.61	186.21
ALTEZZA (cm)	10.00	10.00
DIAMETRO (cm)	5.00	5.00
MASSA LORDA (g)	575.24	568.51
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	1.98	1.95
MEDIA (Mg/m³)	=	1.96

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT**Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)****Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119**

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO
UNI EN ISO 17892-3

COMMITTENTE:	Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.		
CANTIERE:	Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)		
CAMPIONE:	Cr1	m 3.00 - 3.50	
COMMESSA:	19384/19	DURATA PROVE:	29/05 - 07/06/19
VERBALE ACC.:	vgf/151/19	DATA CONSEGNA:	29/05/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Sabbia medio fina limosa marrone**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	21.50	22.71
temperatura (°C):	23.0	23.0
picnometro + acqua (g):	154.24	147.35
picnometro + terra (g):	167.71	161.60
fattore K	0.9993	0.9993
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.676	2.683

Peso specifico calcolato (Mg/m³):	2.679
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr1 m 3.00 - 3.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

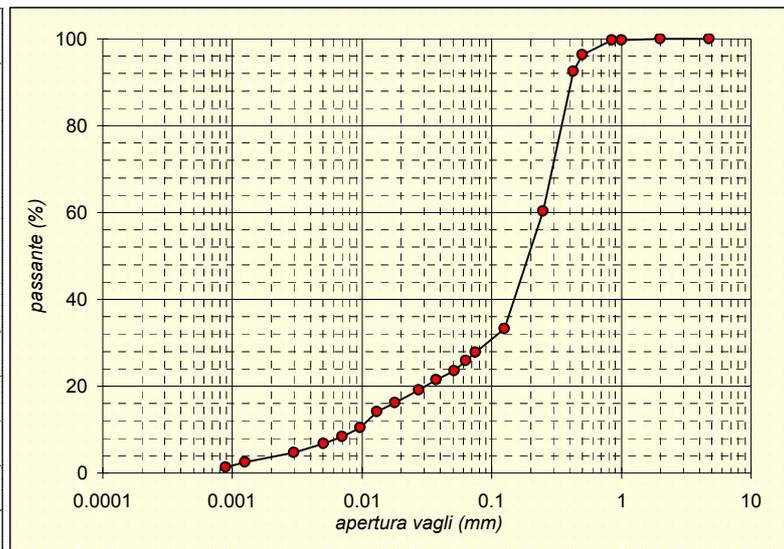
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina limosa marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
571	setaccio 4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
572	setaccio 2	0.48	0.07	0.07	99.93
573	setaccio 1	1.17	0.18	0.25	99.75
290	setaccio 0.85	0.65	0.10	0.35	99.65
291	setaccio 0.5	21.76	3.29	3.64	96.36
292	setaccio 0.425	25.76	3.90	7.54	92.46
293	setaccio 0.250	212.50	32.17	39.71	60.29
282	setaccio 0.125	178.80	27.06	66.77	33.23
283	setaccio 0.075	36.20	5.48	72.25	27.75
286	setaccio 0.063	12.79	1.94	74.19	25.81
-	calcolato 0.0512	14.66	2.22	76.40	23.60
-	calcolato 0.0374	13.55	2.05	78.46	21.54
-	calcolato 0.0274	16.26	2.46	80.92	19.08
-	calcolato 0.0181	18.98	2.87	83.79	16.21
-	calcolato 0.0131	13.55	2.05	85.84	14.16
-	calcolato 0.0097	24.40	3.69	89.54	10.46
-	calcolato 0.0070	13.55	2.05	91.59	8.41
-	calcolato 0.0050	10.84	1.64	93.23	6.77
-	calcolato 0.0030	13.55	2.05	95.28	4.72
-	calcolato 0.0013	14.52	2.20	97.48	2.52
-	calcolato 0.0009	7.65	1.16	98.64	1.36
	fondo	9.02	1.36	100.00	0.00
TOTALE		660.65		φ max (mm) = 2.3	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.02	
t° C	Tempo (s)	Lettura
27	30	31.0
27	60	28.5
27	120	25.5
27	300	22.0
27	600	19.5
27	1200	15.0
27	2400	12.5
27	4800	10.5
27	14400	8.0
26	86400	5.5
26.5	172800	4.0
Rapporti granulometrici		
USCS		
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.1%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	72.3%	74.1%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	24.0%	22.1%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	3.7%	3.7%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
 CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
 CAMPIONE: **Cr2 m 8.00 - 8.50**
 COMMESSA: 19384/19
 VERBALE ACC.: vgf/151/19
 DATA CONSEGNA: 29/05/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 8.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia da grossa a fina limosa marrone																																
	<table> <tr><td>W naturale (%)</td><td>11.2</td></tr> <tr><td>γ ricostituito (Mg/m^3)</td><td>2.07</td></tr> <tr><td>γ secco (Mg/m^3)</td><td>1.86</td></tr> <tr><td>γ immerso (Mg/m^3)</td><td>1.17</td></tr> <tr><td>porosità (%)</td><td>30</td></tr> <tr><td>indice dei vuoti</td><td>0.43</td></tr> <tr><td>grado di saturazione (%)</td><td>69</td></tr> <tr><td>massa specifica (Mg/m^3)</td><td>2.675</td></tr> </table>	W naturale (%)	11.2	γ ricostituito (Mg/m^3)	2.07	γ secco (Mg/m^3)	1.86	γ immerso (Mg/m^3)	1.17	porosità (%)	30	indice dei vuoti	0.43	grado di saturazione (%)	69	massa specifica (Mg/m^3)	2.675																
W naturale (%)	11.2																																
γ ricostituito (Mg/m^3)	2.07																																
γ secco (Mg/m^3)	1.86																																
γ immerso (Mg/m^3)	1.17																																
porosità (%)	30																																
indice dei vuoti	0.43																																
grado di saturazione (%)	69																																
massa specifica (Mg/m^3)	2.675																																
8.50 basso	PROVE ESEGUITE <table> <tr><td>Umidità Naturale</td><td>SI</td><td>Trassiale UU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Limiti Atterberg</td><td>-</td><td>Trassiale CIU</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Setacciatura</td><td>SI</td><td>Edometria</td><td>-</td></tr> <tr><td>Gran. Sedimentazione</td><td>SI</td><td>Taglio Diretto</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso di Volume</td><td>SI</td><td>Espansione L.L.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Peso Specifico</td><td>SI</td><td>Trassiale Cicl. + C.M.</td><td>-</td></tr> <tr><td>Analisi Chimica</td><td>-</td><td>Colonna Risonante</td><td>-</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Taglio Torsionale Cicl.</td><td>-</td></tr> </table>	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
	Umidità Naturale	SI	Trassiale UU	-																													
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	SI	Taglio Diretto	-																														
Peso di Volume	SI	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	SI	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
		Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA**UNI EN ISO 17892-1**COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**CAMPIONE: **Cr2 m 8.00 - 8.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Sabbia da grossa a fina limosa marrone**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	607.98	2.21
TERRA UMIDA (g)	1583.18	182.6
TERRA ESSICATA* (g)	1486.13	164.1
UMDITA' DETERMINATA (%)	11.1	11.4
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	11.2

