



COMUNE DI PARMA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento  
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale  
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico  
ing. SARA MALORI

computo metrico  
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione  
ing. SARA MALORI

geologia  
ENGEO S.R.L.



## SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

### I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

#### PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	maggio2016	emissione	Cerutti	Caleffi	Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione geologica e geotecnica

TAVOLA:

serie	numero
S	R2.0
formato	
scala	
file:	




**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

**INDICE**

1.	Premesse .....	2
1.1	Normativa di riferimento .....	3
1.2	Parametri di progetto .....	3
2.	Geologia .....	4
2.1	Assetto geologico .....	4
2.2	Stratigrafia dei depositi quaternari .....	6
3.	Indagini in sito .....	7
3.1	Sondaggi a carotaggio continuo .....	7
3.1.1	Standard penetration test (S.P.T.) .....	7
3.2	Prove di laboratorio .....	8
3.3	Prova Down-Hole .....	9
3.3.1	Rilievo sismico HVSR mediante tromografo .....	13
4.	Litostratimetria dei terreni di fondazione .....	14
5.	Idrogeologia .....	15
5.1	Inquadramento idrogeologico .....	15
5.1.1	Struttura degli acquiferi .....	15
5.1.2	Dinamica delle acque sotterranee .....	18
6.	Sismicità .....	19
6.1	Caratteristiche sismotettoniche .....	19
6.2	Sismicità del territorio .....	23
6.3	Classificazione sismica .....	25
6.4	Disaggregazione e magnitudo .....	27
6.5	Categoria di sottosuolo .....	30
6.6	Coefficienti sismici di progetto .....	32
6.7	Vulnerabilità sismica dell'opera in progetto .....	33
6.8	Rischio di liquefazione .....	34
7.	Geotecnica .....	35
7.1	Analisi di laboratorio .....	35
7.1.1	Prove in colonna risonante .....	38
7.2	Elaborazione dei risultati delle indagini in situ .....	40
7.2.1	Depositi coesivi .....	41
7.2.2	Depositi granulari .....	42
7.3	Modello geotecnico .....	42
8.	Valutazione delle soluzioni fondali .....	48
8.1	Pali di fondazione .....	48
8.1.1	Verifica agli stati limite ultimi .....	48
9.	Analisi della risposta sismica locale .....	55
9.1	Modello geofisico del sottosuolo .....	55
9.1.1	Litologia .....	55
9.1.2	Determinazione della Vs e bedrock sismico .....	55
9.1.3	Riassunto del modello geofisico .....	57
9.2	Azioni sismiche in ingresso .....	58
9.3	Procedura di analisi RSL .....	61
9.4	Analisi dei risultati .....	61
9.4.1	Serie temporali .....	62
9.4.2	Spettri di risposta elastici in superficie .....	64

 <b>ENGEO S.r.l.</b> ENGINEERING-GEOLGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	1 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



## 1. PREMESSE

La presente relazione geologica, geotecnica e sismica, redatta per conto di Parma Infrastrutture S.p.A., è relativa all' "Intervento di miglioramento sismico delle strutture della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli Bandiera 4 – Parma".

Scopo dello studio e delle indagini eseguite, è stato quello di definire le caratteristiche litologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione della scuola esistente al fine di valutare le problematiche degli interventi in progetto.


Gli studi ed i rilievi effettuati sono stati svolti in ottemperanza a alle prescrizioni di legge vigenti e, in particolare, alle "Norme tecniche per le costruzioni", di cui al Decreto ministeriale 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 222 del 4 febbraio 2008.

In ottemperanza alla sopra citata normativa, il presente studio è stato articolato in una serie di valutazioni, di carattere tematico, effettuate nel corso di sopralluoghi di campagna e sulla base dell'analisi della documentazione biblio-cartografica esistente. Per verificare le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni che saranno interessati dalle opere in progetto, è stata svolta una campagna di indagini geognostiche da parte della Intergeo S.r.l. (MO) costituita dalla realizzazione di n° 2 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di 7 campioni indisturbati e l'esecuzione di 3 prove SPT. Il foro di un sondaggio, inoltre è stato attrezzato per l'esecuzione di una prova Down-hole per la determinazione della velocità delle onde sismiche. Sempre ai fini sismici è stata inoltre eseguita una prova HVSR.

Oltre ai dati delle nuove indagini sono stati utilizzati i dati contenuti nella relazione redatta nel settembre 2015 dal Dr. Geol. G. Michiara, nell'ambito della valutazione della sicurezza della Scuola.

Gli studi e le indagini disponibili hanno consentito di redigere, oltre alla presente relazione, i seguenti elaborati grafici:

- **Tav. 1 - Inquadramento geografico - scala 1:10.000;**
- **Tav. 2 – Carta geolitologico-morfologica - scala 1:5.000;**
- **Tav. 3 – Carta idrogeologica - scala 1:5.000;**
- **Tav. 4 – Planimetria con ubicazione indagini - scala 1:1.000;**
- **Tav. 5 – Sezione litostratimetrica - scala L 1:400, H 1:200;**
- **Tav. 6 – Modello geotecnico - scala L 1:400, H 1:200.**

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	2 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



e i seguenti allegati:

- All. 1 – *Stratigrafia sondaggi;*
- All. 2 – *Analisi geotecniche di laboratorio;*
- All. 3 – *Prova Down-hole;*
- All. 4 – *Prova HVSR*
- All. 5 – *Curve di carico pali.*


### 1.1 Normativa di riferimento

- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008, Circolare 2 febbraio 2009;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- Eurocodice 7.1 (1997) – Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali – UNI;
- Eurocodice 7.2 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio – UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove in sito – UNI;
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

### 1.2 Parametri di progetto

Coerentemente con quanto disposto delle NTC 2008 (Cap. 2.4), in accordo con il Progettista, sono stati definiti i seguenti parametri di progetto:

- VITA NOMINALE: "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*" la cui vita nominale è  $V_n \geq 50$  anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2008);

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	3 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



- CLASSE D'USO: Classe III: *"Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso."* (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 01/2008).
- PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA: Considerata la classe d'uso III, il coefficiente d'uso risulta  $C_u=1.5$  (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C. 01/2008), e di conseguenza la Vita di riferimento del fabbricato è  $V_R=V_N \cdot C_u= 75$  anni.

## 2. GEOLOGIA

### 2.1 Assetto geologico

La città di Parma ricade nella media pianura parmense, la quale costituisce il settore meridionale della Pianura Padana, formata dai depositi del fiume Po e dei suoi affluenti.

La Pianura dell'Emilia-Romagna ha cominciato a formarsi nel Pleistocene medio, circa 500.000 anni fa, quando, a seguito dei sollevamenti in atto, il mare si è spostato dal margine appenninico, via via sempre più verso est, sino alla sua attuale posizione.

Il sottosuolo è contraddistinto da un forte accumulo di sedimenti alluvionali quaternari che appoggiano, con discontinuità a discordanza semplice, sul substrato di sedimenti marini del pliocene superiore e del pleistocene inferiore.

L'assetto di tale corpo sedimentario è il risultato dell'evoluzione deposizionale dei corsi d'acqua, legata sia alle variazioni climatiche pleistoceniche sia ai recenti movimenti tettonici della zona di margine, vale a dire di quella fascia interposta tra la Pianura s.l. in abbassamento e l'Appennino in sollevamento.

E' possibile riconoscere nella Pianura dell'Emilia-Romagna alcuni ambienti deposizionali: le conoidi alluvionali sono tipiche della zona pedeappenninica, ad esse fa seguito la piana alluvionale, che passa verso costa alla piana deltizia del fiume Po ed alla piana costiera.

I sedimenti di questi ambienti deposizionali sono costituiti da prevalentemente: ghiaie nelle conoidi alluvionali; sabbie, limi ed argille nella piana alluvionale; sabbie nella piana deltizia e costiera.

Nel sottosuolo i depositi della pianura costituiscono un cuneo che si allarga velocemente procedendo dal margine appenninico verso nord; lo spessore massimo di questi depositi arriva ad oltre 600 metri.

L'assetto geostrutturale delle formazioni prequaternarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche (cfr. Fig. 1).



Elaborato

Relazione geologica, geotecnica e sismica

Data

Maggio 2016

Agg.

0

Pag.

4 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



In tale schema la pianura parmense è compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di *thrust*: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (P.T.F.), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (E.T.F), definisce il limite dell'appennino sepolto, rappresentato, nell'area in questione, dalle strutture anticlinali di Busseto e di Brè, che proseguono verso SE nelle strutture di Collecchio e Parma.

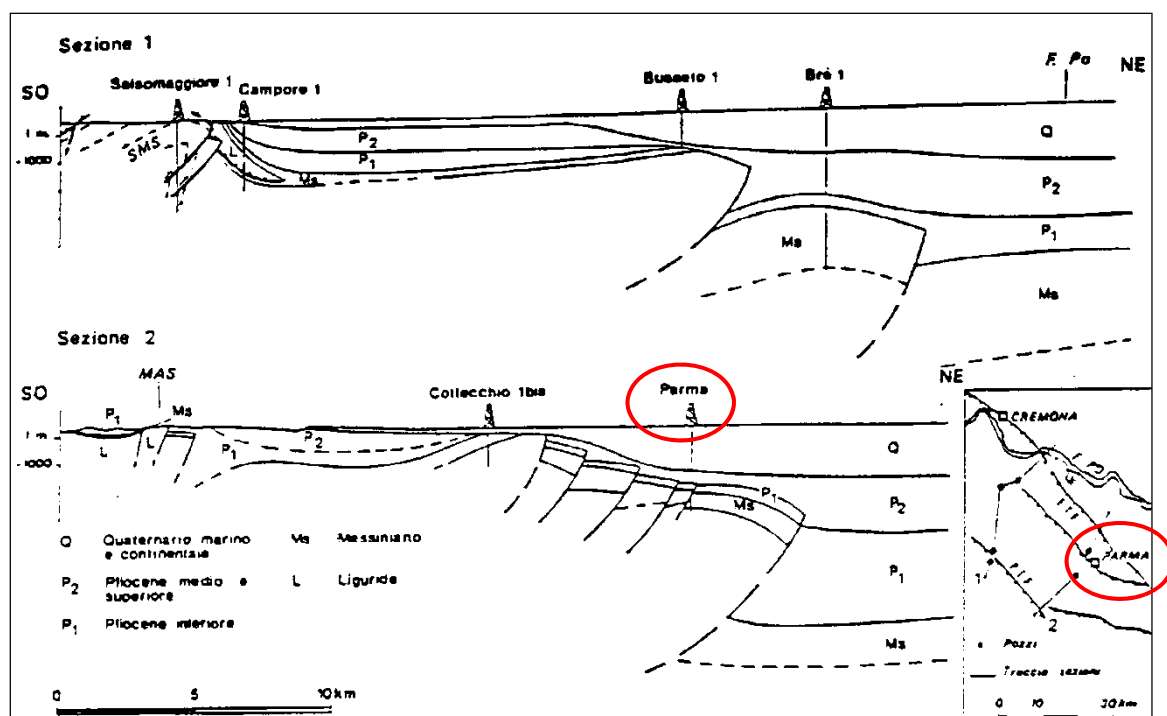



Fig. 1 - Sezioni geologiche dal Fronte di accavallamento pedeappenninico (PTF) al Fronte di accavallamento esterno (ETF) (da Bernini e Papani, 1987)

Queste strutture risultano tagliate trasversalmente dalle linee tettoniche del Taro e dello Stirone che determinano un inarcamento (in pianta) della linea dei *thrust*.

L'andamento strutturale dell'Appennino sepolto può essere interpretato come effetto di una compressione e di un raccorciamento crostale che, secondo i moderni schemi geodinamici, risulta legato ad un doppio fenomeno di subduzione e/o ispessimento della crosta. In tale quadro d'insieme si giustifica lo sviluppo della rete idrografica maggiore che risulta conforme ai principali assi di sinclinali sepolte.

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato Relazione geologica, geotecnica e sismica	Data Maggio 2016	Agg. 0	Pag. 5 di 65
---	--	---------------------	-----------	-----------------

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



## 2.2 Stratigrafia dei depositi quaternari

I depositi, nel territorio comunale di Parma, sono contraddistinti da una potente successione terrigena del quaternario.

A scala padana la successione quaternaria ha un forte carattere regressivo con sabbie e peliti torbiditiche alla base, seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

In conformità con quanto assunto dal Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite ed utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977).

Dal punto di vista gerarchico di distinguono due Sequenze Principali (Supersintemi secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersintema del Quaternario Marino, costituito da terreni paralici e marini depositi tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore.
- Supersintema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale depositi a partire da 800.000 anni BP.

Nel complesso i depositi affioranti nel territorio comunale di Parma sono relativi al Supersintema Emiliano-Romagnolo. Nell'intorno d'interesse del presente studio di tale unità affiora unicamente una sottounità definita in letteratura geologica come Subsintema di Ravenna, il cui tetto è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico.

Il Subsistema di Ravenna, avente uno spessore massimo di circa 20 metri, è localmente suddiviso in un'ulteriore unità denominata Unità Modena.

L'unità di Modena è costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva, ed è stata distinta su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica.

Le unità sopradescritte sono state raffigurate, relativamente ad un intorno significativo dell'area di studio, nella Carta geolitologico-morfologica di Tav. 2 (scala 1:5.000).

In dettaglio si può osservare che l'area d'indagine ricade all'interno di depositi alluvionali costituiti da una copertura limo-argillosa affiorante che ricopre depositi a ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati.



Elaborato

Relazione geologica, geotecnica e sismica

Data

Maggio 2016

Agg.

0

Pag.

6 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



### 3. INDAGINI IN SITO

Come detto in precedenza, per verificare le caratteristiche litostratimetriche, geotecniche e sismiche dei terreni che saranno interessati dall'intervento, sono stati utilizzati i dati della campagna di indagini geognostiche effettuata nell'aprile 2016 da Intergeo s.r.l..

L'ubicazione delle indagini è riportata nella planimetria di Tav. 4 (Scala 1:1.000).

Le stratigrafie dei sondaggi geognostici sono riportate nell'All. 1; in All. 2 sono riportati i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio.

In All. 3 è riportato il risultato della prova Down-hole, mentre il All. 4 viene presentato il report della prova HVSR.

#### 3.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Nella campagna d'indagine del 2016, sono stati eseguiti due sondaggi verticali a carotaggio continuo (S1 ed S2) di cui uno (S1) spinto sino ad una profondità di 35,0 metri dal piano campagna (p.c.) ed uno (S2) spinto fino a 25,0 m da p.c..

Il sondaggio S1 è stato attrezzato con un tubo in PVC per l'esecuzione della prova down-hole.


Nell'indagine è stata utilizzata una sonda a rotazione Elettari EK 1000, impiegando per la perforazione dei carotieri semplici. Nel corso delle operazioni di perforazione sono stati prelevati un totale di 7 campioni indisturbati, usando campionatori in acciaio a pareti sottili (Shelby), successivamente inviati al Laboratorio Sinergea di Granarolo dell'Emilia (BO) per le analisi.

Nelle litostratigrafie allegate (cfr. All. 1) sono riportate:

- le suddivisioni stratigrafiche con relative quote e le descrizioni litologiche effettuate direttamente in campagna con metodi speditivi;
- le quote di prelievo dei campioni indisturbati;
- le quote di esecuzione delle Standard Penetration Test con il numero di colpi risultanti per ogni 15 cm di avanzamento della punta;
- la determinazione speditiva di campagna del valore di pocket penetrometer, espressi in Kg/cm<sup>2</sup>;

##### 3.1.1 Standard penetration test (S.P.T.)

Nel corso dei sondaggi nei terreni incoerenti sono state effettuate un totale di 3 prove Standard Penetration Test, eseguite secondo le norme A.S.T.M. con maglio da 140 libbre a sganciamento automatico, con altezza di caduta di 2,50 piedi.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	7 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



La quote di esecuzione delle prove S.P.T. ed il valore di  $N_{SPT}$  è riportato in Tab. 1.

Sondaggio	Prova	Profondità (m da p.c.)	$N_{SPT}$ (colpi/piede)
S1	1	9.0	875
	2	31.0	R
S2	1	9.5	R

**Tab. 1 – Risultati delle prove S.P.T. eseguite nei fori di sondaggio**

### 3.2 Prove di laboratorio

I campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati inviati al Laboratorio SINERGEA di Granarolo dell'Emilia (BO) per le analisi geotecniche.


Per ogni campione prelevato sono state eseguite le seguenti prove:


- Descrizione geotecnica;
- Determinazione dei Limiti di Atterberg;
- Determinazione delle caratteristiche granulometriche;
- Classificazioni CNR-UNI 10006.

In più sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- n° 4 prove triassiali in condizioni non consolidate – non drenate (TX-UU) per la determinazione della coesione non drenata;
- n° 2 prove triassiali consolidate - non drenate (TX-CIU) per la determinazione dell'angolo di attrito interno e della coesione efficace;
- n° 2 prove in colonna risonante per la determinazione dei parametri  $G/G_0$  e D.

I risultati delle prove di laboratorio sono riportati in All. 2.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	8 di 65

<b>PROGETTO</b>
Intervento di miglioramento sismico delle strutture della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli Bandiera 4 – Parma


Località		Sondaggio	n. campioni indisturbati prelevati	Campione	Profondità (m)	Classificazione CNR-UNI 10006	Peso di volume	Umidità	Prova triassilae non consolidata non drenata (UU)	Prova triassilae consolidata e non drenata (CIU)	Prova in colonna risonante
Scuola Corazza Parma	S1	1	C.I. 1	3,00 - 3,50	x	x	x	x			
		1	C.I. 2	13,20 - 13,80	x	x	x		x		
		1	C.I. 3	20,70 - 21,30	x	x	x	x		x	
		1	C.I. 4	27,00 - 27,70	x	x	x	x			
	S2	1	C.I. 1	3,50 - 4,00							
		1	C.I. 2	7,80 - 8,40	x	x	x	x			
		1	C.I. 3	18,00 - 18,70	x	x	x		x	x	
Totali		7			6	6	6	4	2	2	

Tab. 2 – Tabella riepilogativa delle indagini di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi


### 3.3 Prova Down-Hole

Per verificare le caratteristiche dei terreni che saranno interessati dall'intervento è stata eseguita un'indagine sismica tipo Down-Hole. A tale scopo il sondaggio S1 spinto sino alla profondità di 35 metri dal p.c., al termine della perforazione, è stato attrezzato con un tubo in PVC del diametro di 3 pollici. Tale tubo è stato reso solidale con il terreno mediante cementazione con boiaccia di cemento iniettato mediante pompa a bassa pressione.

Una volta che il cemento ha fatto presa, si è proceduto all'esecuzione della prova sismica del tipo Down-Hole.

La prova Down-Hole è stata eseguita con cadenza delle misure pari ad un metro, dal p.c. fino a fondo sondaggio, ad una profondità di 35 metri, utilizzando il sismografo PASI 16SG12 collegato ad un geofono da foro tridimensionale DHTG con tre geofoni da 10 Hz orientati secondo gli assi x – y – z, con cavo da 100 m.

Gli impulsi sismici sono stati originati con procedure specifiche in modo da generare, oltre alle onde di compressione (Onde P), anche onde a componente di taglio orizzontale (onde SH),

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	9 di 65



**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



essendo queste utilizzabili per la determinazione del Modulo dinamico  $G_0$  e del Modulo di Young  $E$ .

Le prove sismiche Down-Hole, sono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde sismiche dirette, che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità, energizzando il terreno in direzione verticale e in direzione trasversale (parallelamente al suolo).

Nel primo caso sono generate prevalentemente onde di compressione (onde P) che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale (asse z).

Nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio (onde S) visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente (assi x e y).

Il sistema di ricezione, costituito da un geofono tridimensionale da foro ad ancoraggio elettromeccanico, viene calato nel foro, sino alla profondità massima di investigazione e progressivamente sollevato dell'interdistanza propria di ciascuna indagine (nel caso in esame 1 m).

Le onde di taglio hanno velocità inferiori rispetto a quelle di compressione e quindi raggiungono il geofono triassiale quando il primo fronte d'onda di compressione è già transitato. Questo passaggio purtroppo costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali, in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda trasversale o di taglio. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda di compressione e l'energia dell'onda trasversale (di taglio) a favore di quest'ultima, si realizza una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto.

L'analisi interpretativa dei dati, prevede un sismogramma per le forme d'onda relative al geofono verticale (asse z) e in un altro sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni orizzontali (assi x e y).


L'interpretazione dei dati così acquisiti consente di ricostruire l'andamento delle velocità delle onde sia di pressione che di taglio in funzione della profondità.

In Fig. 2 viene riportato il grafico, in funzione della profondità della velocità delle sole onde S, necessarie per determinare la categoria sismica del sottosuolo.

La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione ( $V_{S30}$ ) è definita come:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  sono lo spessore e la velocità delle onde dello strato i-esimo entro i 30 m dalla fondazione.

 <b>ENGEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	10 di 65



**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



In Tab. 3, vengono presentati i valori di velocità  $V_s$  calcolati negli intervalli da 1-31 a 5-35 m da p.c.. Per l'interpretazione dei dati si rimanda al § 6.5.

Da m	A m	$V_{s30}$ (m/s)	CATEGORIA
1	31	267	C
2	32	282	C
3	33	290	C
4	34	297	C
5	35	304	C

**Tab. 3 – Valori di  $V_{s30}$  in diversi intervalli di profondità**

In sintesi si evidenzia che i depositi fini, sia superficiali che profondi presentano velocità comprese tra 200 e 350 m/s, mentre le ghiaie presentano valori dei circa ai 600 m/s. Nel complesso si evidenziano quindi almeno tre forti contrasti di impedenza al tetto ed alla base dei principali banchi ghiaiosi.

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

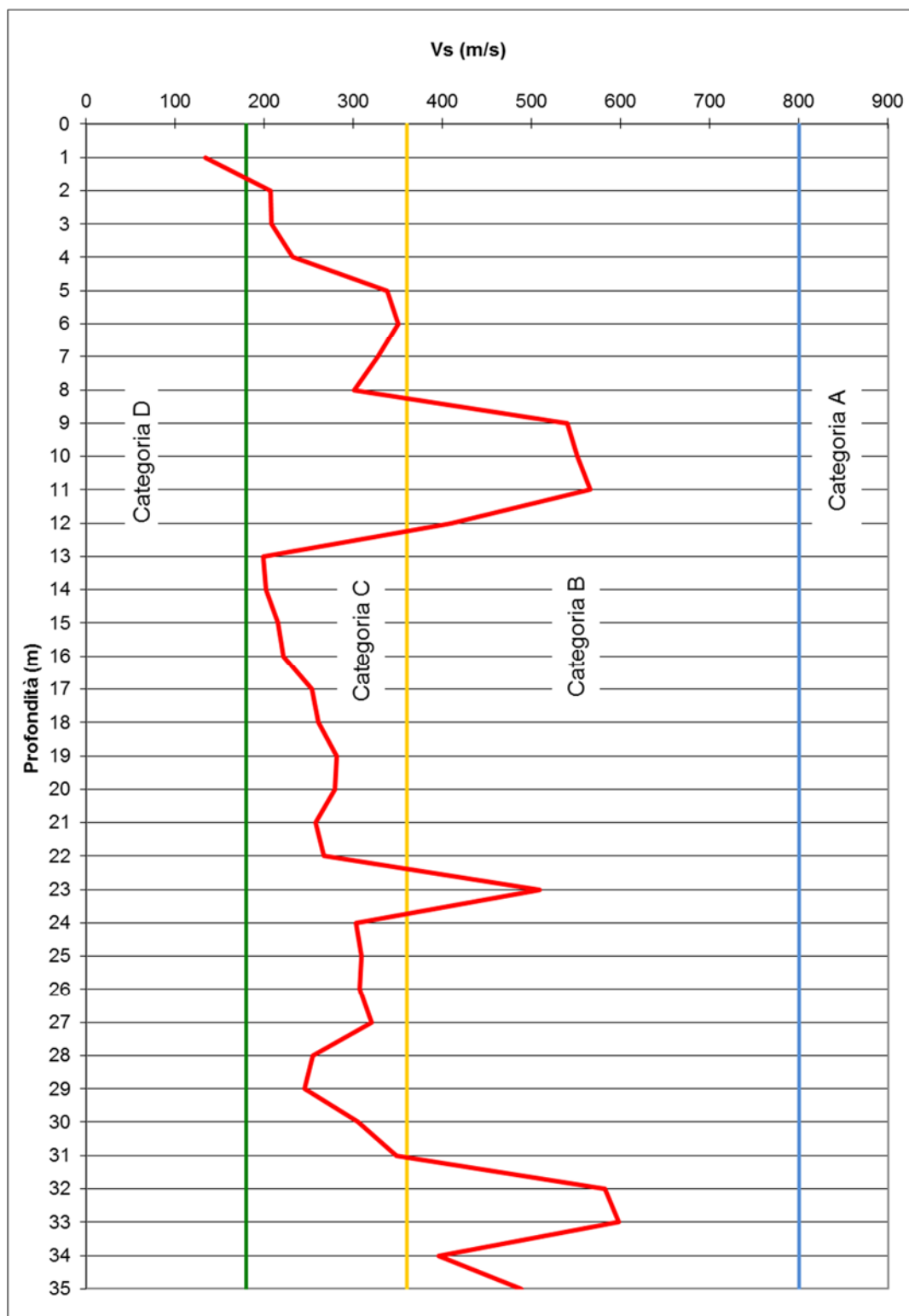



Fig. 2 – Valori di  $V_s$  in funzione della profondità misurati con la prova down-hole

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	12 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



### 3.3.1 Rilievo sismico HVSR mediante tromografo

Ai fini della caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione è stata condotta un'indagine geofisica in sito che ha previsto l'esecuzione di una prova tramite tromografo digitale (HVSR).

I risultati del rilievo sismico mediante tromografo sono riportati in All. 4.

La caratterizzazione dei terreni è stata effettuata tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

La prova è stata condotta utilizzando di un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 20 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza - Fig. 3) e spettri delle singole componenti (componente del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni - Fig. 4).

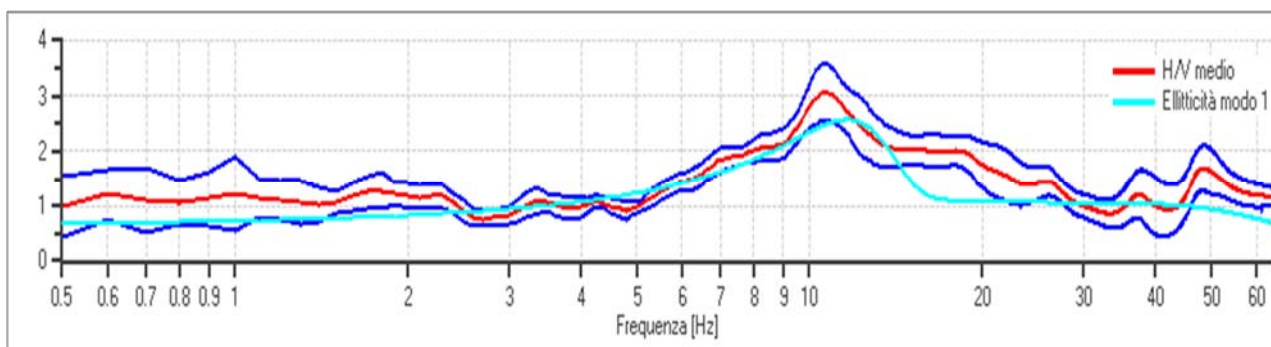


Fig. 3 – Elaborazione delle misure registrate dal tromografo digitale: rapporto H/V

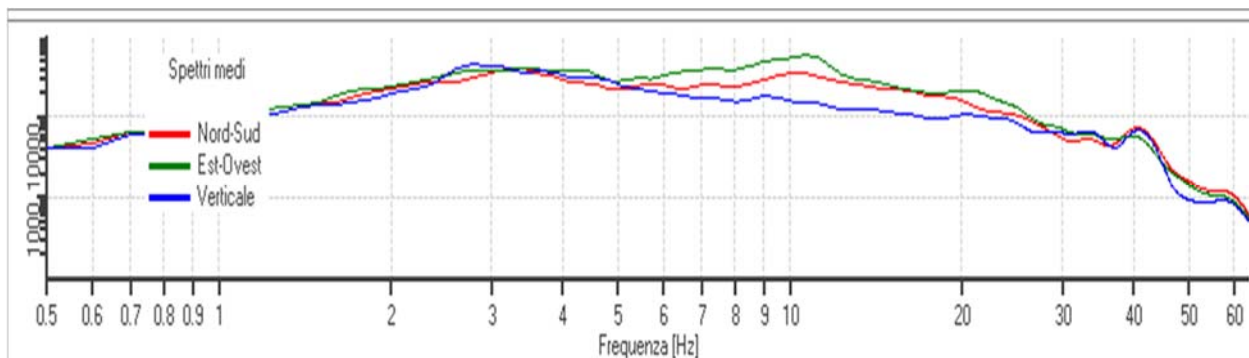



Fig. 4 - Grafico con spettri delle singole componenti

I che si possono ottenere dalla prova HVSR sono:

 <b>ENGEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	13 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



1. *La frequenza di risonanza caratteristica del sito*
2. *La velocità media delle onde di taglio Vs*

Nel presente caso, tuttavia, visto che la velocità delle onde sismiche è stata ottenuta mediante una prova di misura diretta (Down-hole), la prova HVSR è stata utilizzata per determinare la sola frequenza di risonanza caratteristica del sito che saranno commentate nel § 6.7.

## 4. LITOSTRATIMETRIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Le indagini geognostiche effettuate hanno consentito la ricostruzione della sezione litostratimetrica di Tav. 5.

Le indagini hanno evidenziato che al di sotto del terreno vegetale e dei terreni di riporto, è presente un primo livello di terreni fini, che si spinge fino alla profondità comprese tra 7.90 e 8.40 m da p.c. Si tratta di alternanze di lenti limose e limoso sabbiose e argilloso e argilloso limose., evidenti testimonianze di diversi cicli deposizionali che si sono susseguiti.

Alla base dei depositi fini è presente un livello ghiaioso con spessore di circa 3 m. Si tratta di ghiaie con ciottoli ben arrotondati (diametro massimo 3 cm), in abbondante matrice limoso sabbiosa.


Sotto le ghiaie riprendono i depositi prevalentemente fini, con alternanze di limi e limi sabbiosi e argille. All'interno di questi depositi, a testimonianza della notevole variabilità deposizionale, è presente una lente di ghiaia di circa 50 cm nel solo sondaggio S2, alla profondità di 16.65 m da p.c.

Alla profondità di 18.20-18.70 m da p.c. iniziano depositi limosi, limoso sabbiosi e sabbiosi, che raggiungono la massima profondità investigata in S2 (25 m), mentre in S1 passano a ghiaie (con uno spessore di circa 1 m, ma terminano alla profondità di circa 23 m.

In S1 si ha quindi un potente banco di argilla, fino a 27.70 m da p.c., e successivamente depositi grossolani (prima sabbie e poi ghiaie) fino a circa 33 m da p.c. Il sondaggio S1 termina a 35 m di profondità entro depositi argillosi.

La stratigrafia rilevata è molto simile a quella del Pozzo IREN di via Calatafimi, ubicato circa 150 m a valle del complesso scolastico in studio, di seguito riportata.

0.00- 1.20 Terreno di riporto

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	14 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



1.20- 1. 70 Terreno vegetale  
1.70- 4:00 Argilla gialla  
4.00- 6.50 Ghiaia con grossi ciottoli  
6.50-10.00 Argilla gialla  
10.00-16.00 Ghiaia mista ad argilla  
16.00-29.00 Argilla gialla  
29.00-34.50 Ghiaia grossa argillosa  
34.50-49.50 Argilla marrone  
49.50-53.50 Ghiaia mista con ciottoli  
53.50-55.00 Argilla gialla  
55.00-56.50 Ghiaia

La precedente stratigrafia sarà utilizzata nel Cap. 9.1, per la definizione del modello geofisico del sottosuolo.

## 5. IDROGEOLOGIA

### 5.1 Inquadramento idrogeologico

#### 5.1.1 *Struttura degli acquiferi*

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame vanno inquadrare nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana emiliano-romagnola.

Secondo i più recenti studi (cfr. Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998) si distinguono, sia in superficie che nel sottosuolo, tre Unità Idrostratigrafiche di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi (cfr. Fig. 5). Esse affiorano sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

Ciascun Gruppo Acquifero risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a livelli argillosi di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale.

Al suo interno ogni Gruppo è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi, in senso orizzontale, in Complessi Acquiferi, da barriere di permeabilità costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine.



Elaborato

Relazione geologica, geotecnica e sismica

Data

Maggio 2016

Agg.

0

Pag.

15 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Secondo l'attuale quadro delle conoscenze, i serbatoi acquiferi della Pianura Padana Parmense si sono formati, a partire da circa 1 milione di anni fa, dapprima all'interno di un sistema deposizionale di delta-conoide attribuibili ad un Paleo-Fiume Taro (Gruppo Acquifero C3), e poi, nel Pleistocene Medio e Superiore, all'interno delle Piane e delle Conoidi Alluvionali dei fiumi Po, Taro, Parma, Enza, Baganza e Stirone, elencati in ordine di importanza per dimensione dei serbatoi (Gruppi Acquiferi B e A).

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE					ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE								
AFFIORANTI			SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO							
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI QUATTRELLI	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A1
															A2
															A3
															A4
QUATERNARIO MARINO	MILAZZANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di INOLA p.p.	MILAZZANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di INOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	CRIZZANTE DI FORMIGLI	~0.35-0.45	~0.65	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1	
														B2	
														B3	
														B4	
P <sub>2</sub>	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 1	SUPERSISTEMA DEL FLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	FLIOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	0.89	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C1
															C2
															C3
															C4
												1.72	FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE		C5
												3.55	FLIOCENE INFERIORE MIOCENE	ACQUITANDO BASALE	

Fig. 5 – Schema idrostratigrafico della Pianura Emiliano-Romagnola

La città di Parma ricade nell'area intermedia. Infatti il Gruppo Acquifero A risulta affiorante o subaffiorante ed è caratterizzato, nel settore più meridionale, da ghiaie e sabbie dominanti, mentre, verso nord, si osservano depositi prevalentemente fini argillosi e/o limosi attraversati in senso meridiano da corpi nastriformi di ghiaie e sabbie.

Il Gruppo Acquifero A è ulteriormente suddivisibile in 5 Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettante Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali: il Complesso Acquifero A<sub>0</sub> il Complesso Acquifero A<sub>1</sub>, il Complesso Acquifero A<sub>2</sub>, il Complesso Acquifero A<sub>3</sub> e il Complesso Acquifero A<sub>4</sub>.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	16 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



I complessi acquiferi direttamente coinvolti dall'intervento in esame sono il Complesso Acquifero A<sub>0</sub> e il Complesso Acquifero A<sub>1</sub>.

Il primo affiora estesamente in tutto il territorio comunale, a parte limitati settori, presentando uno spessore medio di circa 20 metri. E', a sua volta, costituito da tre corpi ghiaiosi (sistemi acquiferi principali) che da nord a sud sono prima amalgamati tra loro poi separati da interstrati fini che aumentano progressivamente di spessore. Nel settore di pianura a nord-est di Parma i corpi ghiaiosi sono sostituiti da terreni fini.


Quanto al Complesso Acquifero A<sub>1</sub>, si attesta alla profondità di circa 20÷25 metri dal piano campagna e presenta uno spessore costante di circa 60÷70 metri. E' costituito da spessi strati di ghiaie con sviluppo ben oltre l'autostrada A1, anch'essi amalgamati nella porzione meridionale del territorio comunale e intervallati da cunei fini in quella settentrionale. Più a nord ancora, essi sono sostituiti localmente dalle bancate sabbiose attribuibili alla sedimentazione da parte del fiume Po.

La ricostruzione geometrica dei corpi acquiferi ha consentito di distinguere nella Pianura Parmense tre aree di ricarica diretta:

- un'area pedecollinare, relativamente ristretta, di ricarica dell'intero serbatoio acquifero ed in particolare del Gruppo Acquifero C;
- un'area intermedia, corrispondente all'incirca all'alta pianura dove avviene la ricarica degli acquiferi superficiali e dell'acquifero cosiddetto "principale" (Gruppi di Acquiferi A-B), attualmente sfruttato ad uso idropotabile;
- un'area più settentrionale, di possibile alimentazione dei soli acquiferi più superficiali (Unità geologica Vignola e lenti acquifere sospese).

La porzione di territorio in esame ricade in una zona, secondo quanto indicato nell'elaborato SA5-04 "Idrogeologia" del Quadro Conoscitivo del P.S.C. del Comune di Parma, di alimentazione ritardata del Gruppo Acquifero A (cfr. Fig. 6 e Carta idrogeologica di Tav. 3.), avente le seguenti caratteristiche:

- Il Complesso Acquifero Superficiale A<sub>0</sub> è intercalato da almeno un livello di depositi fini a bassa permeabilità di elevato spessore, ma estensione areale limitata;
- I rapporti tra i sottostanti complessi acquiferi del Gruppo A sono caratterizzati dall'intercalazione di livelli poco permeabili discontinui con spessori generalmente superiori ai 2 metri.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	17 di 65

**Fig. 6 – Stratigrafia tipo della Zona di alimentazione ritardata del Gruppo Acquifero A (da elaborato SA5-04 “Idrogeologia”, del Quadro Conoscitivo del P.S.C. del Comune di Parma)**

Le misure rappresentate, riprese dall'elaborato SA5-04 "Idrogeologia", del Quadro Conoscitivo del P.S.C. del Comune di Parma, sono relative ad un periodo di alto piezometrico registrato nel periodo maggio-giugno 2000. L'andamento delle isopieze risulta in sostanziale accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica: la direzione del flusso idrico



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



sotterraneo, sempre ortogonale all'andamento delle isopieze, presenta direzione prevalentemente verso nord/nord-est. Il gradiente idraulico si mantiene su valori medi dell'ordine del 5‰.

Va precisato che i valori rappresentati in Tav. 3, con soggiacenze di circa 3.5-4.0 m rispetto a p.c. risultano molto alti rispetto ai valori registrati durante i sondaggi pari a circa -7.5 m da p.c., misurati i primi giorni di Aprile 2016.

Va tuttavia evidenziato che la stagione che ha preceduto le indagini è stata molto asciutta e quindi la falda era in fase di magra.

Nel complesso, quindi, si ritiene che la soggiacenza minima della falda, da utilizzare per le valutazioni di carattere geotecnico sia da stimare in circa 3.5 m da p.c.


## 6. SISMICITÀ

### 6.1 Caratteristiche sismotettoniche

Un elemento fondamentale nella valutazione del rischio sismico di un'area è l'identificazione delle faglie attive. Sebbene esistano, infatti, strutture a scorrimento lento asismico (*fault creep o tectonic creep*), molte delle faglie attive sono considerate sorgenti sismiche in quanto lo scorrimento istantaneo dei due lati delle stesse, che avviene allorché lo stress supera la resistenza delle rocce, genera il rilascio di onde elastiche che si propagano in tutte le direzioni. A tali faglie sismogenetiche è associato il maggior rischio.

Per la definizione di faglia attiva si fa normalmente riferimento alla possibilità che una faglia possa attivarsi in un intervallo di tempo futuro che interessa la nostra società. D'altra parte le faglie che hanno la maggiore probabilità di muoversi in un futuro prossimo sono da ricercarsi tra quelle che si sono mosse nelle fasi più recenti della storia geologica. Così una delle definizioni più comunemente accettata è quella della *U.S Nuclear Regulatory Commission* (1982), che definisce attive le faglie che presentano un'attivazione negli ultimi 35.000 anni o almeno due negli ultimi 500.000 anni.

La Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna alla scala 1:250.000, oltre alla definizione della pericolosità sismica locale e all'individuazione di strutture potenzialmente sismogenetiche, offre anche un quadro delle relazioni fra attività tettonica attuale e i rischi naturali. In detto lavoro, infatti, l'analisi comparata della sismicità e delle strutture attive, evidenti per la loro espressione sia morfologica che geologica, unitamente ad una riconsiderazione dei dati disponibili sui movimenti verticali del suolo (sollevamento dei terrazzi alluvionali, subsidenza, evoluzione del reticolo idrografico) e alla ricostruzione delle isobate delle 2 principali e più recenti superfici di discontinuità del sottosuolo (rispettivamente 450.000 anni,

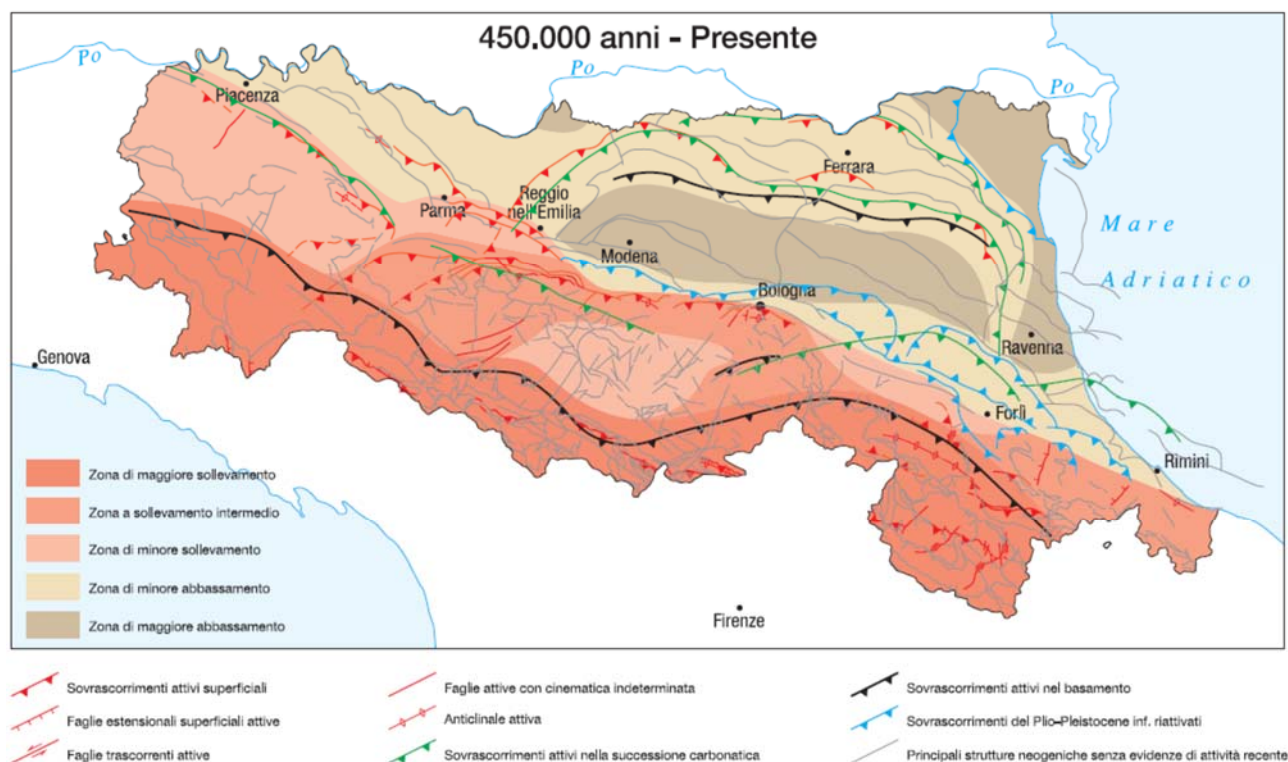
 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	19 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



base del SERS, e 10.000 anni, base dell'Olocene), ha permesso di ottenere un quadro neotettonico e sismotettonico ben definito del territorio indagato. Esaminando la Fig. 7, che può essere considerata lo schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna, emerge che le zone a maggiore sollevamento, con tassi  $>1$  mm/anno, sono individuabili nella parte alta della catena, corrispondente al settore a monte del principale raddoppio crostale a conferma dell'attività di questa struttura.



**Fig. 7 - Schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna**

L'area a sollevamento intermedio, con tassi mediamente  $\geq 1$  mm/anno, corrisponde al settore immediatamente retrostante la struttura superficiale del margine che da Bologna si estende verso NW fino alla valle del Taro.

Le aree a minore sollevamento ( $< 1$  mm/anno) si collocano immediatamente a valle della struttura crostale.

Anche in pianura le zone di minore abbassamento, con tassi  $< 1$  mm/anno, corrispondono alle aree maggiormente interessate dalle strutture attive. Le strutture di questo settore sono sepolte e non mostrano, generalmente, evidenze in superficie.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	20 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



In particolare, il sistema attivo delle Pieghe Emiliane a nord di Parma corrisponde al limite tra la zona in minore sollevamento della catena con la zona di minore abbassamento della pianura.


La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, risulta molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, soprattutto in corrispondenza della dorsale ferrarese.

I meccanismi focali calcolati risultano compressivi e trascorrenti indicando direzioni di compressione sia NE-SW che NW-SE. I meccanismi focali distensivi sono nettamente secondari. Risulta quindi che la cinematica delle principali strutture attive superficiali è di tipo transpressivo.

La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella più superficiale ma con una densità inferiore. Anche in questo caso i meccanismi focali risultano compressivi e trascorrenti con direzioni di compressione sia NW-SE che NE-SW ed i meccanismi distensivi sono rari e ben localizzati.

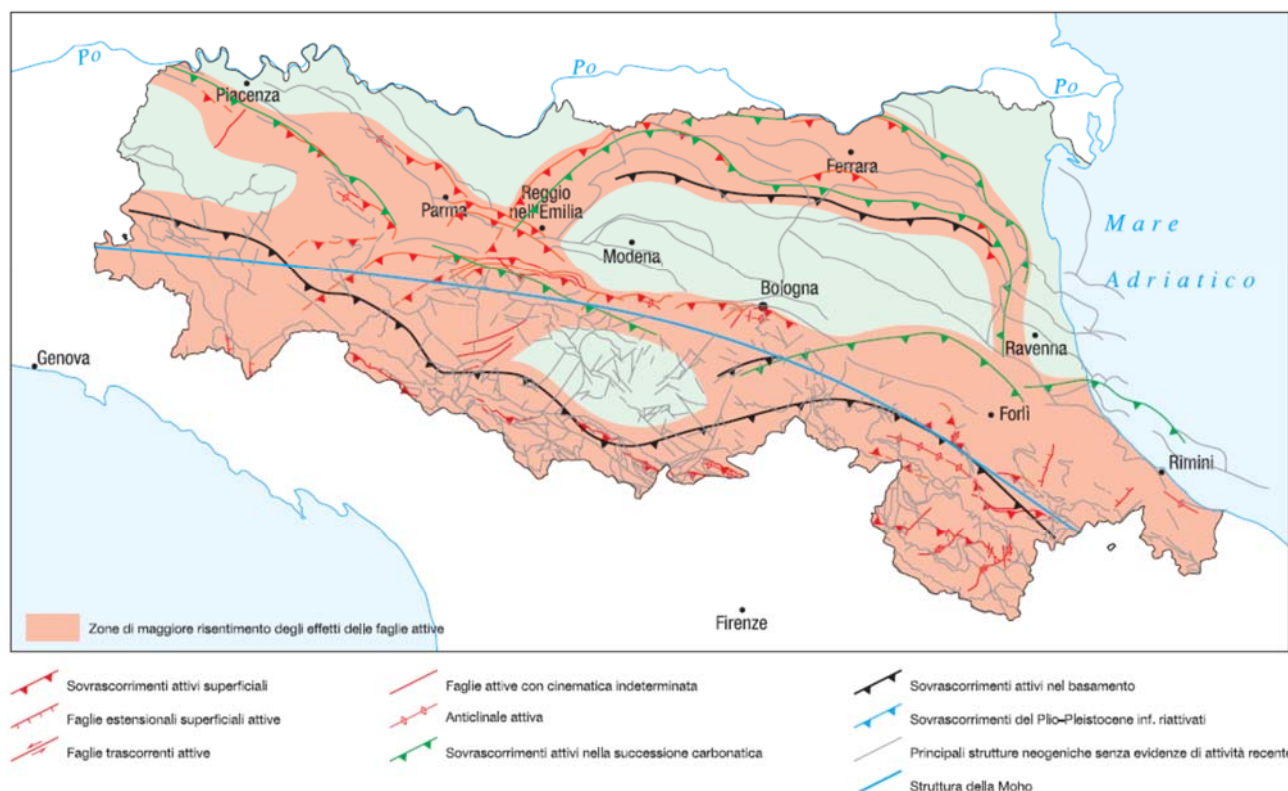
La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano, e decisamente minore in pianura. I meccanismi focali calcolati sono in accordo con quanto riscontrato nei livelli strutturali superiori.

Risulta così un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali nonché quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti e inquadrabili in un sistema transpressivo che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema di ordine inferiore all'interno di una zona di trascorrenza destra.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	21 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



**Fig. 8 - Zonazione delle aree che maggiormente risentono delle faglie attive**

In Fig. 8 è riportata la distribuzione delle strutture attive rispettivamente della copertura, della crosta e del mantello con una zonazione delle aree che maggiormente risentono della loro attività. Per questa zonazione si è tenuto conto anche degli effetti superficiali quali le aree di maggiore sollevamento in catena e di minore abbassamento in pianura, come pure della distribuzione delle aree a maggiore frequenza di fenomeni franosi. Si osserva che la città di Parma è situata in zona di maggior risentimento degli effetti delle faglie attive.

Lo stralcio della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna riferito alla zona di Parma è riportato Fig. 9.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	22 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli Bandiera 4 – Parma

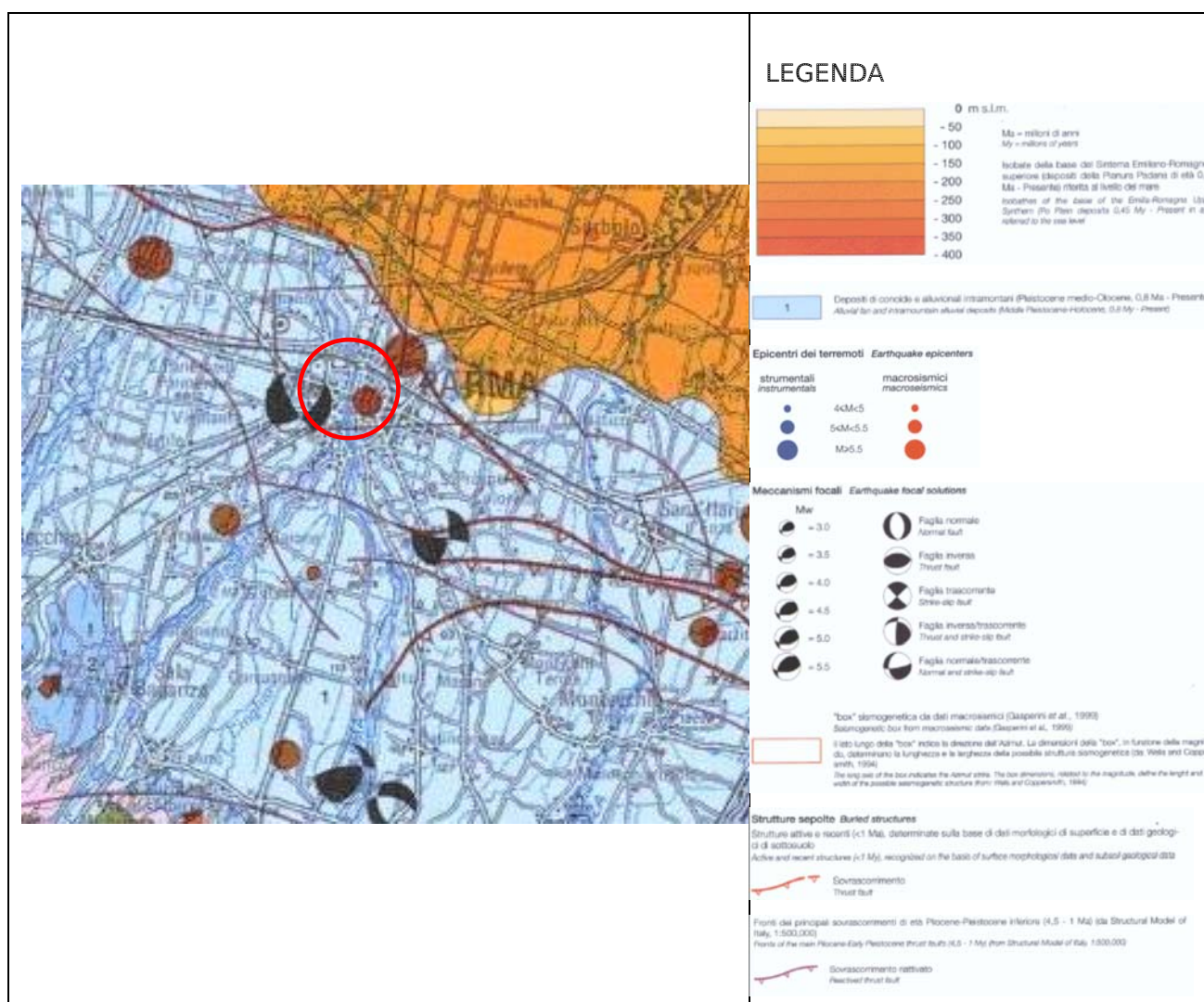


Fig. 9 - Stralcio della Carta sismotettonica della Regione riferito alla zona di Parma

## 6.2 Sismicità del territorio

La storia sismica del territorio del comune di Parma è stata desunta da "*DBMI11, un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno*", database realizzato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti che contiene i dati macrosismici provenienti da studi dello stesso GNDT e di altri enti.

Essa è riassunta in Tab. 4 dove sono elencati gli eventi di maggior intensità al sito ( $I_s > VII$  grado della scala MCS).