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr2 m 8.00 - 8.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina limosa marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	185.68	185.47
ALTEZZA (cm)	10.00	10.00
DIAMETRO (cm)	5.00	5.00
MASSA LORDA (g)	590.43	595.84
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.06	2.09
MEDIA (Mg/m³)	=	2.07

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT**Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)****Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119**

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO
UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.		
CANTIERE:	Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)		
CAMPIONE:	Cr2	m 8.00 - 8.50	
COMMESSA:	19384/19	DURATA PROVE:	29/05 - 07/06/19
VERBALE ACC.:	vgf/151/19	DATA CONSEGNA:	29/05/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Sabbia da grossa a fina limosa marrone**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	22.83	21.04
temperatura (°C):	23.0	23.0
picnometro + acqua (g):	154.24	147.35
picnometro + terra (g):	168.55	160.52
fattore K	0.9993	0.9993
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.678	2.672

Peso specifico calcolato (Mg/m³):	2.675
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA (per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422			
COMMITTENTE:	Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.		
CANTIERE:	Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)		
CAMPIONE:	Cr2 m 8.00 - 8.50		
COMMESSA:	19384/19	DURATA PROVE:	29/05 - 07/06/19
VERBALE ACC.:	vgf/151/19	DATA CONSEGNA:	29/05/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.			

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia da grossa a fina limosa marrone

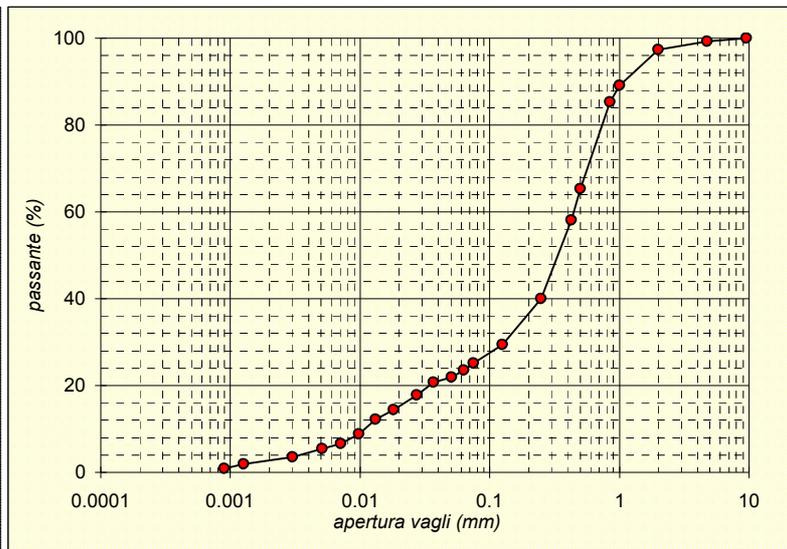
codici	vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio 9.51	0.00	0.00	0.00	100.00
571	setaccio 4.75	6.62	0.75	0.75	99.25
572	setaccio 2	17.17	1.96	2.71	97.29
573	setaccio 1	72.29	8.23	10.94	89.06
290	setaccio 0.85	33.15	3.77	14.72	85.28
291	setaccio 0.5	175.19	19.95	34.67	65.33
292	setaccio 0.425	63.52	7.23	41.90	58.10
293	setaccio 0.250	159.41	18.15	60.05	39.95
282	setaccio 0.125	92.66	10.55	70.60	29.40
283	setaccio 0.075	36.93	4.21	74.81	25.19
286	setaccio 0.063	14.42	1.64	76.45	23.55
-	calcolato 0.0509	14.26	1.62	78.08	21.92
-	calcolato 0.0367	9.87	1.12	79.20	20.80
-	calcolato 0.0273	26.33	3.00	82.20	17.80
-	calcolato 0.0182	29.62	3.37	85.57	14.43
-	calcolato 0.0133	19.75	2.25	87.82	12.18
-	calcolato 0.0098	29.62	3.37	91.19	8.81
-	calcolato 0.0071	19.75	2.25	93.44	6.56
-	calcolato 0.0051	9.87	1.12	94.56	5.44
-	calcolato 0.0030	16.45	1.87	96.44	3.56
-	calcolato 0.0013	14.34	1.63	98.07	1.93
-	calcolato 0.0009	9.29	1.06	99.13	0.87
-	fondo	7.65	0.87	100.00	0.00
TOTALE		878.15		φ max (mm) = 5.5	

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro 50.01		
t° C	Tempo (s)	Lettura
27	30	31.5
27	60	30.0
27	120	26.0
27	300	21.5
27	600	18.5
27	1200	14.0
27	2400	11.0
27	4800	9.5
27	14400	7.0
26	86400	5.0
26.5	172800	3.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.8%	2.7%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	74.1%	73.7%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	22.4%	20.8%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	2.8%	2.8%

Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli



FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDE GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
 CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
 CAMPIONE: **Cr3 m 12.00 - 12.50**
 COMMESSA: 19384/19
 VERBALE ACC.: vgf/151/19
 DATA CONSEGNA: 29/05/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 12.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Sabbia fina con limo marrone
	W naturale (%) 18.1 γ ricostituito (Mg/m^3) 2.06 γ secco (Mg/m^3) 1.75 γ immerso (Mg/m^3) 1.10 porosità (%) 35 indice dei vuoti 0.53 grado di saturazione (%) 91 massa specifica (Mg/m^3) 2.678
	PROVE ESEGUITE
	Umidità Naturale SI Trassiale UU -
	Limiti Atterberg - Trassiale CIU -
	Gran. Setacciatura SI Edometria -
	Gran. Sedimentazione SI Taglio Diretto -
	Peso di Volume SI Espansione L.L. -
	Peso Specifico SI Trassiale Cicl. + C.M. -
	Analisi Chimica - Colonna Risonante -
	NOTE: -
12.50 basso	

lo Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

**UMIDITA' DI UNA TERRA
UNI EN ISO 17892-1**

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
CAMPIONE: **Cr3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA:	19384/19	DURATA PROVE:	29/05 - 07/06/19
VERBALE ACC.:	vgf/151/19	DATA CONSEGNA:	29/05/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

**ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:
Sabbia fina con limo marrone**

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	229.88	2.18
TERRA UMIDA (g)	861.56	123.7
TERRA ESSICATA* (g)	765.17	105.05
UMDITA' DETERMINATA (%)	18.0	18.1
UMDITA' CALCOLATA (%)	=	18.1

* materiale essiccato instufa a 105 - 110 °C, fino a massa costante.

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE

UNI EN ISO 17892-2

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia fina con limo marrone

cod.bilancia 480

DETERMINAZIONE	1	2
TARA (g)	185.88	185.92
ALTEZZA (cm)	10.00	10.00
DIAMETRO (cm)	5.00	5.00
MASSA LORDA (g)	589.86	593.21
MASSA VOLUMICA (Mg/m ³)	2.06	2.07
MEDIA (Mg/m³)	=	2.06

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT**Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)****Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119**

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO CON PICNOMETRO**UNI EN ISO 17892-3**

COMMITTENTE:	Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.		
CANTIERE:	Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)		
CAMPIONE:	Cr3	m 12.00 - 12.50	
COMMESSA:	19384/19	DURATA PROVE:	29/05 - 07/06/19
VERBALE ACC.:	vgf/151/19	DATA CONSEGNA:	29/05/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:**Sabbia fina con limo marrone**

cod.bilancia 480

determinazione	1	2
picnometro n:	(pic. 001)	(pic. 002)
terra (g):	21.51	19.71
temperatura (°C):	23.0	23.0
picnometro + acqua (g):	149.02	147.35
picnometro + terra (g):	162.50	159.71
fattore K	0.9993	0.9993
Peso specifico determinato (Mg/m³):	2.677	2.680

Peso specifico calcolato (Mg/m³):	2.678
---	--------------

Io Sperimentatore:
dott. Roberto BellanovaIl Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



SOCOTEC

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr3 m 12.00 - 12.50**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

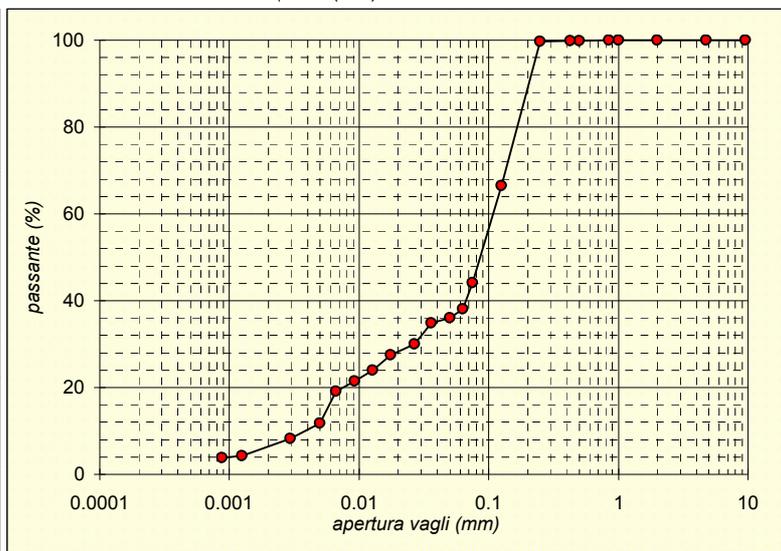
Sabbia fina con limo marrone

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
570	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.15	0.03	99.97
573	setaccio	1	0.10	0.05	99.95
290	setaccio	0.85	0.05	0.06	99.94
291	setaccio	0.5	0.21	0.10	99.90
292	setaccio	0.425	0.16	0.13	99.87
293	setaccio	0.250	0.69	0.25	99.75
282	setaccio	0.125	178.43	33.59	66.41
283	setaccio	0.075	119.66	55.94	44.06
286	setaccio	0.063	31.94	61.91	38.09
-	calcolato	0.0505	10.97	63.96	36.04
-	calcolato	0.0362	6.48	65.17	34.83
-	calcolato	0.0269	25.94	70.02	29.98
-	calcolato	0.0175	12.97	72.44	27.56
-	calcolato	0.0128	19.45	76.07	23.93
-	calcolato	0.0092	12.97	78.50	21.50
-	calcolato	0.0067	12.97	80.92	19.08
-	calcolato	0.0050	38.91	88.19	11.81
-	calcolato	0.0030	19.45	91.82	8.18
-	calcolato	0.0012	20.61	95.67	4.33
-	calcolato	0.0009	2.67	96.17	3.83
	fondo	20.51	3.83	100.00	0.00
TOTALE		535.29			

φ max (mm) = 2.6

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	50.01	
t° C	Tempo (s)	Lettura
27	30	32.0
27	60	31.0
27	120	27.0
27	300	25.0
27	600	22.0
27	1200	20.0
27	2400	18.0
27	4800	12.0
27	14400	9.0
26	86400	6.0
26.5	172800	5.5
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4.75 mm	> 2.00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0.075 mm	> 0.063 mm
	55.9%	61.9%
LIMO	> 2 μ	> 2 μ
	37.6%	31.7%
ARGILLA	< 2 μ	< 2 μ
	6.4%	6.4%

Soluzione disperdente preparata al momento



Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDE GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
 CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
 CAMPIONE: **Cr4 m 15.00 - 15.45**
 COMMESSA: 19384/19
 VERBALE ACC.: vgf/151/19
 DATA CONSEGNA: 29/05/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 15.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																
	DESCRIZIONE: Sabbia medio fina limosa grigio verde																																
	<table> <tr> <td>W naturale (%)</td> <td style="text-align: right;">19.9</td> </tr> <tr> <td>γ ricostituito (Mg/m^3)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>γ secco (Mg/m^3)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>γ immerso (Mg/m^3)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>porosità (%)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>indice dei vuoti</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>grado di saturazione (%)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>massa specifica (Mg/m^3)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> </table>	W naturale (%)	19.9	γ ricostituito (Mg/m^3)	-	γ secco (Mg/m^3)	-	γ immerso (Mg/m^3)	-	porosità (%)	-	indice dei vuoti	-	grado di saturazione (%)	-	massa specifica (Mg/m^3)	-																
W naturale (%)	19.9																																
γ ricostituito (Mg/m^3)	-																																
γ secco (Mg/m^3)	-																																
γ immerso (Mg/m^3)	-																																
porosità (%)	-																																
indice dei vuoti	-																																
grado di saturazione (%)	-																																
massa specifica (Mg/m^3)	-																																
	PROVE ESEGUITE <table> <tr> <td>Umidità Naturale</td> <td>-</td> <td>Trassiale UU</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Limiti Atterberg</td> <td>-</td> <td>Trassiale CIU</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Setacciatura</td> <td>SI</td> <td>Edometria</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Sedimentazione</td> <td>-</td> <td>Taglio Diretto</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso di Volume</td> <td>-</td> <td>Espansione L.L.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico</td> <td>-</td> <td>Trassiale Cicl. + C.M.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Analisi Chimica</td> <td>-</td> <td>Colonna Risonante</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Taglio Torsionale Cicl.</td> <td>-</td> </tr> </table>	Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-																														
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																														
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																														
Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	-																														
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																														
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																														
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																														
		Taglio Torsionale Cicl.	-																														
	NOTE: -																																
15.45 basso																																	

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr4 m 15.00 - 15.45**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