	<p>Elaborato</p> <p>Relazione geologica, geotecnica e sismica</p>	<p>Data</p> <p>Maggio 2016</p>	<p>Agg.</p> <p>0</p>	<p>Pag.</p> <p>23 di 65</p>
--	---	--------------------------------	----------------------	-----------------------------

**PROGETTO**

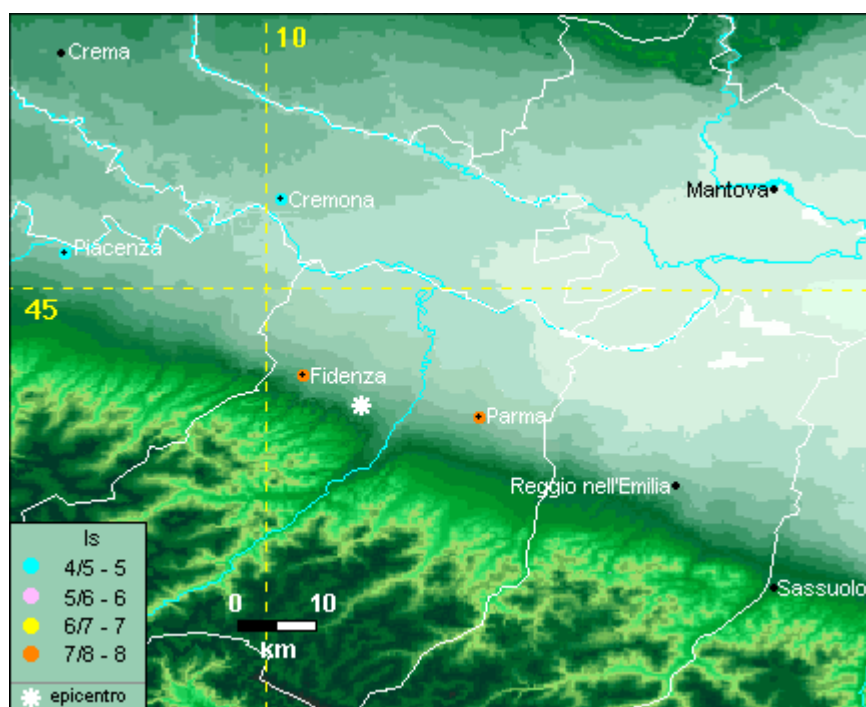
Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Anno	Me	Gi	Area epicentrale	Intensità di sito	Intensità epicentrale	Magnitudo momento
1438	06	11	PARMENSE	8	8	5.62
1409	11	15	PARMA	7	6	4.83
1572	06	04	PARMA	7	7	5.13
1628	11	04	PARMA	7	7	5.17
1738	11	05	PARMA	7	7	5.40
1818	12	09	LANGHIRANO	7	7-8	5.57
1831	09	11	REGGIANO	7	7-8	5.48
1832	03	13	REGGIANO	7	7-8	5.59
1971	07	15	PARMENSE	7	7-8	5.61
1983	11	09	PARMENSE	7	6-7	5.10
1695	02	25	ASOLANO	6-7	9-10	6.61
1857	02	01	PARMENSE	6-7	6-7	5.26
1873	09	17	LIGURIA ORIENTALE	6-7	6-7	5.52
1920	09	07	GARFAGNANA	6-7	9-10	6.48

**Tab. 4 - Massimi eventi sismici censiti nel territorio del comune Parma**

Dalla lettura di si evidenzia che il massimo evento sismico censito a Parma si è verificato il 11 Giugno 1438 con un'intensità dell'VIII grado della scala MCS. L'epicentro (cfr. Fig. 10) viene indicato una quindicina di chilometri ad Ovest dalla città.



**Fig. 10: Mappa d'intensità sismica relativa all'evento del 11.06.1438**

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	24 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



### 6.3 Classificazione sismica

L'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, suddivide il territorio italiano in 4 zone sismiche con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. Secondo tale ordinanza, come indicato in Fig. 11, il Comune di Parma, che prima risultava "non classificato", nella sopra citata classificazione è stato identificato in zona 3 (a sismicità bassa), cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra  $0,05 \cdot g$  e  $0,15 \cdot g$  (dove  $g$  è l'accelerazione di gravità).

Tale classificazione ha tuttavia esclusivo valore amministrativo; infatti alle Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 14-01-2008, è allegato un documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), in cui l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

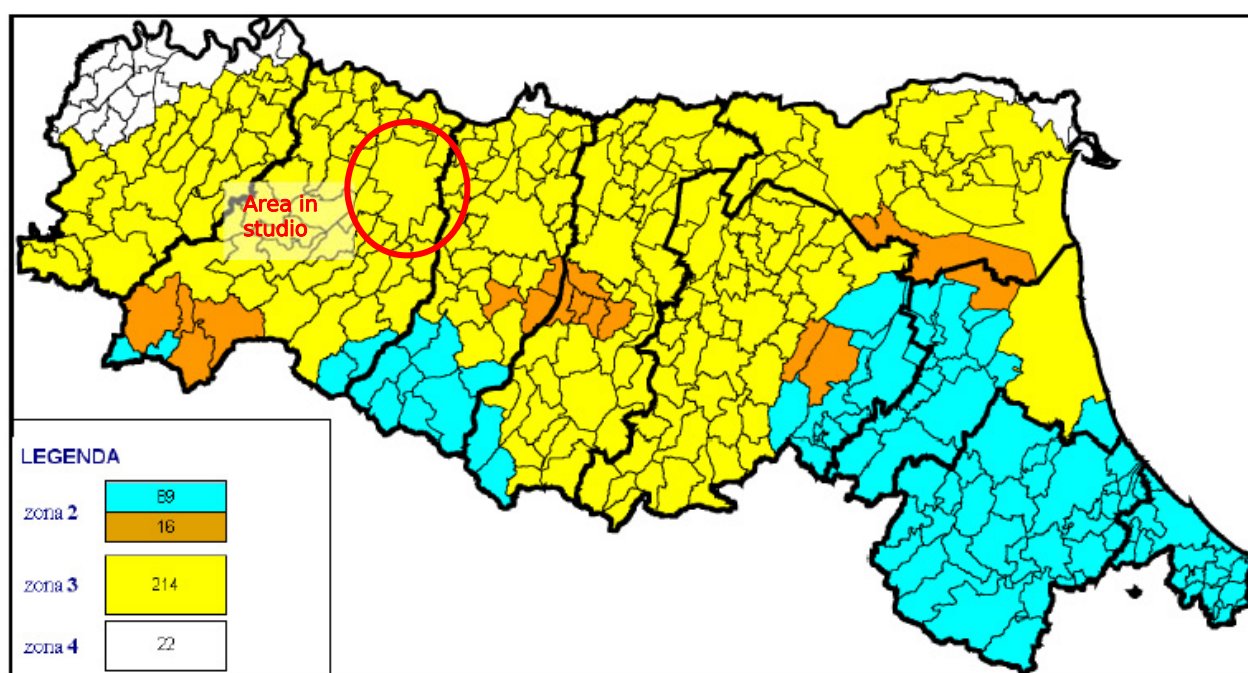



Fig. 11 - Classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia-Romagna

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	25 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento; cfr. Fig. 12), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Per determinare il tempo di ritorno sono stati forniti i parametri delle opere in progetto (cfr. § 1.2) che corrispondono a:

- VITA NOMINALE: “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” la cui vita nominale è  $V_n \geq 50$  anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2008);
- CLASSE D’USO: Classe III: “Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.” (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 01/2008).


Da cui si ottiene il periodo di riferimento della costruzione che è dato da:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1.5 = 75 \text{ anni.}$$

Inoltre sono stati definiti gli stati limite che forniscono le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  (ved. Paragrafo 3.2.1 e Tab. 3.2.I delle N.T.C. 01/2008), per gli stati limite ultimi di Salvaguardia della Vita (**SLV**) con probabilità pari al 10% e per gli stati limite di esercizio di Operatività (**SLO**) con probabilità del 81%.

Dato che il sito in esame (long. 10.308, lat. 44.794) non ricade nei nodi del reticolo di riferimento (cfr. Fig. 12), i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  possono essere ricavati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Qualora l’attuale *pericolosità sismica su reticolo di riferimento* non contempli il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e alla  $P_{VR}$  fissate, il valore del generico parametro  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione.

Alla luce dei dati descritti sopra i valori dei tre parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche per i tre edifici in progetto sono riportati nella seguente Tab. 5.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	26 di 65



**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Stato Limite	Tempo di ritorno $T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_c^*$ (s)
SLO	45	0.054	2.493	0.253
SLD	75	0.068	2.485	0.265
SLV	712	0.164	2.462	0.285
SLC	1462	0.206	2.476	0.294

Tab. 5 – Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite

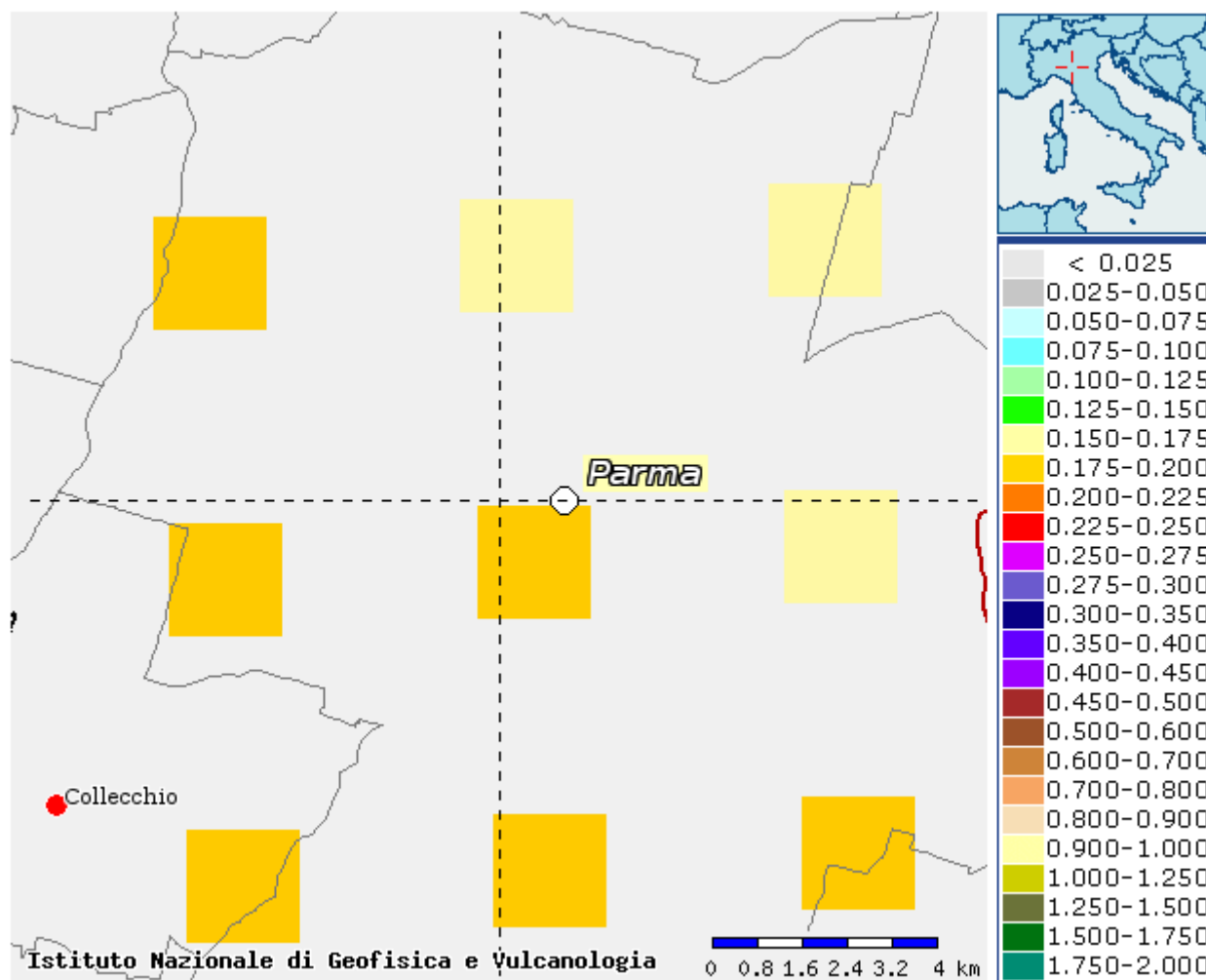


Fig. 12- Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno ( $a_g$ ) con tempi di ritorno di 712 anni

## 6.4 Disaggregazione e magnitudo

Per poter selezionare i terremoti naturali da un catalogo, da utilizzare come base per le successive elaborazioni di RSL, è necessario dapprima definire le caratteristiche sismogenetiche

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	27 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



del sito, cioè definire la coppia di dati magnitudo-distanza che meglio caratterizzano il sito stesso. Tale operazione, nota come disaggregazione, consiste nell'individuazione, a partire da uno studio di pericolosità sismica con metodo probabilistico, le coppie di dati (appunto magnitudo e distanza) che maggiormente concorrono alla sismicità di un sito.


A tale scopo, si sono utilizzati i dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che fornisce i valori disaggregati magnitudo-distanza, ovvero, il contributo percentuale delle diverse coppie di dati magnitudo-distanza alla pericolosità di base con riferimento ai nodi del reticolo di riferimento, individuato dall'Allegato A delle NTC 2008 (nel caso in esame, si è considerato il nodo 15384, in quanto è il più prossimo all'intervento in progetto).

Per chiarezza va osservato che secondo le NTC le verifiche SLV (quelle di interesse principale, per esempio, per la liquefazione), prevedrebbero un tempo di ritorno  $T_r=712$  anni (cfr. Tab. 3), tuttavia il sito INGV fornisce informazioni solo per 475 e 975 anni (nell'intervallo di interesse). Per motivi prudenziali si è fatto pertanto riferimento alla situazione più critica e cioè 975 anni.

Come si osserva in Fig. 32 il sito fornisce sia direttamente i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon, ma anche i dati che consentono di ricostruire la curva di probabilità di accadimento di un evento che tiene conto di tutte le coppie magnitudo-distanza vicine all'area di interesse. Per il sito in questione si constata che il massimo contributo percentuale alla pericolosità sismica di base è fornita per terremoti di magnitudo compresa tra 4.5 e 5.0 nel range di distanza tra 0 e 10 Km. Importanti contributi sono però forniti anche da sismi con magnitudo tra 4.0-4.5 e 5.0-6.0 sempre nel range 0-10 Km, ed in misura leggermente minore da sismi con magnitudo 4.5-5.5 nel range tra 10 e 20 Km.

La disaggregazione, come detto, fornisce la distribuzione magnitudo-distanza, che può essere utilizzata anche per la definizione della magnitudo di riferimento per le verifiche di liquefazione.

Sulla base dei dati disponibili infatti si possono ricostruire le curve di probabilità che consentono di tener conto delle diverse probabilità di accadimento di un evento con diversi tempi di ritorno (Fig. 14). Esaminando questa curva si osserva che il valore di magnitudo ( $M_w$ ) corrispondente al 95% percentile è pari a 5.7.

 <b>ENGEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	28 di 65

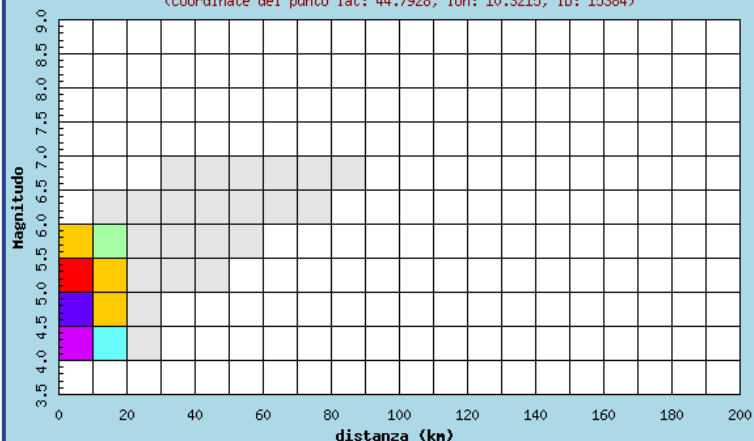
## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Disaggregazione del valore di  $a(g)$  con probabilità di eccedenza  
del 5% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 44.7928, lon: 10.3215, ID: 15384)



### Valori medi

Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.850	6.520	0.892

Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.7928, lon: 10.3215, ID: 15384)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	22.400	37.000	17.500	5.610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.830	5.560	5.040	2.600	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.001	0.225	0.907	0.848	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.067	0.234	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.044	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.017	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fig. 13 – Disaggregazione magnitudo-distanza per il nodo 15384 da INGV

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	29 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

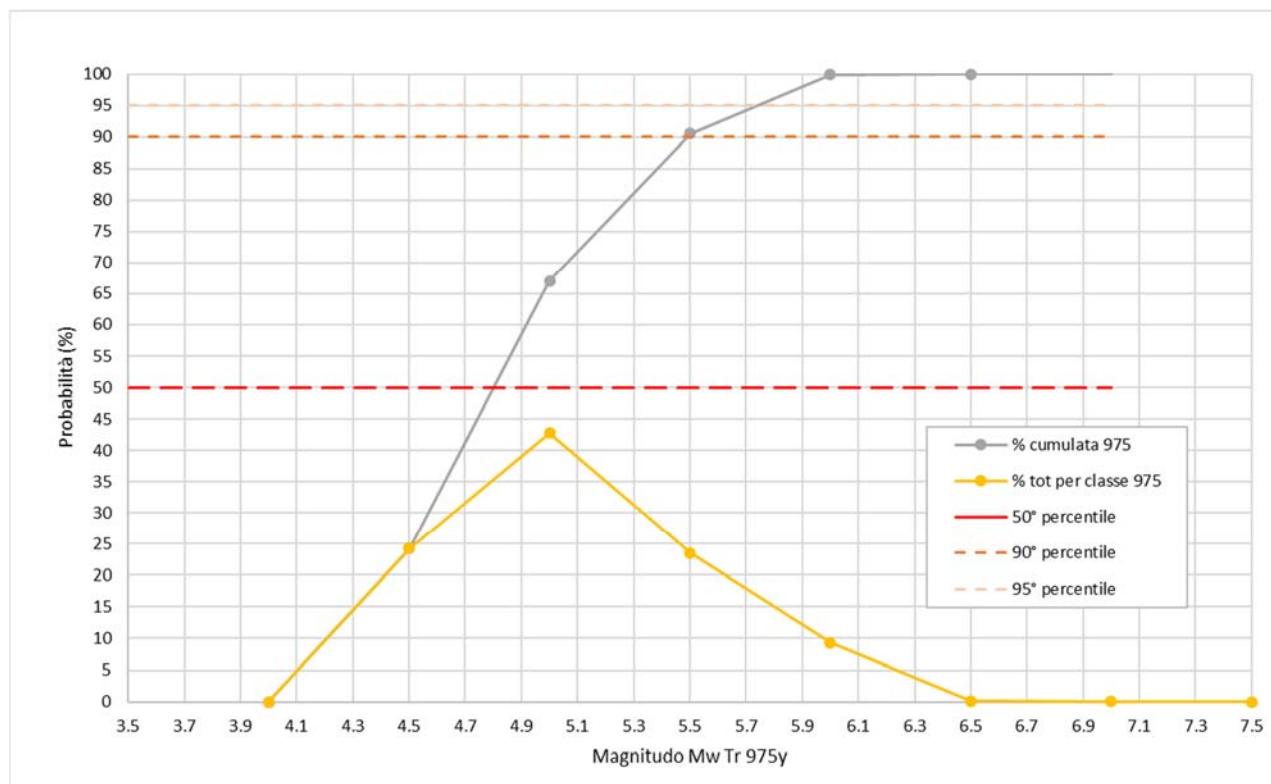


Fig. 14 – Calcolo della magnitudo di riferimento sulla base dei dati di Fig. 14

## 6.5 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il D.M. 14-01-2008 definisce 7 categorie in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori di velocità delle onde sismiche trasversali nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione ( $V_{s,30}$ ).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Categoria	Descrizione
	compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></b> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i></b> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

**Tab. 6 - Categorie sismiche dei terreni**

La velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione ( $V_{s30}$ ) è definita come:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  sono lo spessore e la velocità delle onde delle strato i-esimo entro i 30 m dalla fondazione.

Sulla base dei risultati della prova Down-hole, descritta nel Cap. 3.3 si constata che i terreni presentano categoria sismica C.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	31 di 65

## 6.6 Coefficienti sismici di progetto

Sulla base della categoria di appartenenza del terreno il D.M. 14-01-2008 introduce i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  per tener conto dell'amplificazione stratigrafica del valore dell'azione sismica di progetto. Per le categorie B, C, D ed E, questi due parametri possono essere calcolati attraverso le espressioni riportate in Tab. 7, dove i valori di  $F_0$  e  $T_c^*$  sono relativi al sottosuolo di categoria A,  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria	$S_s$	$C_c$
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

**Tab. 7 – Tabella per il calcolo dei parametri  $S_s$  e  $C_c$**

Con i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  riportati in Tab. 5 e Tab. 7, per le diverse categorie di suolo, in riferimento ai diversi stati limite, si ottengono i parametri di amplificazione per il fabbricato oggetto di studio, riportati in Tab. 8

	Terreni di categoria C			
	SLO	SLD	SLV	SLC
$S_s$	1.500	1.500	1.460	1.390
$C_c$	1.635	1.630	1.590	1.570

**Tab. 8 - Valori dei parametri  $S_s$  e  $C_c$**

Altro parametro introdotto dal D.M. 14-01-2008 è il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ , per tener conto delle condizioni topografiche del territorio e in assenza di

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.VI<sup>1</sup>, in funzione delle categorie topografiche definite nel paragrafo 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. Essendo l'intervento in progetto ubicato in pianura, la categoria topografica corrispondente è la T1 superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ , che corrisponde ad un valore del coefficiente  $S_T$  pari a 1.00.

Sulla base dei dati sopra esposti si calcolano i coefficienti sismici di progetto di Tab. 9.

	Amax (m/s <sup>2</sup> )	Beta	Kh	Kv
SLO	0.799	0,18	0,015	0,007
SLD	0.999	0,18	0,018	0,009
SLV	2.353	0,24	0,058	0,029
SLC	2.811	0,31	0,089	0,044

**Tab. 9 - Coefficienti sismici di progetto**

I coefficienti sismici di progetto vengono utilizzati nell'analisi della pericolosità sismica per la definizione degli spettri di risposta elastica ai diversi stati limite. Nel presente studio, che prevede uno studio completo di risposta sismica locale la definizione degli spettri di risposta "semplificati" verranno utilizzati esclusivamente per confronto con gli spettri da RSL (cfr. Cap. 9.4.2).


## **6.7 Vulnerabilità sismica dell'opera in progetto**

Per vulnerabilità sismica s'intende la suscettibilità di un'opera a subire lesioni in seguito alle sollecitazioni indotte dal sisma.

E' stato dimostrato che la vulnerabilità agli eventi sismici di un edificio di costruzione relativamente recente è solo marginalmente collegabile alle modalità costruttive dello stesso. Molto più gravoso è l'effetto dell'amplificazione sismica locale, che tende a aumentare in maniera importante l'intensità delle forze sismiche agenti sulla struttura.

---

1 Capitolo 3 – Azioni sulle costruzioni, paragrafo 3.2 Azione sismica, del D.M. 14-01-2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	33 di 65



## PROGETTO

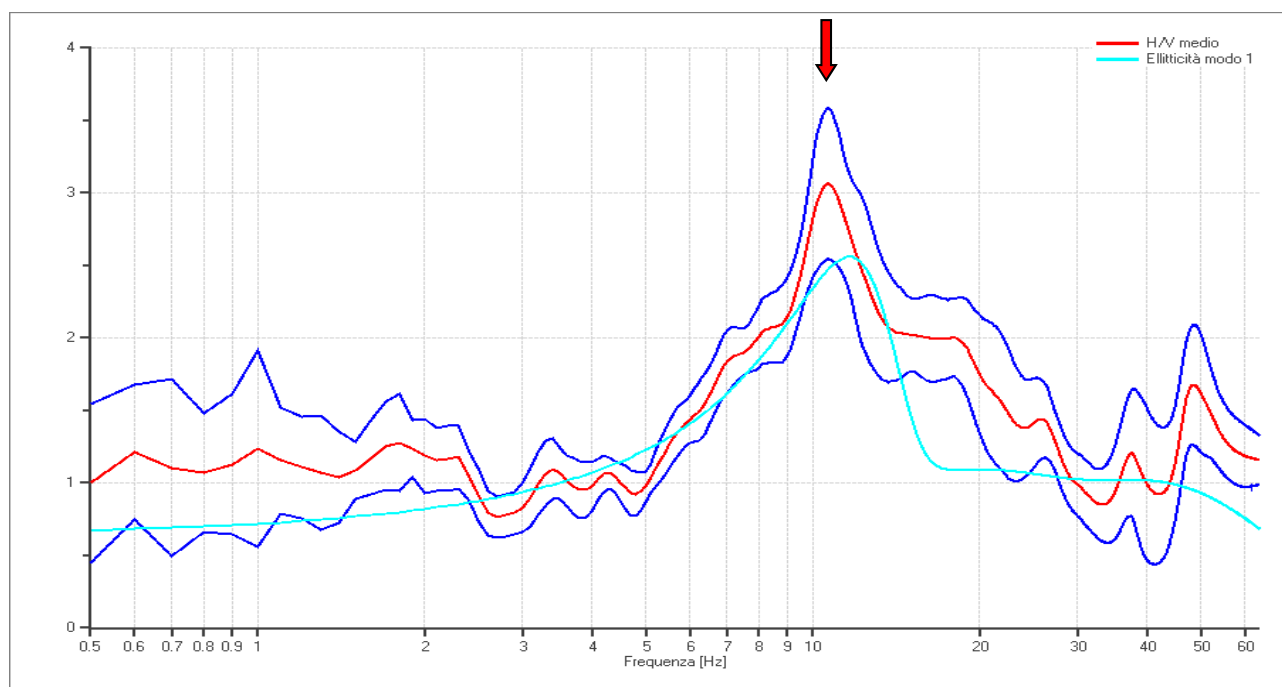
Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



In particolare se la frequenza di risonanza dell'edificio è confrontabile con quella dei terreni di fondazione si verifica il fenomeno della risonanza accoppiata che comporta un'amplificazione delle sollecitazioni sismiche sull'opera.

Al fine di valutare tale rischio è, pertanto, necessario considerare se la frequenza di risonanza fondamentale dei singoli edifici in progetto corrisponda con uno dei picchi di risonanza del terreno di fondazione evidenziati con l'indagine mediante tromografo. Tale valutazione andrà effettuata dai Progettisti.

Il grafico di Fig. 15 evidenzia che nell'area in questione è presente un significativo picco di amplificazione a circa 10.6 Hz, pari a un periodo di 0,1 s, legato alla variazione di velocità delle onde tra i depositi coesivi superficiali e il primo banco ghiaioso, alla profondità di circa 8 m da p.c..



**Fig. 15 – Elaborazione delle misure registrate del tromografo: rapporto spettrale orizzontale su verticale**

## 6.8 Rischio di liquefazione

Considerato che nel sottosuolo indagato non sono presenti depositi granulari fini (sabbie) entro la profondità di 15 m da p.c. falda, il rischio di liquefazione è da considerare inesistente.



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



## 7. GEOTECNICA

La raccolta di tutte le informazioni provenienti dalle prove effettuate, sia in sito sia in laboratorio, ha permesso di delineare un quadro globale delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal progetto. Proprietà fisiche, compressibilità, resistenza al taglio dei vari strati di terreno individuati sono state analizzate facendo riferimento a tutti i dati disponibili, opportunamente confrontati tra di loro.


### 7.1 Analisi di laboratorio

Sui campioni indisturbati sono state eseguite, come detto in precedenza, diverse prove di laboratorio, i cui risultati sono riportati nell'All. 1 e più sinteticamente in Tab. 10, Tab. 11 e Tab. 12.

I campioni sono stati prelevati all'interno di diversi depositi a carattere prevalentemente limoso argilloso corrispondenti rispettivamente all'orizzonte 2, 3, 5 e 6 del modello geotecnico. I valori caratteristici degli orizzonti 1, 2 e 3 sono stati calcolati anche tenendo conto dei valori ricavati dalle prove penetrometriche redatte nel 2008 dal Dr. Michiara, mentre i valori caratteristici degli orizzonti 4 e 5 sono stati calcolati dai soli dati di laboratorio.

In laboratorio, dopo aver provveduto alla descrizione preliminare dei campioni, sono stati determinati i seguenti parametri:

- peso di volume naturale e secco;
- contenuto naturale d'acqua;
- limiti di Atterberg e classificazione CNR-UNI 10006.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	35 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Classificazione terre					Peso di volume	
				LL	LP	IP	Indice di consistenza	CNR-UNI 10006	$\gamma_{nat}$	$\gamma_{sec}$
				%	%	%			(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
S1	C1	3,00 - 3,50	Argilla con limo	38	23	15	1.2	A6	19.60	16.32
	C2	13,20 - 13,80	Limo con argilla	45	24	21	0.8	A7-6	19.06	14.88
	C3	20,70 - 21,30	Limo con argilla	51	25	26	0.7	A7-6	18.26	13.61
	C4	27,00 - 27,70	Limo con argilla	47	24	23	1.0	A7-6	19.37	15.46
S2	C2	7,80 - 8,40	Limo con argilla	39	22	17	0.9	A6	19.29	15.71
	C3	18,00 - 18,70	Limo con argilla	40	23	17	0.6	A6	18.73	14.37

**Tab. 10 – Riepilogo dei dati geotecnici di laboratorio – prove di classificazione**

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Umidità	Granulometria			
				W	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
				%	%	%	%	%
S1	C1	3,00 - 3,50	Argilla con limo	19.90	0.02	10.29	67.89	21.80
	C2	13,20 - 13,80	Limo con argilla	27.60	0.00	2.86	69.84	27.30
	C3	20,70 - 21,30	Limo con argilla	34.20	0.00	1.34	60.56	38.10
	C4	27,00 - 27,70	Limo con argilla	24.60	1.20	12.46	52.44	33.90
S2	C2	7,80 - 8,40	Limo con argilla	23.30	0.00	4.51	59.29	36.20
	C3	18,00 - 18,70	Limo con argilla	29.7	0.00	1.24	64.66	34.10

**Tab. 11 – Riepilogo dei dati geotecnici di laboratorio – Umidità e granulometria**

Nel complesso si evidenzia che si tratta di campioni abbastanza omogenei. La Carta della plasticità (cfr. Fig. 16) mostra che tutti i campioni rientrano nel campo delle argille inorganiche con basso limite di liquidità ( $W_L < 50\%$ , CL), solo il campione S1C3 rientra nel campo delle argille inorganiche con alto limite di liquidità ( $W_L > 50\%$ , CH).

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	36 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

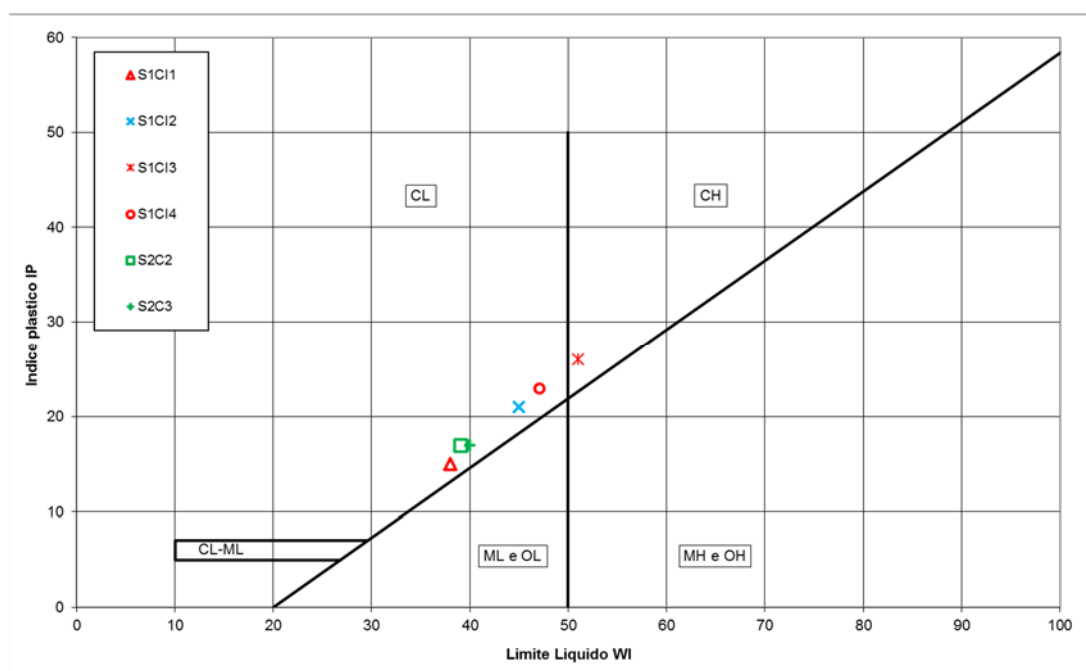


Fig. 16 - Carta della plasticità

I parametri di resistenza al taglio ( $C_u$ ,  $c'$  e  $\phi'$ ) sono stati ricavati dai risultati delle prove triassiali, sia consolidate non drenate (TX-CIU) che non consolidate non drenate (TX UU) (cfr. Tab. 12. In tale tabella l'asterisco per il valore di  $C_u$  indica che è stato ricavato dalla prova TX-CIU).

Sondaggio	Campione	Prof. (m)	Descrizione	Prove triassiali		
				CIU		UU
				$\phi'$	$c'$	$c_u$
				°	Kpa	Kpa
S1	C1	3,00 - 3,50	Argilla con limo			309.00
	C2	13,20 - 13,80	Limo con argilla	27.45	18.35	101*
	C3	20,70 - 21,30	Limo con argilla			96.30
	C4	27,00 - 27,70	Limo con argilla			143.19
S2	C2	7,80 - 8,40	Limo con argilla			121.83
	C3	18,00 - 18,70	Limo con argilla	28.2	20.55	104*

Tab. 12 – Riepilogo dei dati geotecnici di laboratorio – prove di taglio

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	37 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

**7.1.1 Prove in colonna risonante**

Per la valutazione delle curve di variazione del rapporto di smorzamento (D) e del decadimento del modulo di taglio normalizzato (rigidezza,  $G/G_0$ ) in funzione della deformazione di taglio  $\gamma$ , sono state realizzate n° 2 prove in colonna risonante (RC) sui campioni prelevati durante il sondaggio (cfr. All. 2).

Tali prove hanno fornito dati sperimentali che hanno consentito di definire le leggi di variazione dei parametri D e  $G/G_0$  mediante il modello iperbolico di Yokota (1981).

Le leggi di variazione proposte da Yokota sono le seguenti:

$$\frac{G}{G_0} = \frac{1}{1 + \alpha \gamma^\beta}$$

$$D = \eta e^{\left[-\lambda \frac{G}{G_0}\right]}$$

Dove:

$G/G_0$  = modulo di taglio normalizzato


D = rapporto di smorzamento

$\gamma$  = deformazione di taglio

$\alpha, \beta, \eta, \lambda$  = parametri sperimentali del modello

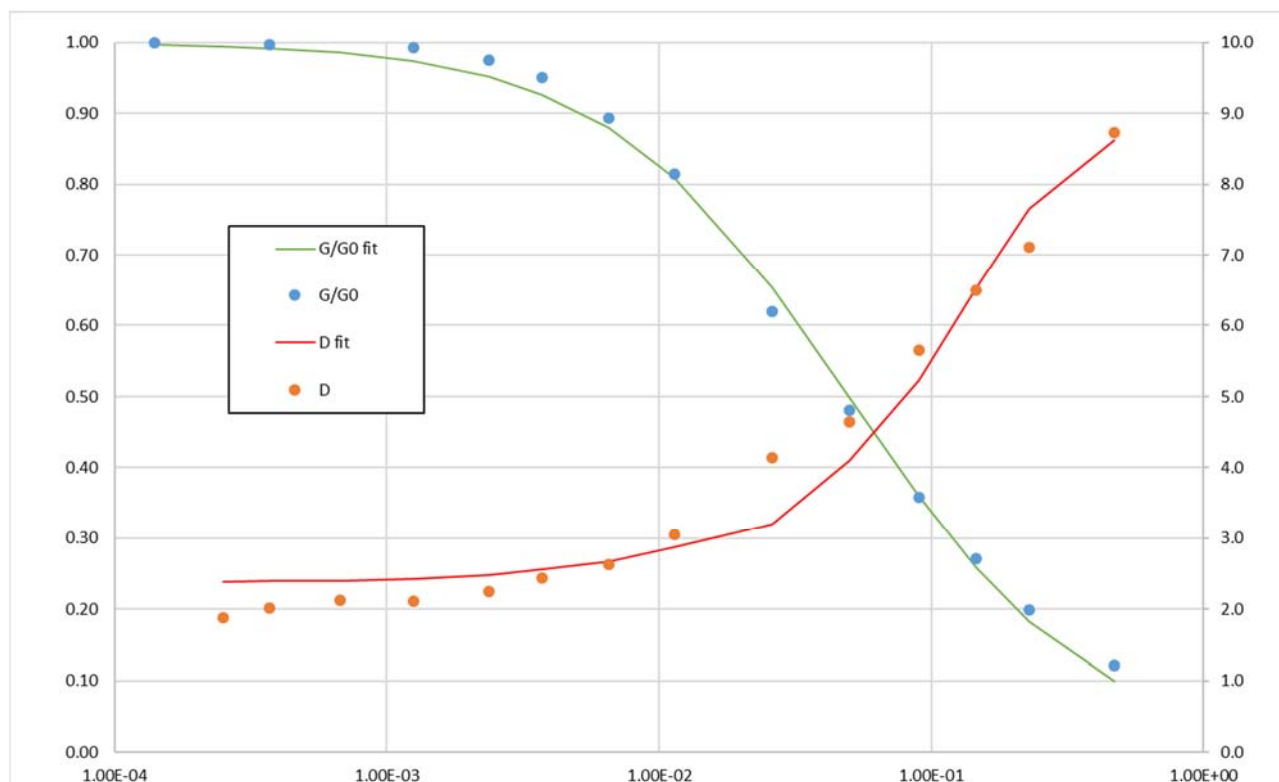
Il fit dei dati sperimentali alle funzioni sopra descritte è stato effettuato con il metodo dei minimi quadrati ( $X^2$ ).

In Fig. 17 è riportato un grafico esemplificativo della procedura di normalizzazione utilizzata per il campione S2C3.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	38 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



**Fig. 17 – Grafico dei dati sperimentali e delle curve di interpolazione per il campione S2C3**

Nella tabella seguente (Tab. 13) sono riportati i parametri derivati dalle analisi effettuate, oltre agli stessi parametri relativi ai depositi ghiaiosi e sabbiosi, questo ultimi derivati da dati bibliografici. In Fig. 18 e Fig. 19 sono riportate le curve sintetiche relative ai diversi depositi.

Camp.	Litologia	$G_0$	$\alpha$	$\beta$	$\eta$	$\lambda$
S1C4	Limo con argilla	205	20.97	1.01	11.5	1.3
S2C3	Limo argilloso	157	18.74	0.98	11.5	1.6
	Ghiaia		21.55	0.80	14.7	3.1
	Sabbia fine limosa		45.64	1.12	25.1	3.95

**Tab. 13 – Riepilogo dei risultati delle prove di laboratorio**

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	39 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

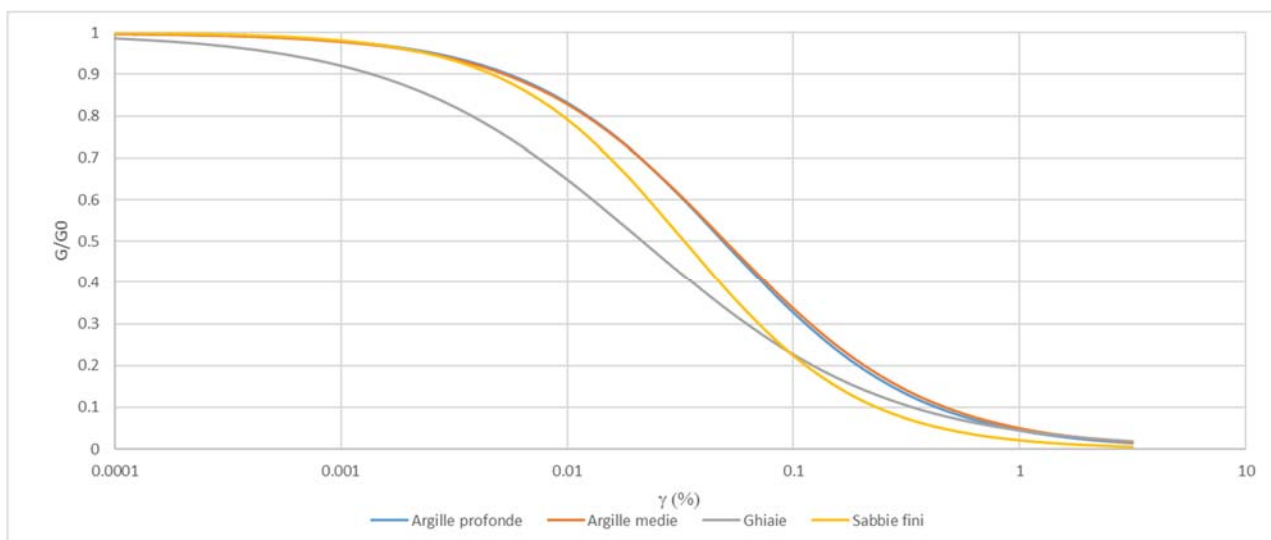


Fig. 18 – Grafico delle curve di interpolazione  $G/G_0$  per tutti i terreni

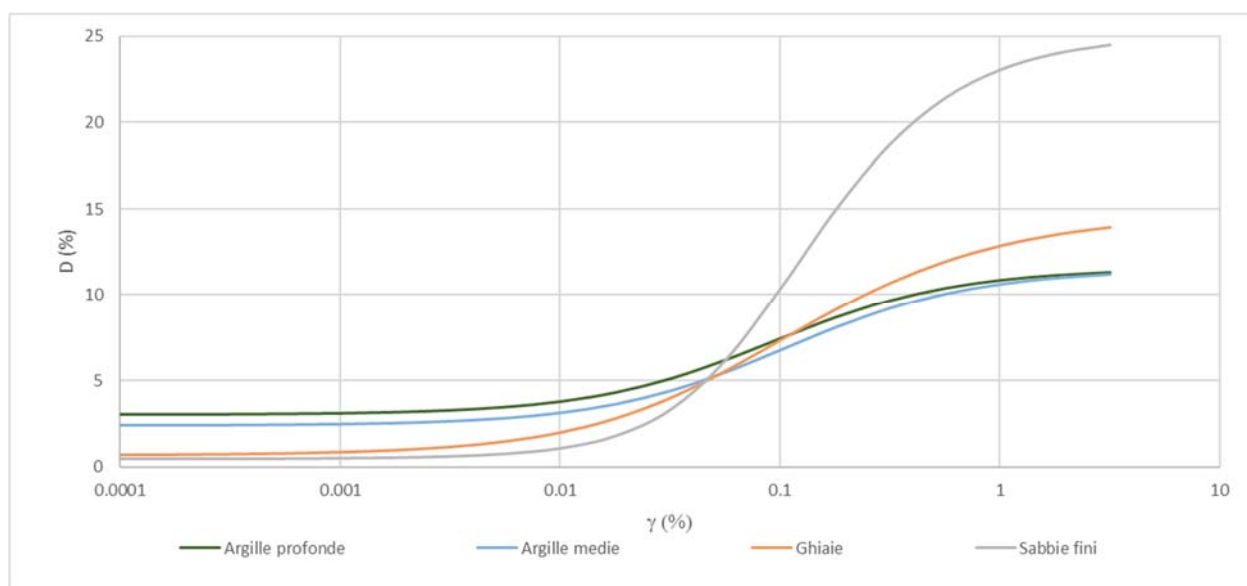



Fig. 19 – Grafico delle curve di interpolazione D per tutti i terreni

## 7.2 Elaborazione dei risultati delle indagini in situ

Come già detto, le indagini hanno evidenziato la presenza, nel sottosuolo più superficiale, di depositi a comportamento coesivo sovrastanti un orizzonte di ghiaie, a comportamento granulare. Questo primo livello coesivo è stato indagato nel 2008 mediante 4 prove penetrometriche, riportate nella relazione del Dr. Michiara, di cui, tuttavia sono disponibili

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	40 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



esclusivamente le elaborazioni relativamente alla coesione non drenata ed al modulo edometrico.

Gli orizzonti granulari sono stati caratterizzato utilizzando i risultati delle prove S.P.T. eseguite durante i sondaggi a carotaggio continuo, mentre per i depositi coesivi sotto le ghiaie si è fatto riferimento alle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati.

Nei successivi paragrafi viene indicato come sono stati ricavati i parametri geotecnici per i terreni di natura coesiva e di natura granulare.

### 7.2.1 Depositi coesivi

La caratterizzazione geotecnica di questi terreni si è basata sui risultati delle prove penetrometriche statiche a punta meccanica (CPT), utilizzando correlazioni empiriche, attraverso il valore di  $R_p$ , ed i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo.

#### 7.2.1.1 Resistenza al taglio in condizioni non drenate

La resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) è stata determinata:

- da prove triassiali di laboratorio non consolidate non drenate (TX-UU);
- dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT, mediante la seguente equazione (Baligh e Campanella, 1975):

$$c_u = \frac{q_c}{N_k}, \text{ assumendo } N_k = 20.$$

#### 7.2.1.2 Modulo edometrico

Il modulo di deformazione confinato ( $E_{ed}$ ) è stato ricavato dai valori di resistenza alla punta  $q_c$  ottenuti dalle prove penetrometriche statiche, in accordo alla correlazione di Mitchell e Gardner (1975). Il modulo edometrico si ottiene utilizzando la seguente espressione:

$$E_{ed} = \alpha q_c$$

dove i valori di  $\alpha$  sono riportati nella Tab. 14 ( $w_n$  = umidità naturale espressa in percentuale).



Elaborato

Relazione geologica, geotecnica e sismica

Data

Maggio 2016

Agg.

0

Pag.

41 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Argille di bassa plasticità (CL)	$q_c < 0.7$ (MPa)	$3 < \alpha < 8$
	$0.7 < q_c < 2$ (MPa)	$2 < \alpha < 5$
	$q_c > 2$ (MPa)	$1 < \alpha < 2.5$
Limi di bassa plasticità (ML)	$q_c < 2$ (MPa)	$1 < \alpha < 3$
	$q_c > 2$ (MPa)	$3 < \alpha < 6$
Limi e argille di alta plasticità (MH, CH)	$q_c < 2$ (MPa)	$2 < \alpha < 6$
Limi organici (OL)	$q_c < 1.2$ (MPa)	$2 < \alpha < 8$
Torba e argilla organica (Pt, OH)	$50 < w_n < 100$	$1.5 < \alpha < 4$
	$100 < w_n < 200$	$1 < \alpha < 1.5$
	$w_n > 200$	$0.4 < \alpha < 1$

**Tab. 14 – Correlazione di Mitchell e Gardner (1975)**

### 7.2.2 Depositi granulari

La caratterizzazione geotecnica di questi terreni si è basata sui risultati delle prove in sito (prove dinamiche SPT), utilizzando correlazioni empiriche. In Tab. 15 vengono riportati i valori di  $N_{spt}$  e le relative elaborazioni. Purtroppo il modesto spessore delle ghiaie ha consentito di effettuare soltanto poche prove SPT. I parametri delle ghiaie sono stati pertanto confrontati con altri disponibili per lo stesso deposito

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	N1	N2	N3	$N_{SPT}$ (colpi/piede)	$\phi'$ (°)	E (MPa)	Dr (%)
S1	9.0	27	35	47	82	50	48.5	100
	31	47	R		R			
S2	9.5	24	R		R			

**Tab. 15 – Valori di  $N_{SPT}$  e relative elaborazioni**

## 7.3 Modello geotecnico

L'individuazione del modello geotecnico del terreno di fondazione, rappresentato graficamente in Tav. 6, è stato basato sull'interpretazione della stratigrafia dei terreni effettuata mediante la ricostruzione della sezione litostratimetrica di Tav. 5.

Le diverse unità litologiche sono state poi correlate alle caratteristiche geotecniche dei terreni determinate con i metodi descritti nel capitolo 7.2.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	42 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Nel modello geotecnico i parametri geotecnici, suddivisi nei vari orizzonti, vengono espressi mediante il loro valore caratteristico, ai sensi della normativa (N.T.C. 01/2008), da utilizzare per valutazioni semiprobabilistiche (stati limite).

Il valore caratteristico della coesione non drenata e dei parametri di deformabilità, è stato valutato come il valore corrispondente al 5° percentile della distribuzione della media, utilizzando una distribuzione lognormale.

Per l'angolo di attrito interno il valore caratteristico è sempre riferito al 5° percentile della distribuzione della media, utilizzando però una distribuzione gaussiana (normale).

In Fig. 20 viene riportato, a titolo esemplificativo, il grafico della distribuzione lognormale dei valori della coesione non drenata dell'orizzonte 3.

In tale esempio a fronte di un parametro caratteristico calcolato di  $c_u=1.82$  Kg/cmq, il margine di errore, considerato l'insieme dei dati disponibili, risulta pari a circa 0.19 Kg/cmq, con un intervallo di confidenza pari al 95%.

Tali elaborazioni sono state effettuate per tutti i parametri geotecnici per ciascun orizzonte individuato.

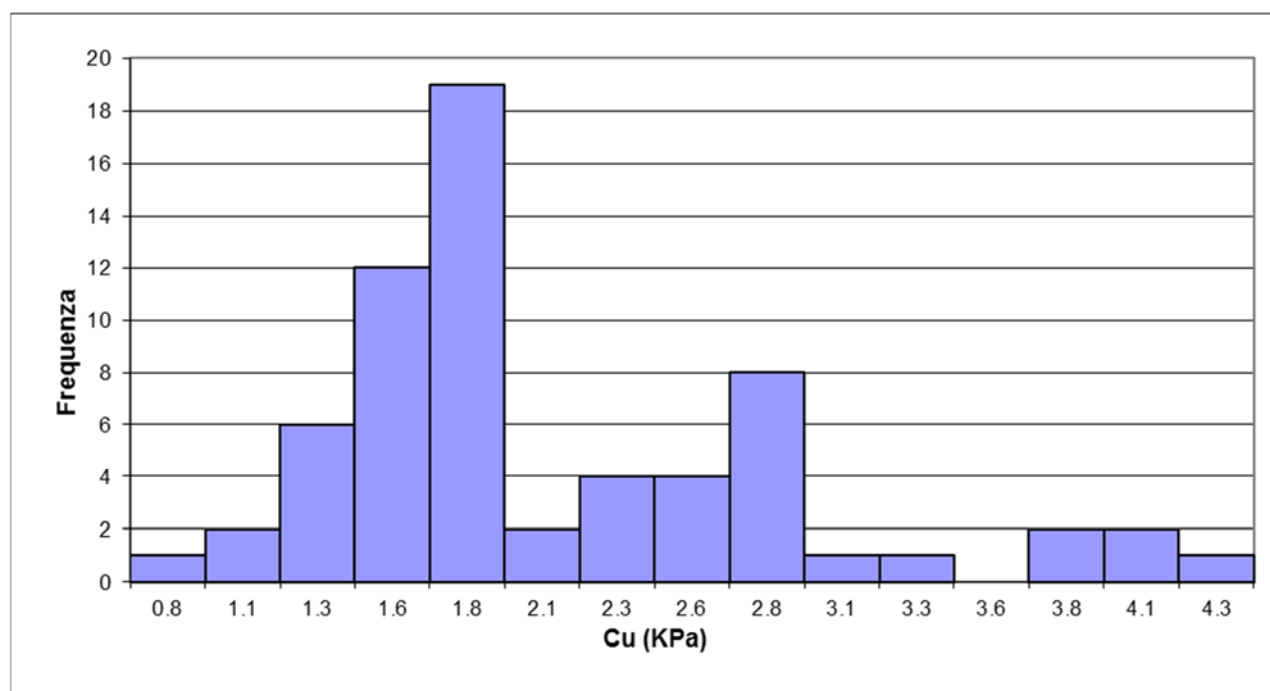



Fig. 20 - Distribuzione lognormale del modulo edometrico dell'orizzonte 1

Nelle figure seguenti In sono riportate le rappresentazioni grafiche dei parametri geotecnici della coesione non drenata e del modulo edometrico, dei terreni coesivi degli orizzonti 1, 2 e 3

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	43 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Di seguito viene proposta la caratterizzazione di dettaglio dei singoli orizzonti.