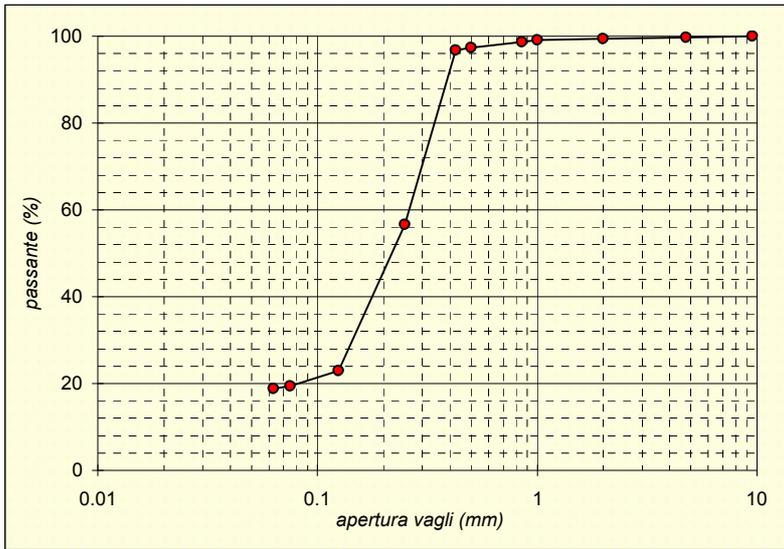
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina limosa grigio verde

codici	vaglio	trattenuto	trattenuto	cum. tratt.	passante
	(mm)	(g)	(%)	(%)	(%)
570	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	4.75	1.33	0.24	99.76
572	setaccio	2	1.80	0.32	99.45
573	setaccio	1	2.23	0.40	99.05
290	setaccio	0.85	2.27	0.40	98.65
291	setaccio	0.5	7.41	1.31	97.33
292	setaccio	0.425	3.43	0.61	96.73
293	setaccio	0.250	226.68	40.17	56.56
282	setaccio	0.125	189.64	33.61	22.95
283	setaccio	0.075	19.86	3.52	19.43
286	setaccio	0.063	3.14	0.56	18.88
	fondo	106.52	18.88	100.00	0.00
	TOTALE	564.31		φ max (mm) = 5.9	

Passante effettivo setaccio		
0.063 (g) in areometro -		
t° C	Tempo (s)	Letture
-	30	-
-	60	-
-	120	-
-	300	-
-	600	-
-	1200	-
-	2400	-
-	4800	-
-	14400	-
-	86400	-
-	172800	-
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.2%	0.6%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	80.3%	80.6%
LIMO + ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	19.4%	18.9%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
CAMPIONE: **Cr5 m 20.00 - 20.45**
COMMESSA: 19384/19
VERBALE ACC.: vgf/151/19
DATA CONSEGNA: 29/05/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 20.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3																																				
	DESCRIZIONE: Sabbia medio fina limoso argillosa grigio																																				
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">W naturale (%)</td> <td style="text-align: right;">17.6</td> </tr> <tr> <td>γ ricostituito (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>γ secco (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>γ immerso (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>porosità (%)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>indice dei vuoti</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>grado di saturazione (%)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>massa specifica (Mg/m³)</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> </table>	W naturale (%)	17.6	γ ricostituito (Mg/m ³)	-	γ secco (Mg/m ³)	-	γ immerso (Mg/m ³)	-	porosità (%)	-	indice dei vuoti	-	grado di saturazione (%)	-	massa specifica (Mg/m ³)	-																				
W naturale (%)	17.6																																				
γ ricostituito (Mg/m ³)	-																																				
γ secco (Mg/m ³)	-																																				
γ immerso (Mg/m ³)	-																																				
porosità (%)	-																																				
indice dei vuoti	-																																				
grado di saturazione (%)	-																																				
massa specifica (Mg/m ³)	-																																				
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4">PROVE ESEGUITE</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%;">Umidità Naturale</td> <td style="width: 10%;">-</td> <td style="width: 30%;">Trassiale UU</td> <td style="width: 10%;">-</td> </tr> <tr> <td>Limiti Atterberg</td> <td>-</td> <td>Trassiale CIU</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Setacciatura</td> <td>SI</td> <td>Edometria</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Gran. Sedimentazione</td> <td>-</td> <td>Taglio Diretto</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso di Volume</td> <td>-</td> <td>Espansione L.L.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico</td> <td>-</td> <td>Trassiale Cicl. + C.M.</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Analisi Chimica</td> <td>-</td> <td>Colonna Risonante</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Taglio Torsionale Cicl.</td> <td>-</td> </tr> </table>	PROVE ESEGUITE				Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-	Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-	Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-	Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	-	Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-	Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-	Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-			Taglio Torsionale Cicl.	-
	PROVE ESEGUITE																																				
Umidità Naturale	-	Trassiale UU	-																																		
Limiti Atterberg	-	Trassiale CIU	-																																		
Gran. Setacciatura	SI	Edometria	-																																		
Gran. Sedimentazione	-	Taglio Diretto	-																																		
Peso di Volume	-	Espansione L.L.	-																																		
Peso Specifico	-	Trassiale Cicl. + C.M.	-																																		
Analisi Chimica	-	Colonna Risonante	-																																		
		Taglio Torsionale Cicl.	-																																		
20.45 basso	NOTE: -																																				

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE:	Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.		
CANTIERE:	Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)		
CAMPIONE:	Cr5 m 20.00 - 20.45		
COMMESSA:	19384/19	DURATA PROVE:	29/05 - 07/06/19
VERBALE ACC.:	vgf/151/19	DATA CONSEGNA:	29/05/19
GEO - CERT. n°:	0	rev.00 del:	00/01/00

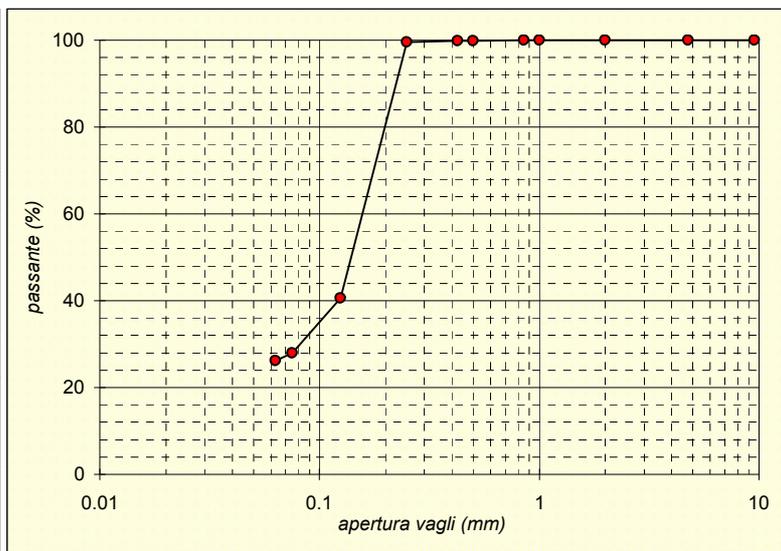
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Sabbia medio fina limoso argillosa grigio

codici	vaglio (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.03	0.01	99.99
573	setaccio	1	0.23	0.06	99.93
290	setaccio	0.85	0.01	0.07	99.93
291	setaccio	0.5	0.34	0.16	99.84
292	setaccio	0.425	0.15	0.04	99.80
293	setaccio	0.250	0.90	0.23	99.57
282	setaccio	0.125	229.33	58.96	40.62
283	setaccio	0.075	49.34	12.68	27.93
286	setaccio	0.063	6.65	1.71	26.22
	fondo	102.01	26.22	100.00	0.00
TOTALE		388.99			φ max (mm) = 2.1

Passante effettivo setaccio 0.063 (g) in areometro	-	
t° C	Tempo (s)	Letture
-	30	-
-	60	-
-	120	-
-	300	-
-	600	-
-	1200	-
-	2400	-
-	4800	-
-	14400	-
-	86400	-
-	172800	-
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	72.1%	73.8%
LIMO + ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	27.9%	26.2%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)
Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648
Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)
Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099
www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

SCHEDE GENERALE DEL CAMPIONE

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**
CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**
CAMPIONE: **Cr6 m 25.00 - 25.45**
COMMESSA: 19384/19
VERBALE ACC.: vgf/151/19
DATA CONSEGNA: 29/05/19

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica

bilancia cod. 480 - stufa 567 - picnometro 545

alto 25.00	LUNGHEZZA (cm): - GRADO DI QUALITA': AGI Q3 EC 7-3 Q3
	DESCRIZIONE: Limo e argilla con sabbia fina grigio
	W naturale (%) 30.9
	γ ricostituito (Mg/m^3) -
	γ secco (Mg/m^3) -
	γ immerso (Mg/m^3) -
	porosità (%) -
	indice dei vuoti -
	grado di saturazione (%) -
	massa specifica (Mg/m^3) -
	PROVE ESEGUITE
	Umidità Naturale - Trassiale UU -
Limiti Atterberg - Trassiale CIU -	
Gran. Setacciatura SI Edometria -	
Gran. Sedimentazione - Taglio Diretto -	
Peso di Volume - Espansione L.L. -	
Peso Specifico - Trassiale Cicl. + C.M. -	
Analisi Chimica - Colonna Risonante -	
	Taglio Torsionale Cicl. -
	NOTE: -
25.45 basso	

Io Sperimentatore
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio terre
dott. geol. Massimo Romagnoli

FERRARA DEPARTMENT

Via Annibale Zucchini, 69 – 44122 Ferrara (FE)

Tel.: +39 0532 56771 - Fax.: +39 0532 56119

SOCOTEC ITALIA Srl – P.Iva 01872430648

Headquarters: Via Bariola, 101-103 - 20020 Lainate (MI)

Tel.: +39 02 9375 0000 - Fax: +39 02 9375 0099

www.socotec.it



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/S1

ANALISI GRANULOMETRICA

(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE: **Bierregi S.r.l. per Proger S.p.A.**

CANTIERE: **Molo di Ponente - Marina di Carrara - Carrara (MS)**

CAMPIONE: **Cr6 m 25.00 - 25.45**

COMMESSA: 19384/19 DURATA PROVE: 29/05 - 07/06/19

VERBALE ACC.: vgf/151/19 DATA CONSEGNA: 29/05/19

GEO - CERT. n°: 0 rev.00 del: 00/01/00

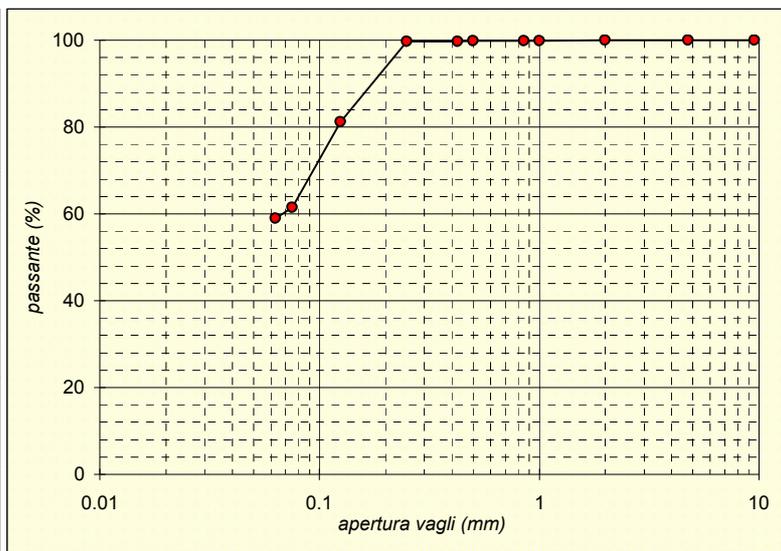
il campione è stato conservato in vasca umida termostatica Codici strumentazione: bilancia 480, stufa 567, picnometro 151H, densimetro 348, mescolatore 432.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE:

Limo e argilla con sabbia fina grigio

codici	vaglio	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
570	setaccio	9.51	0.00	0.00	100.00
571	setaccio	4.75	0.00	0.00	100.00
572	setaccio	2	0.14	0.04	99.96
573	setaccio	1	0.31	0.12	99.88
290	setaccio	0.85	0.01	0.12	99.88
291	setaccio	0.5	0.24	0.19	99.81
292	setaccio	0.425	0.17	0.05	99.77
293	setaccio	0.250	0.44	0.12	99.65
282	setaccio	0.125	68.97	18.52	81.13
283	setaccio	0.075	73.24	19.66	61.47
286	setaccio	0.063	9.37	2.52	58.95
	fondo	219.59	58.95	100.00	0.00
	TOTALE	372.48			φ max (mm) = 2.3

Passante effettivo setaccio		
0.063 (g) in areometro -		
t° C	Tempo (s)	Letture
-	30	-
-	60	-
-	120	-
-	300	-
-	600	-
-	1200	-
-	2400	-
-	4800	-
-	14400	-
-	86400	-
-	172800	-
Rapporti granulometrici		
	USCS	UNI
GHIAIA	> 4,75 mm	> 2,00 mm
	0.0%	0.0%
SABBIA	> 0,075 mm	> 0,063 mm
	38.5%	41.0%
LIMO + ARGILLA	< 0,075 mm	< 0,063 mm
	61.5%	59.0%



Soluzione disperdente preparata al momento

Io Sperimentatore:
dott. Roberto Bellanova

Il Direttore del Laboratorio
dott. geol. Massimo Romagnoli

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464



Allegato C

**Prove di Laboratorio sui Materiali da Costruzione
(Carote di Calcestruzzo del Muro Paraonde)**

CERTIFICATO N° 2663 DEL 20/05/2019

Ns. riferimento V.A. 21 - 831 del 16/05/2019

**CARATTERIZZAZIONE MATERIALI MURO PARAONDE
PORTO DI MARINA DI CARRARA (MS)**



1. INTRODUZIONE

Su incarico della Società Bierregi di Lucca sono state prelevate a cura del personale del laboratorio n° 3 carote di calcestruzzo dal muro paraonde all'interno del porto di Marina di Carrara (MS). Il prelievo è avvenuto il giorno 16/05/2019 nei punti indicati dal dott. ing. Diego Nespolo in qualità di Direttore dei Lavori, presente in cantiere. Dopo il prelievo le carote sono state debitamente contrassegnate e trasferite in laboratorio per l'esecuzione della prova di compressione.