### **TERRENO VEGETALE E TERRENO DI RIPORTO**

- Profondità: da 0,0 m a circa -0,6÷-1,20 m dal p.c.;
- Parametri geotecnici: non significativi per la stabilità del complesso manufatto-terreno in quanto verranno asportati in fase di realizzazione delle fondazioni

### **ORIZZONTE 1**

- Litologia: terreni a comportamento coesivo;
- Profondità: da -0,6÷-1,2 m a -1.5 m circa dal p.c.;
- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata: valore caratteristico  $Cu_k = 91 \text{ kPa}$
  - modulo edometrico: valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 5,8 \text{ MPa}$

### **ORIZZONTE 2**


- Litologia: terreni a comportamento coesivo;
- Profondità: da -1,5 m a -4,8÷5,20 m circa dal p.c.;
- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata: valore caratteristico  $Cu_k = 161 \text{ kPa}$
  - modulo edometrico: valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 11,1 \text{ MPa}$

### **ORIZZONTE 3**

- Litologia: terreni a comportamento coesivo;
- Profondità: da -4.8÷5,20 m a -7,90÷8,40 m circa dal p.c.;
- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 19,4 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata: valore caratteristico  $Cu_k = 178 \text{ kPa}$
  - modulo edometrico: valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 12,0 \text{ MPa}$

### **ORIZZONTE 4**

- Litologia: terreni a comportamento granulare;
- Profondità: da -7,90÷8,40 m a -11,5÷-11,70 m circa dal p.c. (banco principale) e poi da 22.20 a 23.15 e da 30.70 a 33.50 m da p.c.;

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	44 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
  - angolo di attrito interno valore caratteristico  $\phi_k = 38^\circ$
  - modulo elastico: valore caratteristico:  $E_k = 48 \text{ MPa}$

**ORIZZONTE 5**


- Litologia: terreni a comportamento coesivo;
- Profondità: da -11,5÷-11,70 m a -21.50÷25,00 m circa dal p.c.;
- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata: valore caratteristico  $Cu_k = 95 \text{ kPa}$
  - modulo edometrico: valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 6,0 \text{ MPa}$

**ORIZZONTE 6**

- Litologia: terreni a comportamento coesivo;
- Profondità: da -21.50 a 22.20 m, da -23,15 a 27,70, da 29,80 a 30,70 e da 33,50 a 35 m circa dal p.c.;
- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
  - coesione non drenata: valore caratteristico  $Cu_k = 140 \text{ kPa}$
  - modulo edometrico: valore caratteristico:  $E_{ed_k} = 8,0 \text{ MPa}$

**ORIZZONTE 7**

- Litologia: terreni a comportamento granulare;
- Profondità: da -7,90÷8,40 m a -11,5÷-11,70 m circa dal p.c. (banco principale) e poi da 22.20 a 23.15 e da 30.70 a 33.50 m da p.c.;
- Parametri geotecnici:
  - peso di volume  $\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$
  - angolo di attrito interno valore caratteristico  $\phi_k = 33^\circ$
  - modulo elastico: valore caratteristico:  $E_k = 20 \text{ MPa}$

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	45 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

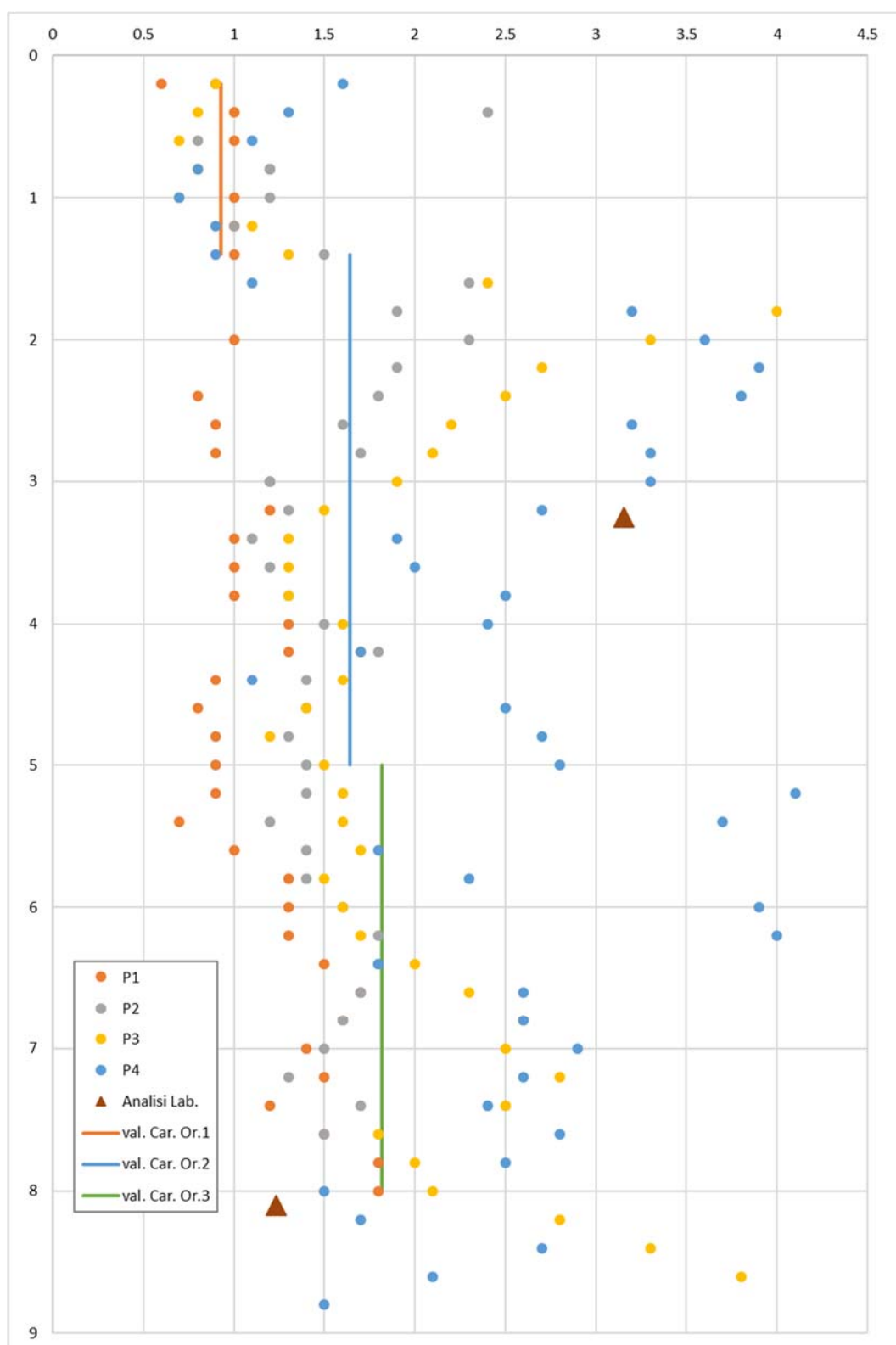



Fig. 21 – Valori della coesione non drenata ricavati dalle prove CPT e dalle prove di laboratorio sui campioni indisturbati per gli orizzonti a comportamento coesivo

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	46 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

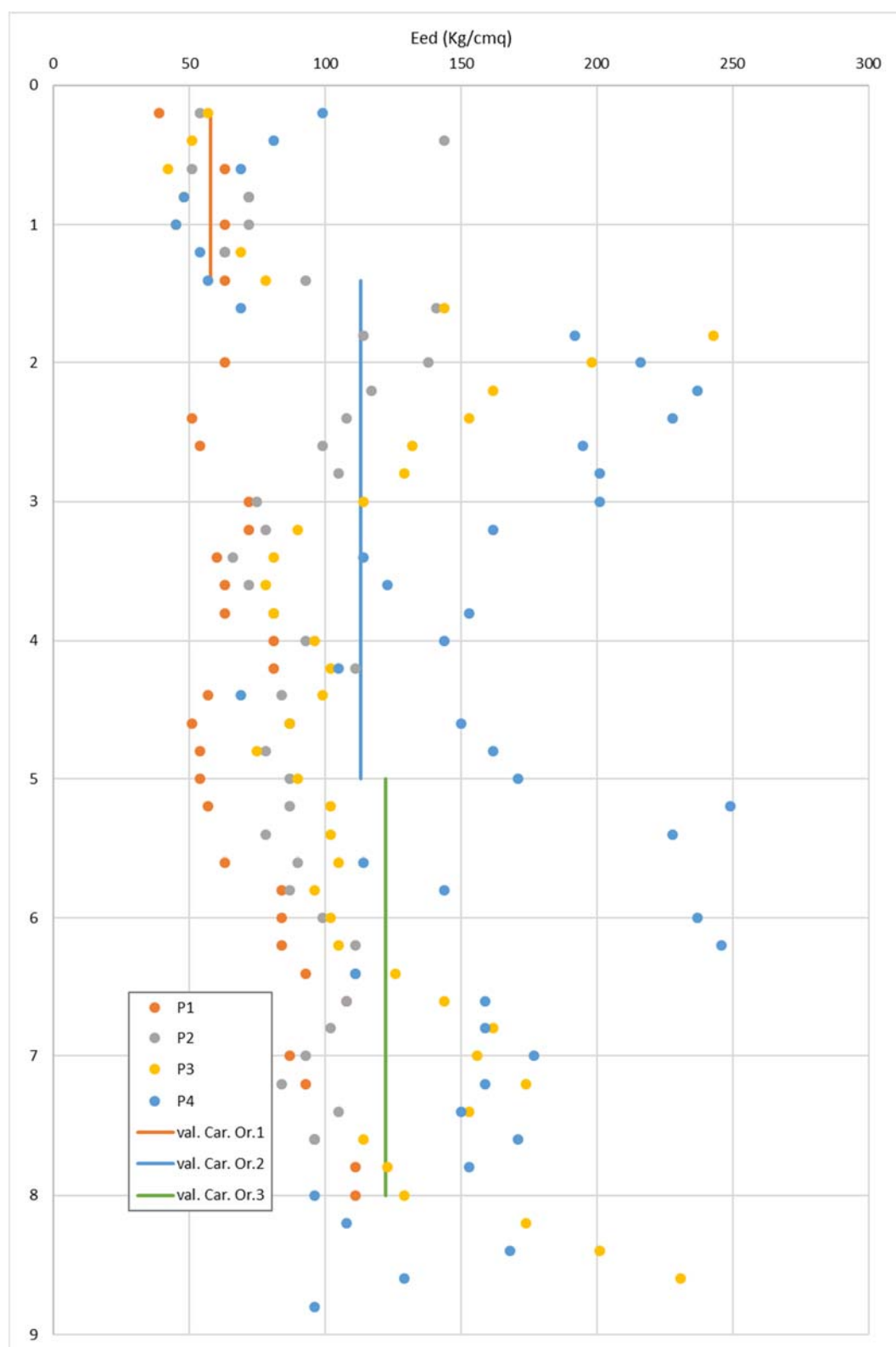


Fig. 22 – Valori del modulo edometrico ricavati dalle prove CPT

	<p>Elaborato</p> <p>Relazione geologica, geotecnica e sismica</p>	<p>Data</p> <p>Maggio 2016</p>	<p>Agg.</p> <p>0</p>	<p>Pag.</p> <p>47 di 65</p>
--	---	--------------------------------	----------------------	-----------------------------

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



## 8. VALUTAZIONE DELLE SOLUZIONI FONDALI

Il miglioramento sismico delle strutture della scuola prevede la realizzazione di tralicci esterni al fabbricato esistente, fondati su pali. Nel presente capitolo viene sviluppata la valutazione della capacità portante di pali singoli trivellati di grande diametro con diametri di 800 e 1000 mm, e di micropali con diametro di 250 mm, tutti posti ad una quota di 2.5 m dal piano campagna attuale.

La valutazione è stata effettuata sia per pali caricati in compressione per trazione.

La falda è stata considerata, a favore di sicurezza, alla quota della testa del palo.

La presente valutazione ha il solo scopo di fornire al Progettista una stima delle curve di carico dei pali. La scelta della tipologia fondale e la progettazione delle opere di fondazione sono di esclusiva competenza del Progettista.

### 8.1 Pali di fondazione

#### 8.1.1 Verifica agli stati limite ultimi

Le verifiche della capacità portante sono state eseguite con il metodo degli stati limite ultimi (SLU), come previsto dal D.M. 14-01-2008 (NTC).

Le verifiche sono state eseguite con i seguenti approcci:

Approccio 1:

- combinazione 1 (A1+M1+R1)
- combinazione 2 (A2+M1+R2)

Condizioni sismiche:


- Sisma +M1+R3 (approccio 2 in All. 5)

Come riportato nel capitolo 6 delle N.T.C. 2008 la fondazione nei confronti del carico limite si considera in grado di sopportare il carico di progetto quando è verificata la seguente disuguaglianza:

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

Dove  $F_{c,d}$  è il carico assiale di compressione assunto in progetto,  $R_{c,d}$  è la resistenza di progetto del terreno allo stato limite ultimo.

Per ottenere il valore della resistenza di progetto ( $R_{c,d}$ ), si sono applicati ai valori caratteristici della resistenza alla base e della resistenza laterale, dei coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma_b$  e  $\gamma_s$ , in accordo con la seguente equazione:

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	48 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



$$R_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s}$$

I valori dei coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma_b$  e  $\gamma_s$ , da applicare dipendono dall'approccio progettuale considerato, per i pali trivellati, sono riportati nella seguente Tab. 16.

Resistenza	Simbolo	Pali trivellati		
	$\gamma_r$	R1	R2	R3
Base	$\gamma_b$	1.0	1.7	1.35
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1.0	1.45	1.15
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1.0	1.6	1.25

**Tab. 16 – Coefficienti parziali  $\gamma_r$  da applicare alle resistenze caratteristiche per pali trivellati, da Tabella 6.4.II delle N.T.C. 2008**

Per il calcolo della resistenza caratteristica  $R_k$  sono stati utilizzati metodi di calcolo analitici, a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_k$  è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate  $R_{cal}$  i fattori di correzione  $\xi$  in funzione del numero di verticali di indagine:

$$R_k = MIN \left\{ \frac{(R_{cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

I valori di fattori di correzione  $\xi$  in funzione del numero di verticali di indagine sono riportati in Tab. 17.

N° di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Tab. 17 – Fattori di correzione  $\xi$  in funzione del numero di verticali di indagine, da Tabella 6.4.IV delle N.T.C. 2008**

Ai valori caratteristici dei parametri geotecnici, sono stati applicati i coefficienti parziali della combinazione M1 ed M2.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	49 di 65

**PROGETTO**

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Parametro	Coefficiente Parziale	Combinazioni	
		M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\psi'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40

**Tab. 18 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno da Tab. 6.2.II delle N.T.C. 2008**

### 8.1.1.1 Resistenza caratteristica e di progetto del palo singolo

La resistenza caratteristica del palo è data dalla somma di due componenti: la portata della base del palo e la portata per attrito laterale, la formula per il calcolo è la seguente:

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = A_b \cdot q_{b,k} + A_s \cdot \tau_{s,k}$$

dove:

$R_{c,k}$  = resistenza caratteristica,

$R_{b,k}$  = resistenza caratteristica alla base,

$R_{s,k}$  = resistenza caratteristica per attrito laterale,

$A_b$  = Area della base del palo,

$A_s$  = Area laterale del palo,

$q_{b,k}$  = valore caratteristico unitario della portata di base,

$\tau_{s,k}$  = valore caratteristico unitario per attrito laterale.

Il calcolo della  $q_{b,k}$  e della  $\tau_{s,k}$ , è stato eseguito attraverso le equazioni riportate nel seguito, utilizzando i parametri geotecnici e gli spessori degli strati riportati nel modello geotecnico (§ 7.3).

#### Valore caratteristico unitario della portata di base:

per terreni coesivi  $q_{b,k} = C_{u,d} \cdot N_c + \sigma'_{v0}$

per terreni granulari  $q_{b,k} = N_q \cdot \sigma'_{v0}$

#### Valore caratteristico unitario per attrito laterale:

per terreni coesivi  $\tau_{s,k} = \alpha \cdot C_{u,d}$

per terreni granulari  $\tau_{s,k} = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta'$

dove :

- $C_{u,d}$  = valore di progetto della coesione non drenata
- $N_c$  = fattore di capacità portante, posto uguale a 9 (Skempton 1951)
- $\sigma'_{v0}$  = tensione verticale efficace, alla quota della punta del palo
- $N_q$  = fattore di capacità portante

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	50 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



- $K$  = coefficiente di spinta orizzontale, assunto variabile in funzione della profondità secondo Tourne e Reese:  $K = 0.7$  per profondità  $< 7.5$  m,  $K = 0.6$  per profondità comprese tra 7.5 e 12 m,  $K = 0.5$  per profondità  $> 12$  m.
- $\delta'$  = angolo di attrito palo terreno, considerato uguale a  $(\phi_d' - 3)$  per tener conto del rimaneggiamento che il terreno subisce a causa della realizzazione del palo.
- $\alpha$  = coefficiente di adesione, è stato utilizzato il valore di  $\alpha$  derivante dalla curva fornita da AGI (1984), (v. Fig. 23).

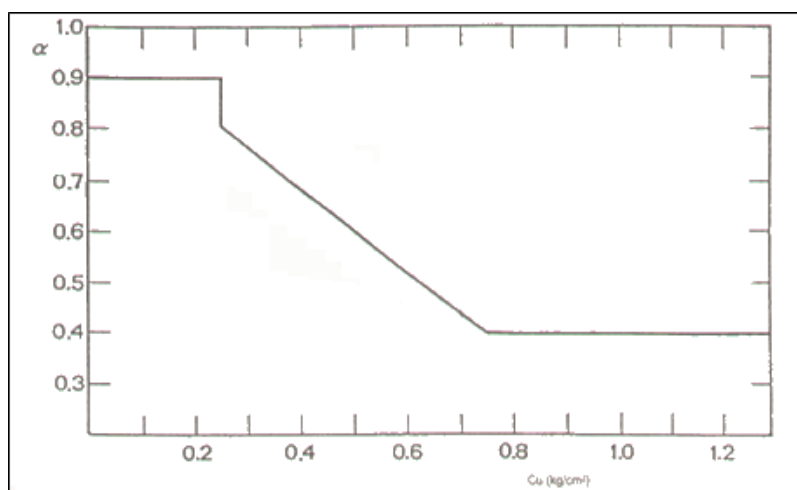



Fig. 23 – Relazione tra coesione non drenata e coefficiente di adesione

Sono stati inoltre imposti dei limiti superiori alle tensioni mobilitabili lungo il fusto ed alla portata unitaria di base, in accordo con le indicazioni di Reese-Wright et al. (1978), che rispettivamente sono state assunte pari a:

$$\tau_l = 200 \text{ kPa}$$

$$q_b = 4.00 \text{ MPa}$$

Inoltre, nel calcolo della portata di base, si è tenuto conto della riduzione della capacità portante, nel caso di terreni stratificati, come quelli presenti nell'area di intervento, in cui uno strato portante ricopre uno strato sottostante di terreno tenero (v. Fig. 24), questo per tener conto della possibilità di rottura del terreno per punzonamento.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	51 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

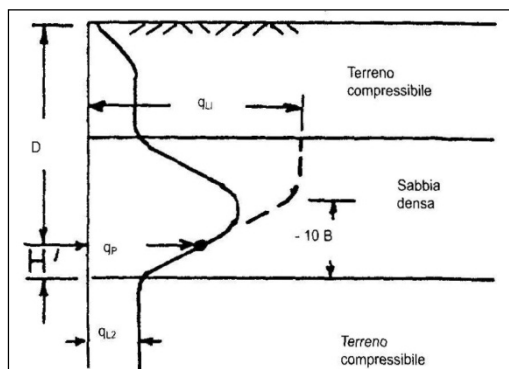


Fig. 24 – Portata di base in presenza di terreno stratificato

Infine si è tenuto conto anche della riduzione della capacità portante di base, nel caso di uno strato portante al di sotto di terreno tenero (v. Fig. 25), come nel caso in esame, in cui al di sotto degli strati coesivi sono presente depositi plurimetri di terreni granulari. Questo perché per esplicitare tutta la capacità portante di base, il palo deve essere immerso per un certo tratto nello strato portante; tale lunghezza di immersione è stata considerata pari a 3 volte il diametro del palo.

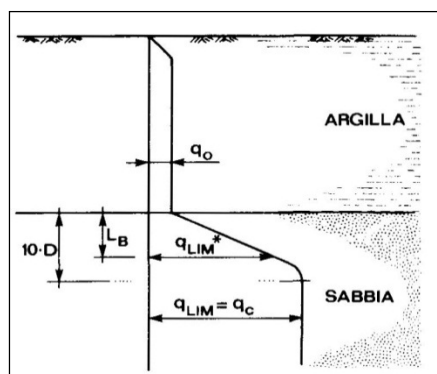



Fig. 25 – Dipendenza della portata limite di base dalla lunghezza di immersione

Per i pali calcolati a trazione è stata utilizzata la sola portanza laterale.

In Fig. 26 seguente si riportano (a titolo esemplificativo) il valori della resistenza di progetto ( $R_{c,d}$ ) espressa in tonnellate, in forma grafica, in funzione della profondità da p.c. relativa all'approccio 1 – combinazione 1 (M1+R1) per un palo singolo di 800 mm di diametro.

In Fig. 27 si riporta lo stesso calcolo effettuato per la resistenza a trazione, per tutte le combinazioni.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	52 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



In All. 5 si riportano sia in forma grafica che numerica, in funzione della lunghezza del palo, per le combinazioni M1+R1 e M1+R3 e sismica (approccio 2):

- La resistenza caratteristica alla base  $R_{b,k}$
- La resistenza caratteristica laterale  $R_{s,k}$
- La resistenza di progetto alla base  $R_{b,d}$
- La resistenza di progetto laterale  $R_{s,d}$
- La resistenza di progetto totale alla base  $R_{b,k}$

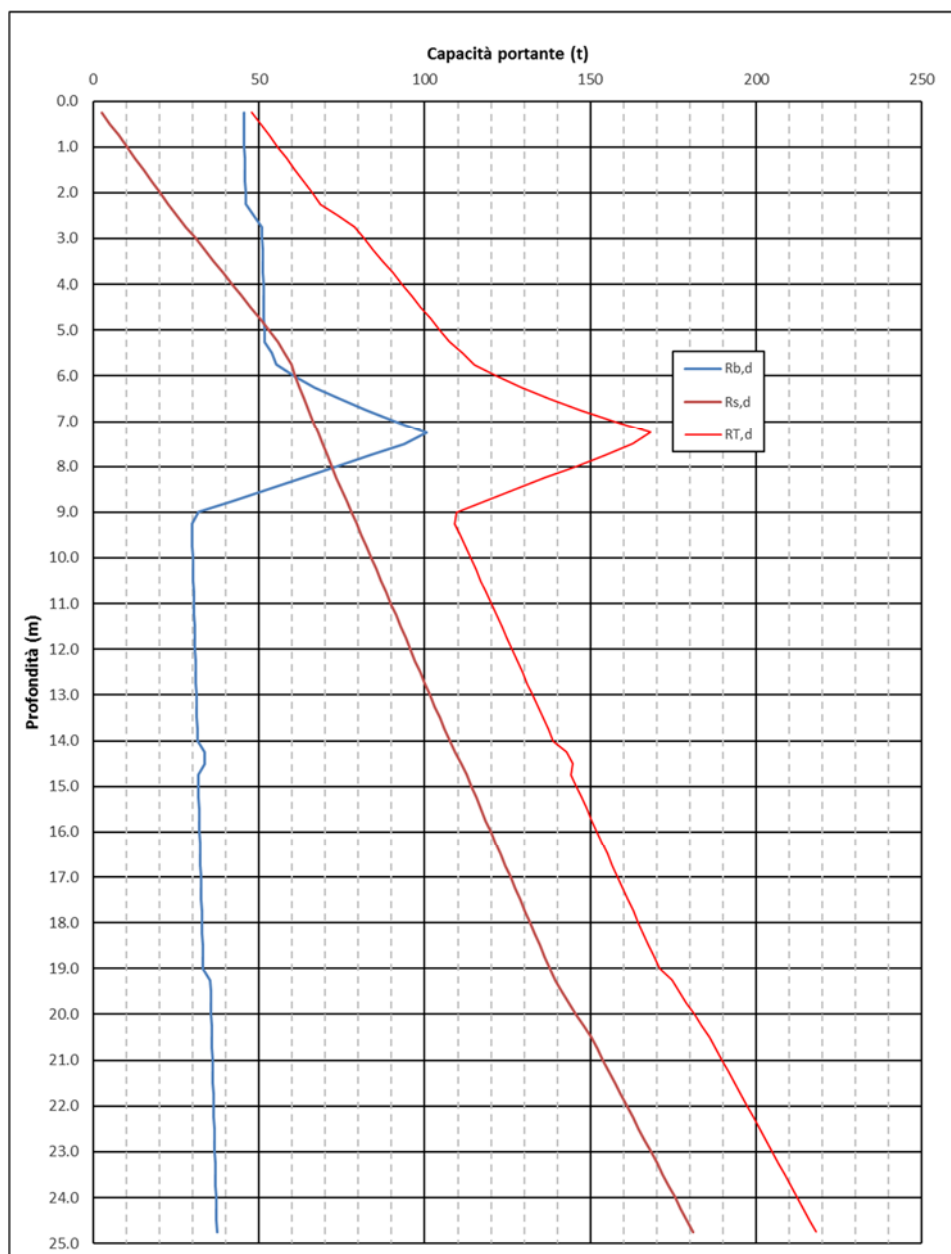



Fig. 26 – Curve delle resistenze di progetto Approccio 1 – Combinazione 1 - Palo 800 mm

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	53 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma

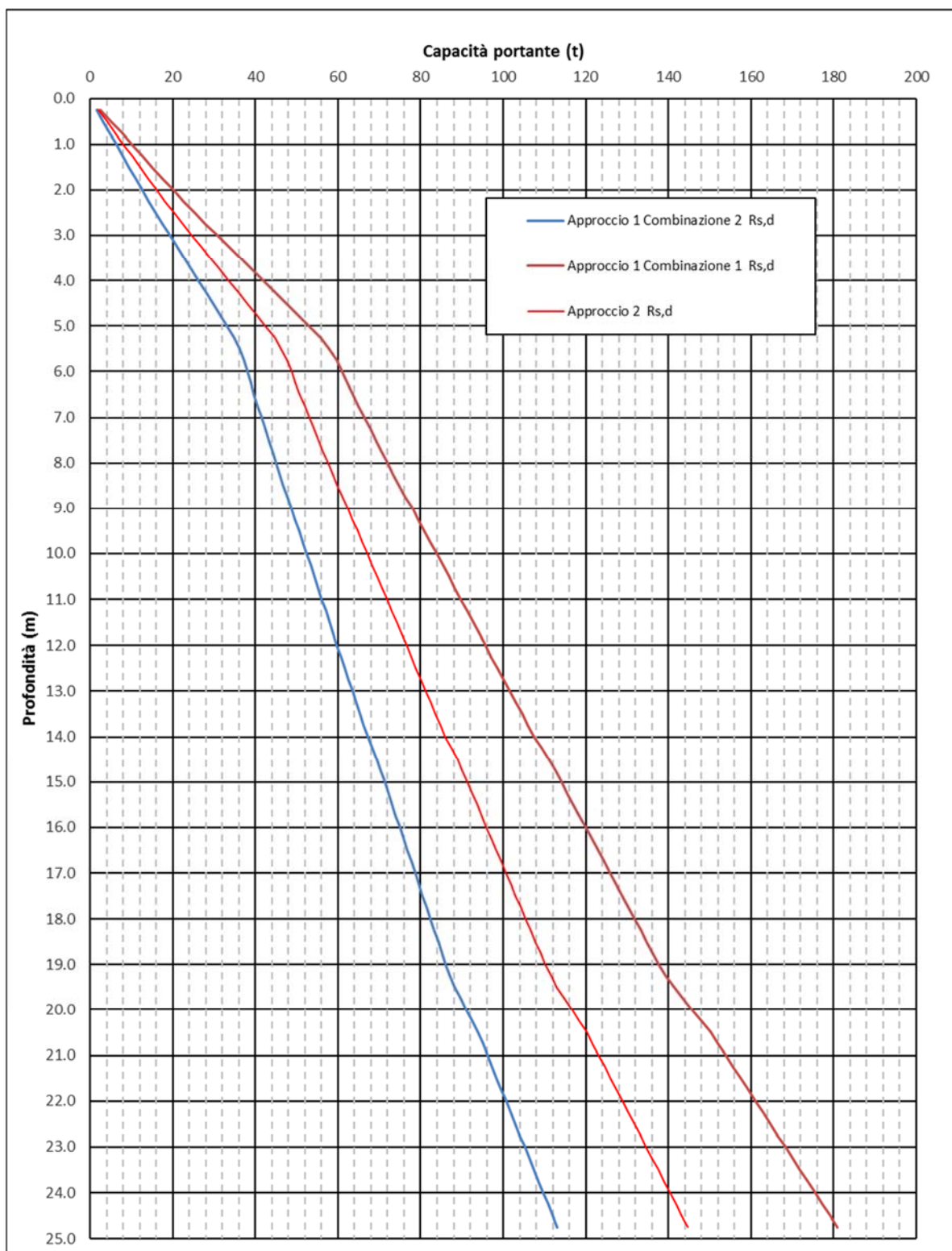


Fig. 27 – Curve delle resistenze a trazione di progetto Approccio 1 – Combinazione 1 - Palo 800 mm

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	54 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



## 9. ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

### 9.1 Modello geofisico del sottosuolo

La valutazione della risposta sismica locale richiede un'accurata modellazione delle caratteristiche geofisiche del sottosuolo, principalmente basata sui seguenti parametri:

- litologia;
- velocità delle onde sismiche di taglio ( $V_s$ );
- curve di variazione dello smorzamento ( $D$ ) e della rigidezza ( $G/G_0$ ) in funzione della deformazione e densità in situ,

Tale modellazione va spinta in profondità fino a raggiungere il bedrock sismico, che teoricamente dovrebbe essere uno strato con velocità  $V_s > 800$  m/s, peraltro difficilmente raggiungibile nelle zone in questione.

#### 9.1.1 Litologia

Per la determinazione delle caratteristiche litologiche sono stati utilizzati i dati delle stratigrafie dei sondaggi a carotaggio spinto fino a 30 m. Oltre tale profondità, e fino al bedrock, sono stati utilizzati i dati della stratigrafia di un pozzo molto vicino all'area di indagine (cfr. Cap. 4).

#### 9.1.2 Determinazione della $V_s$ e bedrock sismico


Per quanto riguarda la velocità delle onde S fino a 35 m si è fatto riferimento alle misure della prova Down-Hole. Per poter valutare la velocità  $V_s$  tra la massima profondità raggiunta dalle indagini ed il bedrock sismico, è stata utilizzata una correlazione con i dati stratigrafici per i terreni più superficiali.

La definizione del bedrock sismico, cioè del sismostrato che presenta velocità delle onde di taglio  $V_s \geq 800$  m/s, costituisce un elemento di notevole importanza nell'ambito delle valutazioni di risposta sismica locale.

In realtà oggi si tende ad individuare il bedrock sismico, soprattutto in pianura, in corrispondenza di un elevato contrasto di impedenza sismica, cioè laddove il rapporto tra le velocità dello strato superficiale e quello più profondo supera il valore di 2-2.5, anche se il valore di  $V_s$  non supera gli 800 m/s.

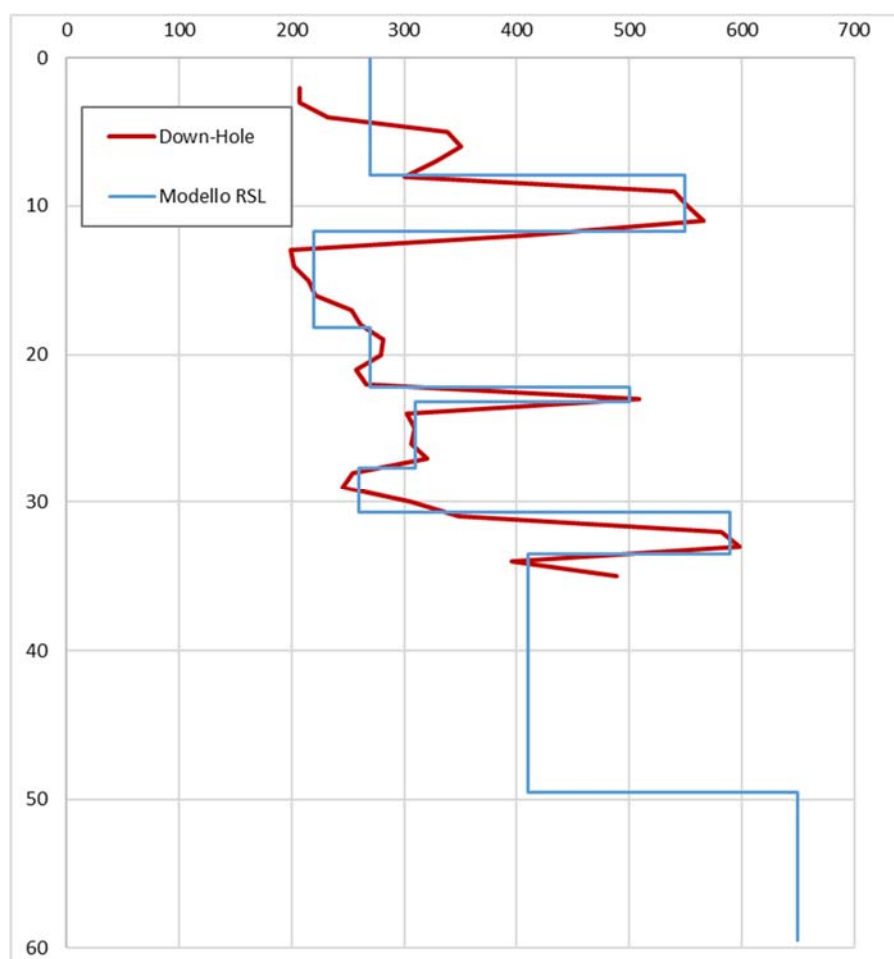
Per questo motivo si è ritenuto che il banco ghiaioso piuttosto imponente presente alla profondità di circa 50 m possa essere considerato il bedrock per l'area in questione.

Mediante il processo sopra descritto si giunge alla discretizzazione della  $V_s$  in funzione della profondità, sinteticamente illustrata in Fig. 47.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	55 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



	Depth (m)	Thickness (m)	Soil Type	Vs (m/s)
1	0.00	7.90	Argille superficiali	270.00
2	7.90	3.80	Ghiaie superficiali	550.00
3	11.70	6.50	Argille superficiali	220.00
4	18.20	4.00	Argille superficiali	270.00
5	22.20	1.00	Ghiaie profonde	500.00
6	23.20	4.50	Argille profonde	310.00
7	27.70	3.00	Sabbie fini	260.00
8	30.70	2.80	Ghiaie profonde	590.00
9	33.50	16.00	Argille profonde	410.00
10	49.50	Half-Space	Bedrock	650.00


Fig. 28 - Discretizzazione della Vs per il sito in analisi e modello geofisico in Strata

### 9.1.3 Riassunto del modello geofisico

Sulla base delle considerazioni espresse nei paragrafi precedenti, il modello geofisico da utilizzare per le valutazioni di risposta sismica locale risulta il seguente:

- Orizzonte 1: da p.c. a - 7.90 m – Argille
  - o  $V_s = 270 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$
  - o Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = campione S2C3
- Orizzonte 2; da da -7.90 m a -11.70 m – Ghiaie
  - o  $V_s = 550 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$
  - o Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = Ghiaie 1 (Rollins<sup>2</sup>)
- Orizzonte 3; da da -11.70 m a -18.20 m – Argille
  - o  $V_s = 220 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$
  - o Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = campione S2C3
- Orizzonte 4; da da -18.20 m a -22.20 m – Argille
  - o  $V_s = 270 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$
  - o Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = campione S2C3
- Orizzonte 5; da da -22.20 m a -23.20 m – Ghiaie
  - o  $V_s = 500 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 21.0 \text{ kN/m}^3$
  - o Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = Ghiaie 1 (Rollins)
- Orizzonte 6; da da -23.20 m a -27.70 m – Argille
  - o  $V_s = 310 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
  - o Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = campione S1C4
- Orizzonte 7; da da -27.70 m a -30.70 m – Sabbie fini
  - o  $V_s = 260 \text{ m/s}$
  - o  $\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$

<sup>2</sup> Rollins, K.M., Evans, M.D., Diehl, N.B. & Daily, W.D. (1998) "Shear modulus and damping relationships for gravels". Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE. 124(5): 396-405.

 <b>EN GEO</b> ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	57 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



- Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = Sabbie fini<sup>3</sup>
- Orizzonte 8; da da -30.70 m a -33.50 m – Ghiaie
  - $V_s = 590$  m/s
  - $\gamma = 21.0$  kN/m<sup>3</sup>
  - Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = Ghiaie 1 (Rollins)
- Orizzonte 9; da da -33.50 m a -49.50 m – Argille
  - $V_s = 410$  m/s
  - $\gamma = 19.5$  kN/m<sup>3</sup>
  - Curva tipo  $G/G_0$  e  $D$  = campione S1C4
- Orizzonte 5; bedrock sismico a -49.50 m
  - $V_s = 650$  m/s
  - $\gamma = 22.0$  kN/m<sup>3</sup>

## 9.2 Azioni sismiche in ingresso

Una volta definite le caratteristiche sismogenetiche del sito, per la scelta degli accelerogrammi naturali di riferimento si è utilizzato il programma REXEL<sup>4</sup>, che consente di individuare un numero a scelta di accelerogrammi spettro compatibili con il sito di riferimento.


Sebbene le NTC2008 non forniscano indicazioni per quanto riguarda il numero di accelerogrammi da utilizzare per la RSL, in accordo con le indicazioni fornite per le analisi dinamiche con integrazione al passo (Cap. 7.3.5 delle NTC) si è scelto di utilizzare 10 accelerogrammi.

La ricerca è stata fatta, mediante REXEL nel database European Strong-Motion Data<sup>5</sup>

<sup>3</sup> Castagnetti S., Caleffi C e Cerutti F. (2015): Studio di Microzonazione Sismica (Ordinanza Commissariale n° 84/2013), Comuni di Boretto, Brescello, Gualtieri, Guastalla E Luzzara (Provincia di Reggio Emilia)

<sup>4</sup> Iervolino, I., Galasso, C., Cosenza, E. (2010) "REXEL: computer aided record selection for code-based seismic structural analysis" . Bulletin of Earthquake Engineering, 8:339-362, 2010 DOI 10.1007/s10518-009-9146-1

<sup>5</sup> Ambraseys, N., Smit, P., Sigbjornsson, R., Suhadolc, P. and Margaris, B. (2002) "Internet-Site for European Strong-Motion Data", European Commission, Research-Directorate General, Environment and Climate Programme

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	58 di 65



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



**REXEL v 3.5**  
Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures  
(c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013  
Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy.

**1. Target Spectrum**  
Italian Building Code 2008  
ag [g] 0.17  
Longitude [°] 10.308  
Latitude [°] 44.794  
Map  
Site class EC8 C  
Topographic category T1  
Nominal life 50 yea...  
Functional type III  
Limit state SLV (...)  
Horizontal ☒ Vertical ☐  
Disaggregation for Conditional hazard for  
(Italian sites) Sa(0s)... (Italian sites) PGV[S]...  
Build code spectrum User-defined spectrum  
Look at disaggregation Look at conditional hazard

**2. Preliminary database search**  
Based on M, R M minimum 5 M maximum 7 records: 2x 154  
R minimum [km] 10 R maximum [km] 20 events: 76  
T [s] 1 Epsilon minimum -3 Epsilon maximum 3  
Database European Strong-motion Data...  
Site class Any site class  
Check database Preliminary plot

**3. Spectrum matching**  
Lower tolerance [%] 10  
Upper tolerance [%] 30  
T1 [s] 0.15  
T2 [s] 2  
Plot spectral bounds

**4. Analysis options**  
Scaled records ☒  
(PGA normalized records' search)  
I'm feeling lucky ☐  
(Returns only the first combination found)  
Set size  
☐ Individual record  
☒ 7 records  
☐ 30 records  
1 component  
2 components  
3 components  
NEW SEARCH EXIT

**Acceleration elastic response spectrum**  
horizontal component,  $T_R = 712$  years,  $\xi = 5\%$   
Sa(T) [g]  
T [s]

Fig. 29 – Schermata di impostazione della ricerca dei sismi con REXEL

La ricerca ha fornito i seguenti 10 accelerogrammi le cui caratteristiche principali sono riportate in Tab. 19.

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]
42	30	ST8	Ionian	04/11/1973	5.8	thrust	15	5.1459	2.4983
147	65	ST28	Friuli (aftershock)	15/09/1976	6	thrust	14	1.3841	2.3189
232	108	ST77	Montenegro (aftershock)	24/05/1979	6.2	thrust	20	0.56	0.5426
291	146	ST276	Campano Lucano	23/11/1980	6.9	normal	16	1.5256	1.7247
378	175	ST152	Lazio Abruzzo	07/05/1984	5.9	normal	16	1.4437	1.1158
382	176	ST140	Lazio Abruzzo (aftershock)	11/05/1984	5.5	normal	16	0.2535	0.1471

# **PROGETTO**

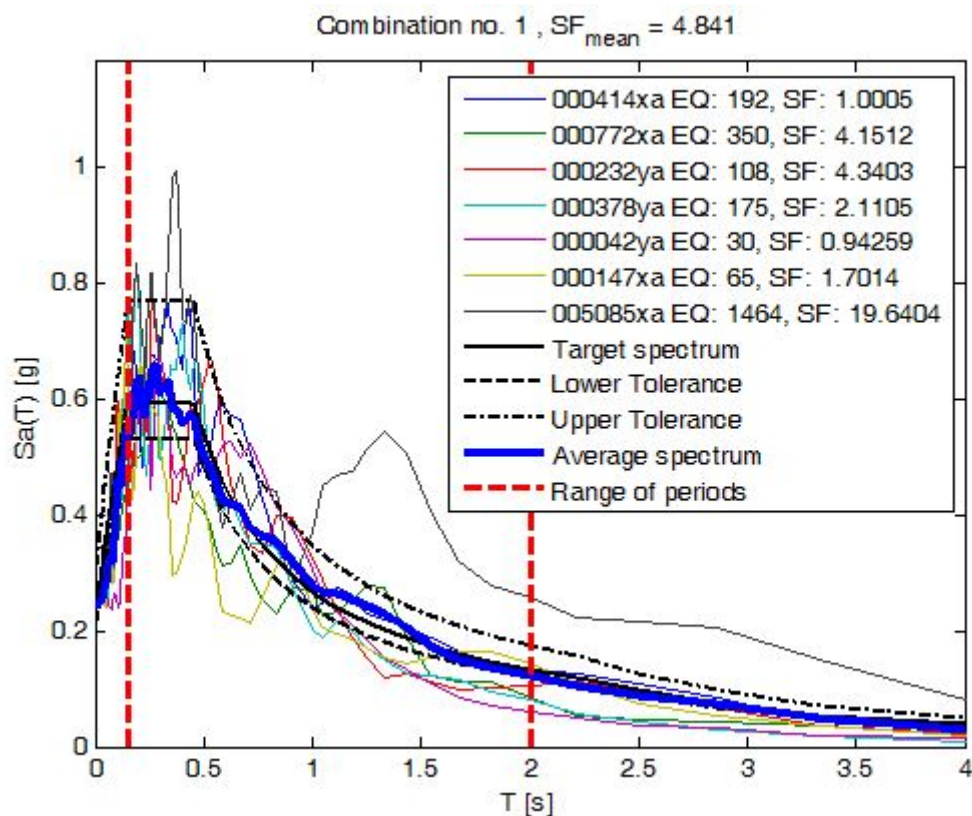
Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]
414	192	ST163	Kalamata	13/09/1986	5.9	normal	11	2.3537	2.6703
535	250	ST205	Erzincan		6.6	strike slip	13	3.8142	5.0275
625	291	ST223	Umbria Marche (aftershock)	06/10/1997	5.5	normal	20	1.0729	0.779
772	350	ST223	Umbria Marche (aftershock)	03/10/1997	5.3	normal	20	0.5673	0.405
5085	1464	ST2497	Mt. Hengill Area	04/06/1998	5.4	strike slip	15	0.1199	0.1714

**Tab. 19 – Identificazione dei terremoti di riferimento estratti mediante Rexel**

La verifica della spetto compatibilità degli accelerogrammi è riportata in Fig. 30



**Fig. 30 – Dimostrazione della spetro-compatibilità degli accelerogrammi selezionati**

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	60 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



### 9.3 Procedura di analisi RSL

Per la valutazione della risposta sismica locale è stato utilizzato il codice di calcolo Strata<sup>6</sup> sviluppato da A. Kottke e E. Rathje<sup>7</sup>. Validazioni indipendenti di Strata sono riportate in letteratura (Graizer<sup>8</sup>, 2001), con esito soddisfacente.

Strata calcola la risposta dinamica monodimensionale (1D) di una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà dinamiche del terreno (proprietà elastiche e smorzamento) variabili in funzione del livello deformativo.

Il programma adotta le seguenti convenzioni:

- La risposta del deposito è causata da onde di taglio polarizzate orizzontalmente che si propagano verticalmente nel bedrock verso la superficie lungo una colonna verticale monodimensionale di terreno;
- Le superfici di stratificazione sono orizzontali;
- Le superfici del bedrock e delle stratificazioni si estendono lateralmente all'infinito;
- La stratificazione è lateralmente omogenea;
- La superficie topografica è priva di irregolarità.

La valutazione della RSL è stata effettuata utilizzando il modello "lineare equivalente" (EQL), che considera la variazione dei parametri di rigidezza e smorzamento dei terreni in funzione della deformazione indotta dal sisma.

Tutte le analisi ed i risultati riportati di seguito sono relativi allo Stato Limite Ultimo per la salvaguardia della vita (SLV).

### 9.4 Analisi dei risultati


I risultati delle modellazioni effettuate sono state espresse in termini di:

- Serie temporali in accelerazione;
- Profilo della PGA in funzione della profondità;
- Spettro di risposta elastico in pseudoaccelerazione in superficie.

<sup>6</sup> Ellen M. Rathje; Albert Kottke (2010), "Strata," <https://nees.org/resources/strata>.

<sup>7</sup> Kottke, Albert R., and Rathje, Ellen M. (2008) Technical Manual for Strata. PEER Report 2008/10. University of California, Berkeley, California

<sup>8</sup> Treasure island geotechnical array – case study for site response analysis. 4th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion August 23–26, 2011 · University of California Santa Barbara

 <b>EN GEO</b> S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	61 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



### 9.4.1 Serie temporali

Le serie temporali in accelerazione (accelerogrammi) in output costituiscono la modifica dei segnali originali in input in funzione delle caratteristiche del terreno.

Le serie rappresentate in Fig. 31 sono relative alla profondità di 2.50 m da p.c., quota alla quale è posato l'intradosso del plinto di fondazione a cui sono collegati i pali.

Tali dati consentono di verificare la massima accelerazione (PGA), che, per la serie 772xa, è risultata pari a 0.19 g. Per tutte le altre serie i valori di accelerazione sono molto più modesti, compresi tra 0.15 e 0.16 g.

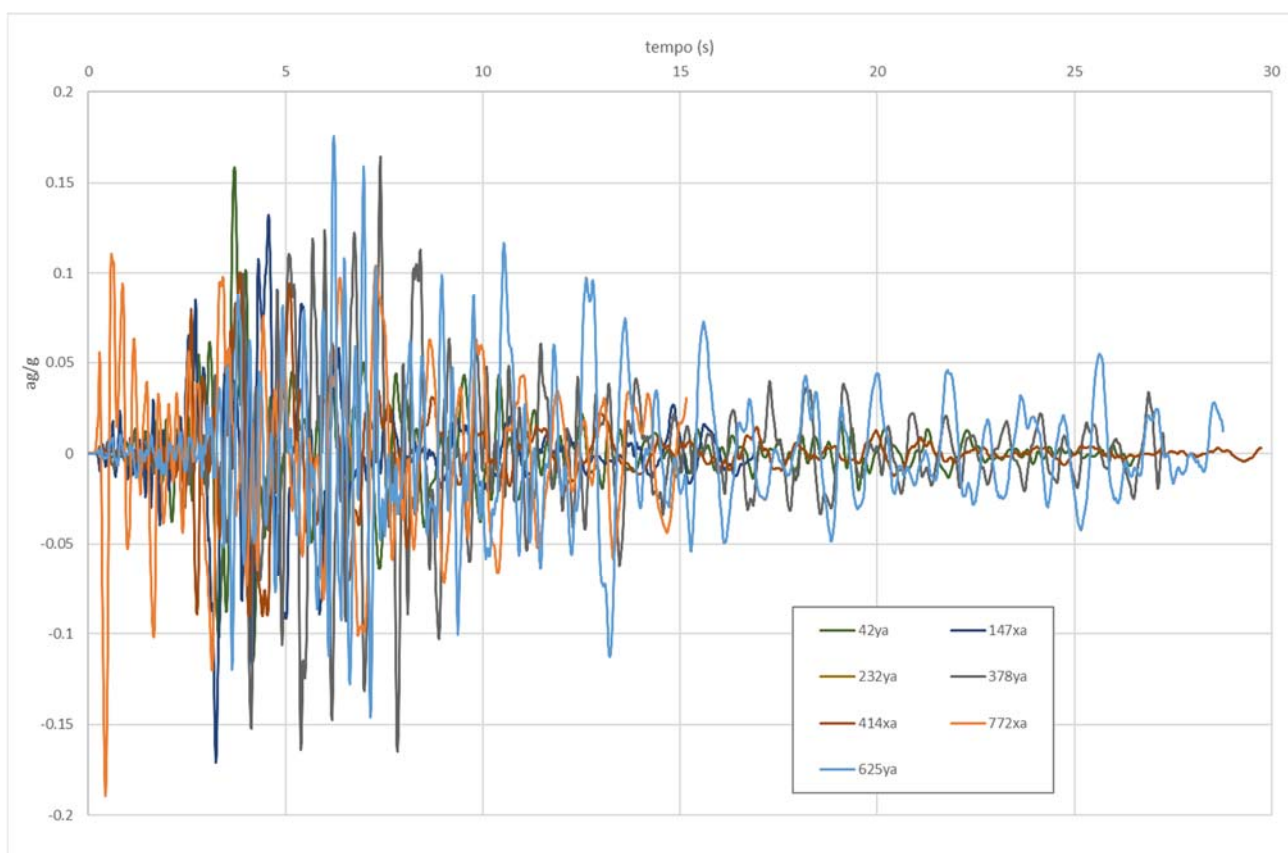



Fig. 31 - Serie temporali di output alla profondità di 2.50 m da p.c.

Per verificare l'andamento della PGA con la profondità è stato realizzato il grafico di Fig. 32, mediando i valori di PGA per ciascuna serie temporale in funzione della profondità. Come si può constatare in questa rappresentazione il valore mediano della PGA in superficie è pari a circa 0.17 g, con un valore superiore (mediana + deviazione standard) pari a 0.18 g.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	62 di 65

## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Ciò che è interessante, tuttavia, è la sensibile diminuzione di accelerazione che avviene già a partire dalla profondità di circa 7 m da p.c., in corrispondenza della prima variazione stratigrafica. L'accelerazione media, infatti diminuisce in maniera significativa, sino a risultare sempre inferiore a 0.15 g fino ai 30 metri di profondità.

Va segnalato che la PGA in superficie (0.17 g) risulta pressoché identica a quella ottenuta mediante la procedura semplificata delle NTC che è di 0.164 g (cfr. § 6.6)

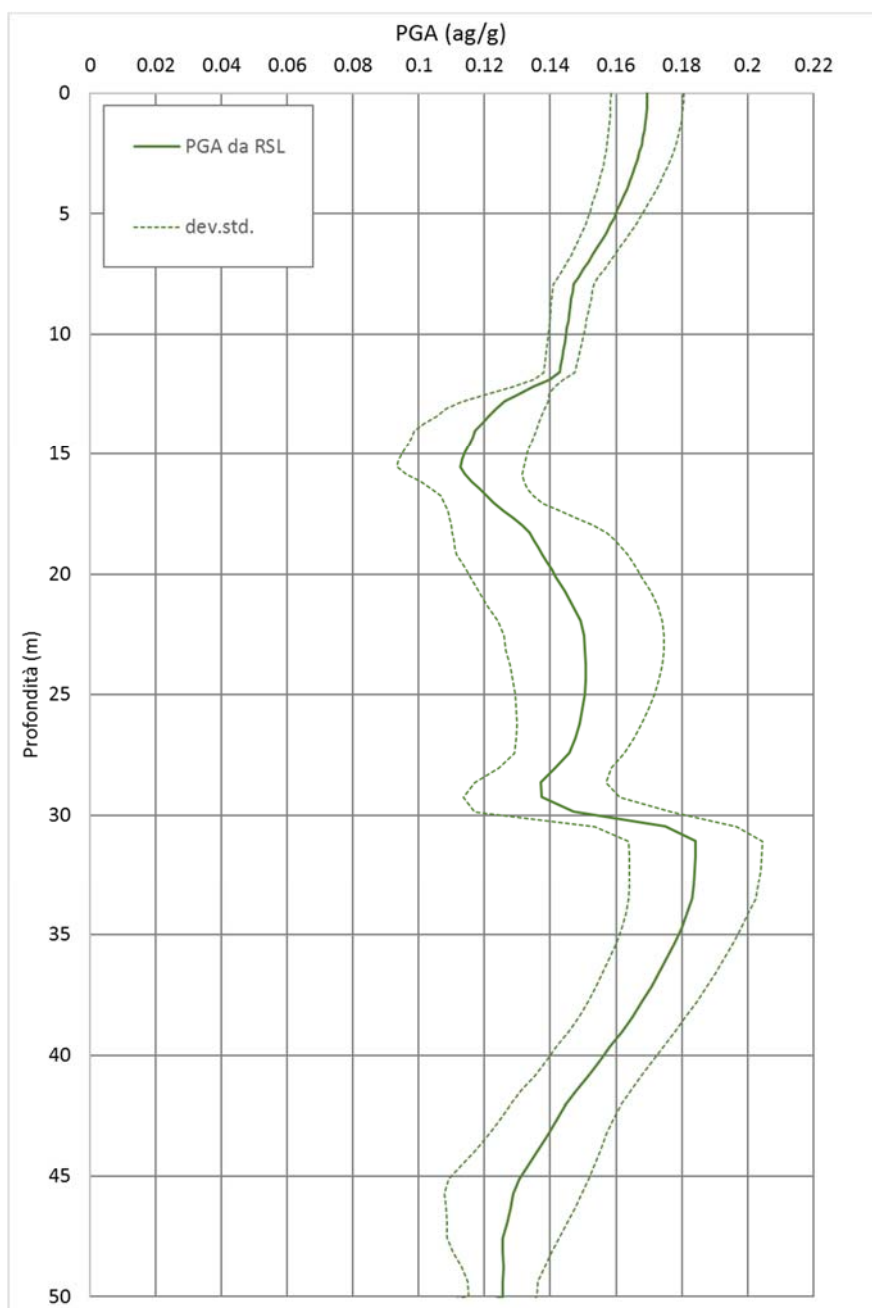


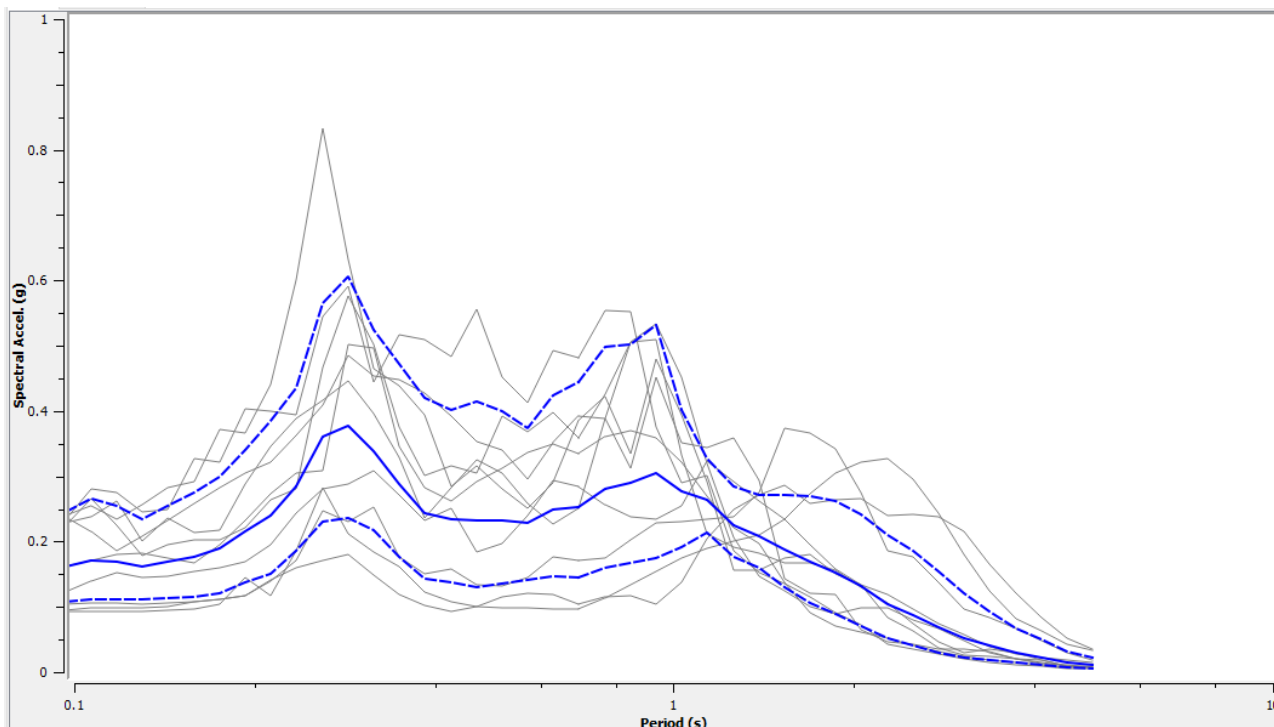
Fig. 32 – Profilo della PGA dal bedrock alla superficie



#### 9.4.2 Spettri di risposta elastici in superficie

I dati di maggior interesse per la progettazione sono gli spettri di risposta elastici in pseudoaccelerazione, ricavati per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi$  del 5%.