Tecnici del laboratorio:

geom. L. Biagioni
Sig. L. Fabiani

2. STRUMENTAZIONE E ATTREZZATURA UTILIZZATA

Prelievo delle carote:	Carotatrice HILTI DD 160 con corone diamantate \varnothing 95 mm;
Prove di compressione:	Pressa Tecnotest C030/2A portata 300 kN (<i>certificato di taratura n° STR112/18 del 16/11/2018 rilasciato dal Laboratorio Prove Strutture e Materiali dell'Università degli Studi di Firenze</i>);

3. RIFERIMENTO NORMATIVO

UNI EN 12504-1:	Prove su calcestruzzo nelle strutture – Carote: prelievo, esame e prove di compressione;
UNI EN 12390-3:	Prove su calcestruzzo indurito – Determinazione della resistenza a compressione di provini cubici e cilindrici;

4. RESTITUZIONE FOTOGRAFICA

<p>Ca01</p> 	<p>Ca02</p> 
<p>Ca03</p> 	

5. RISULTATI DELLE PROVE

Prove di compressione – data 17/05/2019

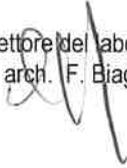
Campione:	CA01	CA02	CA03
Diametro mm:	95	95	95
Area mm ² :	7088	7088	7088
Altezza campione mm:	95	95	95
Massa campione g:	1576	1517	1545
Massa volumica kg/m ³ :	2340	2253	2294
Carico rottura kN:	221,8	232,4	267,0
Resistenza Comp. N/mm ² :	31,3	32,8	37,7
Caratteristiche aggregato:	Frantumato	Tondo	Tondo
∅ max aggregato mm:	17	17	16

Note: campioni h=1∅ ricavati in laboratorio / Spianatura delle facce con rettifica meccanica.