In Fig. 33 sono riportati tutti gli spettri calcolati di tutti i segnali utilizzati (in grigio), oltre alle curve rappresentanti i valori mediani (in blu continuo) e i valori mediani  $\pm$  la deviazione standard (blu tratteggiato).



**Fig. 33 – Spettri di risposta elastici in accelerazione (in grigio lo spettro per ciascun accelerogramma di output, in blu continuo il valore mediano, in blu tratteggiato il valore mediano  $\pm$  la deviazione standard)**

In Fig. 34 viene invece presentata la sovrapposizione tra i valori mediani degli spettri derivanti dall'analisi di risposta sismica locale e gli spettri semplificati da normativa. In particolare il confronto è effettuato con gli spettri calcolati per tempi di ritorno di 712 anni per le classi di sottosuolo C (che sarebbe lo spettro di riferimento del sito oggetto di studio in caso di analisi semplificata) e D.

Come si può constatare lo spettro semplificato relativo alla Classe C appare cautelativo, tranne che nel tratto compreso tra 0.7 e 1.25 secondi, mentre lo spettro relativo alla classe D appare decisamente troppo cautelativo.



## PROGETTO

Intervento di miglioramento sismico delle strutture  
della Scuola Primaria Ulisse Corazza, via F.lli  
Bandiera 4 – Parma



Va segnalata, tuttavia, la notevole ampiezza della fascia relativa alla deviazione standard rispetto allo spettro di RSL, che indica una considerevole varietà di risultati tra i diversi segnali sismici considerati.

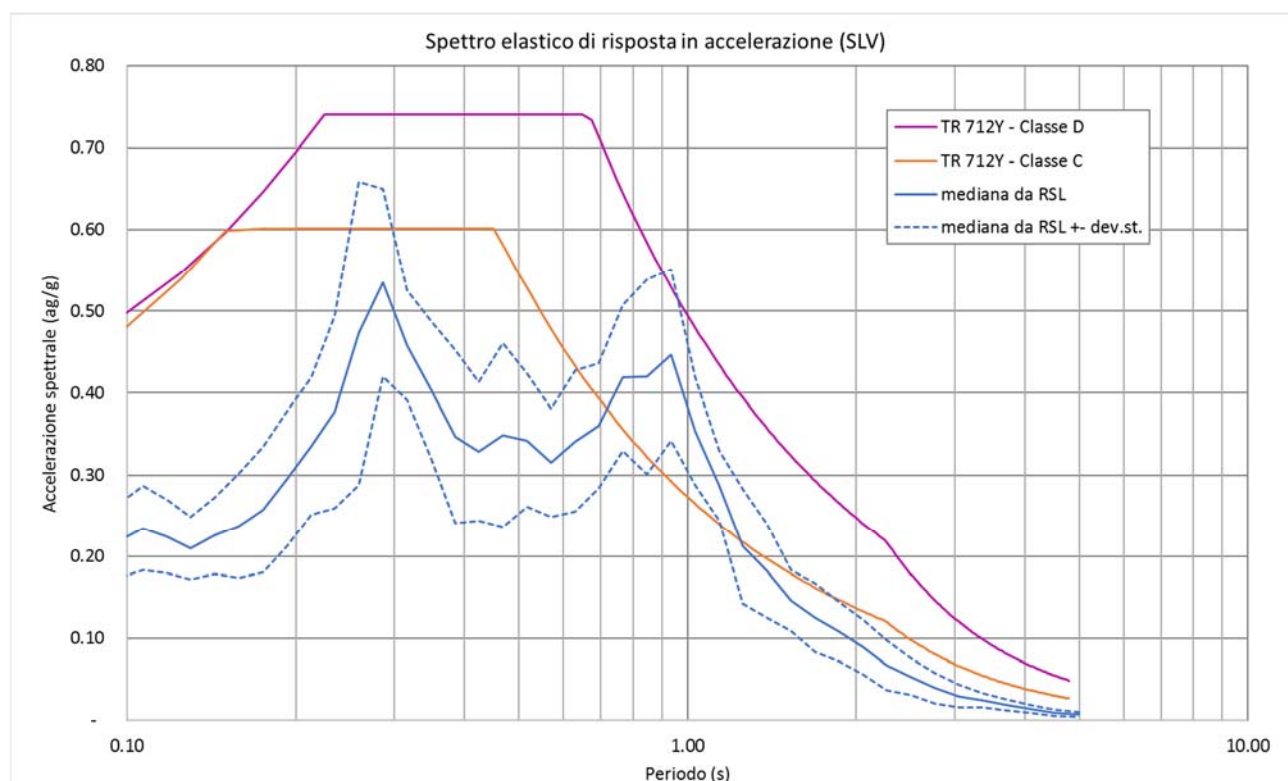

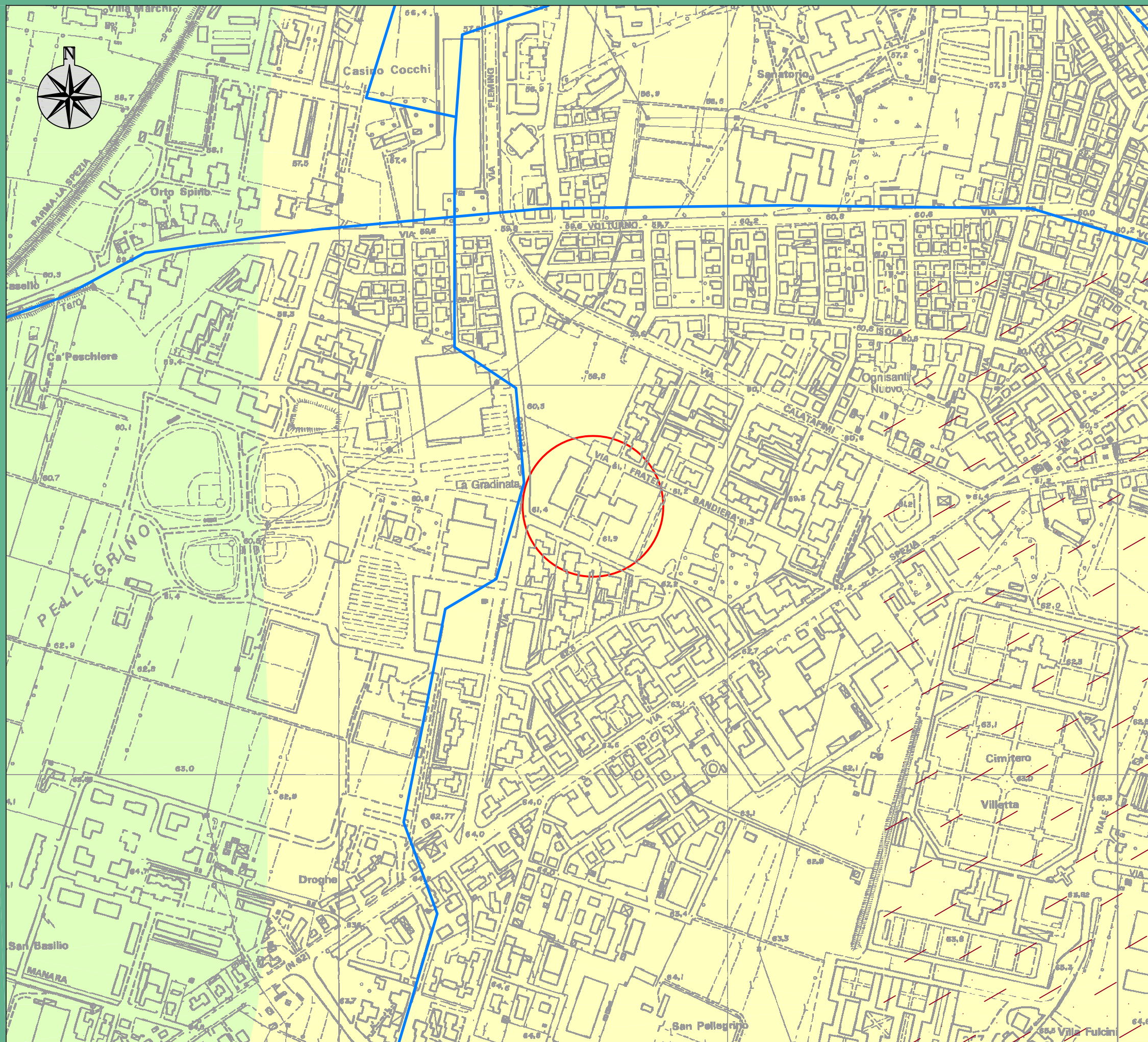


Fig. 34 – Valori mediani dello spettro elastico di risposta in accelerazione confrontato con gli spettri semplificati di normativa (Classi C e D) calcolati per  $T_r=712$  anni

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Relazione geologica, geotecnica e sismica	Maggio 2016	0	65 di 65







## LEGENDA

### TERRITORIO

-  Area oggetto di studio
-  Canali minori

### GEOLOGIA

#### Depositi quaternari continentali

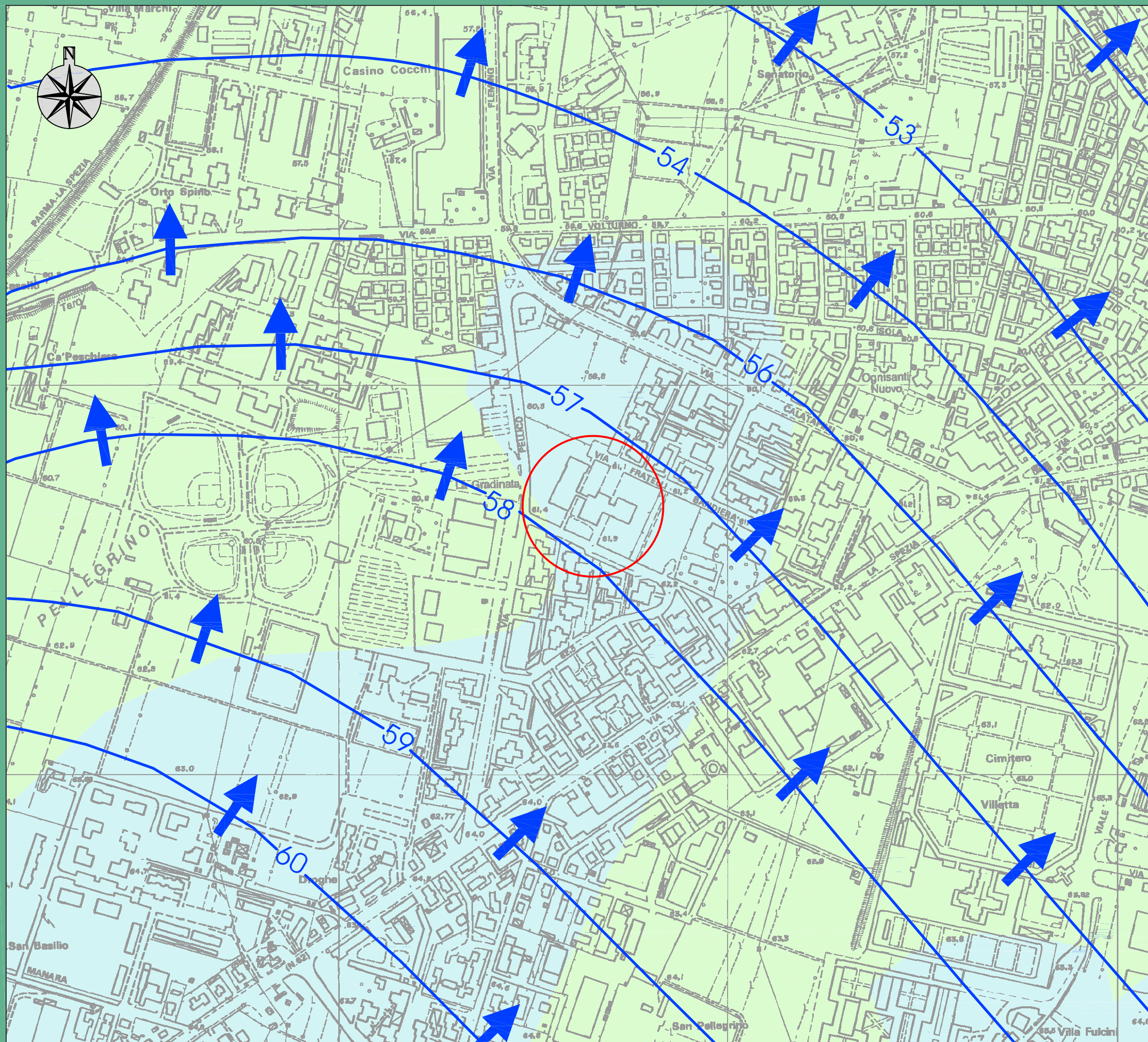
##### Subsistema di Ravenna

-  Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi

##### Unità di Modena

-  Ghiaie ricoperte da una potente coltre limoso-argillosa





## LEGENDA

### TERRITORIO



### IDROGEOLOGIA

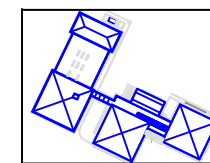








## LEGENDA



Scuola "Corazza"

### Campagna indagini geognostiche



Sondaggio a carotaggio continuo



Sondaggio a carotaggio continuo  
con Down-Hole

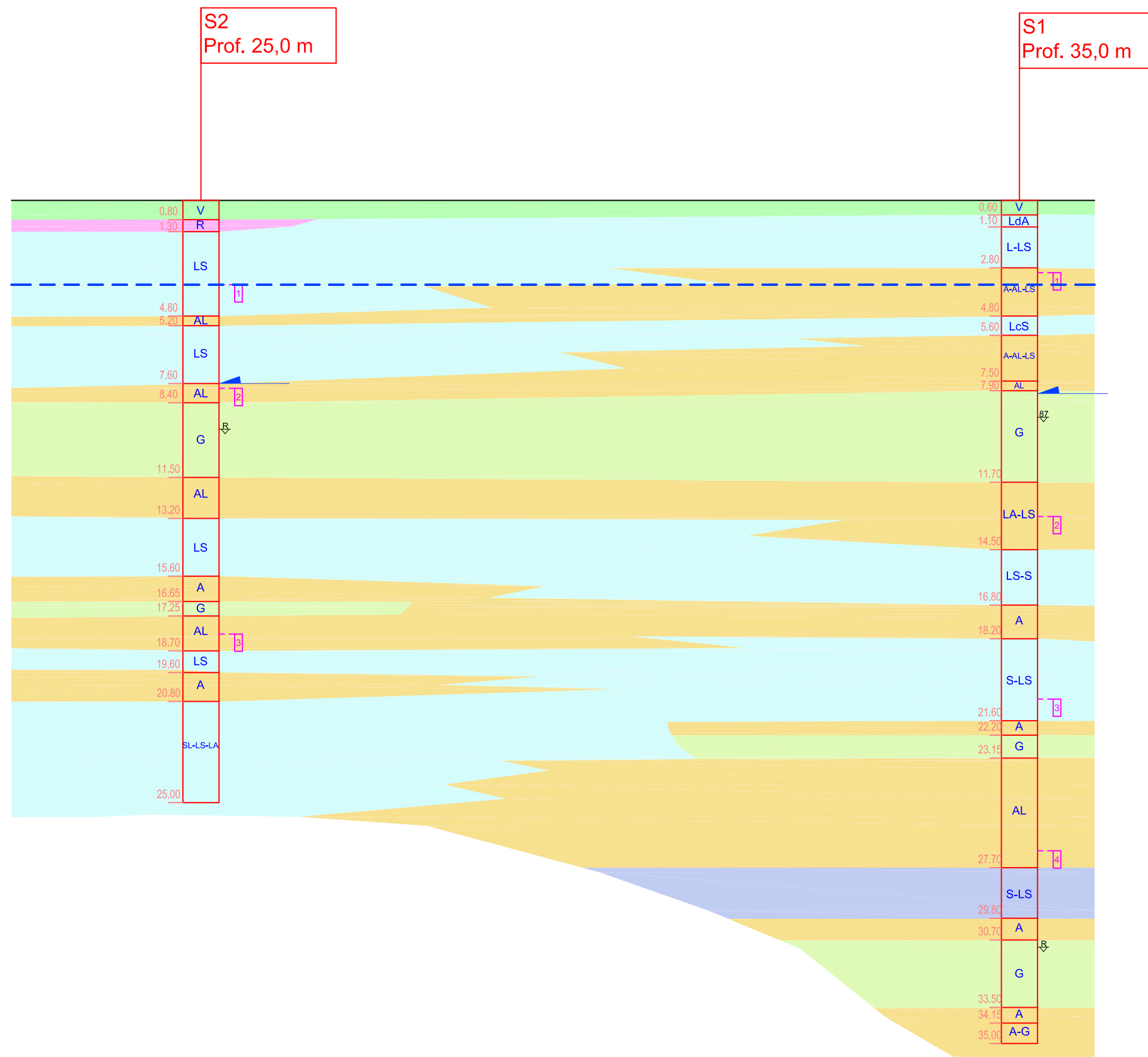


Prova HVSR



Traccia di sezione





## LEGENDA

### Litologia

- Terreno vegetale
- Riporti
- Depositi prevalentemente argillosi
- Depositi prevalentemente limoso sabbiosi e sabbioso limosi
- Depositi prevalentemente sabbiosi
- Depositi prevalentemente ghiaiosi
- Massimo livello di falda

### Indagini geognostiche

- S1 Prof. 40m
- CODICE PROVA
- PROFONDITA' (m)
- Campione indisturbato
- Prova SPT
- Livello di falda nel sondaggio

### CLASSI LITOLOGICHE FONDAMENTALI:

**R=MATERIALE DI RIPORTO**

**V=TERRENO VEGETALE**

**G=GHIAIA**

**S=SABBIA**

**L=LIMO**

**A=ARGILLA**

### COPRESENZE O ALTERNANZE :

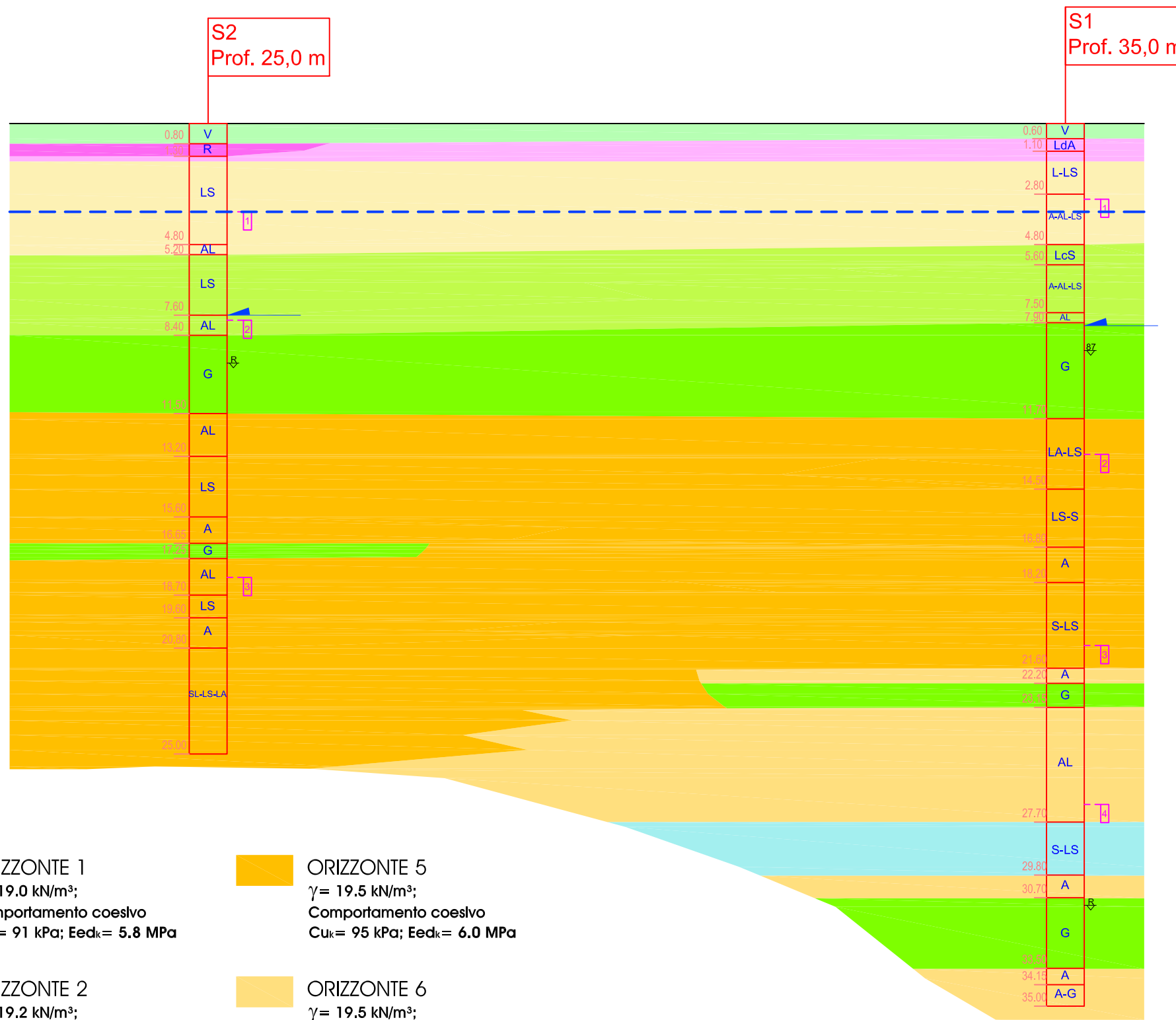
**XcY=deposito misto con parti uguali di X e di Y (con/e...25-50%)**

**X-Y=deposito misto con X più abbondante di Y (...oso 10-25%)**

**XdY=deposito misto con X molto più abbondante Y (debolmente ...oso 5-10%)**

**XY=alternanze paritetiche di X e Y**





<p><b>ORIZZONTE 1</b>  <math>\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento coesivo  <math>C_{uk} = 91 \text{ kPa}</math>; <math>E_{edk} = 5.8 \text{ MPa}</math></p>	<p><b>ORIZZONTE 5</b>  <math>\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento coesivo  <math>C_{uk} = 95 \text{ kPa}</math>; <math>E_{edk} = 6.0 \text{ MPa}</math></p>
<p><b>ORIZZONTE 2</b>  <math>\gamma = 19.2 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento coesivo  <math>C_{uk} = 161 \text{ kPa}</math>; <math>E_{edk} = 11.1 \text{ MPa}</math></p>	<p><b>ORIZZONTE 6</b>  <math>\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento coesivo  <math>C_{uk} = 140 \text{ kPa}</math>; <math>E_{edk} = 8.0 \text{ MPa}</math></p>
<p><b>ORIZZONTE 3</b>  <math>\gamma = 19.4 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento coesivo  <math>C_{uk} = 178 \text{ kPa}</math>; <math>E_{edk} = 12.0 \text{ MPa}</math></p>	<p><b>ORIZZONTE 7</b>  <math>\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento granulare  <math>C'_k = 0 \text{ kPa}</math>; <math>\varphi'_k = 33^\circ</math>; <math>E_k = 20 \text{ MPa}</math></p>
<p><b>ORIZZONTE 4</b>  <math>\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3</math>;            Comportamento granulare  <math>C'_k = 0 \text{ kPa}</math>; <math>\varphi'_k = 38^\circ</math>; <math>E_k = 48 \text{ MPa}</math></p>	

## LEGENDA

### Litologia

Terreno vegetale

Riporti

Massimo livello di falda

### Indagini geognostiche

S1  
Prof. 40m  **CODICE PROVA  
PROFONDITA' (m)**

**Campione indisturbato**

**Prova SPT**

**Livello di falda nel sondaggio**

### CLASSI LITOLOGICHE FONDAMENTALI:

**R=MATERIALE DI RIPORTO**

**V=TERRENO VEGETALE**

**G=GHIAIA**

**S=SABBIA**

**L=LIMO**

**A=ARGILLA**

### COPRESENZE O ALTERNANZE :

**XcY=deposito misto con parti uguali di X e di Y  
(con/e...25-50%)**

**XY=deposito misto con X più abbondante di Y  
(...oso 10-25%)**

**XdY=deposito misto con X molto più abbondante  
Y (debolmente ...oso 5-10%)**

**X-Y=alternanze paritetiche di X e Y**



COMUNE DI PARMA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento  
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale  
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico  
ing. SARA MALORI

computo metrico  
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione  
ing. SARA MALORI

geologia  
ENGEO S.R.L.



## SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

### I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

#### PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	maggio2016	emissione	Cerutti	Caleffi	Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione geologica e geotecnica  
Allegato 1 - Stratigrafie sondaggi

TAVOLA:

serie	numero
S	R2.0
formato	
scala	
file:	





**Certificato n° 181/16 del 12/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S1

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Coordinate:

Quota: piano campagna

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1 :95

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/2

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
					1			4.0						0.60	Suolo a tessitura limo-argillosa con resti di laterizi.	
								4.5						1.10	Limi debolmente argillosi, umidi, molto consistenti color nocciola.	
					2			3.5							Limi e limi sabbiosi, umidi, molto consistenti, color nocciola, con presenza di calcinelli millimetrici e resti di radici.	
					3		1) She < 3.00 3.50	>6 3.8						2.80	Alternanze decimetriche di argille limose, limi e limi sabbiosi, umidi, molto consistenti, color nocciola, con presenza di calcinelli millimetrici e frustoli carboniosi.	1
					4			4.5						4.80		
					5			4.0							Limi con sabbie fini, umidi, molto consistenti, color nocciola, con presenza di calcinelli millimetrici.	
					6			3.0						5.60	Alternanze di argille limose, brune, con limi e limi sabbiosi, color nocciola, da molto umide a sature, da consistenti a molto consistenti.	
					7			3.0								
					8			1.8						7.50	Argille limose sature, bruno scure, molto consistenti con abbondanti resti carboniosi.	2
					9			2.5		9.0	27-35-47	82	C	7.90	Ghiaie medie (Ømax=3 cm) sub-arrotondate, in abbondante matrice limoso-sabbiosa, sature, tra 8.8 e 9 m ghiaia grossa asciutta di colore grigio (Ømax 5 cm).	
					10											
					11											
					12			1.1						11.70	Alternanza di limi argillosi e limi da sabbiosi a debolmente sabbiosi molto umidi e consistenti, color nocciola a tratti bruno, da 12.25 a 12.35 e da 12.6 a 12.9 fitta presenza di frustoli carboniosi.	3
					13		2) She < 13.20 13.80	1.4 1.3 1.1 1.2								
					14			1.3						14.20	Argilla molto umida consistente con presenza di un nodulo calcareo (Ø 2 cm).	
					15			1.7						14.50	Limi sabbiosi stratificati molto umidi color nocciola, tra 15.4 e 15.9 sabbia limosa, localmente presenza di radi frustoli carboniosi millimetrici.	
					16			0.8 0.7 1.1 0.3 0.4								
					17			0.5 1.8						16.80	Argilla consistente molto umida da color nocciola a bruno scuro con locale presenza di frustoli carboniosi.	4
					18			1.3 1.8 1.3								
					19			1.7 1.2 0.3 0.7						18.20	Alternanza di sabbia fine limosa e limo sabbioso, saturi color nocciola, da 19.9 aumento della componente sabbiosa.	

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Carlo Caleffi

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

**Certificato n° 181/16 del 12/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S1

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Coordinate:

Quota: piano campagna

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1 :95

# STRATIGRAFIA

Pagina 2/2

[illegible]

Sonda: Ellettari EK 1000

Utilizzato carotiere semplice da p.c. a -35.00 m.

Installato tubo in PVC, Ø 3", da 0.00 m a -35.00 m per effettuare prove down-hole.

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Carlo Caleffi

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

**Certificato n° 181/16 del 12/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S1

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 1/4

Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00



**Certificato n° 181/16 del 12/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S1

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 2/4

Pagina 2



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00



**Certificato n° 181/16 del 12/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S1

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 3/4

Pagina 3



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00



Cassetta n° 6 - profondità da m 25,00 a m 30,00

**Certificato n° 181/16 del 12/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S1

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 4/4

Pagina 4



Cassetta n° 7 - profondità da m 30,00 a m 35,00



 		<h1>S.P.T.</h1> <p>Standard Penetration Test</p>
Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.		Certificato n. <b>182/16</b>
Località: Via F.lli Bandiera, Parma		Data emissione: 12/04/2016
Cantiere: Scuola Corazza		Sondaggio: S1
Impresa esecutrice: Intergeo S.r.l.		
Il Direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini		Lo Sperimentatore Dott. Geol. Carlo Caleffi

S.P.T. N.	PUNTA A (aperta) C (chiusa)	PROFONDITÀ	N <sub>SPT</sub> colpi/piede	Data esecuzione
1	C	9,00÷9,45	82	Aprile 2016
2	C	31,00÷31,26	Rif. (11 cm)	Aprile 2016



**Certificato n° 183/16 del 13/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S2

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Coordinate:

Quota: piano campagna

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1 :95

## STRATIGRAFIA

Pagina 1/2

Ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test				prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
									m	S.P.T.	N	Pt				

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Carlo Caleffi

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

**Certificato n° 183/16 del 13/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S2

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Coordinate:

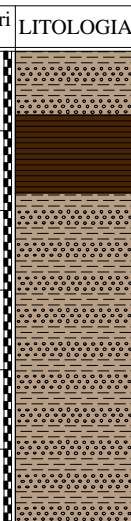
Quota: piano campagna

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1 :95

## STRATIGRAFIA

Pagina 2/2

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Standard Penetration Test				prof. m	DESCRIZIONE	Cass								
									Prel. % 0 --- 100	m	S.P.T.	N Pt											
101								0.1						19.80	Alternanza di limo sabbioso e sabbia fine limosa, color nocciola, satura.	4							
								1.1									20.80	Argilla bruno scura molto umida consistente con presenza di frustoli carboniosi millimetrici.					
								1.5															
								1.7															
								2.0															
																1.3							5
								0.2								1.1				25.00	Alternanza di sabbia limosa, limo sabbioso e localmente limo argilloso, locale presenza di frustoli caroniosi, tra 2.1 e 2 m presenza di argilla con frustoli carboniosi.		
								1.1								1.3							
								1.3								1.7							
								1.2								2.0							
								2.0															
								1.3															
								2.0															
								1.3															
								1.8															
								1.8															
								1.5															

Sonda: Ellettari EK 1000

Utilizzato carotiere semplice da p.c. a -25.00 m.

Il Responsabile di sito  
Dott. Geol. Carlo Caleffi

Il Direttore  
Dott. Geol. Rino Guadagnini

**Certificato n° 183/16 del 13/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S2

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 1/3

Pagina 1



Cassetta n° 1 - profondità da m 0,00 a m 5,00



Cassetta n° 2 - profondità da m 5,00 a m 10,00



**Certificato n° 183/16 del 13/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S2

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 2/3

Pagina 2



Cassetta n° 3 - profondità da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n° 4 - profondità da m 15,00 a m 20,00

**Certificato n° 183/16 del 13/04/2016**

Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.

Sondaggio: S2

Riferimento: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

Data: Aprile 2016

Fotografie - Pagina 3/3

Pagina 3



Cassetta n° 5 - profondità da m 20,00 a m 25,00

 		<h1>S.P.T.</h1> <p>Standard Penetration Test</p>
Committente: Parma Infrastrutture S.p.A.		Certificato n. <b>184/16</b>
Località: Via F.lli Bandiera, Parma		Data emissione: 13/04/2016
Cantiere: Scuola Corazza		Sondaggio: S2
Impresa esecutrice: Intergeo S.r.l.		
Il Direttore del laboratorio Dott. Geol. Rino Guadagnini		Lo Sperimentatore Dott. Geol. Carlo Caleffi

S.P.T. N.	<b>PUNTA</b> A (aperta) C (chiusa)	PROFONDITÀ	$N_{SPT}$ colpi/piede	Data esecuzione
1	C	9,50÷9,29	Rif. (14 cm)	Aprile 2016







COMUNE DI PARMA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento  
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale  
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico  
ing. SARA MALORI

computo metrico  
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione  
ing. SARA MALORI

geologia  
ENGEO S.R.L.



## SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

### I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

#### PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	maggio2016	emissione	Cerutti	Caleffi	Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione geologica e geotecnica  
Allegato 2 - Analisi geotecniche di  
laboratorio

TAVOLA:

serie	numero
S	R2.0
formato	
scala	
file:	



**CERTIFICATO n° : CSP 16/0120-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0120 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 1	<b>Profondità :</b> 3.00 - 3.50 m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 26/04/2016

DATA TERMINE PROVA: 26/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0120-01**
**DATA EMISSIONE**
**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE**
**- ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** C.I. 1 **PROFONDITA' :** 3.00 ÷ 3.50 m

Data descrizione : 26/04/16

Forma del campione : cilindrica

Qualità del campione (AGI):

**Q.5.**

Dimensioni del campione

: L = 35 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
3.15	3.20	Campione rimaneggiato.
3.20	3.50	A con L di colore bruno giallastro (10YR 5/6 ). Presenza di veli e puntature brunastre nerastre, frustoli, veli calcarei e mica. Forte reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :** **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso

**G** = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano

Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)

^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)				
3.00					<div> <div>CNW, MVT, TUU prov 1 e 2</div> <div>CNW, MVT, TUU pr 3</div> </div> <div>LIM, GRA</div>
		3.15			
		3.20	0.78 ^		
			>0.6 ^		
			> 0.6 ^		
3.50		3.50			

**LEGENDA :** CNW = contenuto in acqua  
MVT = massa volumica

il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP 16/0120-02****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0120 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 1	<b>Profondità :</b> 3.00 - 3.50	m
-----------------------	--------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 27/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 10/05/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0120-02**
**DATA EMISSIONE:** 10/05/2016

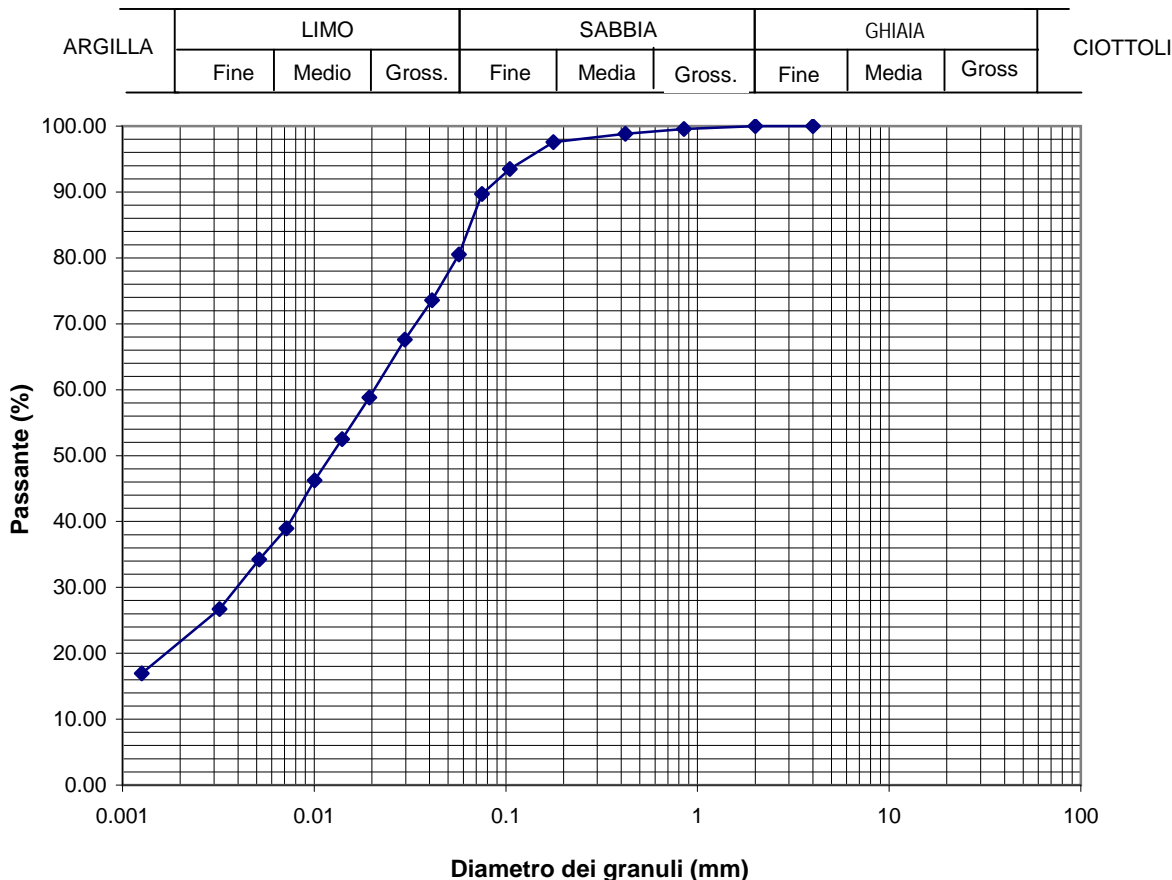
Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 1

**PROFONDITA':** 3.00 ÷ 3.50 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 327.74 g				massa provino 44.77 g	
profondità provino 3.20 ÷ 3.40 m				profondità provino 3.20 ÷ 3.40 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.750 - assunto	
1 1/2 "	38.1	-	-	Riferimento: - eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	19.05	-	-	DIAMETRO EQUIVALENTE % IN PESO PIU' FINE DI D	
3/8 "	9.525	-	-	D (mm)	
5	4	100.00	0.00	0.05682	80.53
10	2	99.98	0.02	0.04119	73.60
20	0.85	99.55	0.43	0.02973	67.62
30	0.59	-	-	0.01936	58.81
40	0.42	98.83	0.72	0.01396	52.51
50	0.297	-	-	0.01006	46.21
80	0.177	97.60	1.23	0.00717	38.97
100	0.149	-	-	0.00517	34.25
140	0.105	93.50	4.09	0.00320	26.70
200	0.075	89.69	3.81	0.00126	16.94



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore



**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0120-03****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0120 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.I. 1 **Profondità :** 3.00 - 3.50 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

**DATA INIZIO PROVA:** 04/05/16**DATA TERMINE PROVA:** 05/05/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**

**CSP 16/0120-03**

**DATA EMISSIONE:**

**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA**

**- ASTM D4318 - Metodo A**

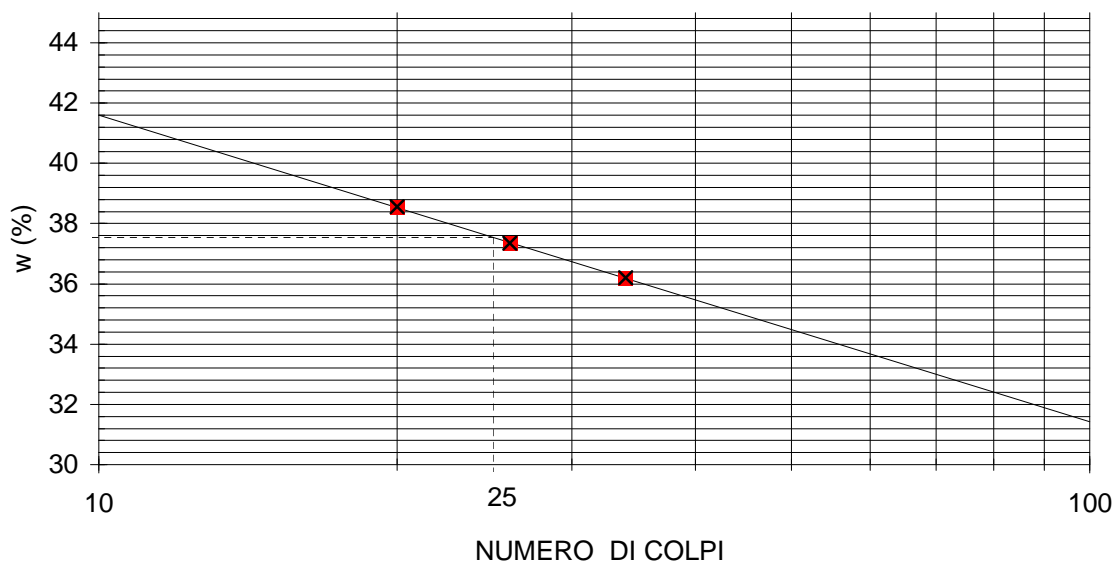
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 1

**PROFONDITA':** 3.00 ÷ 3.50 m

Profondità provino	m	3.20-3.40			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	54.1202	33.7123	41.5374	-
Numero colpi	-	20	26	34	-
Massa provino umido + tara	g	88.7615	65.4782	79.5231	-
Massa provino secco + tara	g	79.1217	56.8412	69.4256	-
Contenuto in acqua	%	38.6	37.3	36.2	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>38</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	20.7339	19.9971	-	-
Massa provino umido + tara	g	22.7432	22.2818	-	-
Massa provino secco + tara	g	22.3344	21.9083	-	-
Contenuto in acqua	%	25.5	19.5	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>23</b>			

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

**$I_P$**

**15**

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0120-04****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0120 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b>	<b>S 1</b>	<b>Campione :</b>	<b>C.l. 1</b>	<b>Profondità :</b>	<b>3.00 - 3.50</b>	<b>m</b>
--------------------	------------	-------------------	---------------	---------------------	--------------------	----------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TUU	Prova triassiale non consolidata non drenata	3	ASTM D 2850

**DATA INIZIO PROVA:** 26/04/16**DATA TERMINE PROVA:** 26/04/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0120-04**

**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 2 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.**

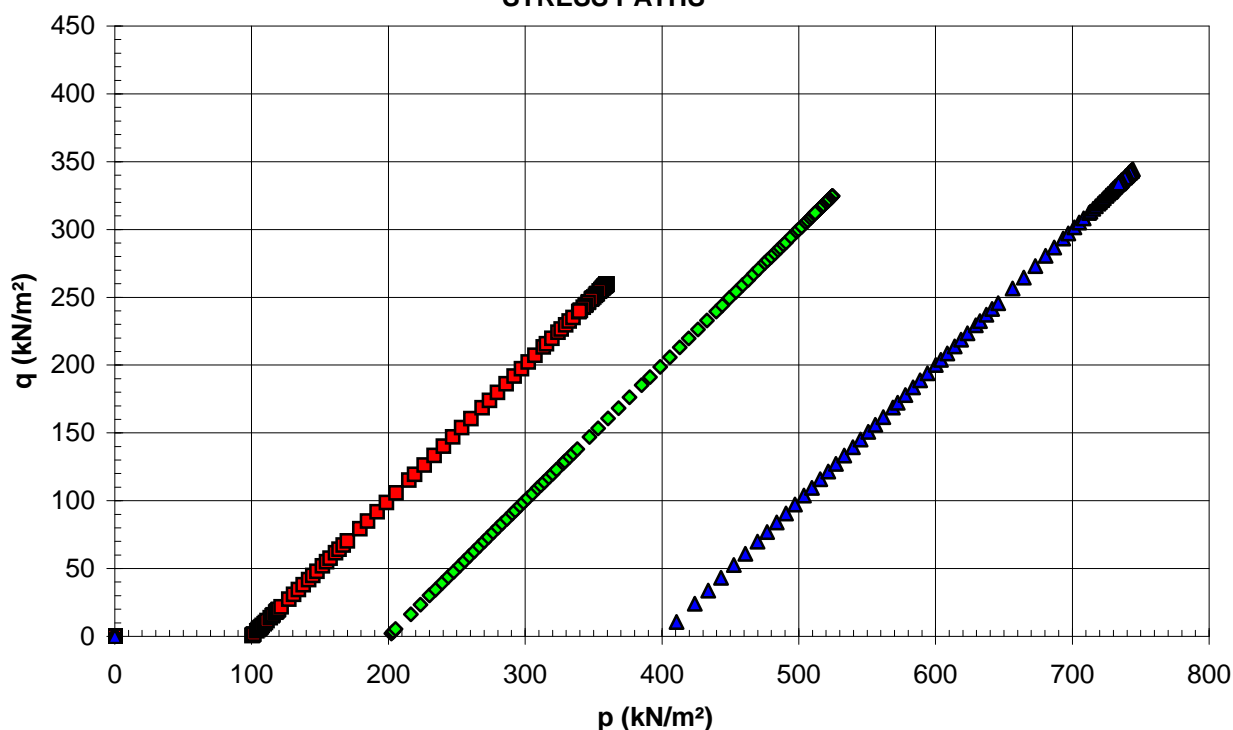
**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO :** S 1 **CAMPIONE :** C.I. 1 **PROFONDITA':** 3.00 ÷ 3.50 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	3.20	3.20	3.31	-
Profondità provino	a m	3.31	3.31	3.40	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma_3$ (pressione in cella)	kPa	100.00	200.00	400.00	-
( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m <sup>2</sup>	519.46	649.59	688.49	-
Correzione per filtro e membrana	kN/m <sup>2</sup>	0	0	0	-
MODALITA' DI ROTTURA					-
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Rappresentazione schematica					

■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3

**STRESS PATHS**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

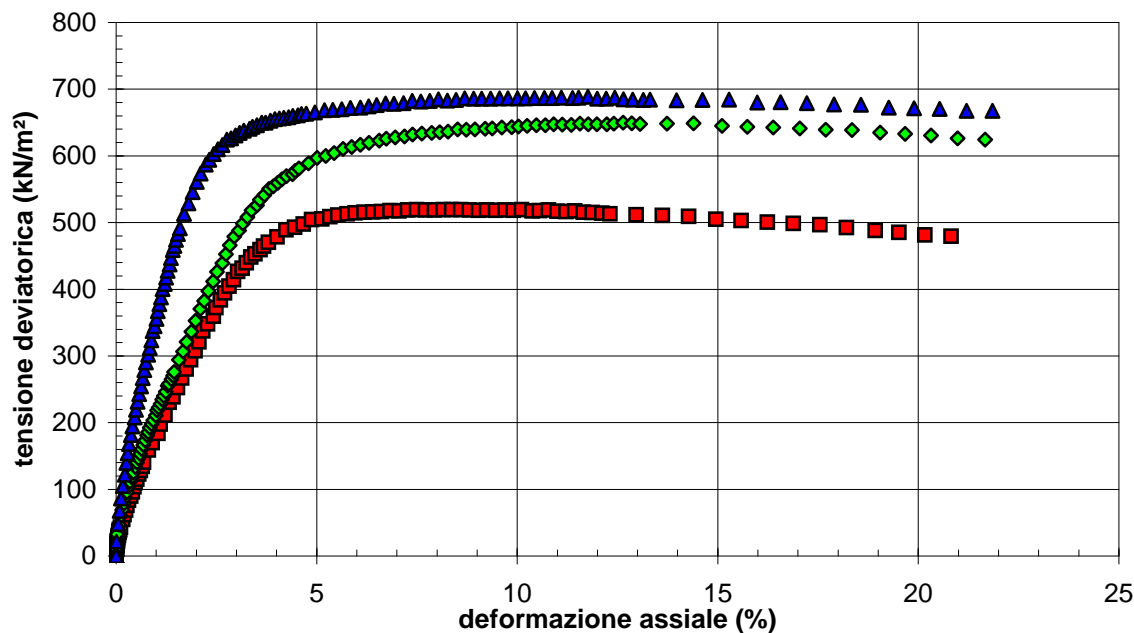
**SONDAGGIO :** S 1 **CAMPIONE :** C.I. 1 **PROFONDITA':** 3.00 ÷ 3.50 m

■ provino 1

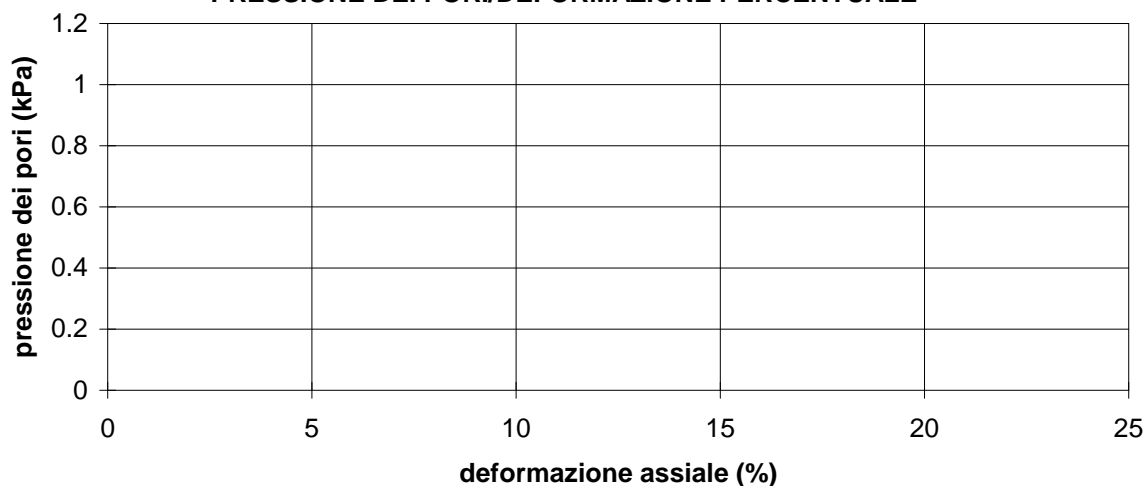
◆ provino 2

▲ provino 3

**TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE**



**PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE PERCENTUALE**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C.I. 1 PROFONDITA': 3.00 ÷ 3.50 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	3.20	3.20	3.31	-
Profondità provino	a m	3.31	3.31	3.40	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
<b>INIZIO PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume	kN/m³	19.46	19.76	19.57	-
Riferimento					
Contenuto in acqua iniziale	%	19.85	19.98	20.29	-
Riferimento					
Peso un. volume secco iniziale	kN/m³	16.23	16.47	16.26	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	2.75	-
Riferimento					
Indice dei vuoti iniziale	-	0.658	0.635	0.655	-
Grado di saturazione iniziale	%	82.78	86.36	85.03	-
<b>FASE DI SATURAZIONE</b>					
Pressione pori iniziale	kPa				-
Valore di B iniziale	-				-
Pressione pori a saturazione	kPa				-
Pressione in cella finale	kPa				-
Valore di B a saturazione	-				-
<b>FASE DI COMPRESSIONE</b>					
Pressione in cella	kPa	100	200	400	-
Pressione pori iniziale	kPa	-	-	-	-
$\sigma'_3$	kPa	-	-	-	-
Velocità pressa	mm/min	1.0000	1.0000	1.0000	-
<b>CONDIZIONI A ROTTURA</b>					
Deformaz. assiale percentuale	%	10.11	12.64	11.76	-
$(\sigma_1 - \sigma_3)$	kN/m²	519.46	649.59	688.49	-
Correzione per filtro e membrana	kN/m²	0	0	0	-
p a rottura	kN/m²	359.73	524.80	744.24	-
q a rottura	kN/m²	259.73	324.80	344.24	-
<b>FINE PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume finale	kN/m³	19.66	20.00	20.12	-
Contenuto in acqua finale	%	19.78	19.58	20.71	-
Peso un. volume secco finale	kN/m³	16.42	16.72	16.67	-
Indice dei vuoti finale	-	0.640	0.610	0.615	-
Grado di saturazione finale	%	84.85	88.14	92.46	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**CERTIFICATO n° CSP 16/0120-04****DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 5 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.****ASTM D 2850****SONDAGGIO : S 1      CAMPIONE: C.I. 1      PROFONDITA': 3.00 ÷ 3.50 m****PROVINO 1**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	-0.001	0	51	1.495	355	101	8.347	657
2	-0.001	1	52	1.569	371	102	8.518	658
3	-0.001	2	53	1.643	390	103	8.684	661
4	-0.001	2	54	1.730	403	104	8.846	660
5	-	-	55	1.839	417	105	9.013	661
6	-0.001	4	56	1.888	432	106	9.196	662
7	0.002	9	57	1.974	446	107	9.348	662
8	0.005	11	58	2.053	459	108	9.847	665
9	0.007	13	59	2.138	471	109	10.341	669
10	0.009	14	60	2.222	483	110	10.838	672
11	0.012	15	61	2.302	498	111	11.355	672
12	0.013	16	62	2.385	504	112	11.831	674
13	0.017	18	63	2.466	514	113	12.326	676
14	0.021	21	64	2.550	525	114	12.820	679
15	0.024	23	65	2.632	531	115	13.323	682
16	0.030	26	66	2.725	539	116	13.823	681
17	0.038	31	67	2.793	546	117	14.370	681
18	0.044	34	68	2.882	553	118	14.816	682
19	0.051	36	69	3.045	564	119	15.309	682
20	0.056	40	70	3.215	578	120	15.805	685
21	0.060	42	71	3.381	584	121	-	-
22	0.062	41	72	3.543	591	122	-	-
23	0.067	44	73	3.703	600	123	-	-
24	0.069	45	74	3.894	603	124	-	-
25	0.087	49	75	4.046	608	125	-	-
26	0.126	62	76	4.200	612	126	-	-
27	0.152	70	77	4.374	616	127	-	-
28	0.180	78	78	4.526	619	128	-	-
29	0.208	86	79	4.698	622	129	-	-
30	0.236	95	80	4.860	624	130	-	-
31	0.279	102	81	5.022	626	131	-	-
32	0.311	109	82	5.185	629	132	-	-
33	0.338	118	83	5.354	630	133	-	-
34	0.365	125	84	5.521	633	134	-	-
35	0.396	131	85	5.688	635	135	-	-
36	0.431	140	86	5.857	636	136	-	-
37	0.459	146	87	6.028	638	137	-	-
38	0.495	153	88	6.191	640	138	-	-
39	0.522	160	89	6.352	641	139	-	-
40	0.610	181	90	6.522	643	140	-	-
41	0.684	194	91	6.687	644	141	-	-
42	0.794	210	92	6.864	645	142	-	-
43	0.839	226	93	7.016	647	143	-	-
44	0.927	242	94	7.182	648	144	-	-
45	1.003	264	95	7.366	650	145	-	-
46	1.081	274	96	7.519	651	146	-	-
47	1.165	290	97	7.677	654	147	-	-
48	1.242	307	98	7.874	653	148	-	-
49	1.328	323	99	8.012	655	149	-	-
50	1.409	339	100	8.185	658	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° CSP 16/0120-04****DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 6 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.****ASTM D 2850****SONDAGGIO : S 1      CAMPIONE: C.I. 1      PROFONDITA': 3.00 ÷ 3.50 m****PROVINO 2**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.004	5	51	2.073	525	101	8.924	828
2	0.002	7	52	2.145	541	102	9.088	830
3	0.001	8	53	2.230	557	103	9.272	832
4	-	-	54	2.321	568	104	9.404	835
5	0.021	37	55	2.393	581	105	9.582	839
6	0.055	53	56	2.479	593	106	9.746	840
7	0.087	68	57	2.561	605	107	9.904	841
8	0.112	78	58	2.664	615	108	10.409	848
9	0.145	89	59	2.719	625	109	10.911	855
10	0.167	99	60	2.799	634	110	11.453	857
11	0.203	108	61	2.893	646	111	11.928	862
12	0.237	118	62	2.969	651	112	12.422	867
13	0.262	126	63	3.057	658	113	12.921	872
14	0.296	134	64	3.136	665	114	13.410	876
15	0.326	142	65	3.216	671	115	13.910	883
16	0.363	151	66	3.336	676	116	14.441	885
17	0.394	159	67	3.381	682	117	14.910	889
18	0.425	166	68	3.454	687	118	15.400	893
19	0.453	174	69	3.637	698	119	15.903	894
20	0.484	182	70	3.799	709	120	16.422	899
21	0.516	189	71	3.963	714	121	-	-
22	0.548	197	72	4.119	721	122	-	-
23	0.586	206	73	4.287	730	123	-	-
24	0.606	211	74	4.453	735	124	-	-
25	0.637	219	75	4.613	741	125	-	-
26	0.672	225	76	4.776	746	126	-	-
27	0.701	232	77	4.974	752	127	-	-
28	0.748	240	78	5.107	757	128	-	-
29	0.777	249	79	5.275	761	129	-	-
30	0.802	254	80	5.453	765	130	-	-
31	0.841	260	81	5.602	770	131	-	-
32	0.872	268	82	5.778	774	132	-	-
33	0.900	274	83	5.966	777	133	-	-
34	0.938	281	84	6.118	780	134	-	-
35	0.972	292	85	6.275	783	135	-	-
36	0.997	295	86	6.457	789	136	-	-
37	1.047	303	87	6.616	790	137	-	-
38	1.074	309	88	6.782	793	138	-	-
39	1.096	316	89	6.973	796	139	-	-
40	1.184	337	90	7.106	798	140	-	-
41	1.264	352	91	7.290	802	141	-	-
42	1.333	369	92	7.475	805	142	-	-
43	1.421	387	93	7.606	808	143	-	-
44	1.500	406	94	7.770	811	144	-	-
45	1.590	427	95	7.941	814	145	-	-
46	1.664	441	96	8.109	816	146	-	-
47	1.745	459	97	8.272	820	147	-	-
48	1.831	476	98	8.434	821	148	-	-
49	1.906	493	99	8.601	823	149	-	-
50	2.006	509	100	8.768	827	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° CSP 16/0120-04****DATA EMISSIONE:** 10/05/2016

Pagina 7 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.****ASTM D 2850****SONDAGGIO : S 1      CAMPIONE: C.I. 1      PROFONDITA': 3.00 ÷ 3.50 m****PROVINO 3**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.007	24	51	2.165	723	101	9.062	874
2	0.039	54	52	2.249	729	102	9.231	876
3	0.065	76	53	2.325	734	103	9.396	880
4	0.089	97	54	2.407	739	104	9.559	879
5	0.125	118	55	2.513	743	105	9.735	881
6	0.161	137	56	2.570	747	106	9.931	883
7	0.193	157	57	2.655	751	107	10.062	885
8	0.216	173	58	2.742	756	108	10.559	891
9	0.242	189	59	2.816	757	109	11.051	898
10	0.278	204	60	2.909	761	110	11.549	906
11	0.309	219	61	2.991	765	111	12.082	908
12	0.348	234	62	3.076	767	112	12.523	915
13	0.375	247	63	3.158	769	113	13.018	920
14	0.405	261	64	3.250	771	114	13.528	925
15	0.435	274	65	3.328	774	115	14.032	932
16	0.473	287	66	3.425	776	116	14.559	934
17	0.503	301	67	3.491	779	117	15.034	940
18	0.528	315	68	3.583	781	118	15.520	946
19	0.561	328	69	3.743	785	119	16.023	950
20	0.601	341	70	3.925	791	120	16.511	958
21	0.636	353	71	4.085	793	121	-	-
22	0.662	366	72	4.251	796	122	-	-
23	0.688	382	73	4.414	800	123	-	-
24	0.724	390	74	4.602	803	124	-	-
25	0.757	403	75	4.756	807	125	-	-
26	0.785	416	76	4.907	811	126	-	-
27	0.812	428	77	5.079	816	127	-	-
28	0.845	440	78	5.237	817	128	-	-
29	0.876	454	79	5.415	820	129	-	-
30	0.917	463	80	5.578	826	130	-	-
31	0.940	474	81	5.743	827	131	-	-
32	0.972	486	82	5.909	830	132	-	-
33	1.007	497	83	6.076	835	133	-	-
34	1.033	508	84	6.240	835	134	-	-
35	1.069	522	85	6.405	838	135	-	-
36	1.096	529	86	6.567	843	136	-	-
37	1.128	540	87	6.734	844	137	-	-
38	1.162	550	88	6.890	846	138	-	-
39	1.202	560	89	7.055	848	139	-	-
40	1.281	585	90	7.225	851	140	-	-
41	1.366	604	91	7.383	853	141	-	-
42	1.443	624	92	7.562	855	142	-	-
43	1.520	642	93	7.714	857	143	-	-
44	1.595	657	94	7.883	860	144	-	-
45	1.688	673	95	8.071	862	145	-	-
46	1.753	682	96	8.216	864	146	-	-
47	1.839	693	97	8.387	867	147	-	-
48	1.919	702	98	8.603	869	148	-	-
49	2.001	710	99	8.716	871	149	-	-
50	2.085	720	100	8.890	875	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## PROVA TRIASSIALE UU (ASTM D 2850) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: INTERGEO srl

Pagina 1 di 1

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

SONDAGGIO: S 1

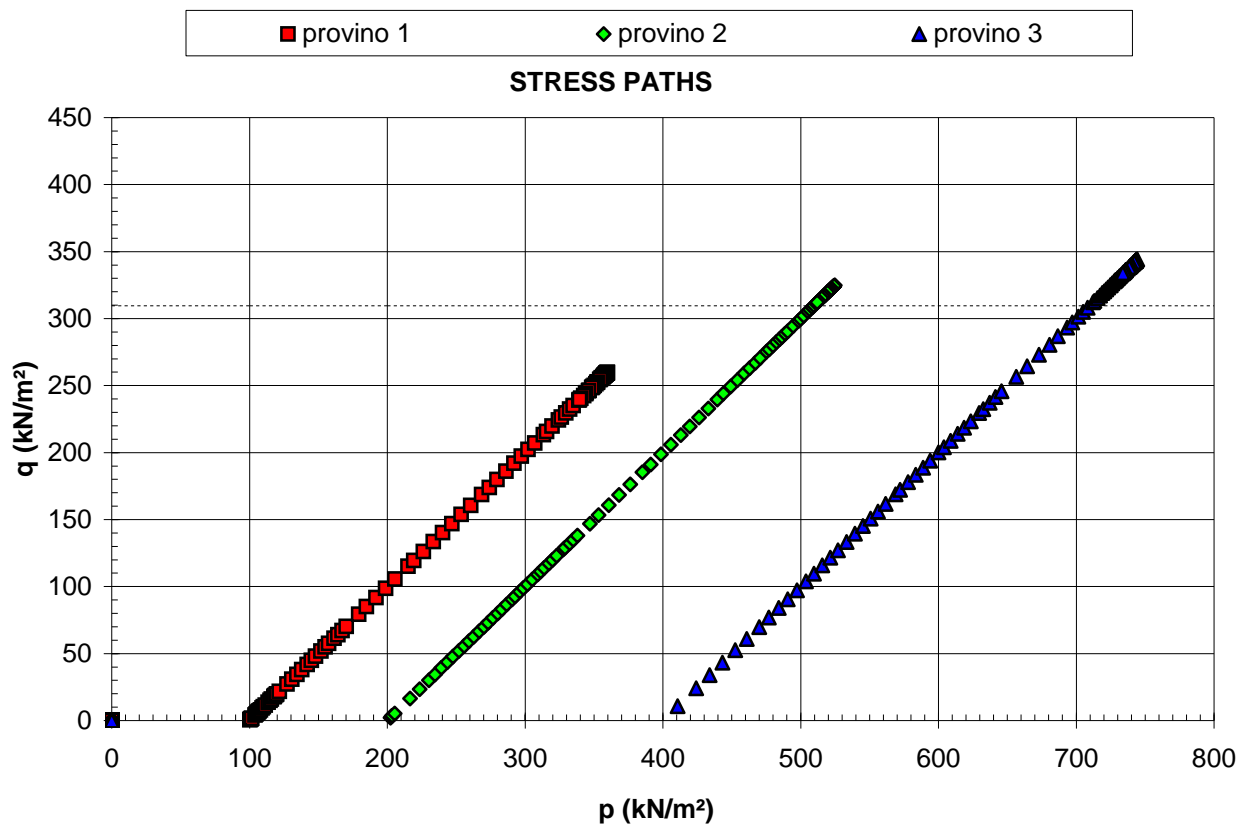
CAMPIONE: C.I. 1

PROFONDITA': da m 3.00 a m 3.50

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

Risultati della regressione lineare	Intercetta sull' asse y	Inclinazione retta
	(kN/m <sup>2</sup> )	(°sess.)
	309.59	0.00

Interpretazione eseguita su tre provini, imponendo f=0



NOTE:

**RAPPORTO DI PROVA n° :****RSP\_16/0085-01****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0085\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.l. 1 **Profondità :** 3.00 - 3.50 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**RAPPORTO DI PROVA:** RSP\_16/0085-01

**DATA EMISSIONE:** 10/05/16

Pagina 2 di 2

**CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA**
**ASTM D 3282**
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 1

**PROFONDITA':** 3.00 ÷ 3.50 m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

(ASTM D 422)

*profondità* 3.20 ÷ 3.40 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0120-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 99.98

% in peso &lt; 0.425 mm = 98.83

% in peso &lt; 0.075 mm = 89.69

% in peso &lt; 0.002 mm = -

**CONTENUTO IN ACQUA**

(CNR-UNI 10008)

*profondità* 3.20 ÷ 3.31 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0120-04

w = 19.9 %

**LIMITI DI CONSISTENZA**

(ASTM D 4318)

*profondità* 3.20 ÷ 3.40 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0120-03

Limite Liquido LL (%) = 38

Limite Plastico LP (%) = 23

Indice Plastico IP (%) = 15

Indice di Liquidità IL = -0.21

Indice di Consistenza IC = 1.21

Attività A = -

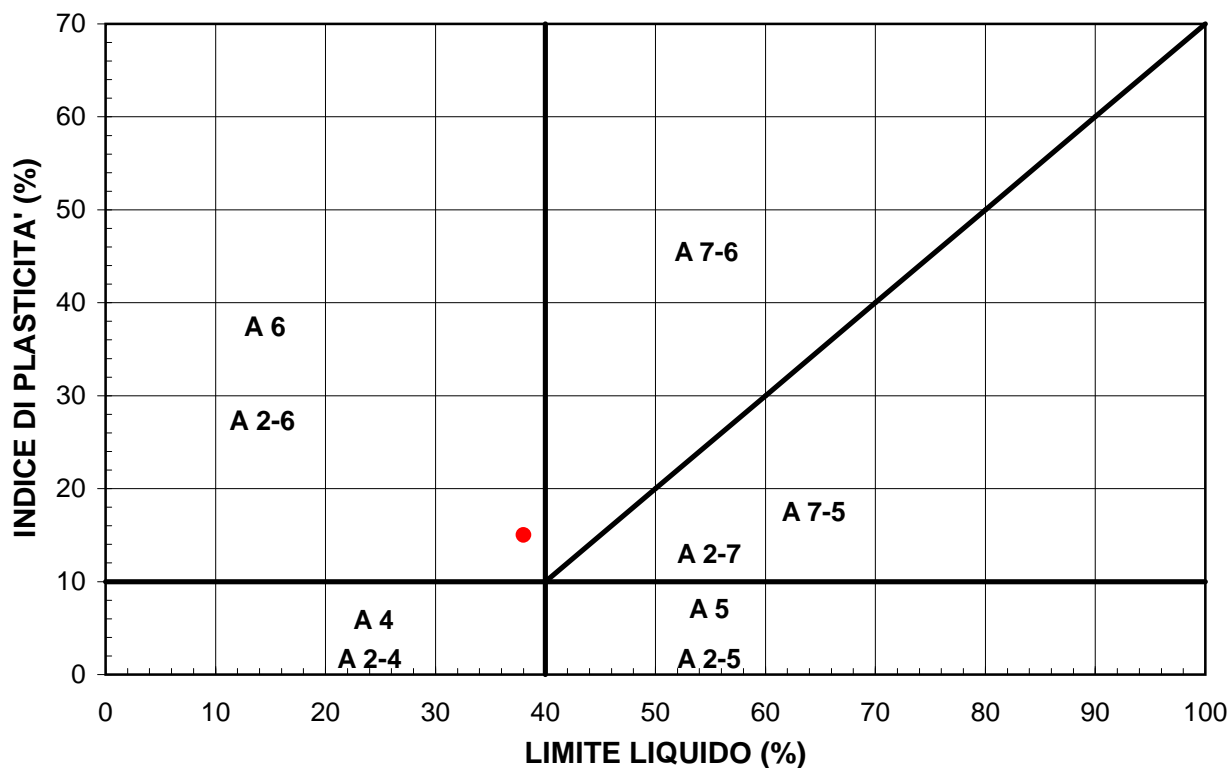
**CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282**

Indice di Gruppo = 10

Classificazione = A 6

nd = non determinabile

np = non plastico

**CARTA DI PLASTICITA'**


Sperimentatore



## CERTIFICATO n° :

## CSP 16/0121-01

**COMMESSA :** 16/049

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**16/0121 CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl

**COMMITTENTE :** INTERGEO srl

**LOCALITA' :** PARMA (PR)

**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016

**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 13.20 - 13.80	m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 26/04/2016

**DATA TERMINE PROVA:** 26/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

 SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

 Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0121-01**
**DATA EMISSIONE**
**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE**
**- ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** C.I. 2 **PROFONDITA' :** 13.20 ÷ 13.80 m

Data descrizione : 26/04/16

Forma del campione : cilindrica

Qualità del campione (AGI):

**Q.5.**

Dimensioni del campione

: L = 51 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
13.29	13.37	Campione rimaneggiato.
13.37	13.80	L con A, debolmente S di colore bruno (7.5YR 4/4), passante a giallo pallido (2.5Y 7/4) Presenza di veli e venature brunastree nerastre, piccoli frustoli, veli calcarei, calcinelli e mica. Media reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :** **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso

**G** = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano

Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)

^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE	
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)					
13.20						
		13.29				
		13.37	0.21 =			
			0.19 ^			
			0.2 ^			
			0.24 ^			
			0.2 ^			
13.80		13.80	0.19 =			

**LEGENDA :** CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova

MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

## CERTIFICATO n° :

## CSP 16/0121-02

**COMMESSA :** 16/049

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**16/0121 CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl

**COMMITTENTE :** INTERGEO srl

**LOCALITA' :** PARMA (PR)

**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016

**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 13.20 - 13.80	m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

### IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 27/04/2016

**DATA TERMINE PROVA:** 10/05/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

 SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

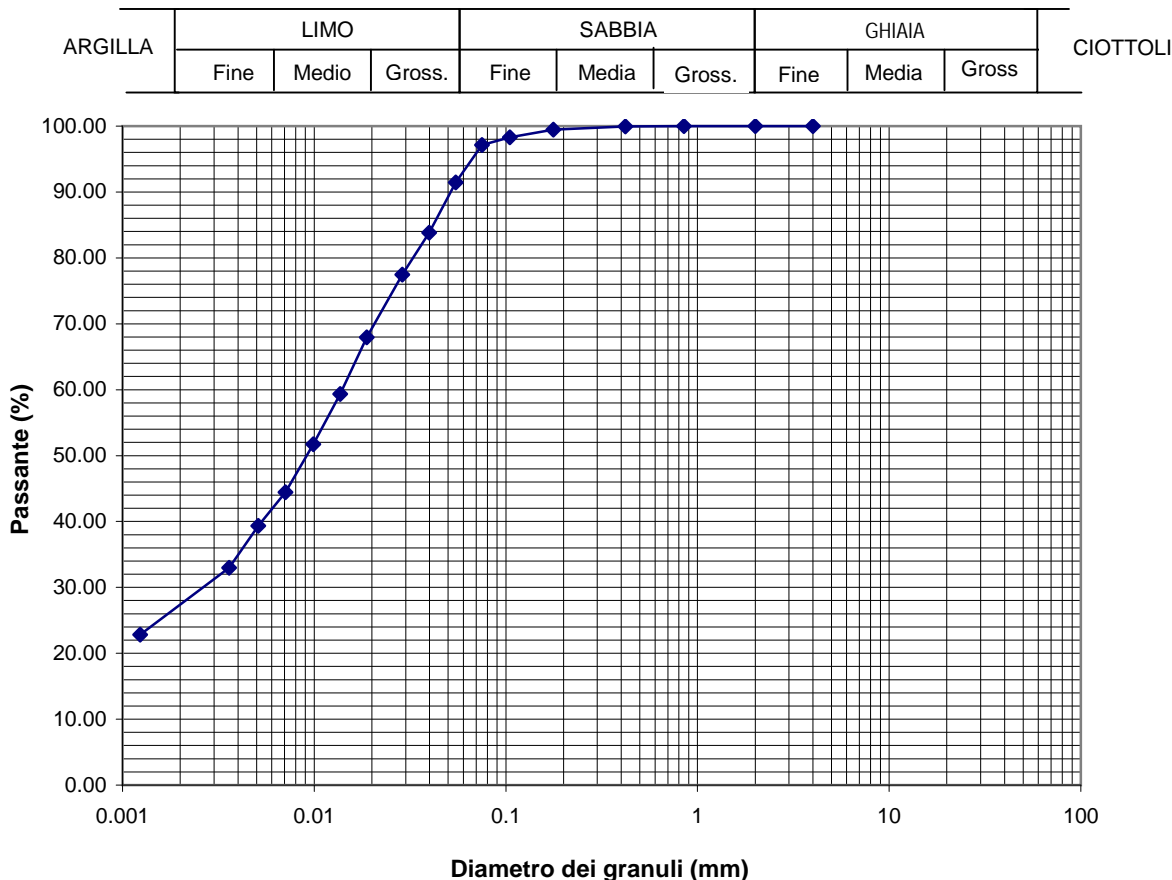
 Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0121-02**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO : S1**
**CAMPIONE: C.I. 2**
**PROFONDITA': 13.20 ÷ 13.80 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 359.37 g				massa provino 48.04 g	
profondità provino 13.37 ÷ 13.57 m				profondità provino 13.37 ÷ 13.57 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub>	2.750 - assunto
1 1/2 "	38.1	-	-	Riferimento: - eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm) % IN PESO PIU' FINE DI D	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	19.05	-	-		
3/8 "	9.525	-	-		
5	4	100.00	0.00	0.05467	91.45
10	2	100.00	0.00	0.03980	83.83
20	0.85	99.98	0.02	0.02880	77.47
30	0.59	-	-	0.01883	67.94
40	0.42	99.96	0.02	0.01369	59.36
50	0.297	-	-	0.00991	51.73
80	0.177	99.47	0.48	0.00707	44.42
100	0.149	-	-	0.00510	39.34
140	0.105	98.29	1.19	0.00360	32.98
200	0.075	97.14	1.14	0.00124	22.82



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0121-03****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0121 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 13.20 - 13.80	m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

DATA INIZIO PROVA: 04/05/16

DATA TERMINE PROVA: 05/05/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**

**CSP 16/0121-03**

**DATA EMISSIONE:**

**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A**

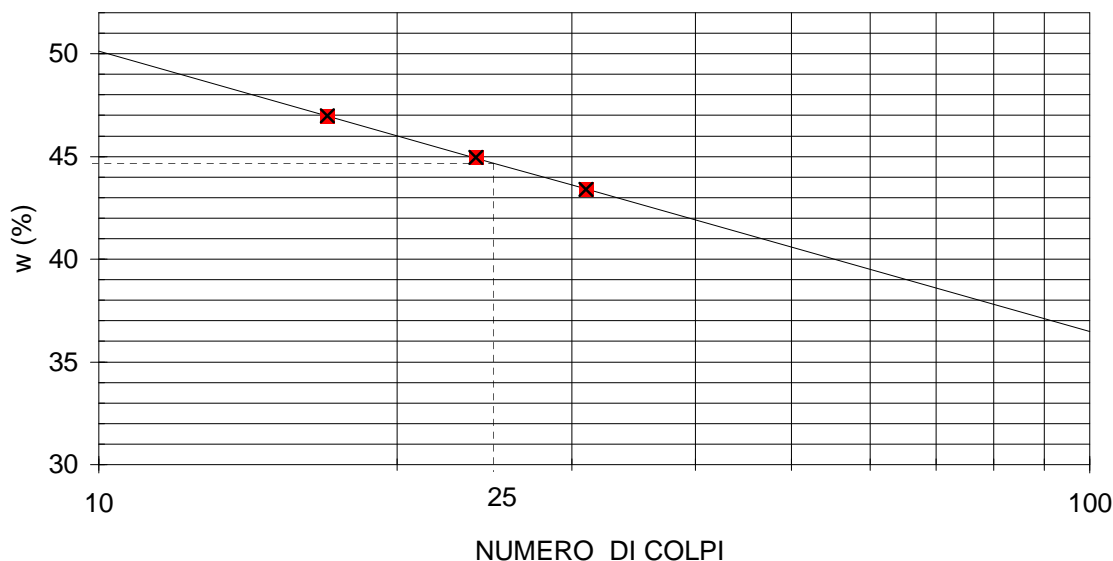
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 2

**PROFONDITA':** 13.20 ÷ 13.80 m

Profondità provino	m	13.37-13.57			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	34.6711	51.9026	41.3669	-
Numero colpi	-	17	31	24	-
Massa provino umido + tara	g	65.2541	92.5827	82.3252	-
Massa provino secco + tara	g	55.4802	80.2696	69.6234	-
Contenuto in acqua	%	47.0	43.4	45.0	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>45</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	17.1458	17.1968	-	-
Massa provino umido + tara	g	19.8141	19.826	-	-
Massa provino secco + tara	g	19.2945	19.3195	-	-
Contenuto in acqua	%	24.2	23.9	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>24</b>			

Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )	
<b><math>I_P</math></b>	<b>21</b>

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore



**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0121-04****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0121 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.I. 2 **Profondità :** 13.20 - 13.80 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TCU	Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata	3	ASTM D 4767
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	1	ASTM D 2435

**DATA INIZIO PROVA:** 27/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 02/05/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0121-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pag. 2 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**
**ASTM D 4767**
**SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C.I. 2 PROFONDITA': 13.20 ÷ 13.80 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	13.37	13.37	13.47	-
Profondità provino	a m	13.47	13.47	13.57	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma'_3$ iniziale	kPa	99.30	195.10	397.60	-
massimo valore ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m²	202.76	258.47	313.67	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) max	kN/m²	5	5	3	-
massimo valore $\sigma'_1/\sigma'_3$	kN/m²	3.55	3.61	3.08	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma'_1/\sigma'_3$ ) max	kN/m²	1	2	3	-
MODALITA' DI ROTTURA					
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

■ provino 1 (t. efficaci)

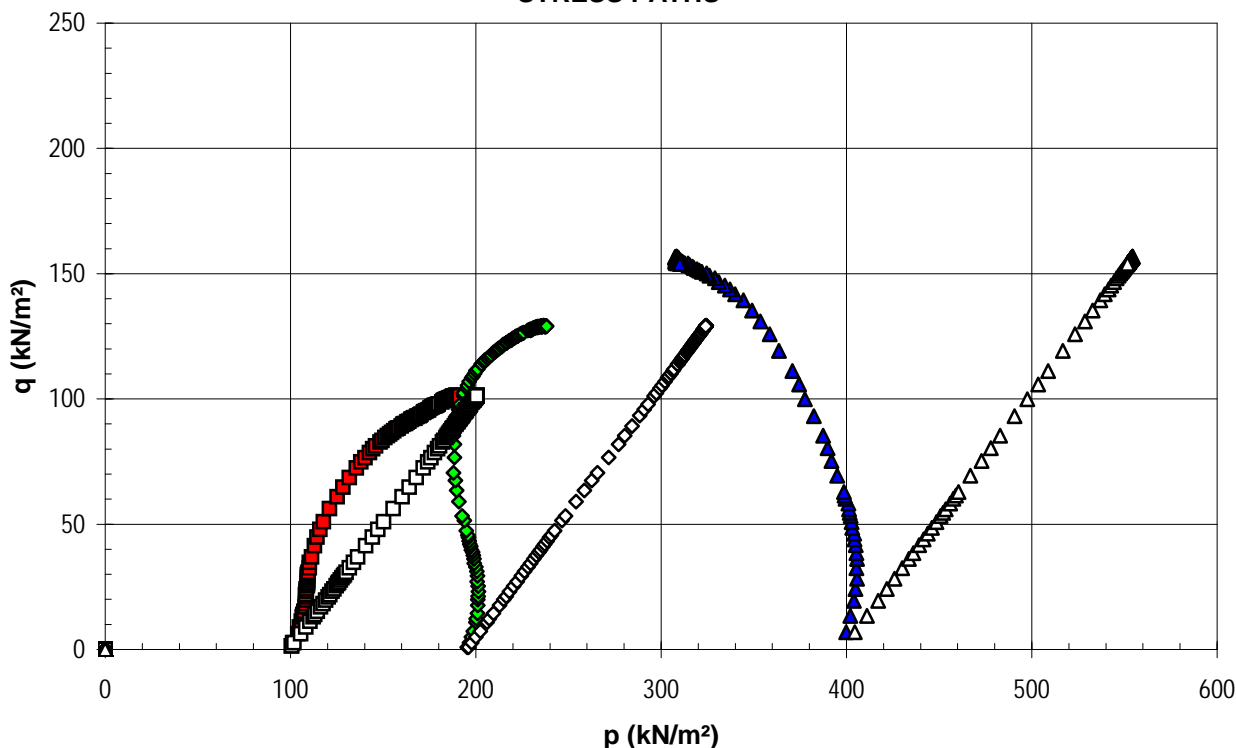
◆ provino 2 (t. efficaci)

▲ provino 3 (t. efficaci)

 provino 1 (t. totali)

 provino 2 (t. totali)

 provino 3 (t. totali)

**STRESS PATHS**


IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° CSP 16/0121-04**

**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

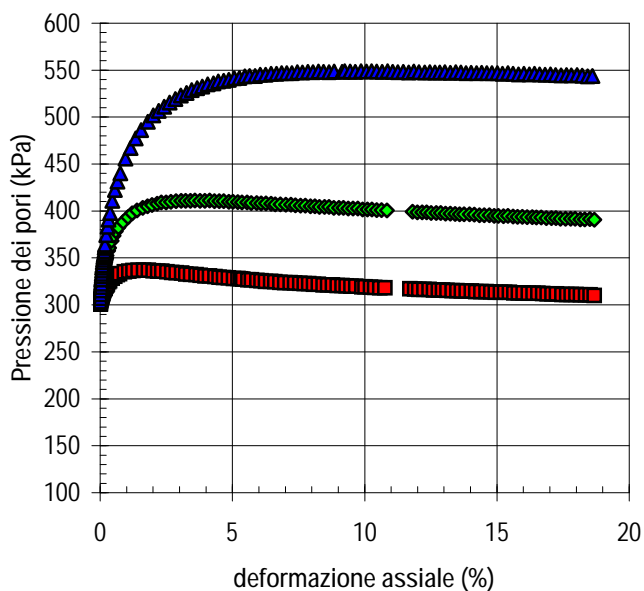
Pag. 3 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**

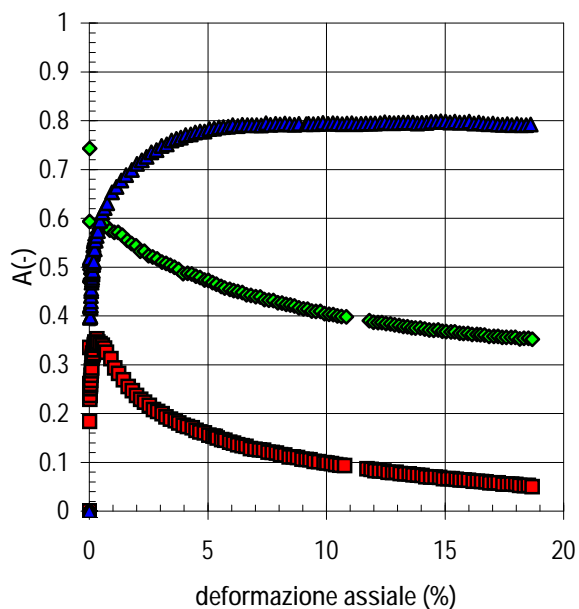
**ASTM D 4767**

**SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C.I. 2 PROFONDITA': 13.20 ÷ 13.80 m**

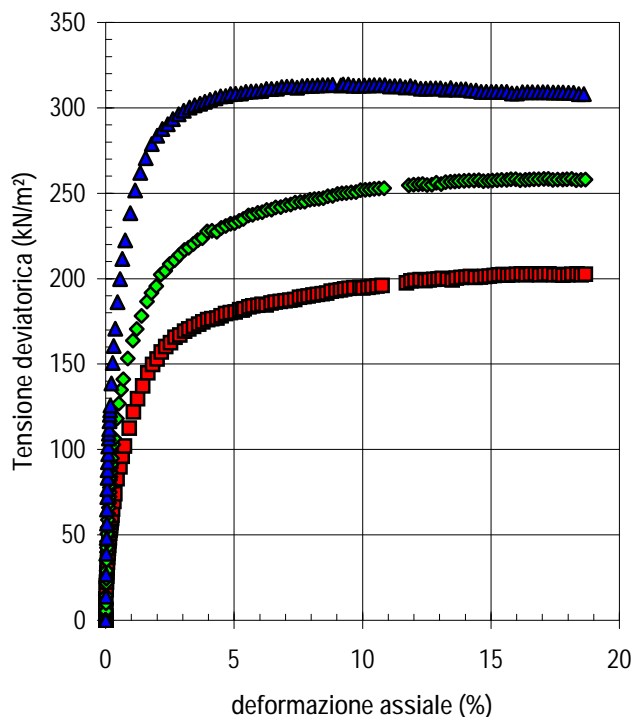
PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE



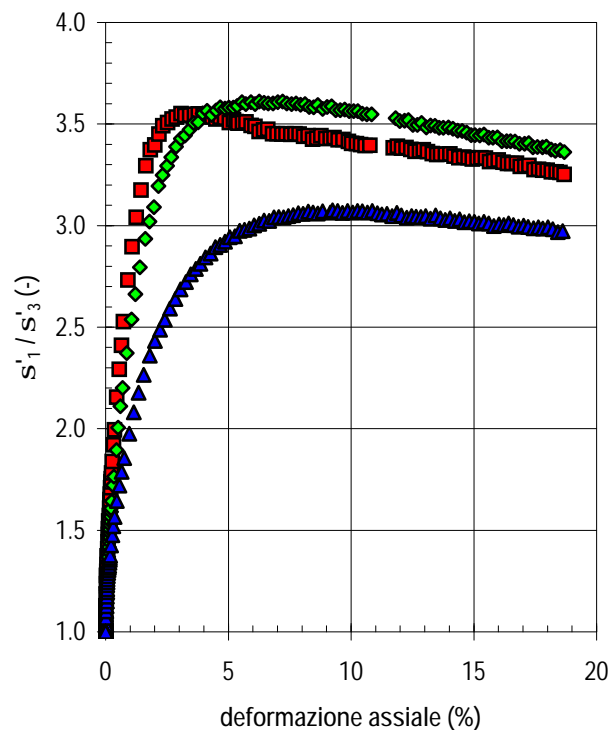
PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE



TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE



RAPPORTO TENSIONI PRINCIPALI/DEFORMAZIONE ASSIALE



■ provino 1    ◆ provino 2    ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

**CERTIFICATO n° CSP 16/0121-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pag. 4 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**
**ASTM D 4767**
**SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C.I. 2 PROFONDITA': 13.20 ÷ 13.80 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	13.37	13.37	13.47	-
Profondità provino	a m	13.47	13.47	13.57	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
Massa volumica totale	kN/m³	19.32	19.09	18.78	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Contenuto in acqua iniziale	%	27.73	27.50	29.07	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca	kN/m³	15.13	14.97	14.55	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	2.750	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Indice dei vuoti iniziale	-	0.781	0.799	0.851	-
Grado di saturazione iniziale	%	97.57	94.51	93.80	-
Pressione pori iniziale	kPa	1.2	0.7	3.4	-
Valore di B iniziale	-	0.74	0.76	0.70	-
Pressione pori a saturazione	kPa	350	446	645	-
Pressione in cella finale	kPa	400	500	700	-
Valore di B a saturazione	-	1.00	0.97	0.99	-
Durata consolidazione	min	1283	1017	1453	-
Pressione in cella	kPa	400	500	700	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	350	446	645	-
Pressione pori finale	kPa	300.7	302	302	-
Variazione altezza provino	mm	0.26	0.67	1.13	-
Variazione volume provino	cm³	2.07	3.46	5.90	-
t <sub>100</sub>	min	-	-	41.6	-
Tempo di rottura stimato	min	-	-	73.4	-
Pressione in cella	kPa	400	500	700	-
Pressione pori iniziale	kPa	300.7	305	302	-
σ'₃ iniziale	kPa	99.3	195.1	397.6	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ₁ - σ₃)	kN/m²	203	258	314	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ₁-σ₃)max	%	17.25	17.23	9.45	-
Tempo per il raggiungimento di (σ₁-σ₃)max	min	1318	1305	1432	-
Correzione per filtro e membrana su (σ₁-σ₃)max	kN/m²	5	5	3	-
Pressione pori a rottura a (σ₁-σ₃)max	kPa	312	393	549	-
Valore di A a rottura a (σ₁-σ₃)max	-	0.06	0.36	0.79	-
p' a rottura a (σ₁-σ₃)max	kN/m²	190	237	308	-
q a rottura a (σ₁-σ₃)max	kN/m²	101	129	157	-
massimo valore σ'₁/σ'₃	kN/m²	4	4	3	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ'₁/σ'₃)max	%	3.08	7.21	9.25	-
Correzione per filtro e membrana su (σ'₁/σ'₃)max	kN/m²	1	2	3	-
Pressione pori a rottura a (σ'₁/σ'₃)max	kPa	334	407	549	-
Valore di A a rottura a (σ'₁/σ'₃)max	-	0.20	0.44	0.79	-
p' a rottura a (σ'₁/σ'₃)max	kN/m²	151	215	308	-
q a rottura a (σ'₁/σ'₃)max	kN/m²	85	122	157	-
Massa volumica totale finale	kN/m³	19.66	19.60	19.73	-
Contenuto in acqua finale	%	26.92	25.66	26.47	-
<i>Riferimento Certificato</i>					
Massa volumica secca finale	kN/m³	15.49	15.60	15.60	-
Indice dei vuoti finale	-	0.739	0.727	0.726	-
Grado di saturazione finale	%	100.10	96.96	100.12	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

**CERTIFICATO n° CSP 16/0121-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pag. 5 di 5

**PROVA TRIASSIALE CIU**
**SONDAGGIO :** 0 **CAMPIONE :** C.I. 2 **PROFONDITA':** 13.20 ÷ 13.80 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**
**RELATIVI ALL' INCREMENTO DI  $s'_3$**  da **50** kPa a **400** kPa

**PROVINO n. 3** **PROFONDITA'** da 13.47 m a 13.57 m

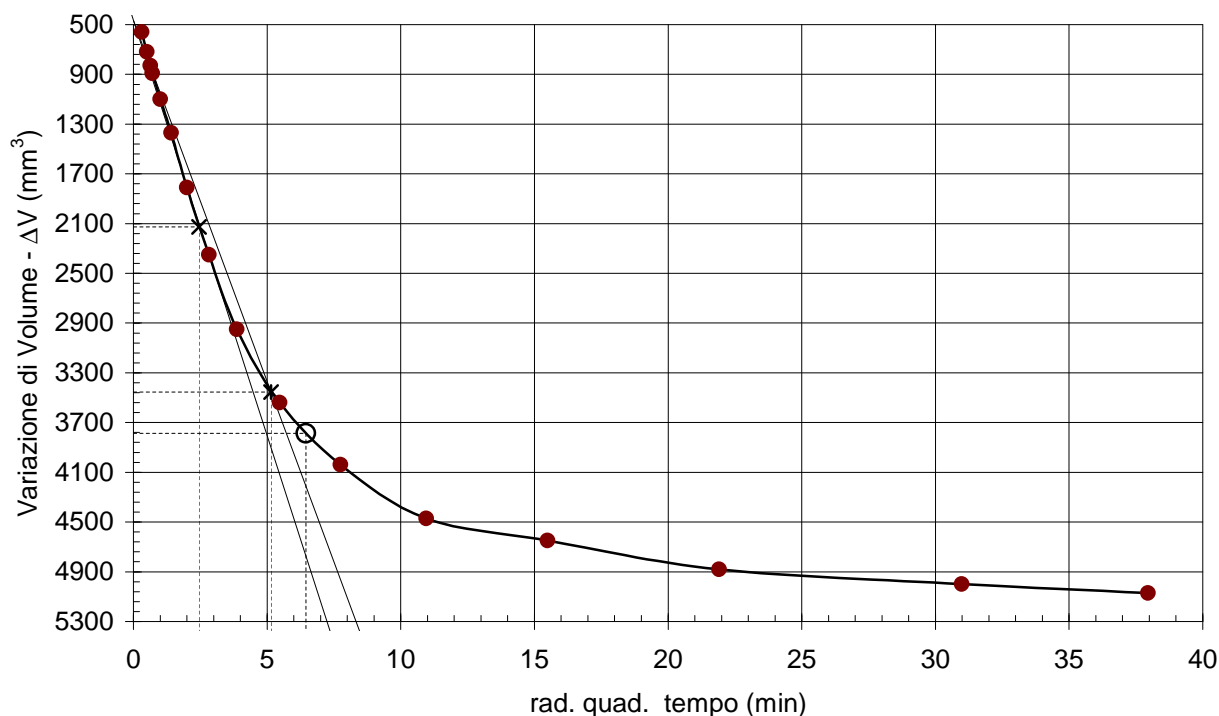
**Condizioni di drenaggio del provino:** 2 estremità e radiale

**VALORI MISURATI**

Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)	Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)
0.1	560	0.166	960	5000	1.938
0.25	720	0.195	1440	5070	1.942
0.4	830	0.216	-	-	-
0.5	890	0.228	-	-	-
1	1100	0.272	-	-	-
2	1370	0.339	-	-	-
4	1810	0.412			
8	2350	0.496			
15	2950	0.559			
30	3540	0.622			
60	4040	0.666			
120	4470	0.702			
240	4650	0.730			
480	4880	0.751			

**VALORI CALCOLATI**

$t_{90}$	(min)	=	26.5
$u_{vi90}$	(mm)	=	3454
$t_{50}$	(min)	=	6.0
$u_{vi50}$	(mm)	=	2127
$t_{100}$	(min)	=	41.6
$d_{vi100}$	(mm)	=	3786
Tempo per il raggiungimento della rottura			
$t_f$	(min)	=	73.4
deformazione a rottura ipotizzata			
def.	(mm)	=	6.0
velocità di rottura calcolata			
$v$	(mm/min)	=	0.08170
$m_{vi}$	(m <sup>2</sup> /MN)	=	0.1931



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

# PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: INTERGEO srl

Pag. 1 di 1

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C.I. 2

PROFONDITA': da m 13.20 a m 13.80

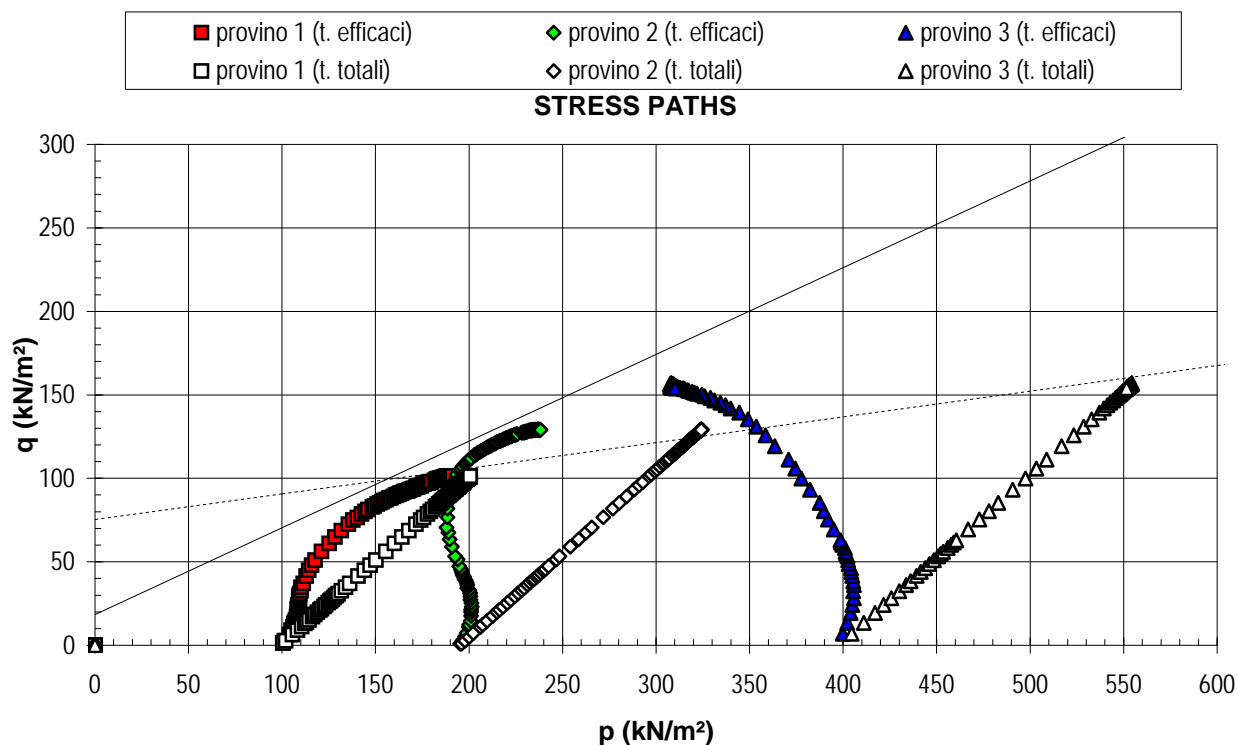
*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

## Risultati della regressione lineare

Tensioni efficaci —————		Tensioni totali - - - - -	
Intercetta asse y	inclinaz. retta	Intercetta asse y	inclinaz. retta
(kN/m <sup>2</sup> )	(° sess.)	(kN/m <sup>2</sup> )	(° sess.)
18.35	27.45	75.30	8.75

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini

zi



## NOTE:

Regressione lineare eseguita utilizzando il valore massimo della tensione deviatorica



**RAPPORTO DI PROVA n° :****RSP\_16/0086-01****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0086\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b>	<b>S1</b>	<b>Campione :</b>	<b>C.l. 2</b>	<b>Profondità :</b>	<b>13.20 - 13.80</b>	<b>m</b>
--------------------	-----------	-------------------	---------------	---------------------	----------------------	----------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**RAPPORTO DI PROVA: RSP\_16/0086-01**

**DATA EMISSIONE: 10/05/16**

Pagina 2 di 2

**CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA**

**ASTM D 3282**

**SONDAGGIO : S1**

**CAMPIONE: C.I. 2**

**PROFONDITA': 13.20 ÷ 13.80 m**

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

(ASTM D 422)

*profondità* 13.37 ÷ 13.57 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0121-02

% in peso < 2.00 mm = 100.00

% in peso < 0.425 mm = 99.96

% in peso < 0.075 mm = 97.14

% in peso < 0.002 mm = -

**CONTENUTO IN ACQUA**

(CNR-UNI 10008)

*profondità* 13.37 ÷ 13.47 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0121-04

w = 27.6 %

**LIMITI DI CONSISTENZA**

(ASTM D 4318)

*profondità* 13.37 ÷ 13.57 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0121-03

Limite Liquido LL (%) = 45

Limite Plastico LP (%) = 24

Indice Plastico IP (%) = 21

Indice di Liquidità IL = 0.17

Indice di Consistenza IC = 0.83

Attività A = -

**CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282**

Indice di Gruppo = 13

Classificazione = **A 7-6**

nd = non determinabile

np = non plastico

**CARTA DI PLASTICITA'**

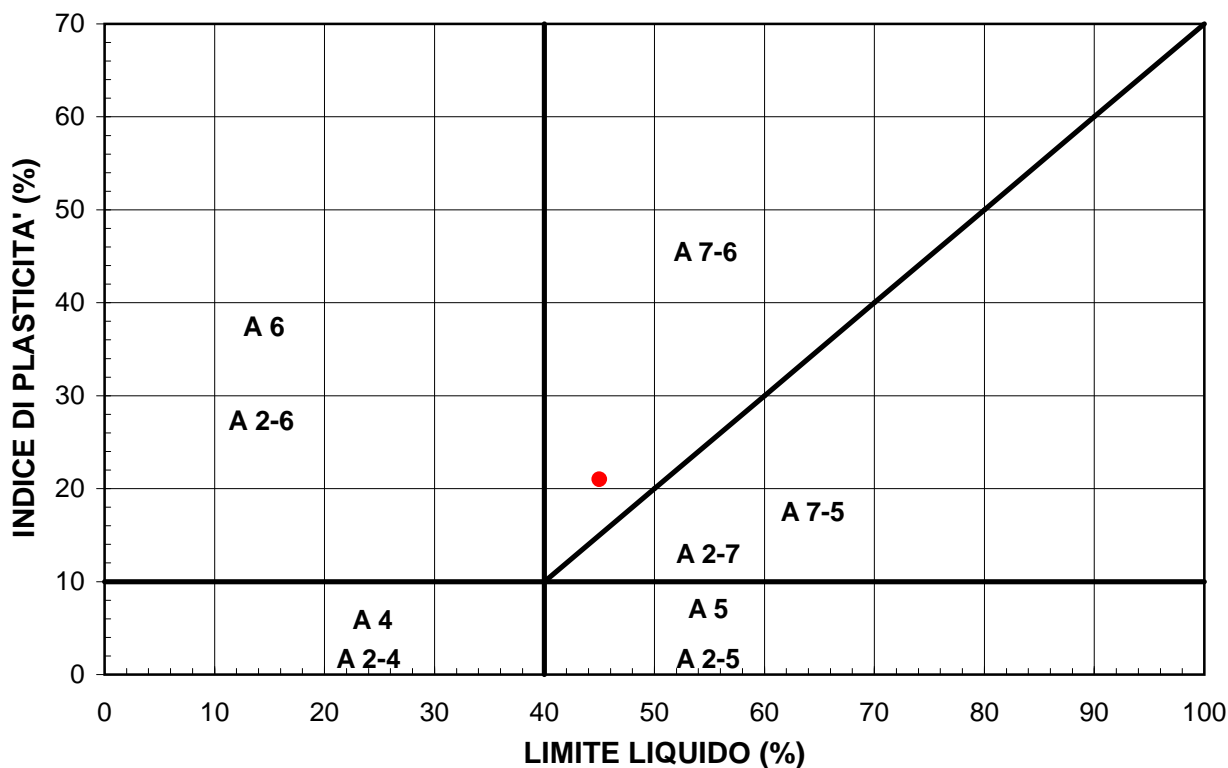


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore

## CERTIFICATO n° :

## CSP 16/0122-01

**COMMESSA :** 16/049

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**16/0122 CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl

**COMMITTENTE :** INTERGEO srl

**LOCALITA' :** PARMA (PR)

**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016

**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 3	<b>Profondità :</b> 20.70 - 21.30	m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 19/04/2016

**DATA TERMINE PROVA:** 19/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

 SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

 Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0122-01**
**DATA EMISSIONE**
**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE**
**- ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** C.I. 3 **PROFONDITA' :** 20.70 ÷ 21.30 m

Data descrizione : 19/04/16

Forma del campione : cilindrica

Qualità del campione (AGI):

**Q.5.**

Dimensioni del campione

: L = 51 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
20.75	20.80	Campione rimaneggiato.
20.80	21.20	L con S di colore bruno giallastro (10YR 5/6 ). Presenza di veli e venature brunastre e nerastre, macropori, mica.  Forte reazione a contatto con HCl 5%.
21.20	21.30	L con A e A con L, di colore bruno grigiastro chiaro (10YR 6/2 ), Presenza di veli e venature brunastree nerastre, frustoli, mica.  Media reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :** **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso  
**G** = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)		Profondità reale (m)			
20.70		20.75			Campione fratturato a: 20.87 m 21.01 m 21.06 m 21.12 m 21.20 m
		20.80			
		21.20			CNW, MVT, TUU prov 1 e 2, LIM, GRA
21.30		21.30			

**LEGENDA :** CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP 16/0122-02****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0122 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/04/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** Sfustella acciaio**Sondaggio : S1** **Campione : C.I. 3** **Profondità : 20.70 - 21.30 m****DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 21/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 30/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