Lo sperimentatore:
geom. S. Tosi



Il direttore del laboratorio:
dott. arch. F. Biagioni



bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE e GEOTECNICHE



OS 21
OS 20- B



Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale
Aut. n. :00007464

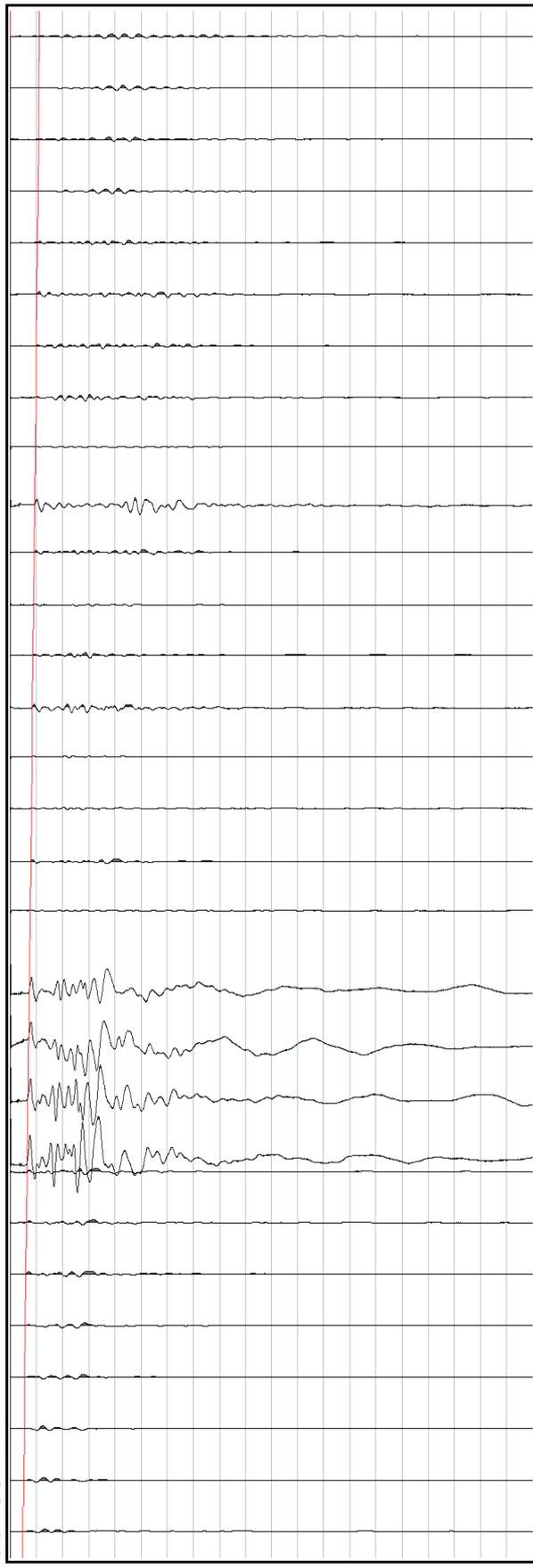


Cert. No. 98514-2011-AQ-
ITA-ACCREDIA

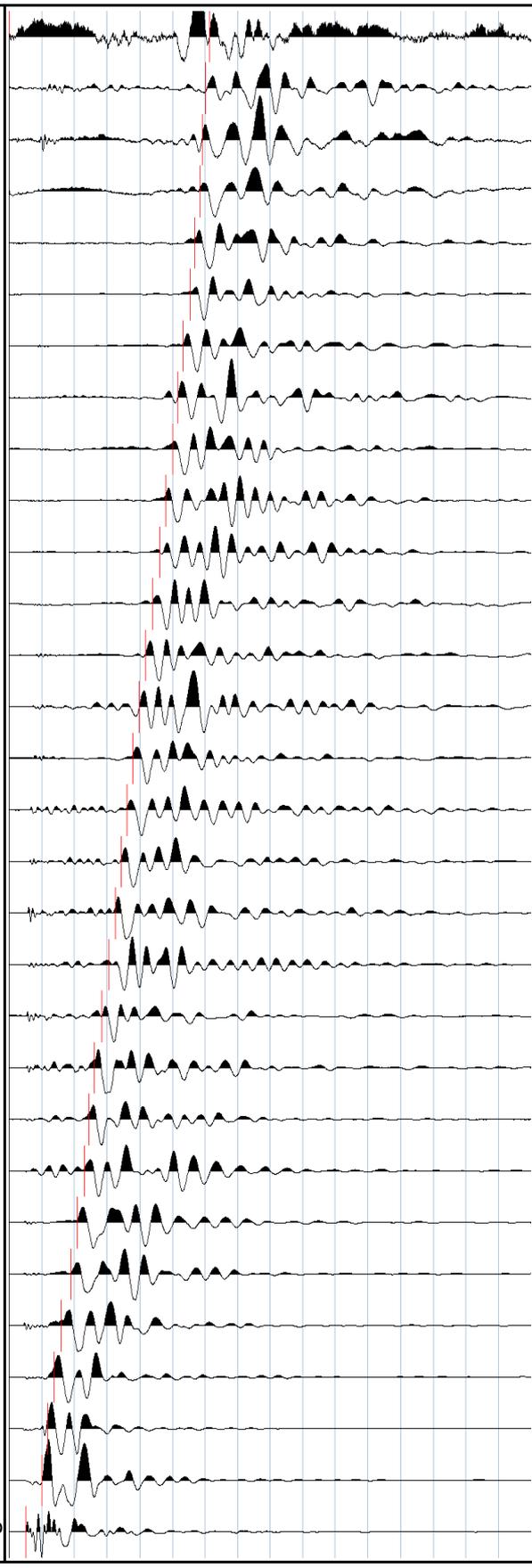
Allegato D

Elaborati Prova Sismica in Foro
Down-Hole (DH290519A)

SISMOGRAMMI



Registrazioni onde P



Registrazioni onde SH

TABELLA DEI VALORI CARATTERISTICI PER OGNI METRO DI PROFONDITA'

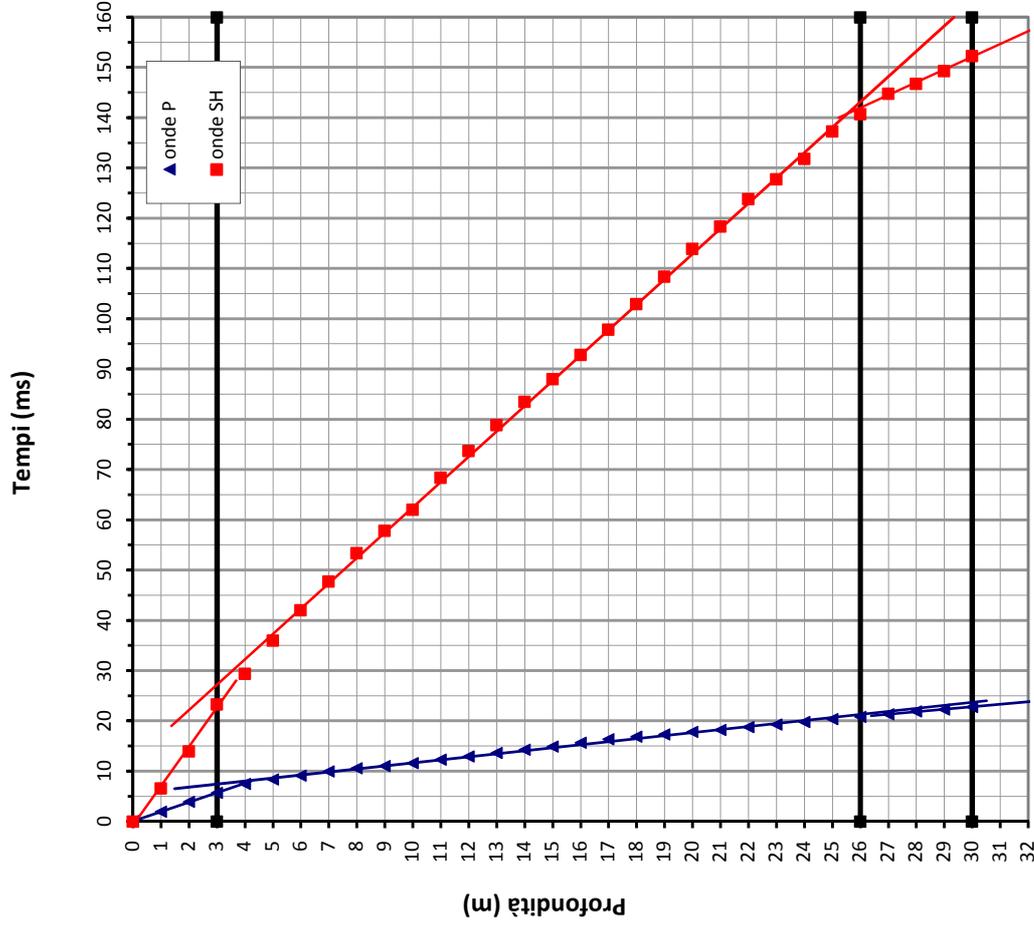
Depth (m)	Onde Longitudinali - Vp		Onde Trasversali - Vs		Velocità delle Onde		Peso di volume Y (t/m ³)	v (-)	Moduli Elastici Dinamici					
	File (.sgy)	First Break Times (ms) Sulla Traccia Corretto	File (.sgy)	First Break Times (ms) Sulla Traccia Corretto	Vp (m/s)	Vs (m/s)			G (kPa)	E (kPa)	K (kPa)			
0.0		0.00		0.00		0	0	0.00	0	0	0	0		
1.0	001	6.10	1.93	002	20.90	6.61	1.67	0.45	38204	111056	397544			
2.0	003	7.00	3.88	004	25.20	13.98	1.67	0.46	30722	89843	396044			
3.0	005	8.00	5.66	006	33.00	23.33	1.70	0.48	19413	57514	514108			
4.0	007	9.30	7.44	008	36.80	29.44	1.70	0.45	45541	132377	473192			
5.0	009	9.70	8.32	010	42.00	36.01	1.94	0.49	44935	133989	2461607			
6.0	011	10.20	9.12	012	47.00	42.04	1.97	0.49	54418	162262	2970535			
7.0	013	10.80	9.93	014	52.00	47.80	1.74	0.49	59587	177576	2979147			
8.0	015	11.30	10.58	016	57.10	53.46	2.05	0.49	63922	190905	4721101			
9.0	017	11.60	11.00	018	61.00	57.87	2.23	0.50	114917	343674	12239758			
10.0	019	12.10	11.59	020	64.80	62.07	2.10	0.49	119081	354883	5972415			
11.0	021	12.70	12.25	022	70.90	68.40	2.05	0.49	51058	152610	4595712			
12.0	023	13.30	12.90	024	76.00	73.73	2.06	0.49	72404	216117	4764315			
13.0	025	14.00	13.64	026	81.00	78.93	2.01	0.49	74375	221591	3580239			
14.0	027	14.60	14.28	028	85.40	83.50	2.07	0.49	98547	293712	5001200			
15.0	029	15.20	14.90	030	89.80	88.06	2.07	0.49	99878	297689	5098734			
16.0	031	15.90	15.63	032	94.50	92.88	2.02	0.49	86558	257687	3741733			
17.0	033	16.60	16.35	034	99.40	97.89	2.02	0.49	80485	239756	3786333			
18.0	035	17.10	16.87	036	104.40	102.98	2.15	0.49	82748	247372	7826602			
19.0	037	17.50	17.29	038	109.80	108.46	2.24	0.50	74539	223179	12665626			
20.0	039	18.00	17.80	040	115.20	113.93	2.15	0.50	71861	214941	8008341			
21.0	041	18.40	18.22	042	119.60	118.40	2.24	0.50	111995	335016	12907648			
22.0	043	18.90	18.73	044	125.00	123.85	2.15	0.50	72302	216265	8125570			
23.0	045	19.40	19.24	046	128.90	127.82	2.15	0.49	137060	408870	8083806			
24.0	047	19.90	19.75	048	132.90	131.87	2.15	0.49	130906	390621	8130311			
25.0	049	20.50	20.35	050	138.30	137.31	2.08	0.49	70355	210178	5547453			
26.0	051	20.90	20.76	052	141.70	140.77	2.25	0.49	188606	563140	13225474			
27.0	053	21.40	21.27	054	145.70	144.81	2.16	0.49	131909	393619	8215934			
28.0	055	22.00	21.87	056	147.60	146.76	2.08	0.45	547460	1583998	4951287			
29.0	057	22.40	22.28	058	150.10	149.30	2.25	0.49	347638	1033808	13157446			
30.0	059	22.90	22.79	060	153.10	152.34	2.16	0.49	233898	695035	8138609			
31.0	061			062										
32.0	063			064										
33.0	065			066										
34.0	067			068										
35.0	069			070										
36.0	071			072										
37.0	073			074										
38.0	075			076										
39.0	077			078										
40.0	079			080										