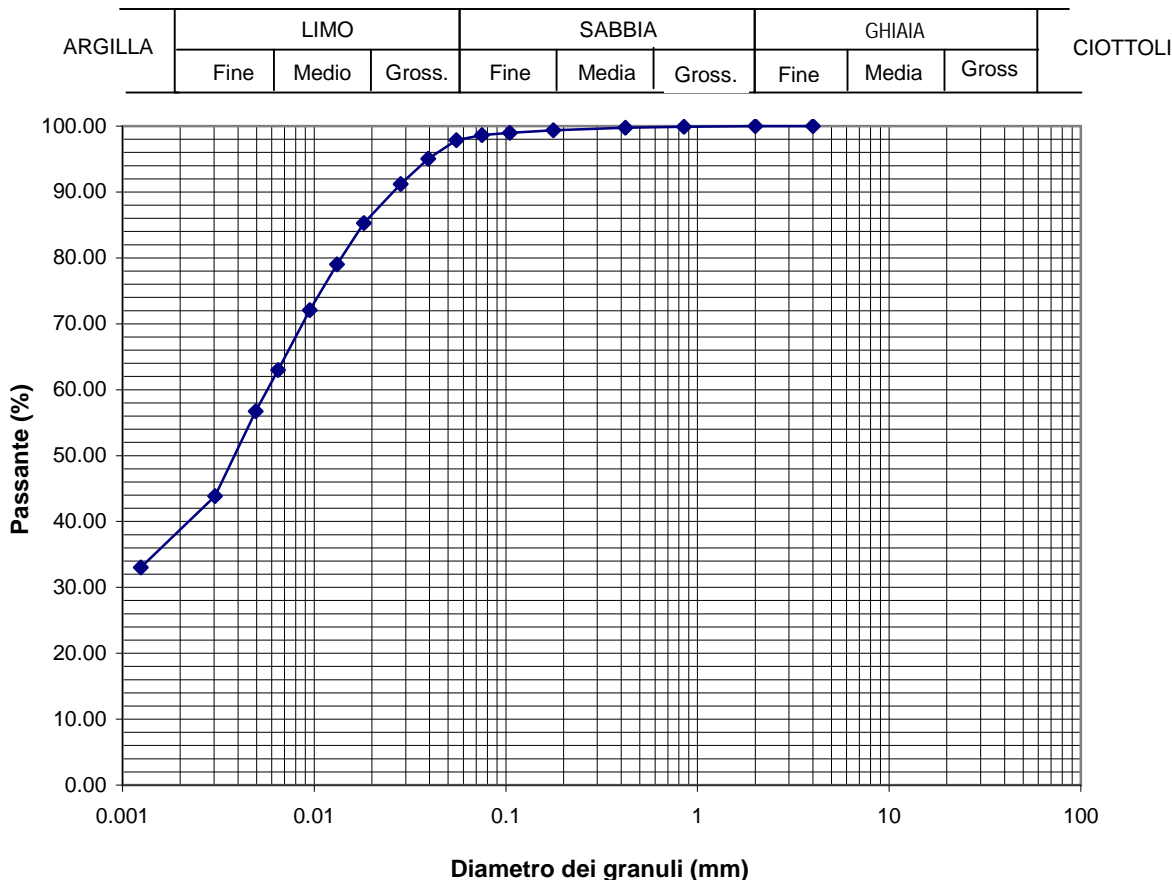
SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0122-02**
**DATA EMISSIONE: 10/04/2016**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO : S1**
**CAMPIONE: C.I. 3**
**PROFONDITA': 20.70 ÷ 21.30 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 176.33 g				massa provino 44.49 g	
profondità provino 21.20 ÷ 21.30 m				profondità provino 21.20 ÷ 21.30 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.750 - assunto	
1 1/2 "	38.1	-	-	Riferimento: - eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	19.05	-	-	DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm)	
3/8 "	9.525	-	-	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	100.00	0.00	0.05514	97.85
10	2	100.00	0.00	0.03938	95.06
20	0.85	99.90	0.10	0.02821	91.23
30	0.59	-	-	0.01820	85.30
40	0.42	99.74	0.16	0.01313	79.03
50	0.297	-	-	0.00948	72.06
80	0.177	99.36	0.39	0.00649	63.00
100	0.149	-	-	0.00495	56.73
140	0.105	99.00	0.36	0.00304	43.84
200	0.075	98.66	0.34	0.00124	33.03



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore



**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0122-03****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0122 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S1	<b>Campione :</b> C.I. 3	<b>Profondità :</b> 20.70 - 21.30	m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

DATA INIZIO PROVA: 05/05/16

DATA TERMINE PROVA: 06/05/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**

**CSP 16/0122-03**

**DATA EMISSIONE:**

10/05/2016

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A**

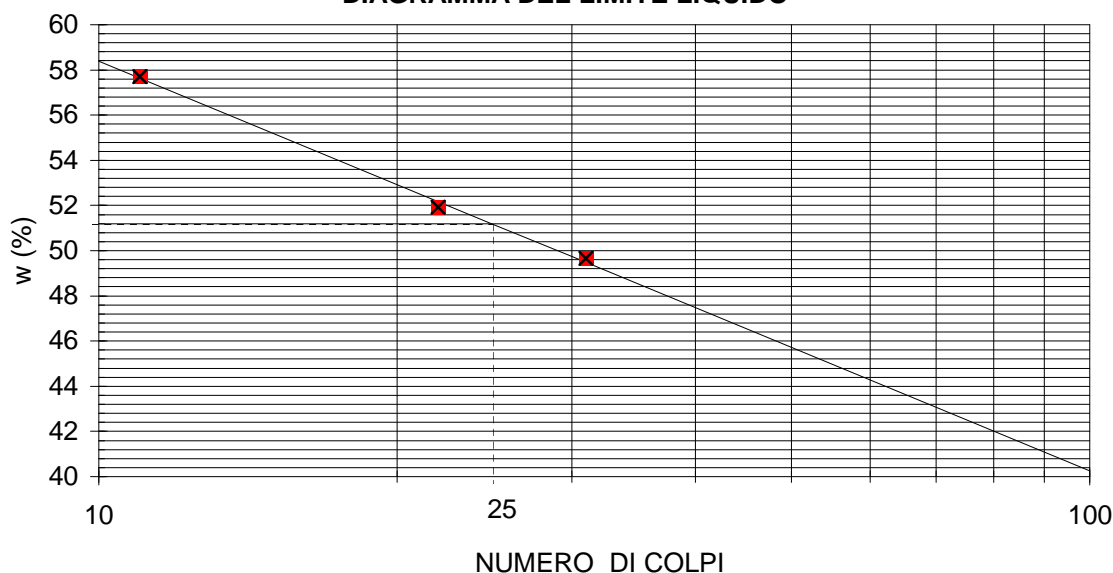
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 3

**PROFONDITA':** 20.70 ÷ 21.30 m

Profondità provino	m	21.20-21.30.			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	34.6712	51.9028	41.3677	-
Numero colpi	-	11	31	22	-
Massa provino umido + tara	g	60.9896	85.2491	80.0255	-
Massa provino secco + tara	g	51.3587	74.1856	66.8144	-
Contenuto in acqua	%	57.7	49.7	51.9	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>51</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.3653	14.03	-	-
Massa provino umido + tara	g	15.4338	16.2916	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.0187	15.8471	-	-
Contenuto in acqua	%	25.1	24.5	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>25</b>			

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

**$I_P$**

**26**

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0122-04****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0122 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b>	<b>S 1</b>	<b>Campione :</b>	<b>C.l. 3</b>	<b>Profondità :</b>	<b>20.70 - 21.30</b>	<b>m</b>
--------------------	------------	-------------------	---------------	---------------------	----------------------	----------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TUU	Prova triassiale non consolidata non drenata	2	ASTM D 2850

DATA INIZIO PROVA: 26/04/16

DATA TERMINE PROVA: 26/04/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0122-04**

**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 2 di 6

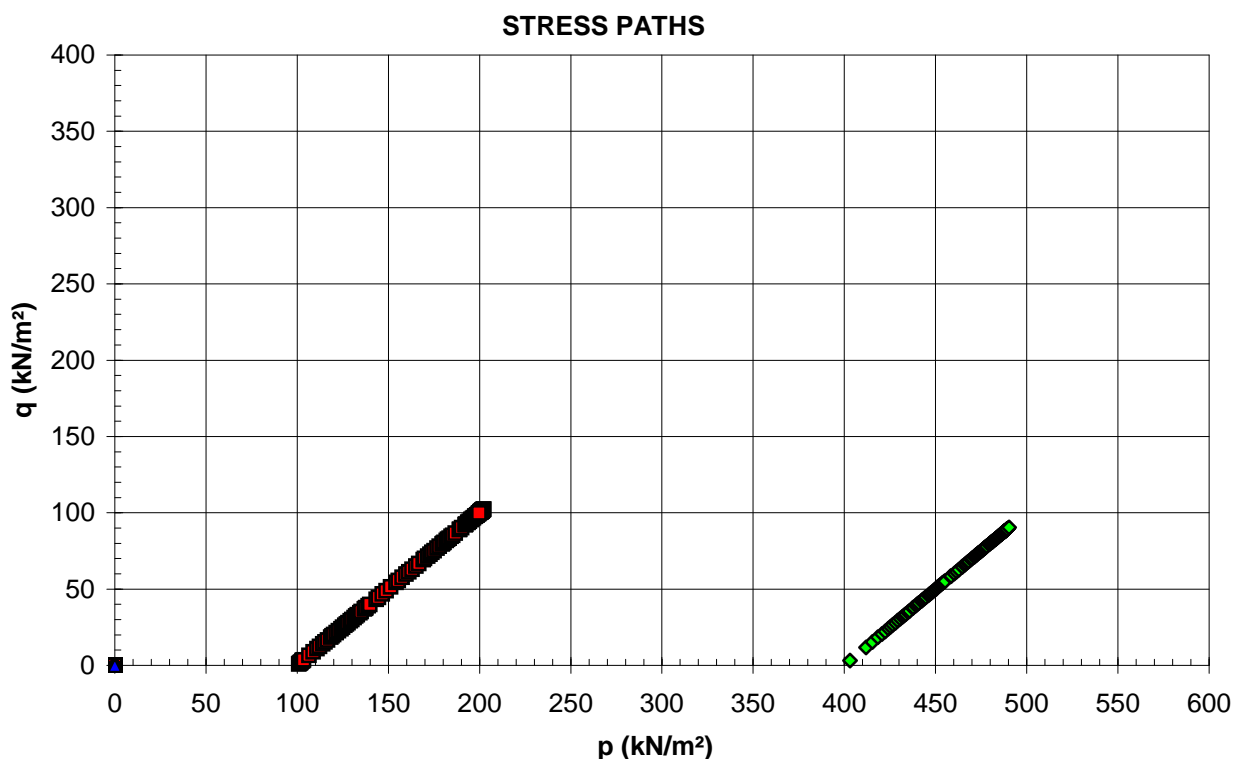
**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO : S 1      CAMPIONE : C.I. 3      PROFONDITA': 20.70 ÷ 21.30 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	21.20	21.20	-	-
Profondità provino	a m	21.30	21.30	-	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato		-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10		-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20		-
$\sigma_3$ (pressione in cella)	kPa	100.00	400.00		-
( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m <sup>2</sup>	204.59	180.60		-
Correzione per filtro e membrana	kN/m <sup>2</sup>	0	0		-
MODALITA' DI ROTTURA					-
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Rappresentazione schematica					

■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

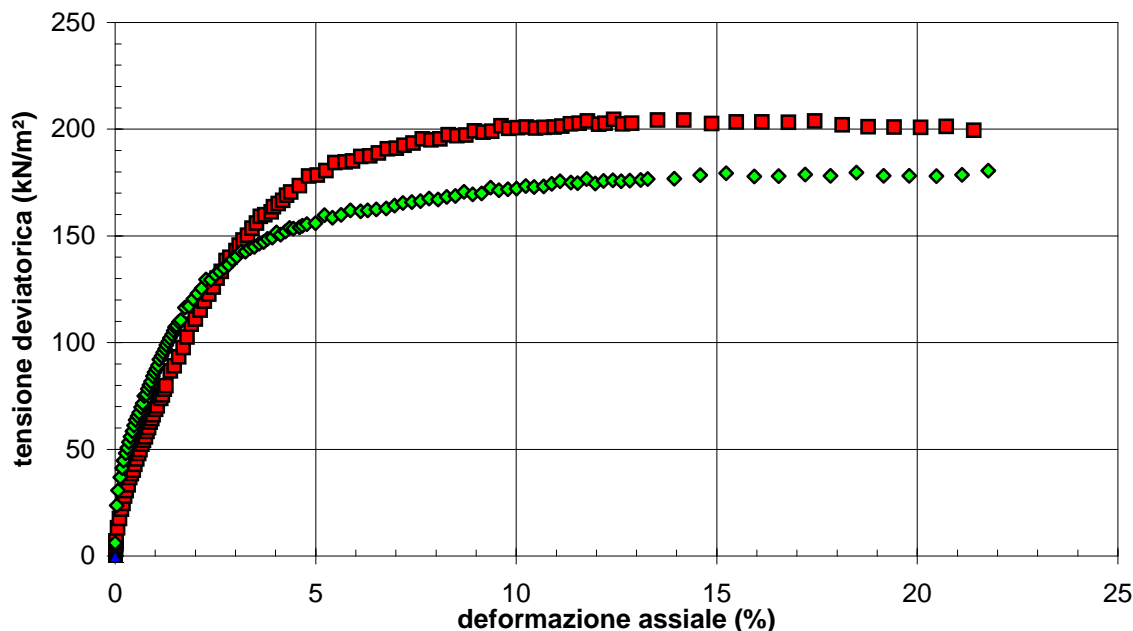
**SONDAGGIO :** S 1 **CAMPIONE :** C.I. 3 **PROFONDITA':** 20.70 ÷ 21.30 m

■ provino 1

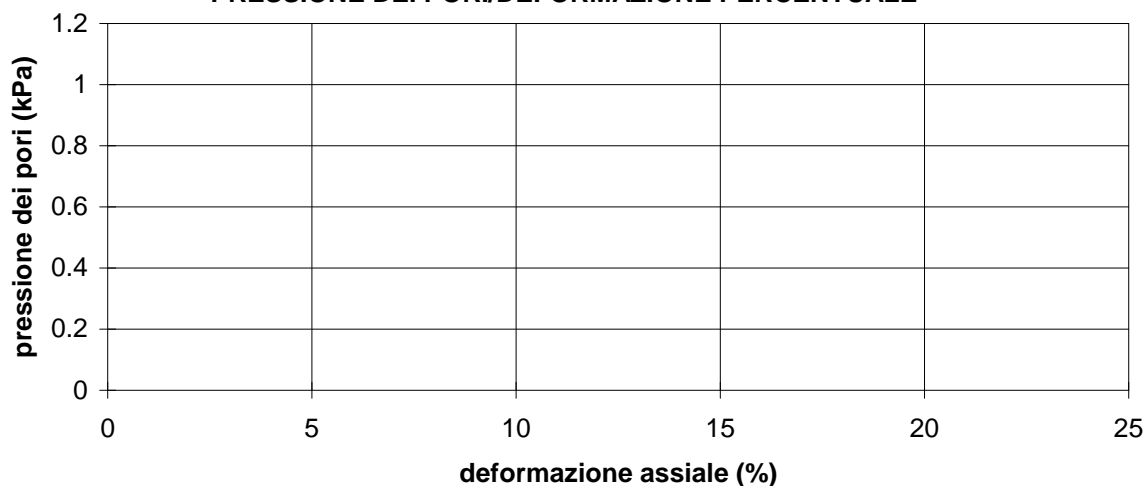
◆ provino 2

▲ provino 3

**TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE**



**PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE PERCENTUALE**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO : S 1 CAMPIONE : C.I. 3 PROFONDITA': 20.70 ÷ 21.30 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	21.20	21.20	-	-
Profondità provino	a m	21.30	21.30	-	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	-	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	-	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	-	-
<b>INIZIO PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume	kN/m³	18.27	18.24	-	-
Riferimento					
Contenuto in acqua iniziale	%	33.70	34.61	-	-
Riferimento					
Peso un. volume secco iniziale	kN/m³	13.66	13.55	-	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	-	-
Riferimento					
Indice dei vuoti iniziale	-	0.971	0.987	-	-
Grado di saturazione iniziale	%	95.31	96.27	-	-
<b>FASE DI SATURAZIONE</b>					
Pressione pori iniziale	kPa			-	-
Valore di B iniziale	-			-	-
Pressione pori a saturazione	kPa			-	-
Pressione in cella finale	kPa			-	-
Valore di B a saturazione	-			-	-
<b>FASE DI COMPRESSIONE</b>					
Pressione in cella	kPa	100	400	-	-
Pressione pori iniziale	kPa	-	-	-	-
$\sigma'_3$	kPa	-	-	-	-
Velocità pressa	mm/min	1.0000	1.0000	-	-
<b>CONDIZIONI A ROTTURA</b>					
Deformaz. assiale percentuale	%	12.43	21.77	-	-
$(\sigma_1 - \sigma_3)$	kN/m²	204.59	180.60	-	-
Correzione per filtro e membrana	kN/m²	0	0	-	-
p a rottura	kN/m²	202.29	490.30	-	-
q a rottura	kN/m²	102.29	90.30	-	-
<b>FINE PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume finale	kN/m³	18.18	18.22	-	-
Contenuto in acqua finale	%	32.75	34.29	-	-
Peso un. volume secco finale	kN/m³	13.69	13.57	-	-
Indice dei vuoti finale	-	0.967	0.985	-	-
Grado di saturazione finale	%	93.01	95.58	-	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° CSP 16/0122-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 5 di 6

**PROVA TRIASSIALE U.U.**
**ASTM D 2850**
**SONDAGGIO : S 1**
**CAMPIONE: C.I. 3**
**PROFONDITA': 20.70 ÷ 21.30 m**
**PROVINO 1**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.003	2	51	1.940	152	101	8.808	261
2	0.005	3	52	2.019	156	102	8.970	263
3	0.005	4	53	2.107	162	103	9.180	262
4	0.007	4	54	2.182	164	104	9.304	263
5	0.008	5	55	2.294	168	105	9.467	266
6	0.010	6	56	2.356	171	106	9.639	264
7	0.012	7	57	2.431	174	107	9.805	265
8	0.013	7	58	2.516	177	108	10.297	269
9	0.015	7	59	2.599	181	109	10.798	271
10	0.019	8	60	2.684	184	110	11.325	271
11	0.049	15	61	2.757	188	111	11.796	274
12	0.087	20	62	2.841	189	112	12.282	276
13	0.120	25	63	2.964	191	113	12.785	278
14	0.151	28	64	3.009	194	114	13.282	281
15	0.182	32	65	3.100	196	115	13.807	281
16	0.212	35	66	3.184	198	116	14.297	282
17	0.248	38	67	3.255	201	117	14.789	284
18	0.279	42	68	3.335	203	118	15.297	286
19	0.312	44	69	3.497	207	119	15.782	289
20	0.344	46	70	3.674	213	120	16.300	289
21	0.378	49	71	3.841	214	121	-	-
22	0.413	52	72	4.005	217	122	-	-
23	0.452	55	73	4.172	222	123	-	-
24	0.474	57	74	4.370	223	124	-	-
25	0.512	60	75	4.511	224	125	-	-
26	0.539	62	76	4.666	227	126	-	-
27	0.577	64	77	4.839	228	127	-	-
28	0.607	67	78	5.003	230	128	-	-
29	0.638	69	79	5.168	233	129	-	-
30	0.666	72	80	5.343	234	130	-	-
31	0.700	74	81	5.486	236	131	-	-
32	0.726	76	82	5.656	238	132	-	-
33	0.772	79	83	5.835	241	133	-	-
34	0.800	81	84	6.000	241	134	-	-
35	0.834	86	85	6.167	242	135	-	-
36	0.871	85	86	6.324	245	136	-	-
37	0.902	87	87	6.487	245	137	-	-
38	0.933	90	88	6.658	246	138	-	-
39	0.969	92	89	6.823	249	139	-	-
40	1.049	100	90	6.987	249	140	-	-
41	1.126	103	91	7.150	250	141	-	-
42	1.208	108	92	7.325	254	142	-	-
43	1.292	113	93	7.472	253	143	-	-
44	1.366	119	94	7.636	254	144	-	-
45	1.449	126	95	7.810	255	145	-	-
46	1.527	129	96	7.982	255	146	-	-
47	1.618	134	97	8.148	256	147	-	-
48	1.697	139	98	8.334	257	148	-	-
49	1.779	143	99	8.482	258	149	-	-
50	1.865	147	100	8.649	260	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore



**CERTIFICATO n° CSP 16/0122-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 6 di 6

**PROVA TRIASSIALE U.U.**
**ASTM D 2850**
**SONDAGGIO : S 1**
**CAMPIONE: C.I. 3**
**PROFONDITA': 20.70 ÷ 21.30 m**
**PROVINO 2**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.001	7	51	2.227	163	101	9.118	226
2	0.028	27	52	2.308	165	102	9.278	228
3	0.057	35	53	2.393	168	103	9.452	229
4	0.100	42	54	2.475	168	104	9.608	229
5	0.134	47	55	2.559	170	105	9.775	230
6	0.159	51	56	2.643	171	106	9.978	231
7	0.198	55	57	2.737	173	107	10.117	232
8	0.228	58	58	2.818	174	108	10.620	234
9	0.264	61	59	2.895	176	109	11.113	238
10	0.294	64	60	2.983	177	110	11.604	241
11	0.327	67	61	3.064	180	111	12.140	241
12	0.360	70	62	3.144	179	112	12.599	243
13	0.387	73	63	3.235	181	113	13.102	246
14	0.426	75	64	3.311	183	114	13.584	247
15	0.455	77	65	3.388	183	115	14.077	251
16	0.491	80	66	3.499	184	116	14.591	251
17	0.520	82	67	3.557	185	117	15.082	253
18	0.551	86	68	3.640	186	118	15.594	255
19	0.591	87	69	3.806	187	119	16.082	258
20	0.619	90	70	3.975	192	120	16.581	263
21	0.649	92	71	4.129	191	121	-	-
22	0.681	94	72	4.292	193	122	-	-
23	0.715	97	73	4.467	196	123	-	-
24	0.749	99	74	4.664	196	124	-	-
25	0.784	101	75	4.794	197	125	-	-
26	0.813	103	76	4.962	198	126	-	-
27	0.840	106	77	5.150	199	127	-	-
28	0.879	108	78	5.305	201	128	-	-
29	0.910	110	79	5.465	203	129	-	-
30	0.946	112	80	5.636	204	130	-	-
31	0.973	114	81	5.797	205	131	-	-
32	1.010	116	82	5.962	207	132	-	-
33	1.041	118	83	6.133	207	133	-	-
34	1.083	120	84	6.300	209	134	-	-
35	1.111	122	85	6.462	210	135	-	-
36	1.139	124	86	6.626	213	136	-	-
37	1.169	125	87	6.788	212	137	-	-
38	1.212	127	88	6.961	213	138	-	-
39	1.245	128	89	7.128	217	139	-	-
40	1.326	135	90	7.286	216	140	-	-
41	1.402	136	91	7.460	217	141	-	-
42	1.486	140	92	7.625	218	142	-	-
43	1.560	143	93	7.798	220	143	-	-
44	1.642	146	94	7.959	220	144	-	-
45	1.728	151	95	8.140	221	145	-	-
46	1.817	151	96	8.288	223	146	-	-
47	1.901	154	97	8.448	225	147	-	-
48	1.981	156	98	8.654	225	148	-	-
49	2.069	158	99	8.780	225	149	-	-
50	2.154	160	100	8.951	228	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## PROVA TRIASSIALE UU (ASTM D 2850) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: INTERGEO srl

Pagina 1 di 1

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

SONDAGGIO: S 1

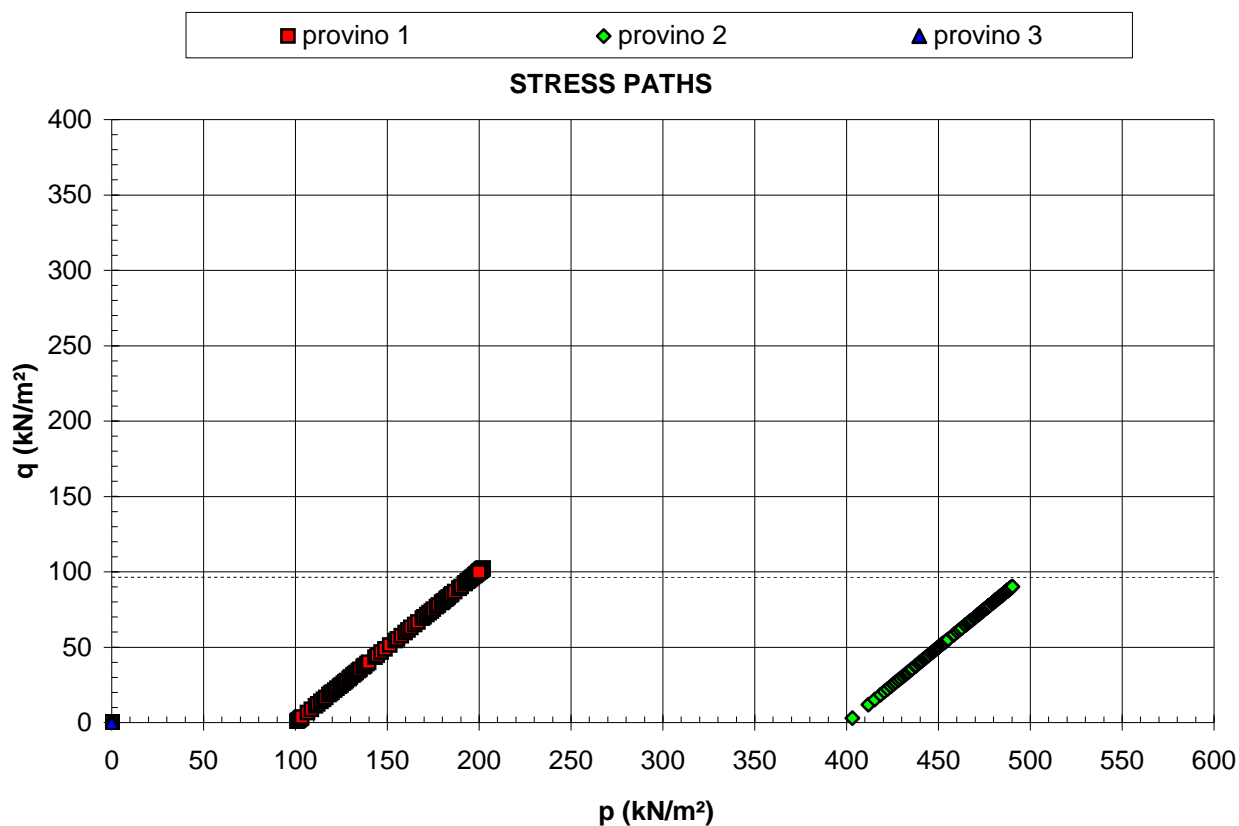
CAMPIONE: C.I. 3

PROFONDITA': da m 20.70 a m 21.30

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

Risultati della regressione lineare	Intercetta sull' asse y	Inclinazione retta
	(kN/m <sup>2</sup> )	(°sess.)
	96.30	0.00

Interpretazione eseguita su due provini, imponendo f=0



NOTE:

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_16/0087-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0087\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio : S1** **Campione : C.I. 3** **Profondità : 20.70 - 21.30 m****DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

**RAPPORTO DI PROVA:** RSP\_16/0087-01

**DATA EMISSIONE:** 10/05/16

Pagina 2 di 2

**CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA**
**ASTM D 3282**
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 3

**PROFONDITA':** 20.70 ÷ 21.30 m

**CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE**

(ASTM D 422)

*profondità* 21.20 ÷ 21.30 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0122-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 100.00

% in peso &lt; 0.425 mm = 99.74

% in peso &lt; 0.075 mm = 98.66

% in peso &lt; 0.002 mm = -

**CONTENUTO IN ACQUA**

(CNR-UNI 10008)

*profondità* 13.37 ÷ 13.47 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0122-04

w = 34.2 %

**LIMITI DI CONSISTENZA**

(ASTM D 4318)

*profondità* 21.20 ÷ 21.30 m

*Rif. Certificato di Prova:* CSP\_16/0122-03

Limite Liquido LL (%) = 51

Limite Plastico LP (%) = 25

Indice Plastico IP (%) = 26

Indice di Liquidità IL = 0.35

Indice di Consistenza IC = 0.65

Attività A = -

**CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282**

Indice di Gruppo = 17

Classificazione = **A 7-6**

nd = non determinabile

np = non plastico

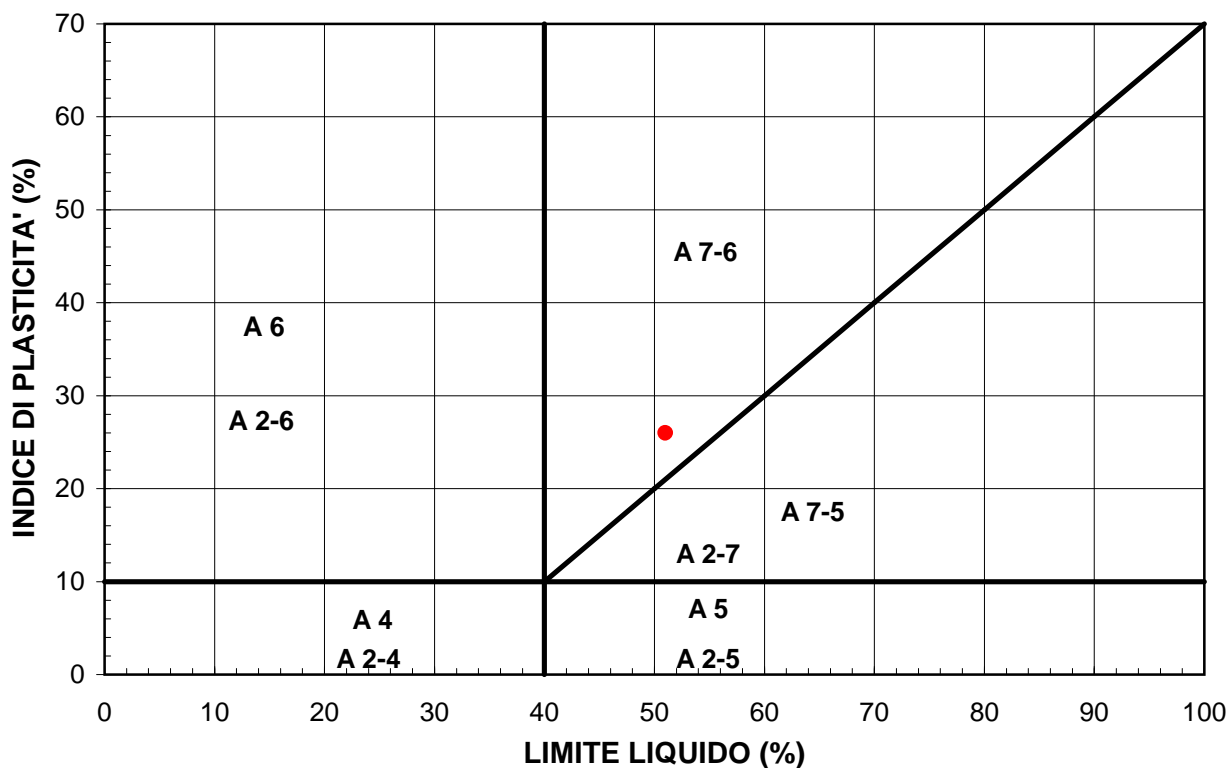
**CARTA DI PLASTICITA'**


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° : CSP 16/0123-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0123 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.I. 4 **Profondità :** 27.00 - 27.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 19/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 19/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0123-01**
**DATA EMISSIONE**
**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE**
**- ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** S1 **CAMPIONE :** C.I. 4 **PROFONDITA' :** 27.00 ÷ 27.70 m

Data descrizione : 19/04/16

Forma del campione :

cilindrica

Qualità del campione (AGI):

**Q.5.**

Dimensioni del campione :

 L = 52 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
27.18	27.20	Campione rimaneggiato.
27.20	27.70	L con A e S con tracce di ghiaia di colore bruno giallastro (10YR 5/6 ). Presenza di veli e concrezioni calcaree, calcinelli, veli e puntature brunastre e nerastre, frustoli, mica. Medio/forte reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :** **A** = Argilla/Argilloso **L** = Limo/Limoso **S** = Sabbia/Sabbioso **T** = Torba/Torboso  
**G** = Ghiaia/Ghiaioso **F** = Fine **M** = Medio **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE		P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)			
27.00				
	27.18 27.20	0.28 ^		CNW, MVT, TUU prov 1
		0.35 ^		
		0.33 ^		CNW, MVT, TUU prov 2, LIM, GRA
		0.38 ^		
		0.32 ^		CNW, MVT, RC
27.70	27.70	0.18 =		

**LEGENDA :** CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° : CSP 16/0123-02****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0123 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/04/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio : S1** **Campione : C.I. 4** **Profondità : 27.00 - 27.70 m****DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 21/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 30/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

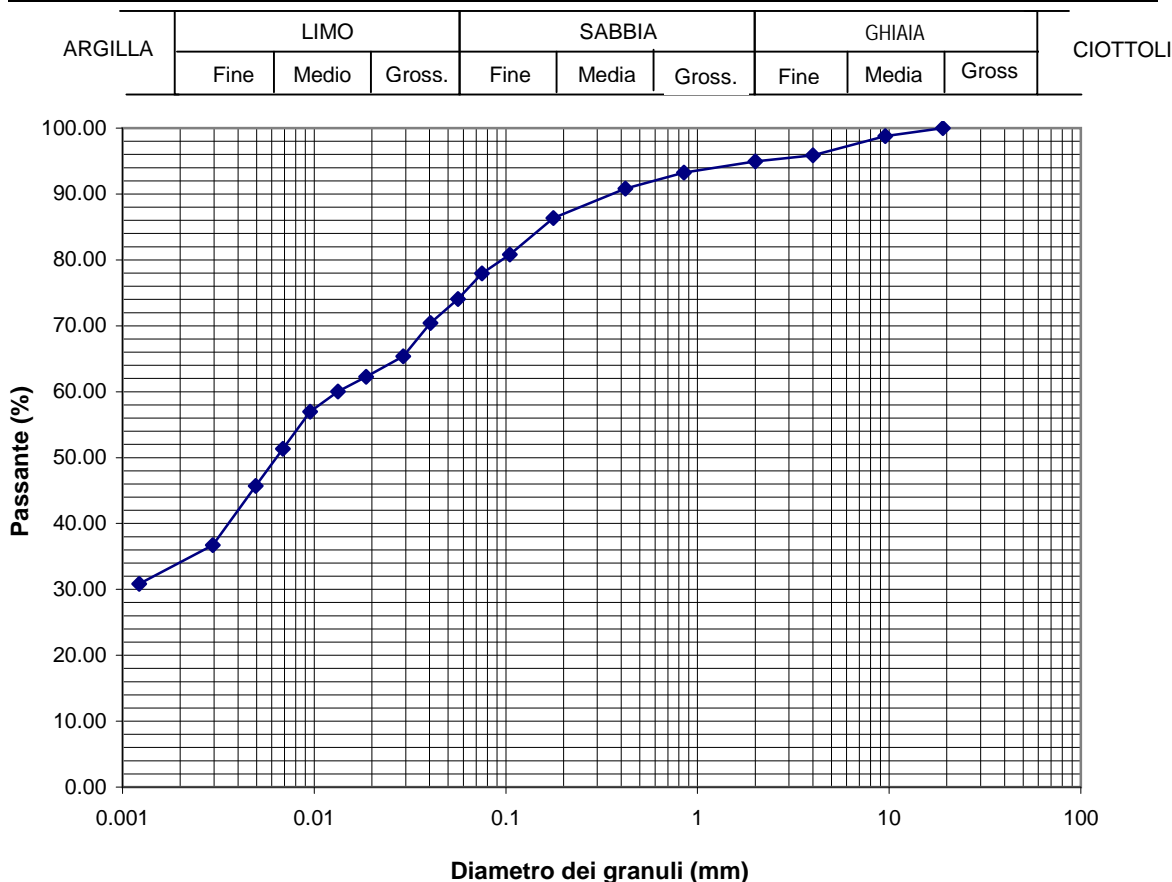


**CERTIFICATO n° CSP 16/0123-02**
**DATA EMISSIONE: 10/04/2016**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO : S1**
**CAMPIONE: C.I. 4**
**PROFONDITA': 27.00 ÷ 27.70 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 422.71 g				massa provino 43.61 g	
profondità provino 27.29 ÷ 27.38 m				profondità provino 27.29 ÷ 27.38 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.750 - assunto	
1 1/2 "	38.1	-	-	Riferimento: - eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	19.05	100.00	0.00	DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm)	
3/8 "	9.525	98.80	1.20	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	95.86	2.94	0.05629	74.08
10	2	94.93	0.93	0.04041	70.43
20	0.85	93.26	1.67	0.02916	65.37
30	0.59	-	-	0.01866	62.28
40	0.42	90.80	2.46	0.01331	60.04
50	0.297	-	-	0.00952	56.95
80	0.177	86.34	4.45	0.00687	51.33
100	0.149	-	-	0.00495	45.71
140	0.105	80.81	5.54	0.00295	36.73
200	0.075	77.93	2.88	0.00122	30.83



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0123-03****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0123 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.I. 4 **Profondità :** 27.00 - 27.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

**DATA INIZIO PROVA:** 04/05/16**DATA TERMINE PROVA:** 05/05/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**

**CSP 16/0123-03**

**DATA EMISSIONE:**

10/05/2016

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA**

**- ASTM D4318 - Metodo A**

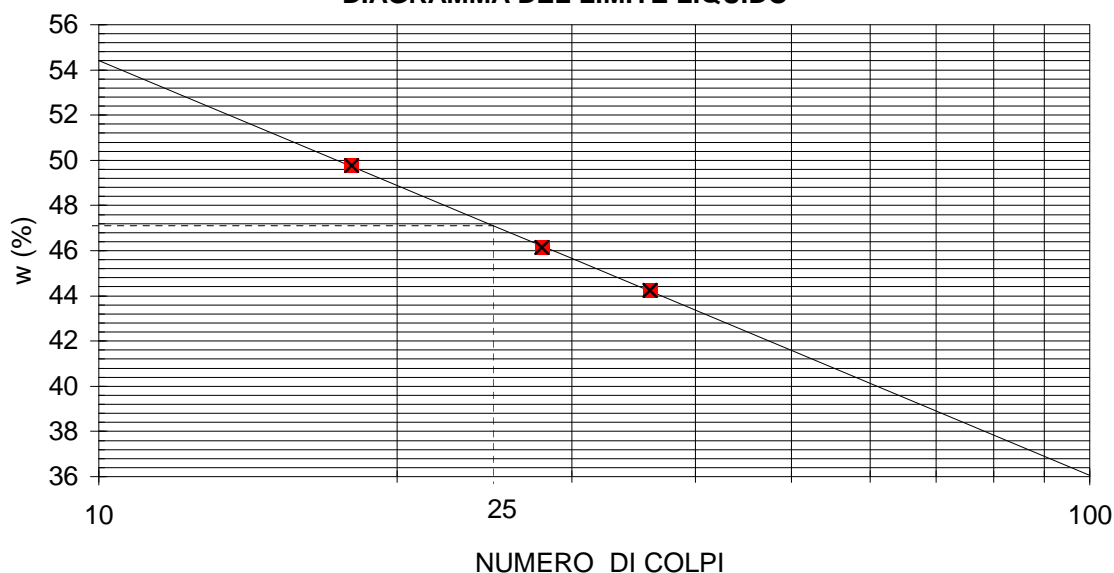
**SONDAGGIO :** S1

**CAMPIONE:** C.I. 4

**PROFONDITA':** 27.00 ÷ 27.70 m

Profondità provino	m	27.29-27.38			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.6314	52.4854	42.8961	-
Numero colpi	-	18	28	36	-
Massa provino umido + tara	g	68.6070	93.6512	81.5245	-
Massa provino secco + tara	g	57.6500	80.6565	69.6741	-
Contenuto in acqua	%	49.8	46.1	44.3	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>47</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.3652	13.4175	-	-
Massa provino umido + tara	g	16.3613	15.7397	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.7755	15.3062	-	-
Contenuto in acqua	%	24.3	23.0	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>24</b>			

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

**$I_P$**

**23**

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0123-04****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0123 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S 1	<b>Campione :</b> C.l. 4	<b>Profondità :</b> 27.00 - 27.70 m
------------------------	--------------------------	-------------------------------------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TUU	Prova triassiale non consolidata non drenata	2	ASTM D 2850

**DATA INIZIO PROVA:** 26/04/16**DATA TERMINE PROVA:** 26/04/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0123-04**

**DATA EMISSIONE:** 10/05/2016

Pagina 2 di 6

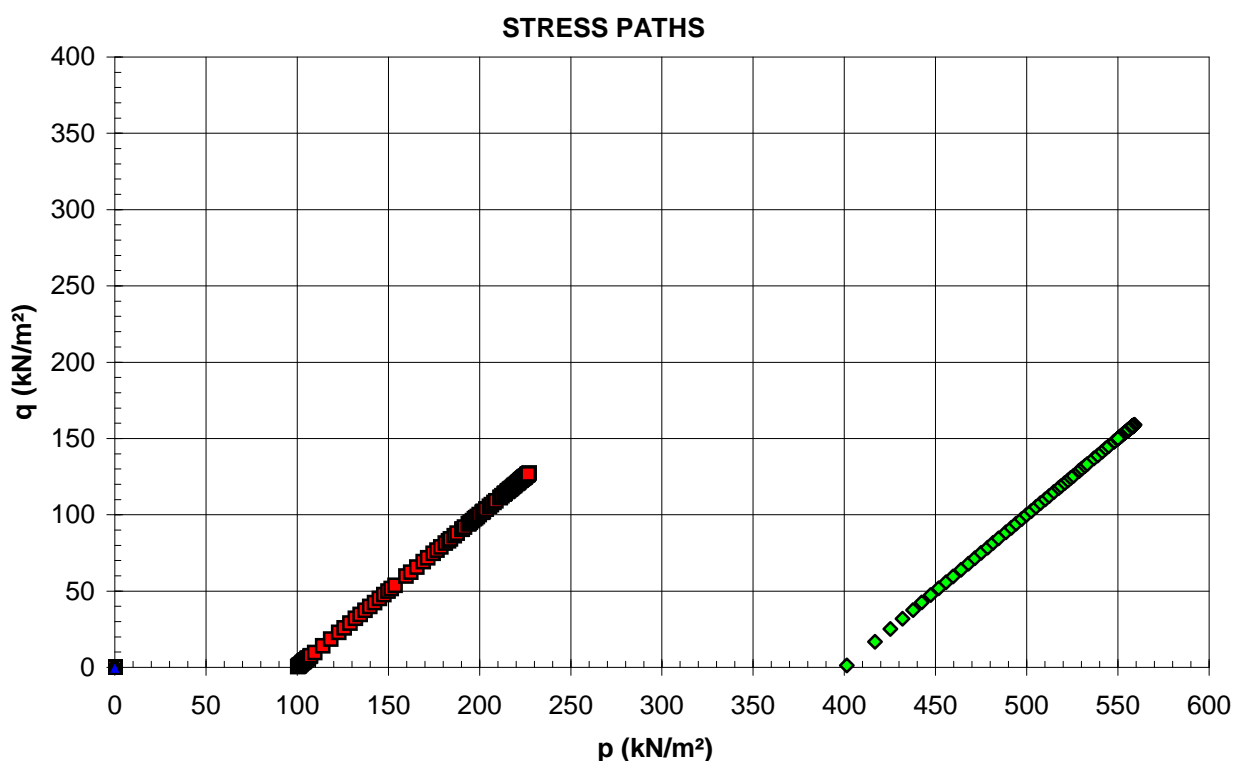
**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO** : S 1 **CAMPIONE** : C.I. 4 **PROFONDITA'**: 27.00 ÷ 27.70 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	27.20	27.29	-	-
Profondità provino	a m	27.29	27.38	-	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato		-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10		-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20		-
$\sigma_3$ (pressione in cella)	kPa	100.00	400.00		-
( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m <sup>2</sup>	254.61	318.14		-
Correzione per filtro e membrana	kN/m <sup>2</sup>	0	0		-
MODALITA' DI ROTTURA					-
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Rappresentazione schematica					

■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

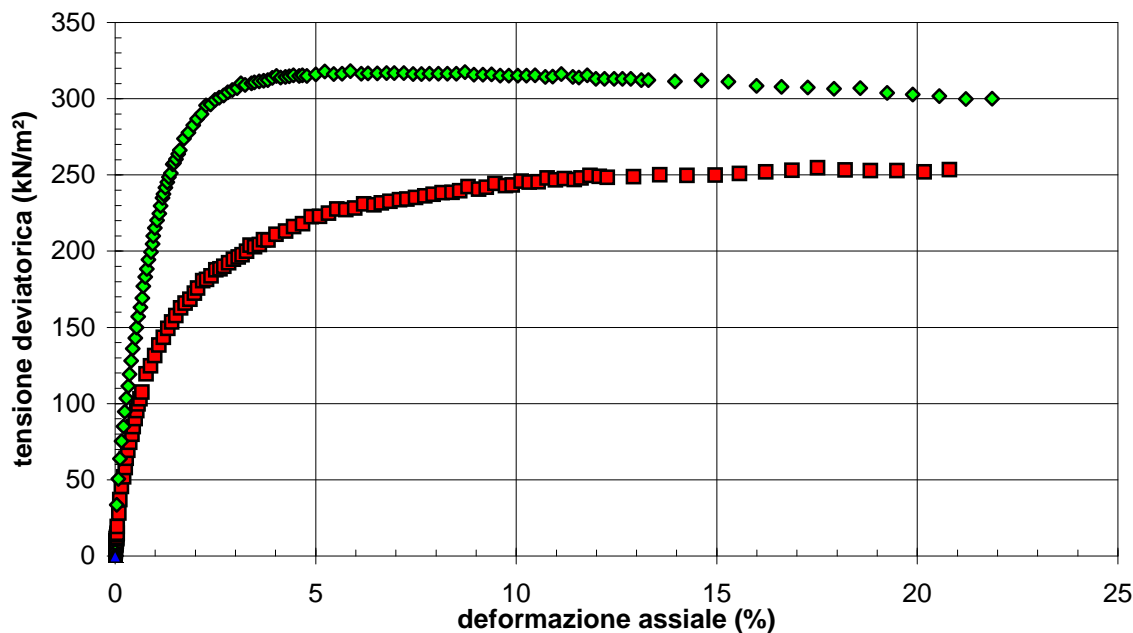
**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

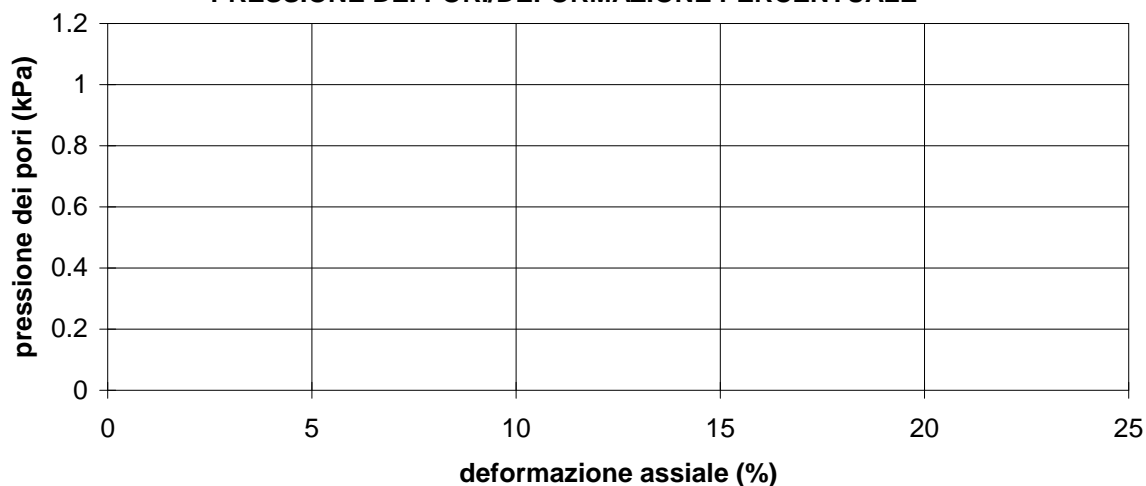
**SONDAGGIO :** S 1 **CAMPIONE :** C.I. 4 **PROFONDITA':** 27.00 ÷ 27.70 m

■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3

**TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE**



**PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE PERCENTUALE**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO :** S 1 **CAMPIONE :** C.I. 4 **PROFONDITA':** 27.00 ÷ 27.70 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	27.20	27.29	-	-
Profondità provino	a m	27.29	27.38	-	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	-	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	-	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	-	-
<b>INIZIO PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume	kN/m³	19.27	19.47	-	-
Riferimento					
Contenuto in acqua iniziale	%	26.14	24.56	-	-
Riferimento					
Peso un. volume secco iniziale	kN/m³	15.28	15.63	-	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	-	-
Riferimento					
Indice dei vuoti iniziale	-	0.763	0.723	-	-
Grado di saturazione iniziale	%	94.08	93.25	-	-
<b>FASE DI SATURAZIONE</b>					
Pressione pori iniziale	kPa			-	-
Valore di B iniziale	-			-	-
Pressione pori a saturazione	kPa			-	-
Pressione in cella finale	kPa			-	-
Valore di B a saturazione	-			-	-
<b>FASE DI COMPRESSIONE</b>					
Pressione in cella	kPa	100	400	-	-
Pressione pori iniziale	kPa	-	-	-	-
$\sigma'_3$	kPa	-	-	-	-
Velocità pressa	mm/min	1.0000	1.0000	-	-
<b>CONDIZIONI A ROTTURA</b>					
Deformaz. assiale percentuale	%	17.52	5.86	-	-
$(\sigma_1 - \sigma_3)$	kN/m²	254.61	318.14	-	-
Correzione per filtro e membrana	kN/m²	0	0	-	-
p a rottura	kN/m²	227.31	559.07	-	-
q a rottura	kN/m²	127.31	159.07	-	-
<b>FINE PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume finale	kN/m³	19.23	19.69	-	-
Contenuto in acqua finale	%	25.36	23.90	-	-
Peso un. volume secco finale	kN/m³	15.34	15.89	-	-
Indice dei vuoti finale	-	0.756	0.694	-	-
Grado di saturazione finale	%	92.13	94.51	-	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**CERTIFICATO n° CSP 16/0123-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 5 di 6

**PROVA TRIASSIALE U.U.**
**ASTM D 2850**
**SONDAGGIO : S 1**
**CAMPIONE: C.I. 4**
**PROFONDITA': 27.00 ÷ 27.70 m**
**PROVINO 1**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.003	1	51	1.505	200	101	8.355	315
2	0.002	2	52	1.567	204	102	8.524	317
3	0.003	2	53	1.666	210	103	8.713	317
4	0.004	3	54	1.735	211	104	8.844	319
5	0.003	3	55	1.823	214	105	9.014	322
6	0.004	4	56	1.912	219	106	9.186	322
7	0.006	5	57	1.991	220	107	9.339	322
8	0.006	6	58	2.066	222	108	9.835	325
9	0.008	7	59	2.158	225	109	10.338	329
10	0.010	8	60	2.244	228	110	10.849	331
11	0.011	8	61	2.338	230	111	11.388	334
12	0.014	9	62	2.412	232	112	11.850	338
13	0.015	9	63	2.494	235	113	12.343	342
14	0.016	10	64	2.565	240	114	12.845	346
15	0.018	11	65	2.649	239	115	13.331	351
16	0.019	11	66	2.740	241	116	13.853	352
17	0.023	11	67	2.816	245	117	14.328	354
18	0.024	13	68	2.902	245	118	14.833	357
19	0.028	13	69	3.056	250	119	15.348	359
20	0.031	13	70	3.235	253	120	15.832	364
21	0.033	14	71	3.387	257	121	-	-
22	0.036	16	72	3.557	260	122	-	-
23	0.041	17	73	3.725	266	123	-	-
24	0.044	22	74	3.880	267	124	-	-
25	0.071	32	75	4.050	270	125	-	-
26	0.092	42	76	4.207	274	126	-	-
27	0.124	52	77	4.379	274	127	-	-
28	0.163	59	78	4.549	276	128	-	-
29	0.195	66	79	4.716	280	129	-	-
30	0.215	73	80	4.914	280	130	-	-
31	0.243	79	81	5.051	282	131	-	-
32	0.281	85	82	5.214	284	132	-	-
33	0.322	91	83	5.400	286	133	-	-
34	0.349	97	84	5.540	287	134	-	-
35	0.384	103	85	5.699	289	135	-	-
36	0.415	109	86	5.881	291	136	-	-
37	0.437	114	87	6.037	293	137	-	-
38	0.474	118	88	6.207	295	138	-	-
39	0.509	123	89	6.396	296	139	-	-
40	0.592	137	90	6.539	298	140	-	-
41	0.672	143	91	6.700	302	141	-	-
42	0.753	151	92	6.900	301	142	-	-
43	0.834	159	93	7.042	303	143	-	-
44	0.914	165	94	7.208	307	144	-	-
45	1.003	172	95	7.411	306	145	-	-
46	1.077	177	96	7.537	307	146	-	-
47	1.156	182	97	7.704	311	147	-	-
48	1.242	188	98	7.860	311	148	-	-
49	1.329	192	99	8.026	312	149	-	-
50	1.421	195	100	8.198	316	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° CSP 16/0123-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 6 di 6

**PROVA TRIASSIALE U.U.**
**ASTM D 2850**
**SONDAGGIO : S 1**
**CAMPIONE: C.I. 4**
**PROFONDITA': 27.00 ÷ 27.70 m**
**PROVINO 2**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.003	3	51	2.214	355	101	9.083	401
2	0.031	38	52	2.303	357	102	9.247	402
3	0.059	57	53	2.376	361	103	9.424	403
4	0.089	72	54	2.456	360	104	9.586	404
5	0.119	85	55	2.575	362	105	9.742	405
6	0.155	96	56	2.633	363	106	9.939	405
7	0.179	107	57	2.721	364	107	10.076	406
8	0.213	117	58	2.805	365	108	10.576	408
9	0.245	126	59	2.882	366	109	11.080	412
10	0.273	135	60	2.968	368	110	11.587	414
11	0.303	145	61	3.047	370	111	12.116	414
12	0.335	154	62	3.125	369	112	12.587	416
13	0.381	162	63	3.216	370	113	13.087	419
14	0.404	170	64	3.289	371	114	13.580	421
15	0.435	178	65	3.370	372	115	14.074	425
16	0.475	185	66	3.477	372	116	14.586	424
17	0.511	192	67	3.540	373	117	15.067	426
18	0.531	201	68	3.624	373	118	15.572	428
19	0.570	208	69	3.793	375	119	16.073	429
20	0.596	214	70	3.960	378	120	16.567	433
21	0.630	221	71	4.129	377	121	-	-
22	0.675	227	72	4.287	378	122	-	-
23	0.706	233	73	4.443	381	123	-	-
24	0.722	239	74	4.652	380	124	-	-
25	0.752	245	75	4.779	381	125	-	-
26	0.794	251	76	4.950	382	126	-	-
27	0.833	256	77	5.128	383	127	-	-
28	0.858	262	78	5.275	384	128	-	-
29	0.893	268	79	5.455	385	129	-	-
30	0.915	271	80	5.627	385	130	-	-
31	0.947	276	81	5.785	386	131	-	-
32	0.987	280	82	5.936	387	132	-	-
33	1.018	284	83	6.106	388	133	-	-
34	1.053	287	84	6.275	389	134	-	-
35	1.091	294	85	6.447	390	135	-	-
36	1.115	295	86	6.610	392	136	-	-
37	1.149	298	87	6.781	391	137	-	-
38	1.190	302	88	6.949	392	138	-	-
39	1.219	305	89	7.112	393	139	-	-
40	1.300	314	90	7.273	393	140	-	-
41	1.386	319	91	7.438	394	141	-	-
42	1.473	325	92	7.606	395	142	-	-
43	1.548	330	93	7.771	396	143	-	-
44	1.633	334	94	7.934	397	144	-	-
45	1.716	341	95	8.124	397	145	-	-
46	1.799	342	96	8.265	398	146	-	-
47	1.884	346	97	8.430	401	147	-	-
48	1.968	348	98	8.647	400	148	-	-
49	2.047	350	99	8.761	400	149	-	-
50	2.129	353	100	8.920	403	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## PROVA TRIASSIALE UU (ASTM D 2850) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: INTERGEO srl

Pagina 1 di 1

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

SONDAGGIO: S 1

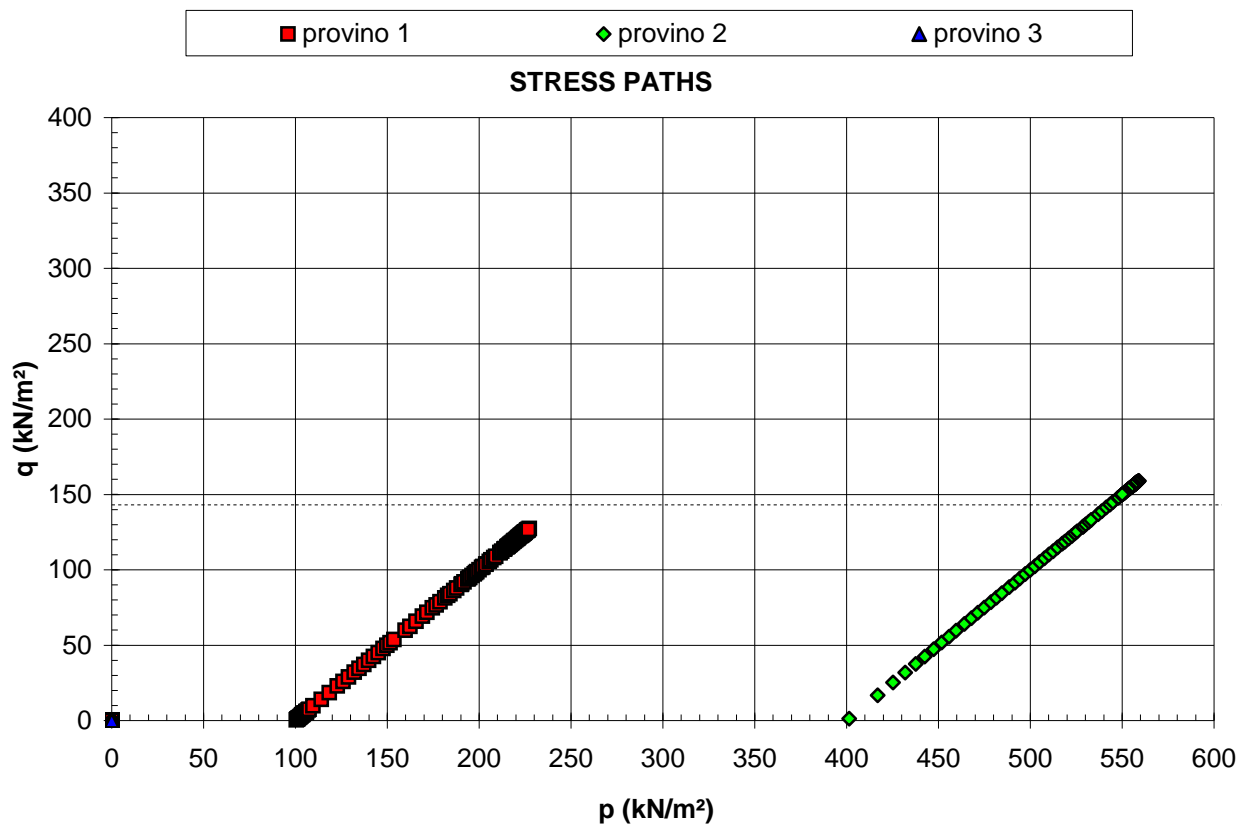
CAMPIONE: C.I. 4

PROFONDITA': da m 27.00 a m 27.70

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

Risultati della regressione lineare	Intercetta sull' asse y	Inclinazione retta
	(kN/m <sup>2</sup> )	(°sess.)
	143.19	0.00

Interpretazione eseguita su due provini, imponendo f=0



NOTE:

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_16/0088-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0088\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio : S1** **Campione : C.I. 4** **Profondità : 27.00 - 27.70 m****DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

RAPPORTO DI PROVA: RSP\_16/0088-01

DATA EMISSIONE: 10/05/16

Pagina 2 di 2

## CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 3282

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE: C.I. 4

PROFONDITA': 27.00 ÷ 27.70 m

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(ASTM D 422)

profondità 27.29 ÷ 27.38 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0123-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 94.93

% in peso &lt; 0.425 mm = 90.80

% in peso &lt; 0.075 mm = 77.93

% in peso &lt; 0.002 mm = -

## CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità 27.29 ÷ 27.38 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0123-04

w = 24.6 %

## LIMITI DI CONSISTENZA

(ASTM D 4318)

profondità 27.29 ÷ 27.38 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0123-03

Limite Liquido LL (%) = 47

Limite Plastico LP (%) = 24

Indice Plastico IP (%) = 23

Indice di Liquidità IL = 0.02

Indice di Consistenza IC = 0.98

Attività A = -

## CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282

Indice di Gruppo = 15

Classificazione = A 7-6

nd = non determinabile

np = non plastico

## CARTA DI PLASTICITA'

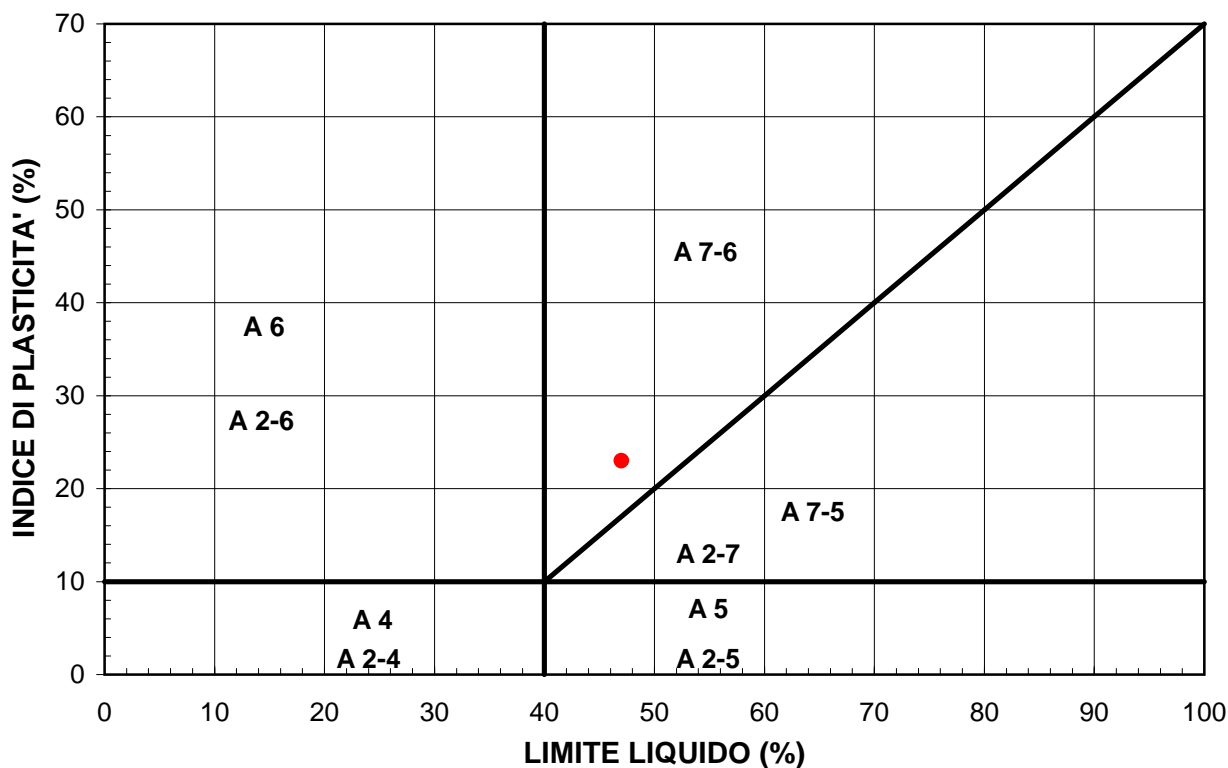


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° : CSP 16/0124-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0124 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 7.80 - 8.40 m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 26/04/2016

DATA TERMINE PROVA: 26/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0124-01**
**DATA EMISSIONE**
**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE**
**- ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE :** C.I. 2 **PROFONDITA' :** 7.80 ÷ 8.40 m

Data descrizione : 26/04/16

Forma del campione :

cilindrica

Qualità del campione (AGI):

**Q.5.**

Dimensioni del campione :

 L = 43 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
7.97	8.00	Campione rimaneggiato.
8.00	8.40	L con A debolmente S, di colore bruno giallastro (10YR 5/6 ). Presenza di veli e concrezioni calcaree, calcinelli, veli e puntature brunastre e nerastre, msacropori, mica. Media reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :** A = Argilla/Argilloso L = Limo/Limoso S = Sabbia/Sabbioso T = Torba/Torboso  
 G = Ghiaia/Ghiaioso F = Fine M = Medio C = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE		P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)			
7.80	7.97 8.00			Campione fratturato a: 8.13 m 8.28 m
				CNW, MVT, TUU prov 1 e 2
				CNW, MVT, TUU prov 3,
8.40	8.40			LIM, GRA

**LEGENDA :** CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
 MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**CERTIFICATO n° : CSP 16/0124-02****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0124 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 7.80 - 8.40	m
-----------------------	--------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 27/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 10/05/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

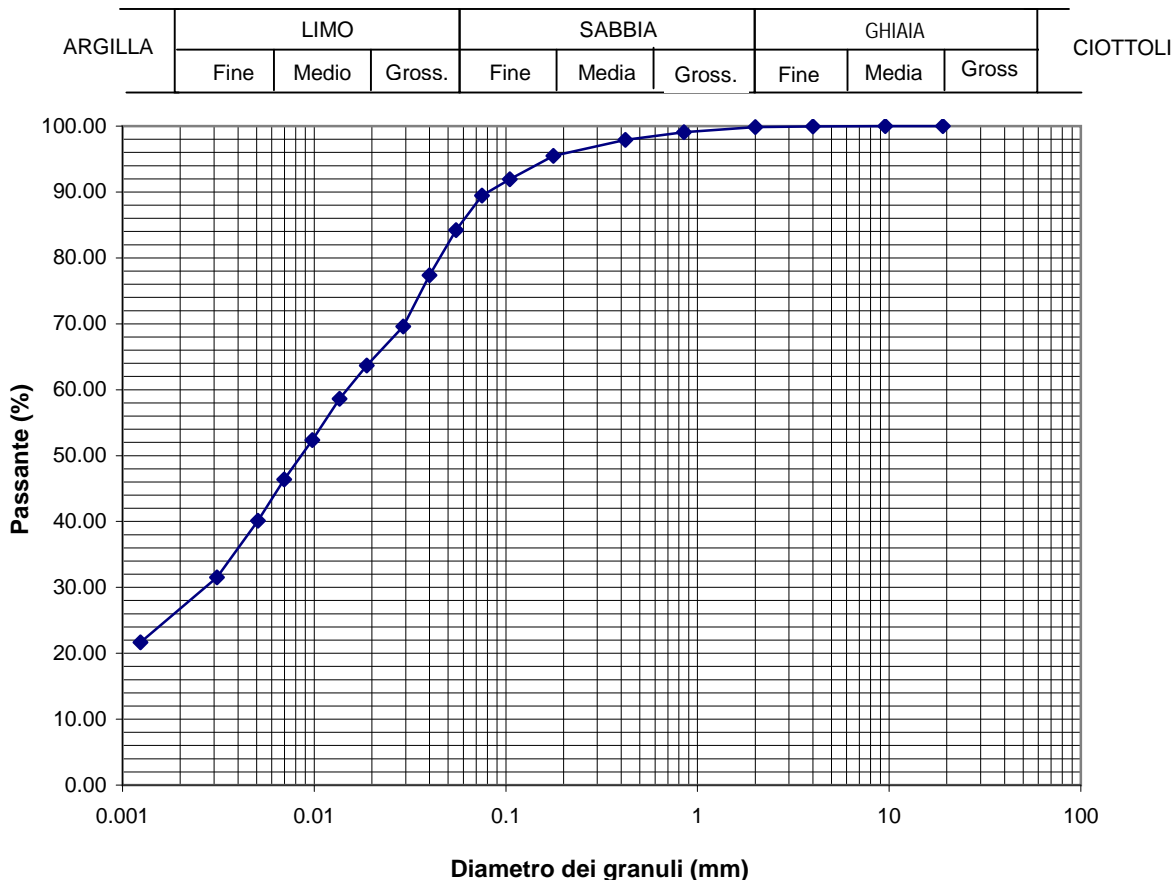
SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0124-02**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO : S2**
**CAMPIONE: C.I. 2**
**PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 351.28 g				massa provino 47.20 g	
profondità provino 8.13 ÷ 8.40 m				profondità provino 8.13 ÷ 8.40 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.750 - assunto	
1 1/2 "	38.1	-	-	Riferimento: - eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	19.05	100.00	0.00	DIAMETRO EQUIVALENTE % IN PESO PIU' FINE DI D	
3/8 "	9.525	100.00	0.00	D (mm)	
5	4	99.95	0.05	0.05501	84.21
10	2	99.84	0.11	0.03999	77.36
20	0.85	99.07	0.77	0.02913	69.62
30	0.59	-	-	0.01883	63.66
40	0.42	97.93	1.13	0.01355	58.60
50	0.297	-	-	0.00978	52.35
80	0.177	95.49	2.45	0.00697	46.39
100	0.149	-	-	0.00508	40.14
140	0.105	91.92	3.57	0.00310	31.50
200	0.075	89.44	2.48	0.00124	21.68



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0124-03****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0124 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 7.80 - 8.40	m
-----------------------	--------------------------	---------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

DATA INIZIO PROVA: 04/05/16

DATA TERMINE PROVA: 05/05/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**

**CSP 16/0124-03**

**DATA EMISSIONE:**

**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - ASTM D4318 - Metodo A**

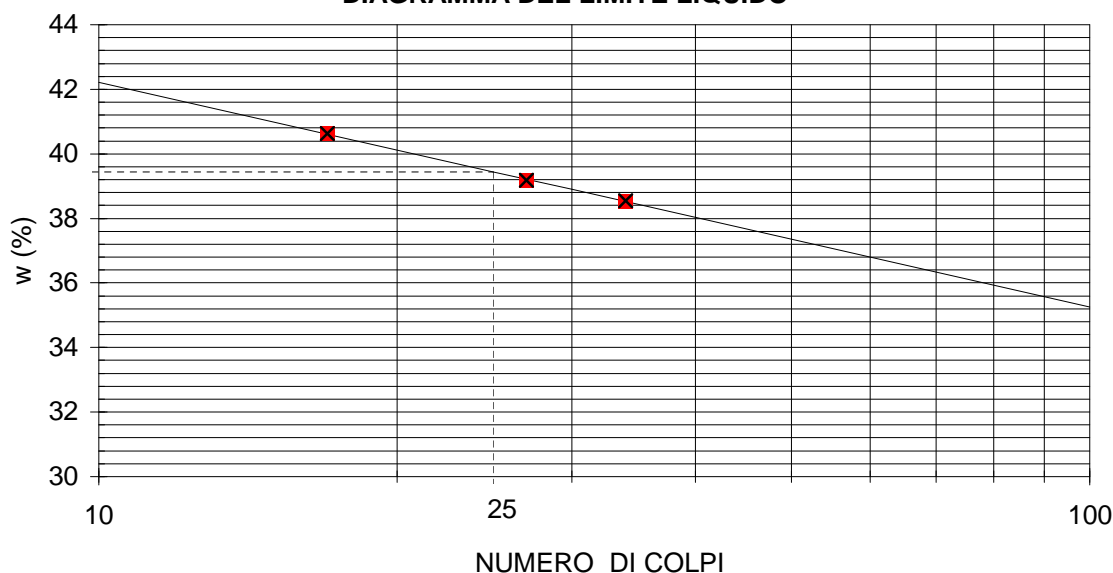
**SONDAGGIO :** S2

**CAMPIONE:** C.I. 2

**PROFONDITA':** 7.80 ÷ 8.40 m

Profondità provino	m	8.13-8.40			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	36.5701	46.3371	41.5043	-
Numero colpi	-	17	34	27	-
Massa provino umido + tara	g	63.3107	80.3400	78.9802	-
Massa provino secco + tara	g	55.5850	70.8799	68.4318	-
Contenuto in acqua	%	40.6	38.5	39.2	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>39</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.917	14.0302	-	-
Massa provino umido + tara	g	16.5584	16.4649	-	-
Massa provino secco + tara	g	16.0750	16.0334	-	-
Contenuto in acqua	%	22.4	21.5	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>22</b>			

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

**$I_P$**

**17**

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0124-04****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0124 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :**

10/05/2016

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S 2	<b>Campione :</b> C.I. 2	<b>Profondità :</b> 7.80 - 8.40 m
------------------------	--------------------------	-----------------------------------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da Committente**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TUU	Prova triassiale non consolidata non drenata	3	ASTM D 2850

DATA INIZIO PROVA: 27/04/16

DATA TERMINE PROVA: 27/04/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0124-04**

**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 2 di 7

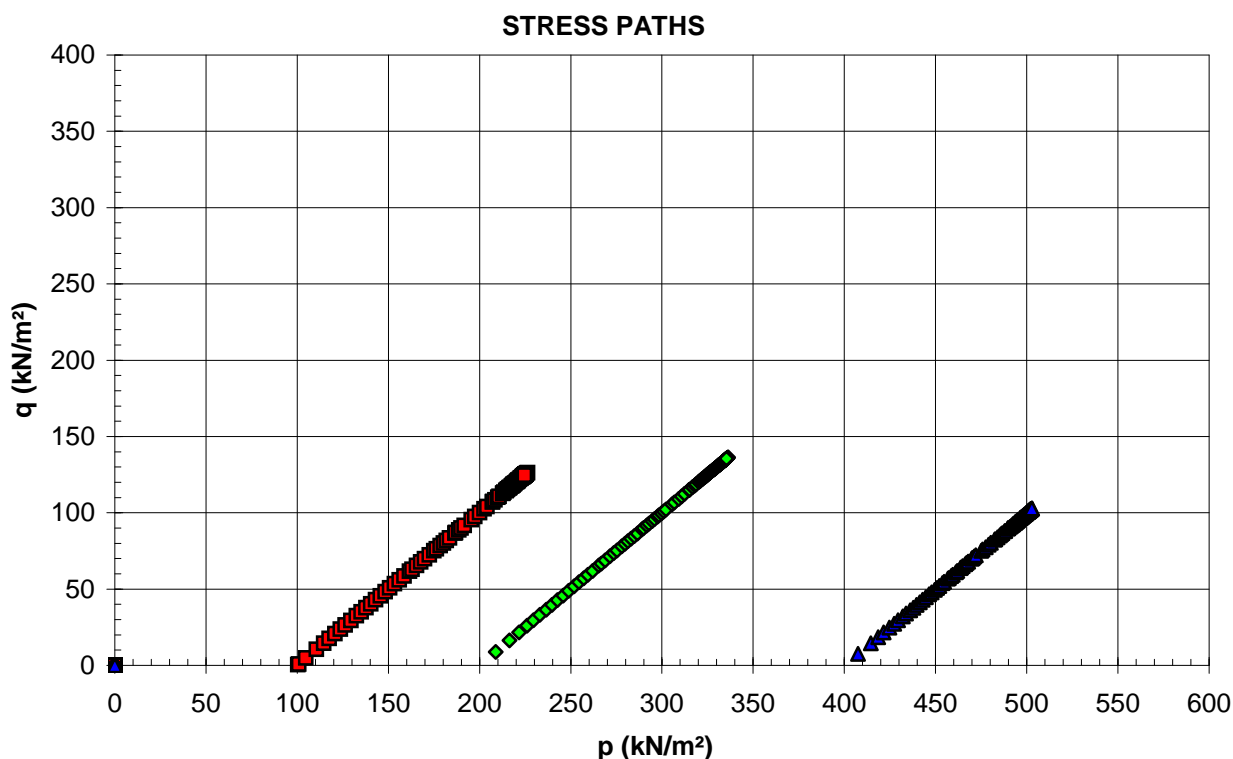
**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO : S 2      CAMPIONE : C.I. 2      PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	8.13	8.13	8.25	-
Profondità provino	a m	8.25	8.25	8.36	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma_3$ (pressione in cella)	kPa	100.00	200.00	400.00	-
( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m <sup>2</sup>	252.62	272.62	205.76	-
Correzione per filtro e membrana	kN/m <sup>2</sup>	0	0	0	-
MODALITA' DI ROTTURA					-
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Rappresentazione schematica					

■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

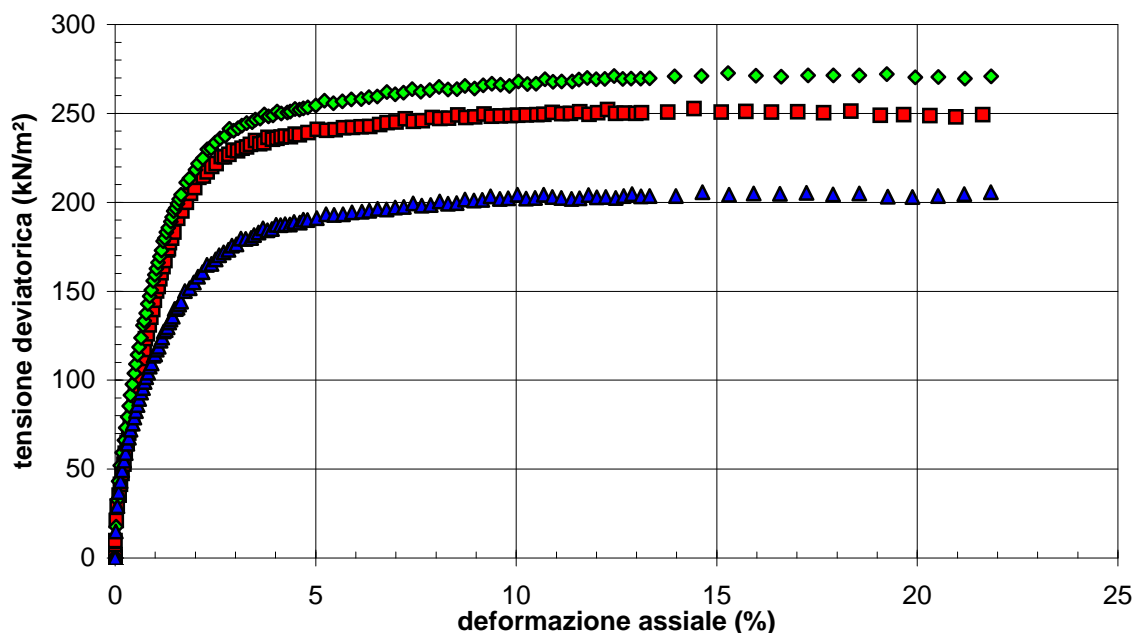
**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

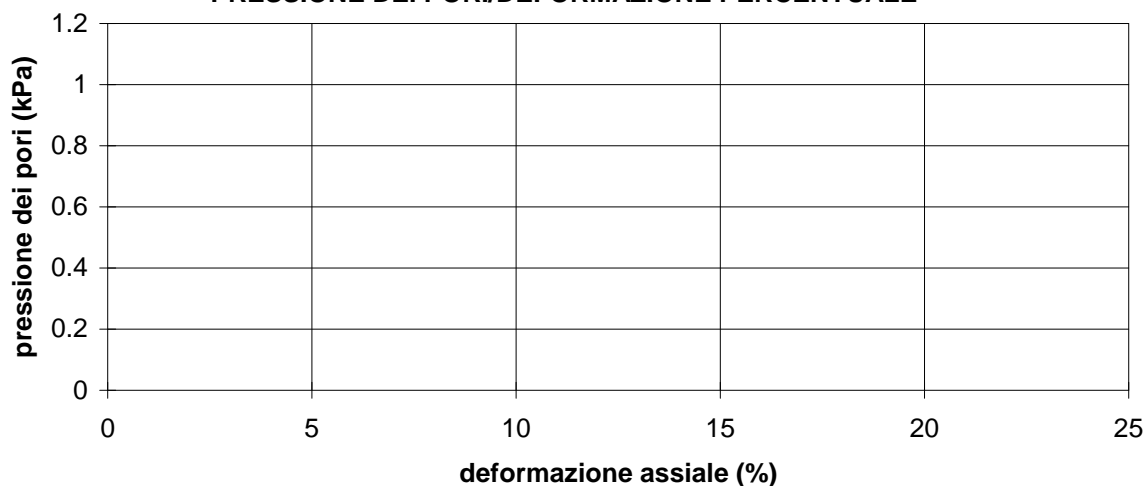
**SONDAGGIO :** S 2 **CAMPIONE :** C.I. 2 **PROFONDITA':** 7.80 ÷ 8.40 m

■ provino 1      ◆ provino 2      ▲ provino 3

**TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE**



**PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE PERCENTUALE**



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**PROVA TRIASSIALE U.U.**

**ASTM D 2850**

**SONDAGGIO : S 2 CAMPIONE : C.I. 2 PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	8.13	8.13	8.25	-
Profondità provino	a m	8.25	8.25	8.36	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
<b>INIZIO PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume	kN/m³	19.19	19.34	19.35	-
Riferimento					
Contenuto in acqua iniziale	%	22.46	22.60	23.27	-
Riferimento					
Peso un. volume secco iniziale	kN/m³	15.67	15.77	15.70	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	2.75	-
Riferimento					
Indice dei vuoti iniziale	-	0.718	0.707	0.715	-
Grado di saturazione iniziale	%	85.87	87.79	89.37	-
<b>FASE DI SATURAZIONE</b>					
Pressione pori iniziale	kPa				-
Valore di B iniziale	-				-
Pressione pori a saturazione	kPa				-
Pressione in cella finale	kPa				-
Valore di B a saturazione	-				-
<b>FASE DI COMPRESSIONE</b>					
Pressione in cella	kPa	100	200	400	-
Pressione pori iniziale	kPa	-	-	-	-
$\sigma'_3$	kPa	-	-	-	-
Velocità pressa	mm/min	1.0000	1.0000	1.0000	-
<b>CONDIZIONI A ROTTURA</b>					
Deformaz. assiale percentuale	%	14.44	15.28	14.64	-
$(\sigma_1 - \sigma_3)$	kN/m²	252.62	272.62	205.76	-
Correzione per filtro e membrana	kN/m²	0	0	0	-
p a rottura	kN/m²	226.31	336.31	502.88	-
q a rottura	kN/m²	126.31	136.31	102.88	-
<b>FINE PROVA</b>					
Peso dell'unità di volume finale	kN/m³	19.25	19.48	19.49	-
Contenuto in acqua finale	%	21.94	22.06	22.87	-
Peso un. volume secco finale	kN/m³	15.78	15.96	15.86	-
Indice dei vuoti finale	-	0.706	0.687	0.698	-
Grado di saturazione finale	%	85.33	88.18	90.00	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

**CERTIFICATO n° CSP 16/0124-04****DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 5 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.****ASTM D 2850****SONDAGGIO : S 2      CAMPIONE: C.I. 2      PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m****PROVINO 1**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	-	-	51	2.072	263	101	8.981	321
2	-0.001	1	52	2.159	265	102	9.148	323
3	-0.002	2	53	2.237	268	103	9.333	326
4	-	-	54	2.324	268	104	9.485	324
5	0.024	24	55	2.408	270	105	9.649	325
6	0.045	33	56	2.491	271	106	9.868	326
7	0.076	40	57	2.568	273	107	9.978	327
8	0.106	47	58	2.660	276	108	10.476	330
9	0.133	54	59	2.739	274	109	10.976	335
10	0.172	60	60	2.819	275	110	11.490	335
11	0.196	67	61	2.899	279	111	11.954	338
12	0.229	74	62	2.985	278	112	12.441	340
13	0.263	80	63	3.068	279	113	12.937	343
14	0.290	86	64	3.146	280	114	13.431	345
15	0.331	92	65	3.227	281	115	13.944	349
16	0.361	98	66	3.322	281	116	14.503	349
17	0.391	104	67	3.413	283	117	14.948	352
18	0.422	110	68	3.494	283	118	15.441	354
19	0.447	116	69	3.658	285	119	15.938	356
20	0.486	122	70	3.836	288	120	16.446	361
21	0.514	128	71	4.007	288	121	-	-
22	0.553	134	72	4.176	289	122	-	-
23	0.578	141	73	4.332	291	123	-	-
24	0.614	144	74	4.500	292	124	-	-
25	0.648	150	75	4.664	293	125	-	-
26	0.679	155	76	4.830	294	126	-	-
27	0.715	160	77	5.014	296	127	-	-
28	0.748	166	78	5.153	298	128	-	-
29	0.790	172	79	5.324	299	129	-	-
30	0.816	175	80	5.503	302	130	-	-
31	0.847	180	81	5.655	301	131	-	-
32	0.875	184	82	5.826	302	132	-	-
33	0.908	188	83	6.010	305	133	-	-
34	0.948	192	84	6.157	305	134	-	-
35	0.997	199	85	6.320	306	135	-	-
36	1.013	200	86	6.494	309	136	-	-
37	1.032	204	87	6.651	308	137	-	-
38	1.073	207	88	6.817	309	138	-	-
39	1.114	211	89	6.997	312	139	-	-
40	1.186	220	90	7.133	311	140	-	-
41	1.268	225	91	7.305	312	141	-	-
42	1.351	231	92	7.490	313	142	-	-
43	1.430	237	93	7.632	314	143	-	-
44	1.510	241	94	7.795	315	144	-	-
45	1.591	248	95	7.992	316	145	-	-
46	1.675	249	96	8.130	317	146	-	-
47	1.749	252	97	8.289	319	147	-	-
48	1.834	256	98	8.468	319	148	-	-
49	1.916	258	99	8.634	320	149	-	-
50	2.013	263	100	8.808	322	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° CSP 16/0124-04****DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 6 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.****ASTM D 2850****SONDAGGIO : S 2      CAMPIONE: C.I. 2      PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m****PROVINO 2**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.019	20	51	2.238	280	101	9.104	346
2	0.042	37	52	2.324	282	102	9.267	347
3	0.069	49	53	2.400	284	103	9.440	350
4	0.095	59	54	2.487	286	104	9.606	349
5	0.132	67	55	2.592	287	105	9.766	350
6	0.173	75	56	2.652	289	106	9.946	351
7	0.201	83	57	2.741	290	107	10.114	352
8	0.234	90	58	2.822	293	108	10.586	356
9	0.265	97	59	2.900	292	109	11.097	359
10	0.289	104	60	2.987	293	110	11.600	364
11	0.328	111	61	3.063	296	111	12.124	365
12	0.366	118	62	3.143	295	112	12.601	367
13	0.392	124	63	3.261	296	113	13.113	371
14	0.426	130	64	3.312	297	114	13.594	374
15	0.454	135	65	3.402	299	115	14.083	377
16	0.488	141	66	3.488	299	116	14.602	381
17	0.525	149	67	3.564	300	117	15.143	382
18	0.552	152	68	3.645	301	118	15.580	385
19	0.589	157	69	3.800	303	119	16.080	387
20	0.616	163	70	3.960	307	120	16.580	392
21	0.652	168	71	4.130	306	121	-	-
22	0.684	172	72	4.299	308	122	-	-
23	0.719	178	73	4.468	310	123	-	-
24	0.751	182	74	4.655	311	124	-	-
25	0.782	186	75	4.805	313	125	-	-
26	0.814	190	76	4.962	314	126	-	-
27	0.845	194	77	5.143	318	127	-	-
28	0.877	198	78	5.300	317	128	-	-
29	0.909	204	79	5.457	319	129	-	-
30	0.937	206	80	5.623	322	130	-	-
31	0.968	210	81	5.787	321	131	-	-
32	1.007	213	82	5.953	323	132	-	-
33	1.051	217	83	6.129	326	133	-	-
34	1.078	220	84	6.300	325	134	-	-
35	1.111	224	85	6.469	326	135	-	-
36	1.147	226	86	6.621	329	136	-	-
37	1.181	229	87	6.803	328	137	-	-
38	1.214	232	88	6.964	331	138	-	-
39	1.248	235	89	7.130	333	139	-	-
40	1.343	243	90	7.290	333	140	-	-
41	1.404	246	91	7.464	333	141	-	-
42	1.522	252	92	7.630	337	142	-	-
43	1.571	256	93	7.798	336	143	-	-
44	1.659	260	94	7.966	337	144	-	-
45	1.745	266	95	8.136	341	145	-	-
46	1.818	267	96	8.286	340	146	-	-
47	1.898	271	97	8.448	341	147	-	-
48	1.986	274	98	8.649	342	148	-	-
49	2.081	276	99	8.774	344	149	-	-
50	2.164	281	100	8.936	346	150	-	-

È VIETATA LA RIPRODUZIONE TOTALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° CSP 16/0124-04****DATA EMISSIONE:** 10/05/2016

Pagina 7 di 7

**PROVA TRIASSIALE U.U.****ASTM D 2850****SONDAGGIO : S 2      CAMPIONE: C.I. 2      PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m****PROVINO 3**

lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)	lettura n°	DH (mm)	Carico (N)
1	0.015	17	51	2.215	205	101	9.122	261
2	0.042	33	52	2.299	206	102	9.293	262
3	0.069	42	53	2.381	210	103	9.476	262
4	0.105	49	54	2.470	210	104	9.632	264
5	0.133	56	55	2.573	211	105	9.789	266
6	0.171	62	56	2.633	213	106	9.959	265
7	0.198	67	57	2.718	215	107	10.122	266
8	0.231	73	58	2.799	218	108	10.616	268
9	0.263	77	59	2.887	217	109	11.119	273
10	0.291	82	60	2.967	218	110	11.621	273
11	0.335	86	61	3.051	221	111	12.090	276
12	0.363	90	62	3.135	221	112	12.585	278
13	0.392	94	63	3.218	222	113	13.093	281
14	0.426	98	64	3.308	222	114	13.594	282
15	0.453	102	65	3.389	224	115	14.090	285
16	0.493	106	66	3.497	224	116	14.631	285
17	0.529	109	67	3.563	226	117	15.098	287
18	0.559	113	68	3.644	226	118	15.583	290
19	0.585	116	69	3.820	228	119	16.080	294
20	0.622	119	70	3.993	231	120	16.581	298
21	0.654	123	71	4.145	231	121	-	-
22	0.689	125	72	4.317	232	122	-	-
23	0.726	130	73	4.482	234	123	-	-
24	0.759	131	74	4.670	235	124	-	-
25	0.789	134	75	4.809	236	125	-	-
26	0.825	136	76	4.971	238	126	-	-
27	0.859	140	77	5.141	238	127	-	-
28	0.891	142	78	5.305	240	128	-	-
29	0.920	146	79	5.466	241	129	-	-
30	0.957	147	80	5.643	244	130	-	-
31	0.995	149	81	5.808	243	131	-	-
32	1.025	152	82	5.976	244	132	-	-
33	1.050	154	83	6.143	247	133	-	-
34	1.091	156	84	6.300	246	134	-	-
35	1.125	161	85	6.467	247	135	-	-
36	1.152	161	86	6.623	250	136	-	-
37	1.182	162	87	6.791	250	137	-	-
38	1.215	164	88	6.950	251	138	-	-
39	1.246	166	89	7.110	254	139	-	-
40	1.322	173	90	7.284	253	140	-	-
41	1.410	175	91	7.445	254	141	-	-
42	1.489	179	92	7.616	257	142	-	-
43	1.572	183	93	7.779	255	143	-	-
44	1.657	186	94	7.949	256	144	-	-
45	1.741	191	95	8.116	259	145	-	-
46	1.824	192	96	8.279	258	146	-	-
47	1.901	195	97	8.451	258	147	-	-
48	1.971	198	98	8.642	258	148	-	-
49	2.057	200	99	8.791	259	149	-	-
50	2.143	202	100	8.962	262	150	-	-

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## PROVA TRIASSIALE UU (ASTM D 2850) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: INTERGEO srl

Pagina 1 di 1

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

SONDAGGIO: S 2

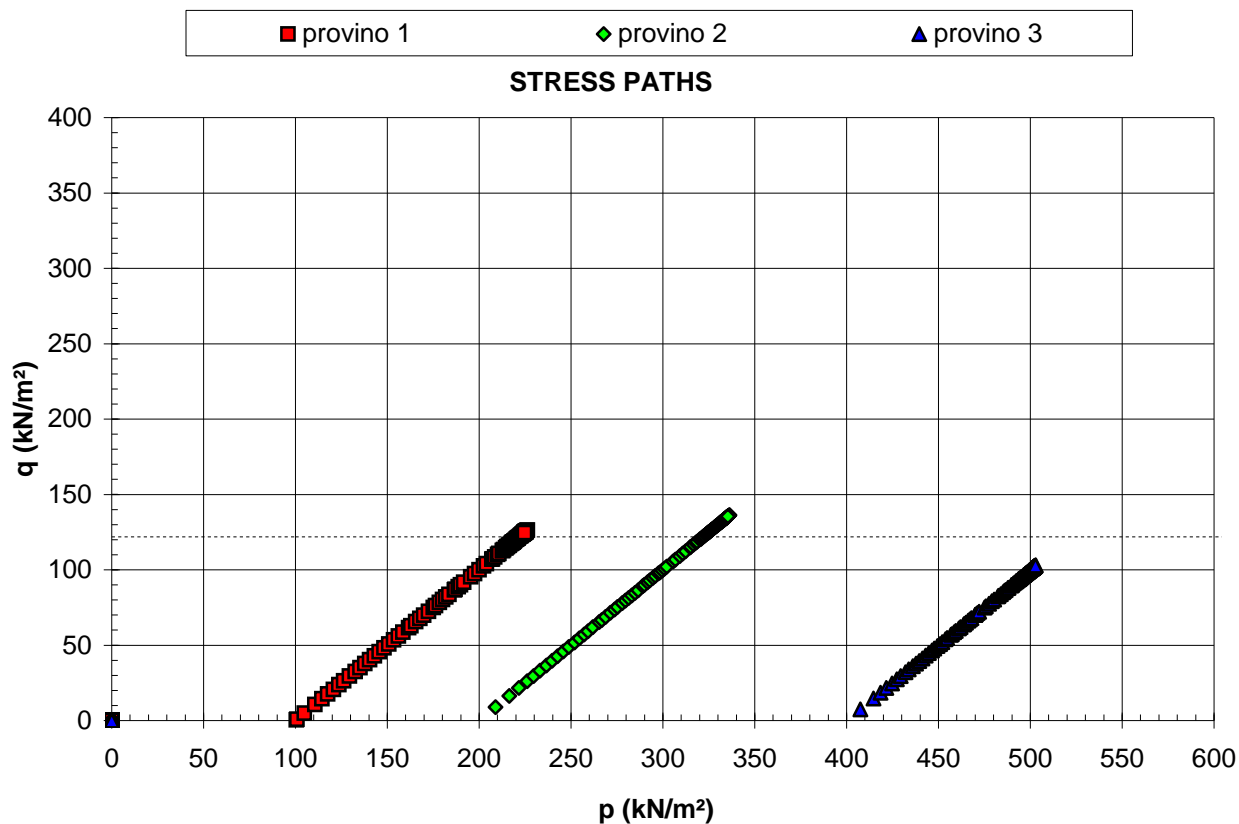
CAMPIONE: C.I. 2

PROFONDITA': da m 7.80 a m 8.40

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

Risultati della regressione lineare	Intercetta sull' asse y	Inclinazione retta
	(kN/m <sup>2</sup> )	(°sess.)
	121.83	0.00

Interpretazione eseguita su tre provini, imponendo f=0



NOTE:

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_16/0089-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0089\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio : S2** **Campione : C.I. 2** **Profondità : 7.80 - 8.40 m****DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

RAPPORTO DI PROVA: RSP\_16/0089-01

DATA EMISSIONE: 10/05/16

Pagina 2 di 2

## CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 3282

SONDAGGIO : S2

CAMPIONE: C.I. 2

PROFONDITA': 7.80 ÷ 8.40 m

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(ASTM D 422)

profondità 8.13 ÷ 8.40 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0124-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 99.84

% in peso &lt; 0.425 mm = 97.93

% in peso &lt; 0.075 mm = 89.44

% in peso &lt; 0.002 mm = -

## CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità 8.25 ÷ 8.36 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0124-04

w = 23.3 %

## LIMITI DI CONSISTENZA

(ASTM D 4318)

profondità 8.13 ÷ 8.40 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0124-03

Limite Liquido LL (%) = 39

Limite Plastico LP (%) = 22

Indice Plastico IP (%) = 17

Indice di Liquidità IL = 0.07

Indice di Consistenza IC = 0.93

Attività A = -

## CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282

Indice di Gruppo = 11

Classificazione = A 6

nd = non determinabile

np = non plastico

## CARTA DI PLASTICITA'

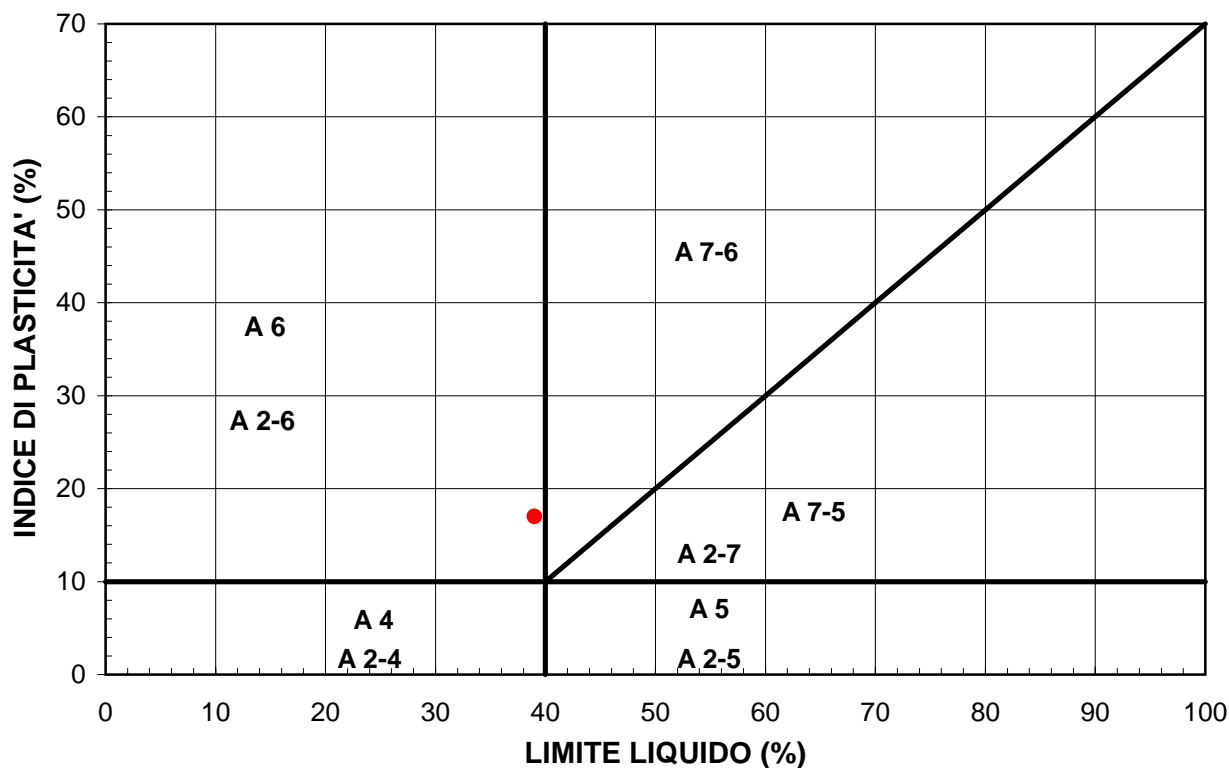


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore



**CERTIFICATO n° : CSP 16/0125-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0125 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016 **DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> C.I. 3	<b>Profondità :</b> 18.00 - 18.70 m
-----------------------	--------------------------	-------------------------------------

**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

**DATA INIZIO PROVA:** 19/04/2016**DATA TERMINE PROVA:** 19/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0125-01**
**DATA EMISSIONE**
**10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE**
**- ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** S2 **CAMPIONE :** C.I. 3 **PROFONDITA' :** 18.00 ÷ 18.70 m

Data descrizione : 19/04/16

Forma del campione :

cilindrica

Qualità del campione (AGI):

**Q.5.**

Dimensioni del campione :

L = 58 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
18.12	18.18	Campione rimaneggiato.
18.18	18.40	L A, di colore bruno giallastro (10YR 5/6 ). Presenza di veli e concrezioni calcaree, veli e puntature brunastre e nerastre, calcinelli, mica. Medio/forte reazione a contatto con HCl 5%.
18.40	18.70	L con A con tracce di S, di colore bruno giallastro (10YR 5/6 ). Presenza di veli e concrezioni calcaree, veli e puntature brunastre e nerastre, calcinelli, mica. Medio/forte reazione a contatto con HCl 5%.