Nota 1: v - Modulo di Poisson; G - Modulo di deformazione a taglio; E - Modulo di Young; k - Modulo di Bulk (compressibilità)

Nota 2: I valori del peso di volume sono stati ricavati per via empirica sulla base della relazione $\gamma = 0.51 \cdot V_p^{0.19}$ (Gardner et al. 1974)

Nota 3: Distanza punto di energizzazione - bocca pozzo - 3,00 metri.

DROMOCRONE E PROFILI DI VELOCITA'



Nota: Valore della $V_{s,eq}$ a partire dal piano campagna ≈ 200 m/s

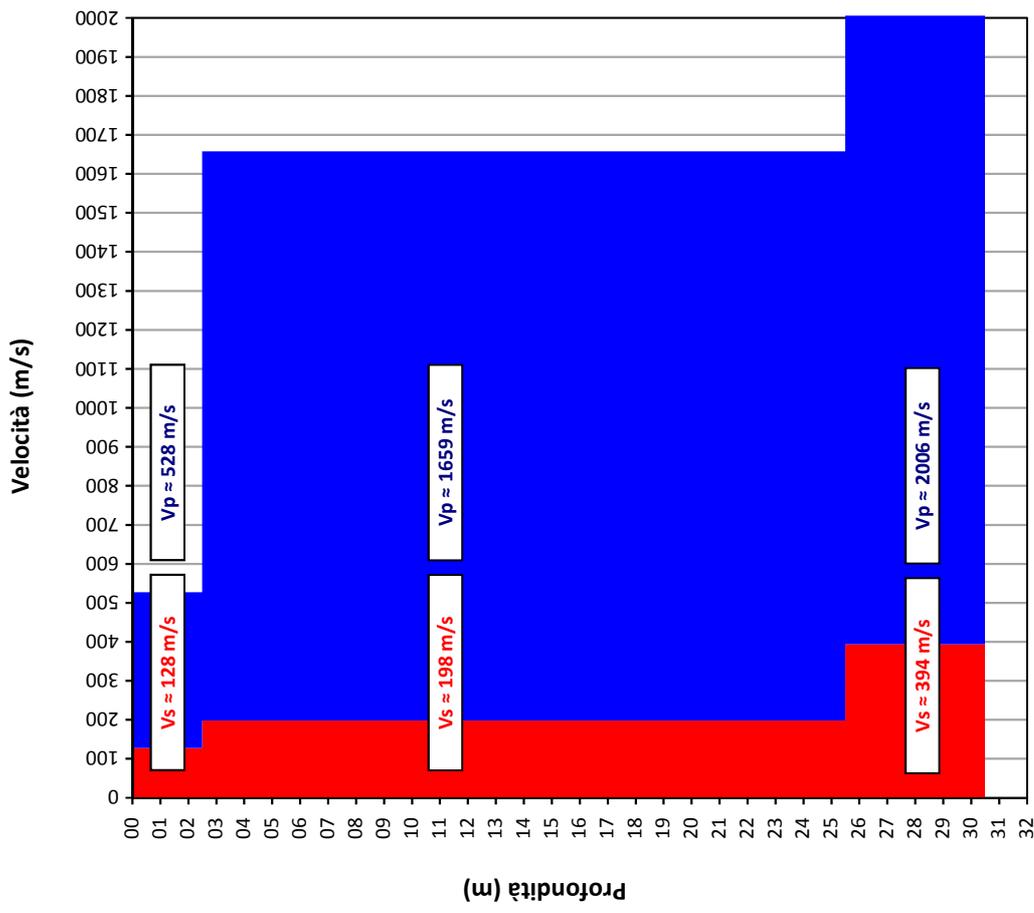


TABELLA RIASSUNTIVA: Sondaggio S1-DH - "Progettazione nell'ambito 4 del progetto di interfaccia porto-città"
Molo di Ponente (Largo Marinai Velici), Marina di Carrara - Carrara (MS)

Profondità strato (m)	Vp	Vs	Vp/Vs	Rapporto Poisson	Peso di Volume	Modulo di Taglio G	Modulo di Young E	Modulo di Compressibilità K
(m)	(m/s)	(m/s)	(-)	(-)	(t/m ³)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
0÷3	528	128	4.11	0.47	1.68	282	829	4395
3÷26	1659	198	8.36	0.49	2.09	837	2500	57400
26÷30	2006	394	5.09	0.48	2.16	3425	10138	84140

Nota: Peso di volume ricavato per via empirica sulla base della relazione $\gamma=0.51 \cdot V_p^{0.19}$ (Gardner et al. 1974)

Nota: Valore della $V_{s,eq}$ a partire dal piano campagna ≈ 200 m/s

CALCOLO Vs EQUIVALENTE: Sondaggio S1-DH - "Progettazione nell'ambito 4 del progetto di interfaccia porto-città"
Molo di Ponente (Largo Marinai Velici), Marina di Carrara - Carrara (MS)

Sismostrati	Profondità		Spessore (h _i)	Veolocità (V _{s,i})	h _i /V _{s,i}
	da (m)	a (m)	(metri)	(m/s)	(-)
Sismostrato 1	0.00	3.00	3.00	128	0.0234
Sismostrato 2	3.00	26.00	23.00	198	0.1162
Sismostrato 3	26.00	30.00	4.00	394	0.0102

H = 30.0 metri

$\Sigma h_i/V_{s,i} = 0.1498$

$$V_{s,eq} = 30.0/0.1498 = 200 \text{ m/s}$$

Categoria di Sottosuolo C
(a partire dal piano campagna)