**LEGENDA :** A = Argilla/Argilloso L = Limo/Limoso S = Sabbia/Sabbioso T = Torba/Torboso  
G = Ghiaia/Ghiaioso F = Fine M = Medio C = Grossolano  
Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
^ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE		P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)			
18.00	18.12			CNW, MVT, RC
	18.18			
	18.40			
				CNW, MVT, TUU prov 1
				CNW, MVT, TUU prov 2 e 3,
18.70	18.70			LIM, GRA

**LEGENDA :** CNW = contenuto in acqua il significato degli altri codici, è riportato sulla prima pagina dei certificati di prova  
MVT = massa volumica

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

## CERTIFICATO n° :

## CSP 16/0125-02

**COMMESSA :** 16/049

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**16/0125 CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl

**COMMITTENTE :** INTERGEO srl

**LOCALITA' :** PARMA (PR)

**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016

**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> C.I. 3	<b>Profondità :</b> 18.00 - 18.70	m
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	---

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

### IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

**DATA INIZIO PROVA:** 21/04/2016

**DATA TERMINE PROVA:** 30/04/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

 SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

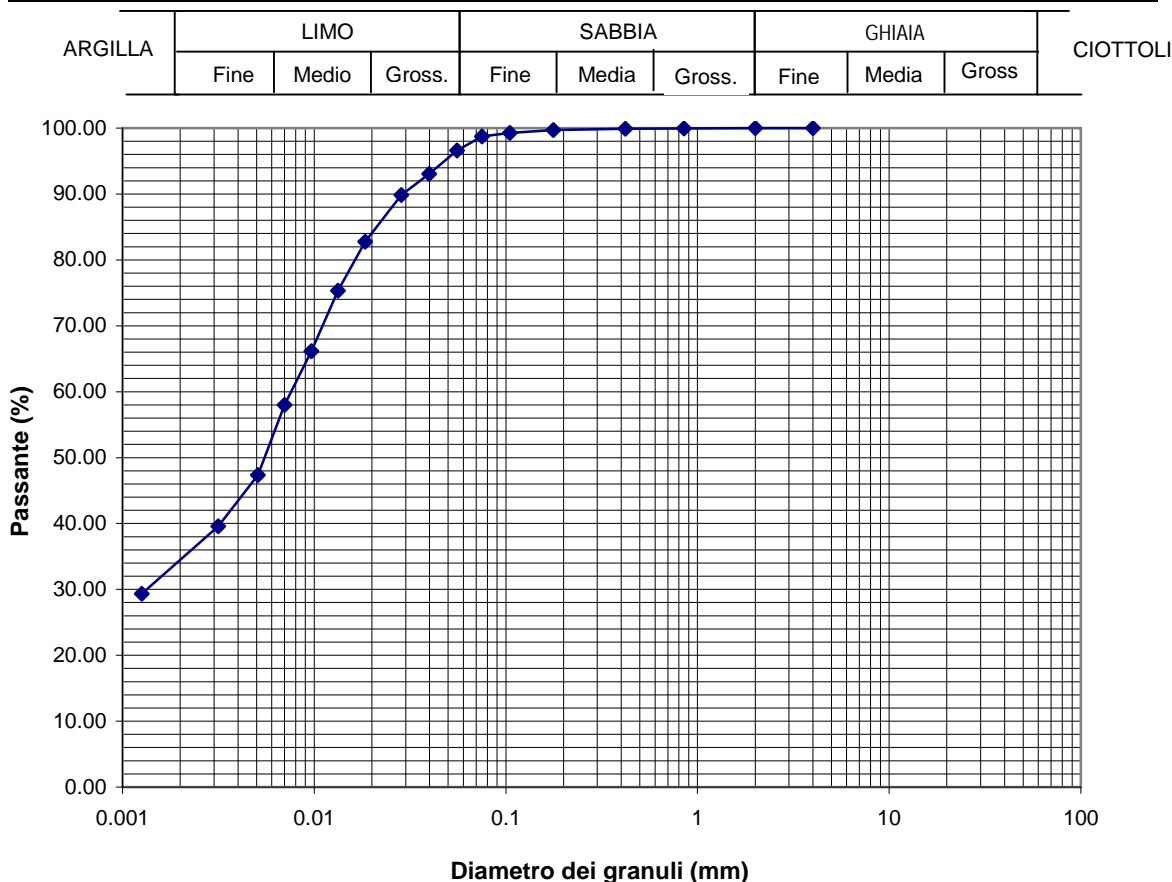
 Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0125-02**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO : S2**
**CAMPIONE: C.I. 3**
**PROFONDITA': 18.00 ÷ 18.70 m**

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino - 388.04 g				massa provino 43.83 g	
profondità provino 18.52 ÷ 18.70 m				profondità provino 18.52 ÷ 18.70 m	
VAGLI	APERTURA mm	PASSANTE % in peso	TRATTENUTO % in peso	G <sub>s</sub> 2.750 - assunto	
1 1/2 "	38.1	-	-	Riferimento: - eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	19.05	-	-	DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm)	
3/8 "	9.525	-	-	% IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	100.00	0.00	0.05569	96.59
10	2	100.00	0.00	0.03985	93.05
20	0.85	99.95	0.05	0.02848	89.86
30	0.59	-	-	0.01842	82.78
40	0.42	99.88	0.06	0.01333	75.35
50	0.297	-	-	0.00968	66.14
80	0.177	99.72	0.16	0.00700	58.00
100	0.149	-	-	0.00509	47.38
140	0.105	99.29	0.42	0.00316	39.59
200	0.075	98.76	0.54	0.00126	29.32



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 16/0125-03****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0125 CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S2 **Campione :** C.I. 3 **Profondità :** 18.00 - 18.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	ASTM D 4318

**DATA INIZIO PROVA:** 04/05/16**DATA TERMINE PROVA:** 05/05/16

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n°**
**CSP 16/0125-03**
**DATA EMISSIONE:**

10/05/2016

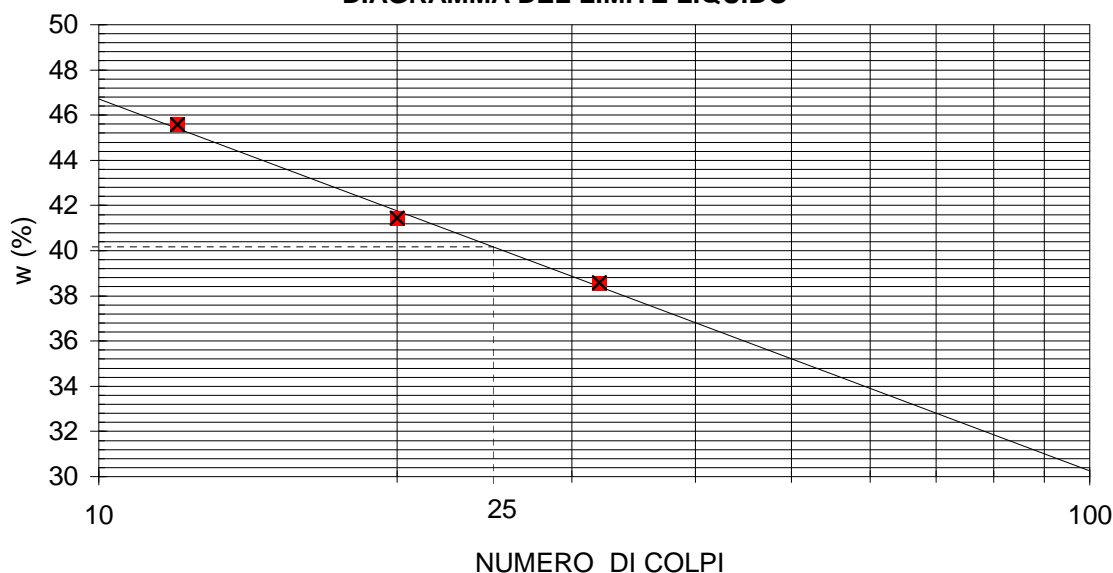
Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA**
**- ASTM D4318 - Metodo A**
**SONDAGGIO :** S2

**CAMPIONE:** C.I. 3

**PROFONDITA':** 18.00 ÷ 18.70 m

Profondità provino	m	18.52-18.70			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.2979	46.7565	40.5357	-
Numero colpi	-	12	20	32	-
Massa provino umido + tara	g	64.5883	76.9302	72.5212	-
Massa provino secco + tara	g	55.4188	68.0879	63.6181	-
Contenuto in acqua	%	45.6	41.5	38.6	-
<b>Limite Liquido <math>w_L</math></b>	%	<b>40</b>			

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**


Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	17.3301	17.359	-	-
Massa provino umido + tara	g	20.6121	19.2942	-	-
Massa provino secco + tara	g	19.9996	18.9403	-	-
Contenuto in acqua	%	22.9	22.4	-	-
<b>Limite Plastico <math>w_P</math></b>	%	<b>23</b>			

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**
 $I_P$ 
**17**

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

## CERTIFICATO n° :

## CSP 16/0125-04

**COMMESSA :** 16/049

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**16/0125 CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl

**COMMITTENTE :** INTERGEO srl

**LOCALITA' :** PARMA (PR)

**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016

**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio

<b>Sondaggio :</b> S2	<b>Campione :</b> C.I. 3	<b>Profondità :</b> 18.00 - 18.70	<b>m</b>
-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	----------

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl

**DATI FORNITI da :** Committente

**OSSERVAZIONI :** -

### IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
TCU	Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata	3	ASTM D 4767
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	1	ASTM D 2435

**DATA INIZIO PROVA:** 28/04/2016

**DATA TERMINE PROVA:** 06/05/2016

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

 SPERIMENTATORE  
Dott. Enrico BERTOCCHI

 Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**CERTIFICATO n° CSP 16/0125-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pag. 2 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**
**ASTM D 4767**
**SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C.I. 3 PROFONDITA': 18.00 ÷ 18.70 m**

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	18.61	18.61	18.52	-
Profondità provino	a m	18.70	18.70	18.61	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
$\sigma'_3$ iniziale	kPa	396.00	196.40	96.30	-
massimo valore ( $\sigma_1 - \sigma_3$ )	kN/m <sup>2</sup>	414.80	300.98	207.55	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) max	kN/m <sup>2</sup>	4	4	3	-
massimo valore $\sigma'_1/\sigma'_3$	kN/m <sup>2</sup>	3.22	3.44	3.87	-
Correzione per filtro e membrana su ( $\sigma'_1/\sigma'_3$ ) max	kN/m <sup>2</sup>	2	2	1	-
MODALITA' DI ROTTURA					
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	-	-	-	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

■ provino 1 (t. efficaci)

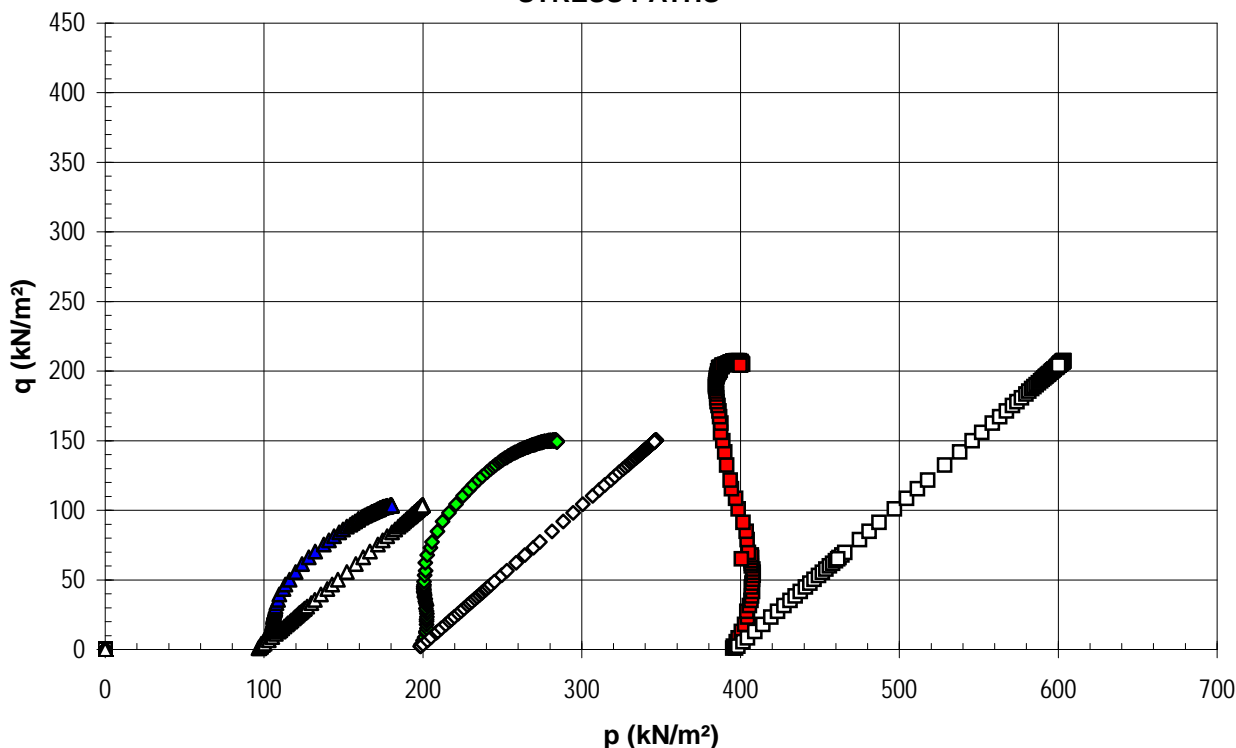
◆ provino 2 (t. efficaci)

▲ provino 3 (t. efficaci)

 provino 1 (t. totali)

 provino 2 (t. totali)

 provino 3 (t. totali)

**STRESS PATHS**


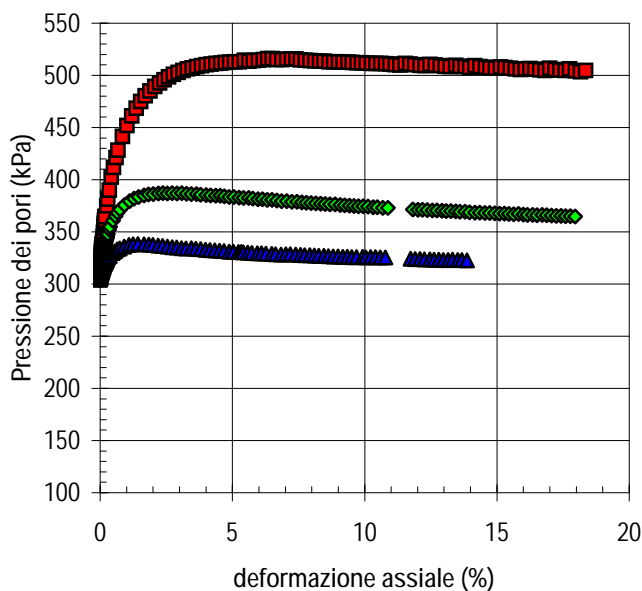
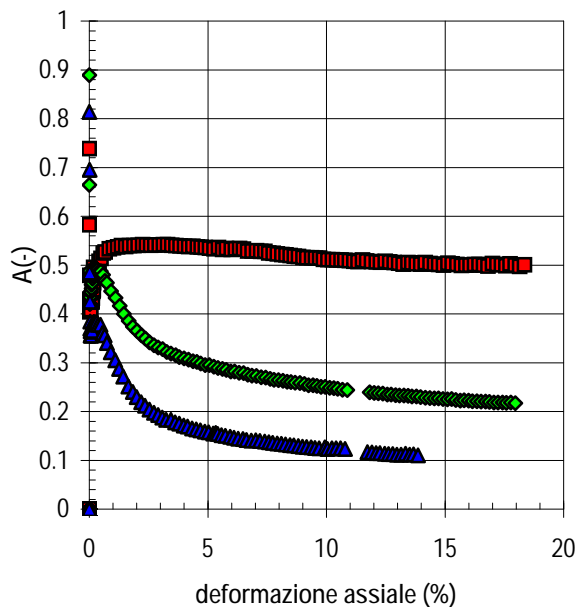
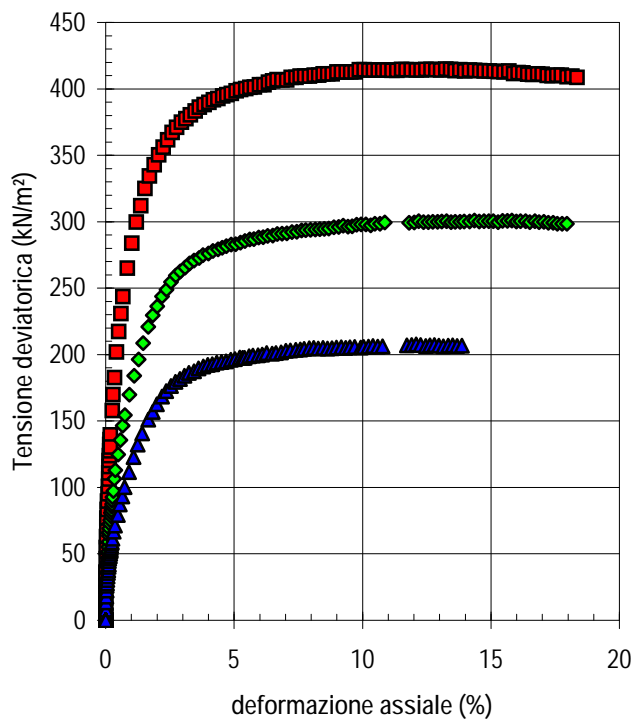
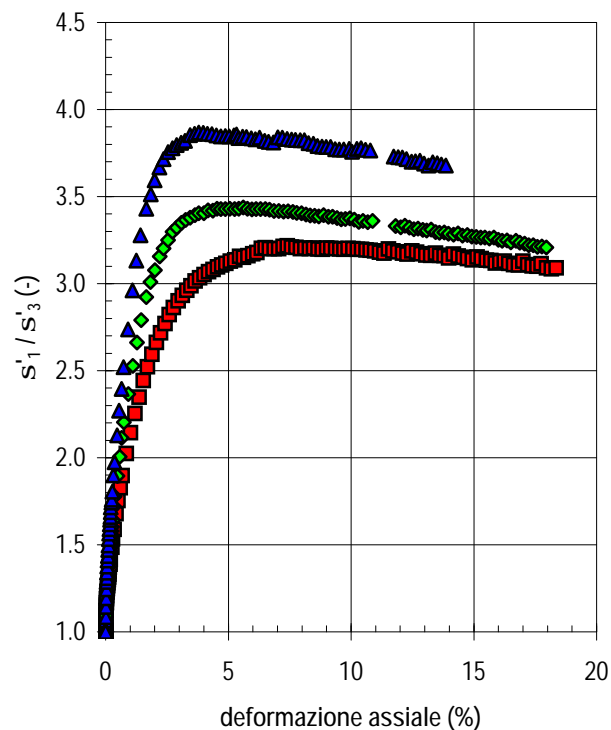
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**CERTIFICATO n° CSP 16/0125-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pag. 3 di 5

**PROVA TRIASSIALE C.I.U.**
**ASTM D 4767**
**SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C.I. 3**
**PROFONDITA': 18.00 ÷ 18.70 m**
**PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE**

**PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE**

**TENSIONE DEVIATORICA/DEFORMAZIONE ASSIALE**

**RAPPORTO TENSIONI PRINCIPALI/DEFORMAZIONE ASSIALE**

■ provino 1    ◆ provino 2    ▲ provino 3

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell' Emilia (BO) - Loc. Quarto Inf. - Via Badini, 6/6 - Tel. +39 051768869 - Fax +39 0516058949

CERTIFICATO n° CSP 16/0125-04

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

Pag. 4 di 5

## PROVA TRIASSIALE C.I.U.

## ASTM D 4767

SONDAGGIO : S2 CAMPIONE : C.I. 3 PROFONDITA': 18.00 ÷ 18.70 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	18.61	18.61	18.52	-
Profondità provino	a m	18.70	18.70	18.61	-
Condizione del provino	-	indisturbato	indisturbato	indisturbato	-
Diametro iniziale provino	mm	38.10	38.10	38.10	-
Altezza iniziale provino	mm	76.20	76.20	76.20	-
Massa volumica totale	kN/m³	18.77	18.49	18.92	-
Riferimento Certificato					
Contenuto in acqua iniziale	%	31.08	30.15	29.68	-
Riferimento Certificato					
Massa volumica secca	kN/m³	14.32	14.21	14.59	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	2.750	-
Riferimento Certificato					
Indice dei vuoti iniziale	-	0.881	0.896	0.846	-
Grado di saturazione iniziale	%	96.87	92.45	96.39	-
Pressione pori iniziale	kPa	-0.7	-0.4	-1.3	-
Valore di B iniziale	-	0.72	0.73	0.76	-
Pressione pori a saturazione	kPa	642	449	350	-
Pressione in cella finale	kPa	700	500	400	-
Valore di B a saturazione	-	0.98	1.00	1.00	-
Durata consolidazione	min	1510	300	53	-
Pressione in cella	kPa	700	500	400	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	641.8	449	351	-
Pressione pori finale	kPa	302	303	303	-
Variazione altezza provino	mm	1.03	0.57	0.40	-
Variazione volume provino	cm³	5.71	4.91	2.18	-
t <sub>100</sub>	min	15.2	-	-	-
Tempo di rottura stimato	min	26.8	-	-	-
Pressione in cella	kPa	700	500	400	-
Pressione pori iniziale	kPa	304	304	304	-
σ'3 iniziale	kPa	396	196.4	96.3	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> )	kN/m²	415	301	208	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	%	13.24	14.35	12.09	-
Tempo per il raggiungimento di (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	min	2000	1087	924	-
Correzione per filtro e membrana su (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	4	4	3	-
Pressione pori a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kPa	508	369	324	-
Valore di A a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	-	0.50	0.23	0.11	-
p' a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	399	282	180	-
q a rottura a (σ <sub>1</sub> -σ <sub>3</sub> )max	kN/m²	207	150	104	-
massimo valore σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub>	kN/m²	3	3	4	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	%	7.41	5.61	3.80	-
Correzione per filtro e membrana su (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	2	2	1	-
Pressione pori a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kPa	516	382	333	-
Valore di A a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	-	0.53	0.29	0.17	-
p' a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	389	261	162	-
q a rottura a (σ' <sub>1</sub> /σ' <sub>3</sub> )max	kN/m²	204	143	95	-
Massa volumica totale finale	kN/m³	19.51	19.22	19.26	-
Contenuto in acqua finale	%	27.35	27.70	28.61	-
Riferimento Certificato					
Massa volumica secca finale	kN/m³	15.32	15.05	14.97	-
Indice dei vuoti finale	-	0.758	0.789	0.799	-
Grado di saturazione finale	%	99.08	96.42	98.35	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

**CERTIFICATO n° CSP 16/0125-04**
**DATA EMISSIONE: 10/05/2016**

Pag. 5 di 5

**PROVA TRIASSIALE CIU**
**SONDAGGIO :** 0 **CAMPIONE :** C.I. 3 **PROFONDITA':** 18.00 ÷ 18.70 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**
**RELATIVI ALL' INCREMENTO DI  $s'_3$**  da **50** kPa a **400** kPa

**PROVINO n. 1** **PROFONDITA'** da 18.61 m a 18.70 m

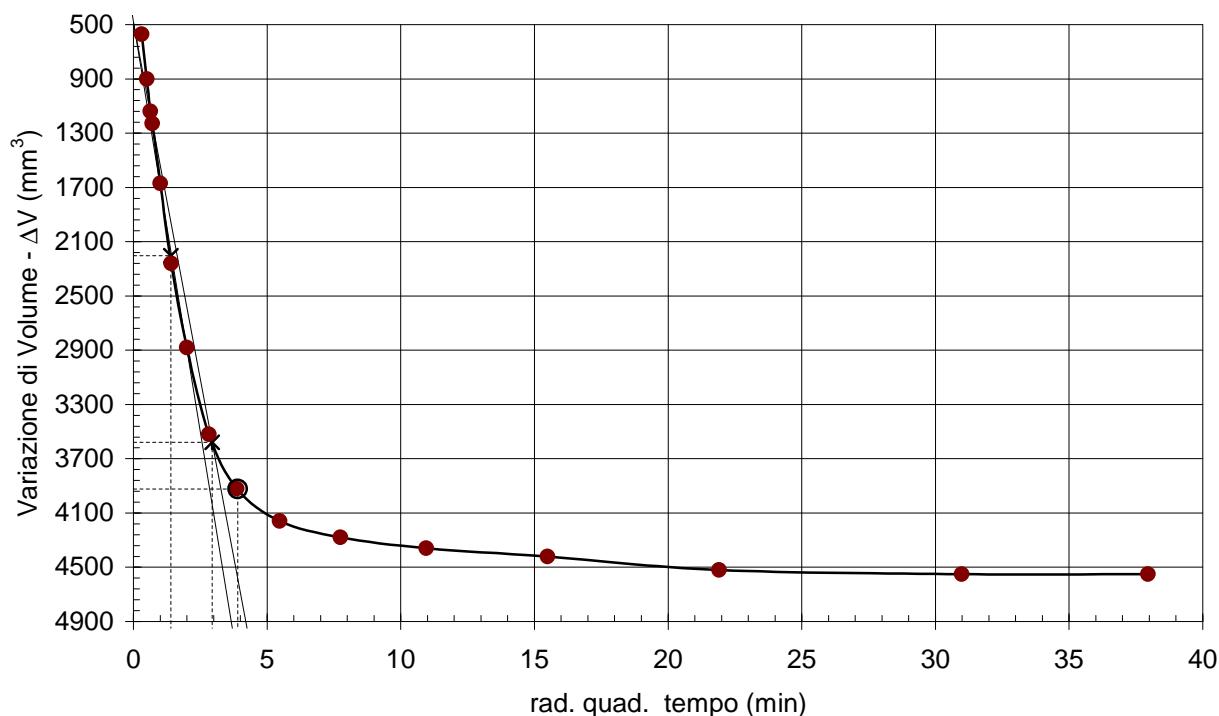
**Condizioni di drenaggio del provino:** 2 estremità e radiale

**VALORI MISURATI**

Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)	Tempo (min)	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta H$ (mm)
0.1	570	0.198	960	4550	1.943
0.25	900	0.273	1440	4550	1.947
0.4	1140	0.312	-	-	-
0.5	1230	0.334	-	-	-
1	1670	0.391	-	-	-
2	2260	0.475	-	-	-
4	2880	0.564			
8	3520	0.647			
15	3920	0.686			
30	4160	0.720			
60	4280	0.737			
120	4360	0.747			
240	4420	0.756			
480	4520	0.763			

**VALORI CALCOLATI**

$t_{90}$	(min)	=	8.7
$u_{vi90}$	(mm)	=	3580
$t_{50}$	(min)	=	2.0
$u_{vi50}$	(mm)	=	2203
$t_{100}$	(min)	=	15.2
$d_{vi100}$	(mm)	=	3924
Tempo per il raggiungimento della rottura			
$t_r$	(min)	=	26.8
deformazione a rottura ipotizzata			
def.	(mm)	=	6.0
velocità di rottura calcolata			
$v$	(mm/min)	=	0.22346
$m_{vi}$	(m <sup>2</sup> /MN)	=	0.1869



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

# PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: INTERGEO srl

Pag. 1 di 1

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

DATA EMISSIONE: 10/05/2016

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C.I. 3

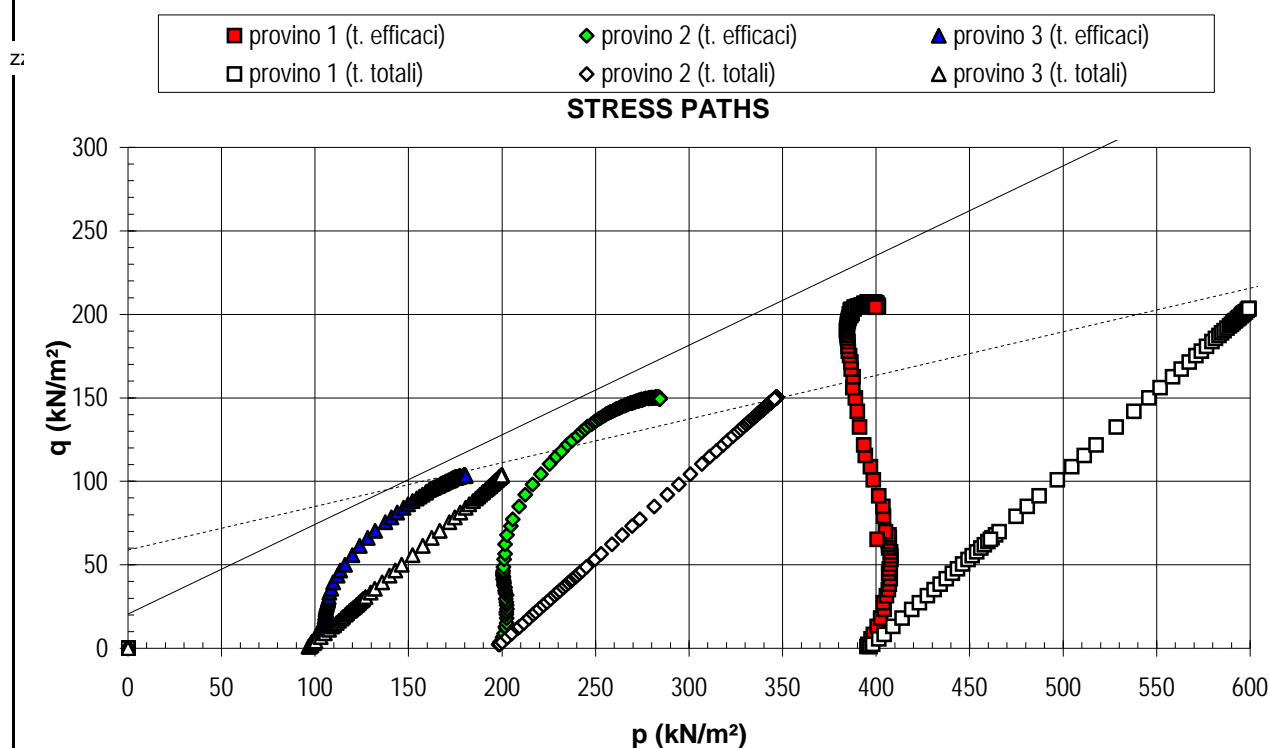
PROFONDITA': da m 18.00 a m 18.70

*L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.*

## Risultati della regressione lineare

Tensioni efficaci	Tensioni totali
Intercetta asse y	Intercetta asse y
(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
20.55	58.79
inclinaz. retta	inclinaz. retta
(° sess.)	(° sess.)
28.23	14.65

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini



## NOTE:

Regressione lineare eseguita utilizzando il valore massimo della tensione deviatorica

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_16/0090-01****COMMESSA : 16/049** **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° : 16/0090\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 10/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S2 **Campione :** C.I. 3 **Profondità :** 18.00 - 18.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

RAPPORTO DI PROVA: RSP\_16/0090-01

DATA EMISSIONE: 10/05/16

Pagina 2 di 2

## CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 3282

SONDAGGIO : S2

CAMPIONE: C.I. 3

PROFONDITA': 18.00 ÷ 18.70 m

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(ASTM D 422)

profondità 18.52 ÷ 18.70 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0125-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 100.00

% in peso &lt; 0.425 mm = 99.88

% in peso &lt; 0.075 mm = 98.76

% in peso &lt; 0.002 mm = -

## CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità 18.52 ÷ 18.61 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0125-04

w = 29.7 %

## LIMITI DI CONSISTENZA

(ASTM D 4318)

profondità 18.52 ÷ 18.70 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0125-03

Limite Liquido LL (%) = 40

Limite Plastico LP (%) = 23

Indice Plastico IP (%) = 17

Indice di Liquidità IL = 0.39

Indice di Consistenza IC = 0.61

Attività A = -

## CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282

Indice di Gruppo = 11

Classificazione = A 6

nd = non determinabile

np = non plastico

## CARTA DI PLASTICITA'

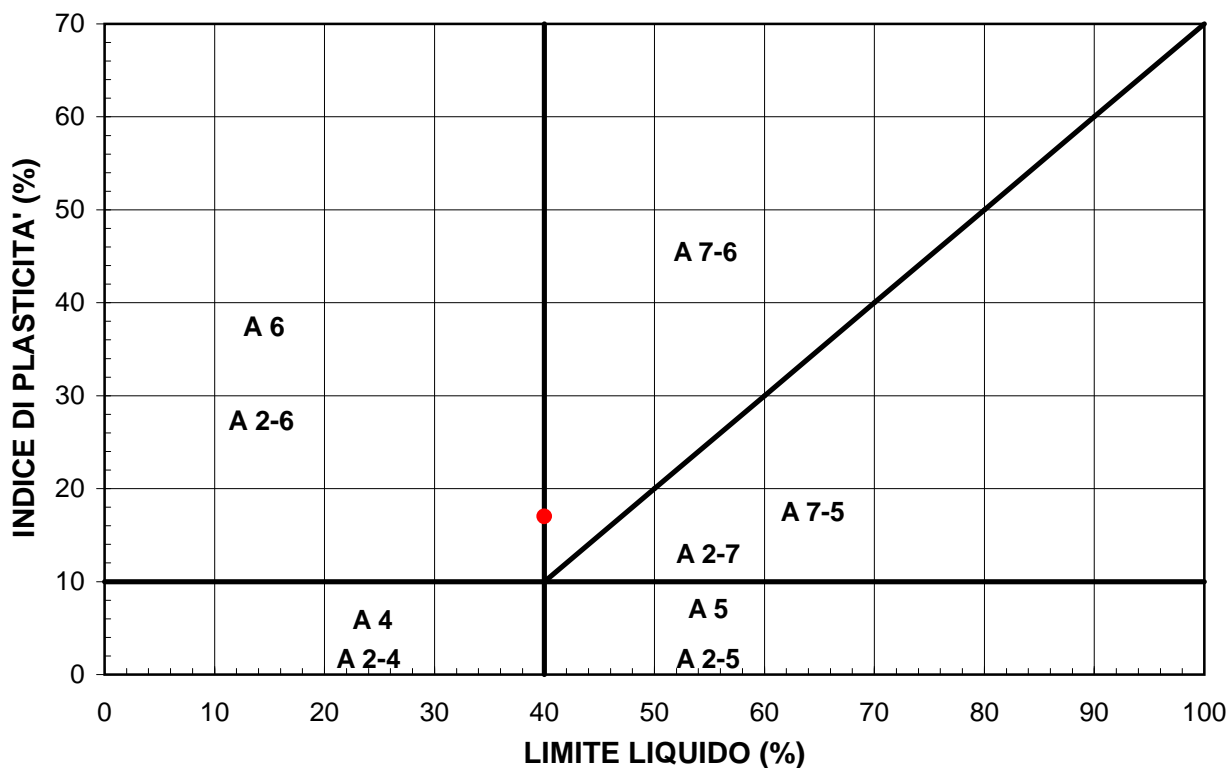


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore

## RIEPILOGO RAPPORTI DI PROVA

DATA DI EMISSIONE **18/05/2016**

COMMESSA: **16/049** VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **16/0088** **SP** DATA ACCETTAZIONE: **12/04/2016**

**RICHIEDENTE:** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

CONSEGNATARIO: Dott. Geol. Rino GUADAGNINI - INTERGEO srl

COMMITTENTE: INTERGEO srl

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

SONDAGGIO: S1                      CAMPIONE: C.I. 4

PROFONDITA': 27.00-27.70      CONTENITORE CAMPIONE: Fustella acciaio

PRELIEVO ESEGUITO DA: INTERGEO srl

PROVE IN SITO ESEGUITE DA:

DATA ESECUZIONE PROVE IN SITO o PRELIEVO CAMPIONE:

OSSERVAZIONI: Campione identificato con verbale **16/0123\_CSP**

**PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE**

CODICE PROVA	DESCRIZIONE SINTETICA	Q.tà	RIFERIMENTO	RAPPORTO DI PROVA
CLA01a	Classificazione ASTM D 3282 escluse det. necessarie	1	ASTM D 3282	RSP 16/0088-01
RC01	Colonna Risonante	1	ASTM D 4015	RSP 16/0088-02

per SINERGEA srl

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_16/0088-01****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0088\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 18/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.I. 4 **Profondità :** 27.00 - 27.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



RAPPORTO DI PROVA: RSP\_16/0088-01

DATA EMISSIONE: 18/05/16

Pagina 2 di 2

## CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 3282

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE: C.I. 4

PROFONDITA': 27.00 ÷ 27.70 m

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(ASTM D 422)

profondità 27.29 ÷ 27.38 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0123-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 94.93

% in peso &lt; 0.425 mm = 90.80

% in peso &lt; 0.075 mm = 77.93

% in peso &lt; 0.002 mm = -

## CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità 27.29 ÷ 27.38 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0123-04

w = 24.6 %

## LIMITI DI CONSISTENZA

(ASTM D 4318)

profondità 27.29 ÷ 27.38 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0123-03

Limite Liquido LL (%) = 47

Limite Plastico LP (%) = 24

Indice Plastico IP (%) = 23

Indice di Liquidità IL = 0.02

Indice di Consistenza IC = 0.98

Attività A = -

## CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282

Indice di Gruppo = 15

Classificazione = A 7-6

nd = non determinabile

np = non plastico

## CARTA DI PLASTICITA'

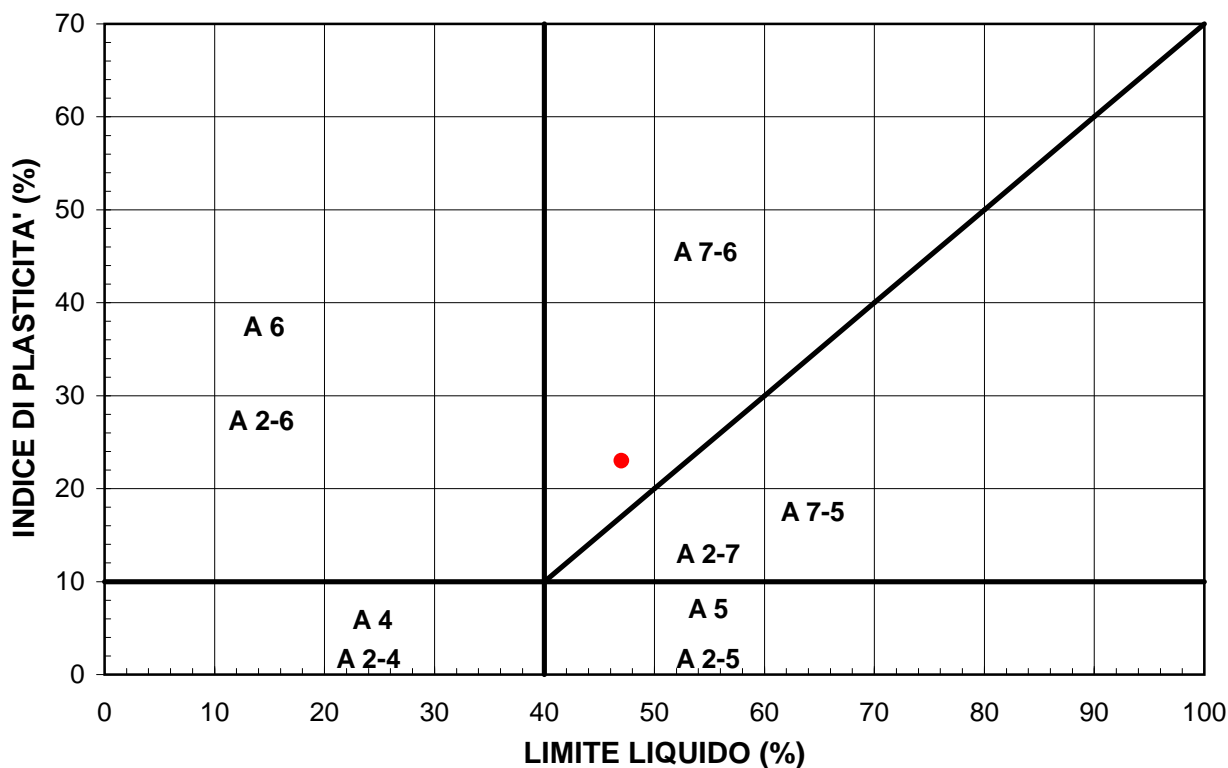


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore

**RAPPORTO DI PROVA n° :****RSP\_16/0088-02****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0088\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 18/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** C.I. 4 **Profondità :** 27.00 - 27.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
RC	Prova in Colonna Risonante	1	EN ISO 11885

IL CAMPIONE E' STATO CONSEGNATO AL LABORATORIO GEOSTUDI srl

**ALLEGATO:***RAPPORTO GEOSTUDI srl n° 1883-1 del 18/05/2016*Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 1 di 3

### ASTM D4015-95

N.VERB.ACCETT./CAMP	<b>1883-1</b>	Data ricevimento	12/05/01 6	Rapp di prova n.	<b>1883-1</b>	del	18/05/2016
		Data prelievo	-	Data inizio prova	13/05/16		
		Data apertura	13/05/16	Data fine prova	16/05/16		
COMMESSA	39_16	Sondaggio	S1	Tipologia campione	indisturbato		
COMMITTENTE	SINERGEA srl	Campione	CI 4-16/0088_SP	Profondità (m)	27,55-27,70		
CANTIERE	0,00						

<b>Modalità di prova</b>	Modello dinamico di riferimento	Fixed free
	Campo di deformazione esplorato (%)	$10^{-4}$ e $10^{-1}$
	Tipo di onda utilizzata	Sinusoidale
	Eccitazione	Torsionale

Dati generali di prova		Unità	Valori	
Condizioni inizio prova	Altezza del provino	Hi	mm	101,83
	Diametro del provino	Di	mm	50,66
	Volume del provino	Vi	cm³	205,26
	Peso umido del provino	P	g	409,24
	Contenuto naturale d'acqua	Wi	%	22,6
	Peso specifico dei grani (valore assunto)	γ s	-	2,680
	Peso di volume umido	γwi	kN/m³	19,55
	Peso di volume secco	γwd	kN/m³	15,95
	Indice dei vuoti iniziale	ei	-	0,648
Condizioni di prova	Pressione di cella	σc	kPa	548
	Back pressure	BP	kPa	200
	Pressione efficace	σ'c	kPa	348
	Coefficiente di Skempton	B	-	0,94
	Altezza a fine consolidazione	Hf	mm	101,35
	Diametro a fine consolidazione	Df	mm	49,75
	Peso di volume a fine consolidazione	γwf	kN/m³	19,96
	Contenuto d'acqua a fine consolidazione	Wf	%	21,2
	Indice dei vuoti a fine consolidazione	ef	-	0,596

NOTE :

LO SPERIMENTATORE  
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
(Dott. Pasquale Manara)

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 2 di 3

### ASTM D4015-95

N.VERB.ACCELT./CAMP	<b>1883-1</b>	Data ricevimento	12/05/01 6	Rapp di prova n.	<b>1883-1</b>	del	18/05/2016
		Data prelievo	-	Data inizio prova	13/05/16		
		Data apertura	13/05/16	Data fine prova	16/05/16		
COMMESSA	39_16	Sondaggio	S1	Tipologia campione	indisturbato		
COMMITTENTE	SINERGIA srl	Campione	CI 4-16/0088_SP	Profondità (m)	27,55-27,70		
CANTIERE	0,00						

Valori misurati			
$\gamma_{sa}$	G	D	U
%	MPa	%	kPa
0,00011	205,50	—	200,0
0,00020	204,60	2,00	200,0
0,00040	204,60	2,72	200,0
0,00075	205,10	3,12	200,0
0,00110	205,70	3,21	200,0
0,00180	203,80	3,25	200,0
0,00350	196,50	3,21	200,0
0,00670	185,70	3,40	201,0
0,00970	175,40	3,65	201,4
0,01300	165,10	3,90	201,6
0,01500	156,00	4,03	201,8
0,01900	145,40	4,31	202,0
0,02400	135,10	4,61	202,1
0,03100	122,80	4,82	202,3
0,04800	102,90	5,31	203
0,07000	84,00	5,81	205,1
0,10000	67,40	6,33	208
0,14200	55,45	6,91	213
0,19200	45,28	7,74	218
0,28000	32,77	9,46	232

Valori normalizzati	
G/Gmax	$\Delta U/\sigma'_c$
-	-
1,000	0,000
0,996	0,000
0,996	0,000
0,998	0,000
1,001	0,000
0,992	0,000
0,956	0,000
0,904	0,003
0,854	0,004
0,803	0,005
0,759	0,005
0,708	0,006
0,657	0,006
0,598	0,007
0,501	0,009
0,409	0,015
0,328	0,024
0,270	0,039
0,220	0,055
0,159	0,101

#### LEGENDA

$\gamma_{sa}$	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

NOTE :

LO SPERIMENTATORE  
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

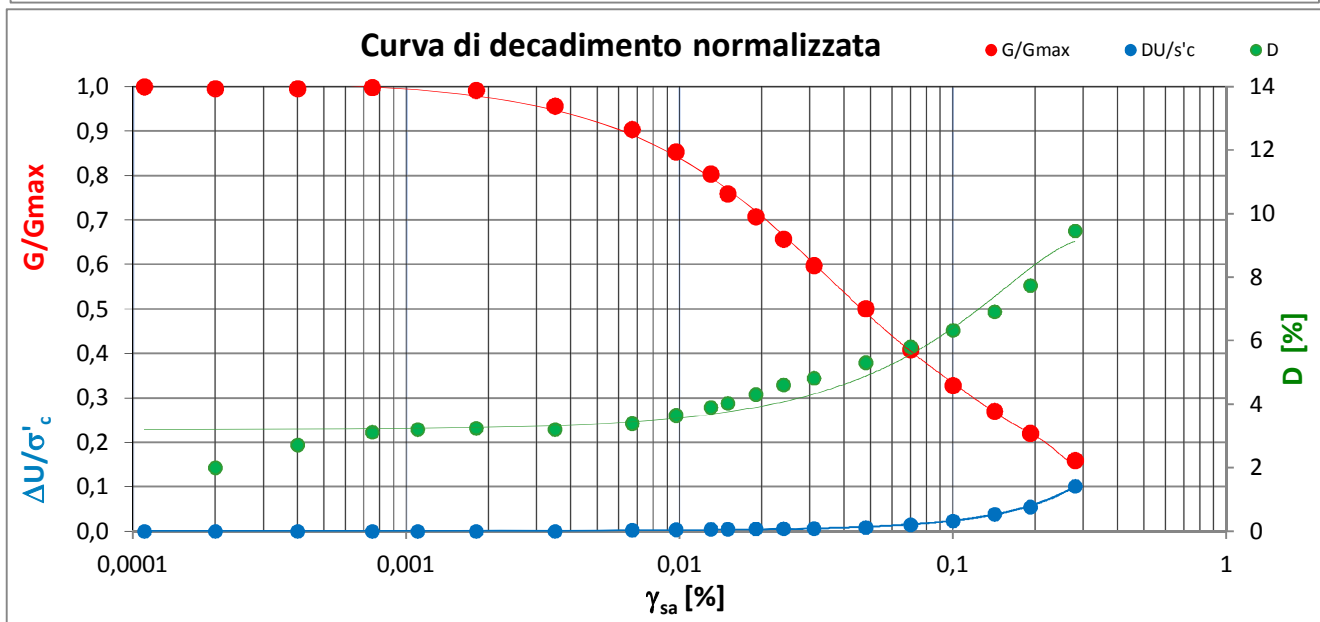
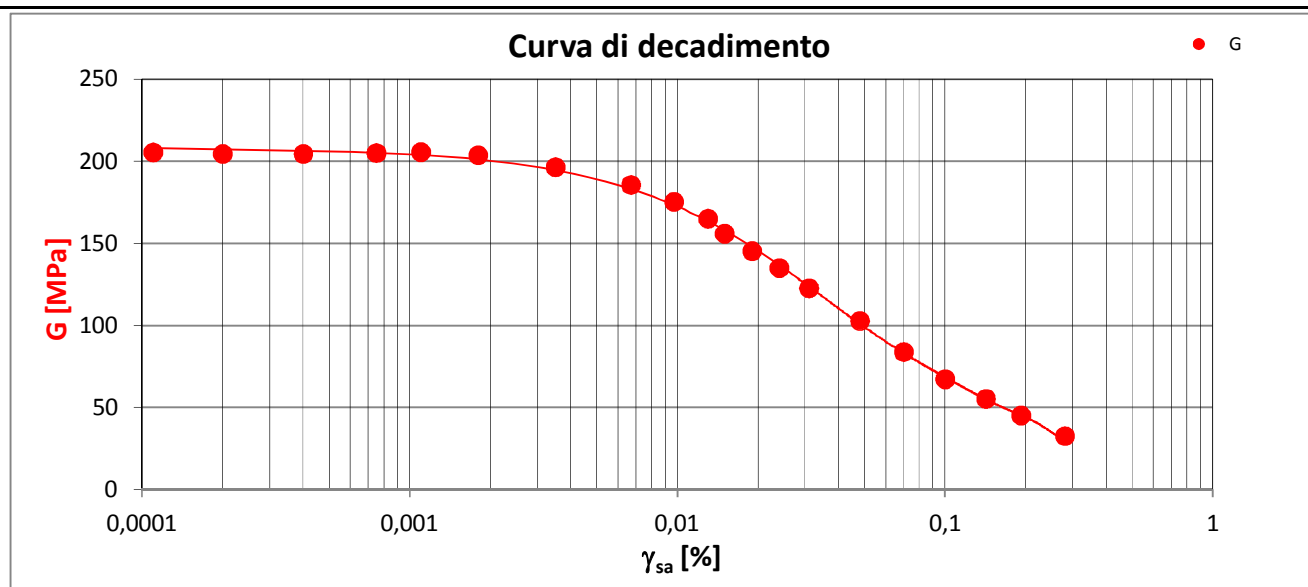
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
(Dott. Pasquale Manara)

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 3 di 3

### ASTM D4015-95

N.VERB.ACCETT./CAMP	1883-1	Data ricevimento	12/05/01 6	Rapp di prova n.	1883-1	del	18/05/2016
		Data prelievo	-	Data inizio prova	13/05/16		
		Data apertura	13/05/16	Data fine prova	16/05/16		
COMMESSA	39_16	Sondaggio	S1	Tipologia campione	indisturbato		
COMMITTENTE	SINERGIA srl	Campione	CI 4-16/0088_SP	Profondità (m)	27,55-27,70		
CANTIERE	0,00						



#### LEGENDA

$\gamma_{sa}$	Def di taglio in singola ampiezza	$U$	Pore pressure
$G$	Modulo di taglio	$G/G_{max}$	Modulo di taglio normalizzato
$D$	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

#### NOTE :

LO SPERIMENTATORE  
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
(Dott. Pasquale Manara)

# RIEPILOGO RAPPORTI DI PROVA

DATA DI EMISSIONE **18/05/2016**

COMMESSA: **16/049** VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: **16/0090** **SP** DATA ACCETTAZIONE: **18/04/2016**

**RICHIEDENTE:** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl

CONSEGNATARIO: Dott. Geol. Rino GUADAGNINI - INTERGEO srl

COMMITTENTE: INTERGEO srl

LOCALITA': PARMA (PR)

CANTIERE: SCUOLA CORAZZA

SONDAGGIO: S2                      CAMPIONE: C.I. 3

PROFONDITA': 18.00-18.70      CONTENITORE CAMPIONE: Fustella acciaio

PRELIEVO ESEGUITO DA: INTERGEO srl

PROVE IN SITO ESEGUITE DA:

DATA ESECUZIONE PROVE IN SITO o PRELIEVO CAMPIONE:

OSSERVAZIONI: Campione identificato con verbale **16/0125\_CSP**

**PROVE e/o DETERMINAZIONI ESEGUITE SUL CAMPIONE o FUORI STAZIONE**

CODICE PROVA	DESCRIZIONE SINTETICA	Q.tà	RIFERIMENTO	RAPPORTO DI PROVA
CLA01a	Classificazione ASTM D 3282 escluse det. necessarie	1	ASTM D 3282	RSP 16/0090-01
RC01	Colonna Risonante	1	ASTM D 4015	RSP 16/0090-02

per SINERGEA srl

**RAPPORTO DI PROVA n° : RSP\_16/0090-01****COMMESSA :** 16/049 **VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :** 16/0090\_SP**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 18/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S2 **Campione :** C.I. 3 **Profondità :** 18.00 - 18.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
CLA	Classificazione di una terra	1	ASTM D3282

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

RAPPORTO DI PROVA: RSP\_16/0090-01

DATA EMISSIONE: 18/05/16

Pagina 2 di 2

## CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 3282

SONDAGGIO : S2

CAMPIONE: C.I. 3

PROFONDITA': 18.00 ÷ 18.70 m

## CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(ASTM D 422)

profondità 18.52 ÷ 18.70 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0125-02

% in peso &lt; 2.00 mm = 100.00

% in peso &lt; 0.425 mm = 99.88

% in peso &lt; 0.075 mm = 98.76

% in peso &lt; 0.002 mm = -

## CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità 18.52 ÷ 18.61 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0125-04

w = 29.7 %

## LIMITI DI CONSISTENZA

(ASTM D 4318)

profondità 18.52 ÷ 18.70 m

Rif. Certificato di Prova: CSP\_16/0125-03

Limite Liquido LL (%) = 40

Limite Plastico LP (%) = 23

Indice Plastico IP (%) = 17

Indice di Liquidità IL = 0.39

Indice di Consistenza IC = 0.61

Attività A = -

## CLASSIFICAZIONE ASTM D 3282

Indice di Gruppo = 11

Classificazione = A 6

nd = non determinabile

np = non plastico

## CARTA DI PLASTICITA'

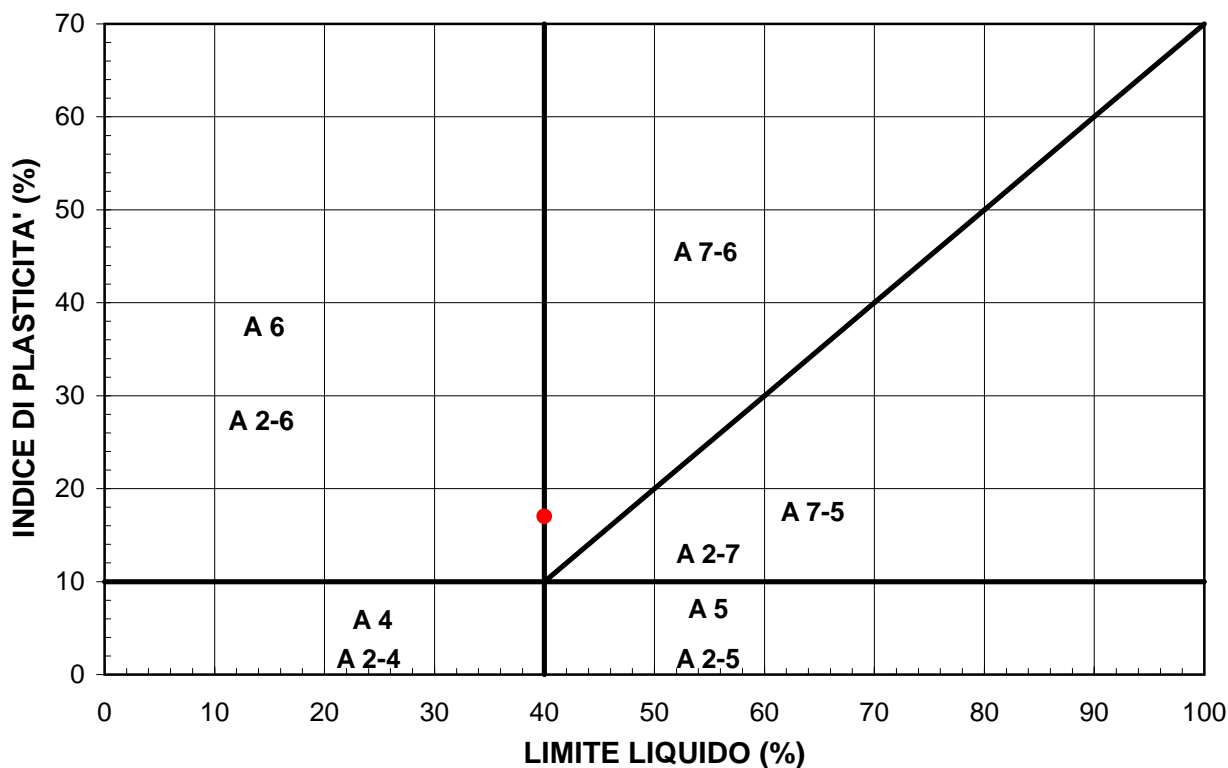


Diagramma di classificazione per terre limo-argillose

Sperimentatore



**RAPPORTO DI PROVA n° :****RSP\_16/0090-02****COMMESSA :** 16/049**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****16/0090\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Carlo CALEFFI - ENGEO srl**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. R. GUADAGNINI - INTERGEO srl**COMMITTENTE :** INTERGEO srl**LOCALITA' :** PARMA (PR)**CANTIERE :** SCUOLA CORAZZA**DATA DI ACCETTAZIONE :** 12/04/2016**DATA DI EMISSIONE :** 18/05/2016**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella acciaio**Sondaggio :** S2 **Campione :** C.I. 3 **Profondità :** 18.00 - 18.70 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da INTERGEO srl**DATI FORNITI da :** Committente**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

CODICE	DESCRIZIONE PROVA	n° prove	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
RC	Prova in Colonna Risonante	1	EN ISO 11885

IL CAMPIONE E' STATO CONSEGNATO AL LABORATORIO GEOSTUDI srl

**ALLEGATO:***RAPPORTO GEOSTUDI srl n° 1883-2 del 18/05/2016*Sperimentatore  
Dott. Enrico BERTOCCHIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 1 di 3

### ASTM D4015-95

N.VERB.ACCELT./CAMP	<b>1883-2</b>	Data ricevimento	12/05/01 6	Rapp di prova n.	<b>1883-2</b>	del	18/05/2016
		Data prelievo	-	Data inizio prova	16/05/16		
		Data apertura	16/05/16	Data fine prova	18/05/16		
COMMESSA	39_16	Sondaggio	S2	Tipologia campione	indisturbato		
COMMITTENTE	SINERGEA srl	Campione	CI 3_16/0090_SP	Profondità (m)	18,18-18,23		
CANTIERE	SCUOLE PARMA						

<b>Modalità di prova</b>	Modello dinamico di riferimento	Fixed free
	Campo di deformazione esplorato (%)	$10^{-4}$ e $10^{-1}$
	Tipo di onda utilizzata	Sinusoidale
	Eccitazione	Torsionale

Dati generali di prova		Unità	Valori	
Condizioni inizio prova	Altezza del provino	Hi	mm	101,83
	Diametro del provino	Di	mm	50,66
	Volume del provino	Vi	cm³	205,26
	Peso umido del provino	P	g	409,45
	Contenuto naturale d'acqua	Wi	%	24,0
	Peso specifico dei grani (valore assunto)	γ s	-	2,700
	Peso di volume umido	γwi	kN/m³	19,56
	Peso di volume secco	γwd	kN/m³	15,78
	Indice dei vuoti iniziale	ei	-	0,678
Condizioni di prova	Pressione di cella	σc	kPa	455
	Back pressure	BP	kPa	200
	Pressione efficace	σ'c	kPa	255
	Coefficiente di Skempton	B	-	0,94
	Altezza a fine consolidazione	Hf	mm	100,83
	Diametro a fine consolidazione	Df	mm	49,16
	Peso di volume a fine consolidazione	γwf	kN/m³	20,27
	Contenuto d'acqua a fine consolidazione	Wf	%	20,5
	Indice dei vuoti a fine consolidazione	ef	-	0,574

NOTE :

LO SPERIMENTATORE  
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
(Dott. Pasquale Manara)

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 2 di 3

### ASTM D4015-95

N.VERB.ACCETT./CAMP	<b>1883-2</b>	Data ricevimento	12/05/01 6	Rapp di prova n.	<b>1883-2</b>	del	18/05/2016
		Data prelievo	-	Data inizio prova	16/05/16		
		Data apertura	16/05/16	Data fine prova	18/05/16		
COMMESSA	39_16	Sondaggio	S2	Tipologia campione	indisturbato		
COMMITTENTE	SINERGIA srl	Campione	CI 3_16/0090_SP	Profondità (m)	18,18-18,23		
CANTIERE	SCUOLE PARMA						

Valori misurati			
$\gamma_{sa}$	G	D	U
%	MPa	%	kPa
0,00014	157,50	—	200,0
0,00025	157,90	1,88	200,0
0,00037	157,00	2,02	200,0
0,00067	158,20	2,13	200,0
0,00125	156,30	2,12	200,0
0,00237	153,63	2,25	200,0
0,00372	149,80	2,44	200,0
0,00653	140,68	2,63	200,0
0,01136	128,14	3,05	201,4
0,02600	97,68	4,14	204,1
0,05000	75,69	4,65	208,9
0,09000	56,41	5,65	220,5
0,14600	42,62	6,50	240,8
0,23000	31,33	7,11	266
0,47000	19,29	8,73	290

Valori normalizzati	
G/Gmax	$\Delta U/\sigma'_c$
-	-
1,000	0,000
1,003	0,000
0,997	0,000
1,004	0,000
0,992	0,000
0,975	0,000
0,951	0,000
0,893	0,000
0,814	0,006
0,620	0,016
0,481	0,036
0,358	0,087
0,271	0,190
0,199	0,349
0,122	0,545

#### LEGENDA

$\gamma_{sa}$	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

NOTE :

LO SPERIMENTATORE  
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

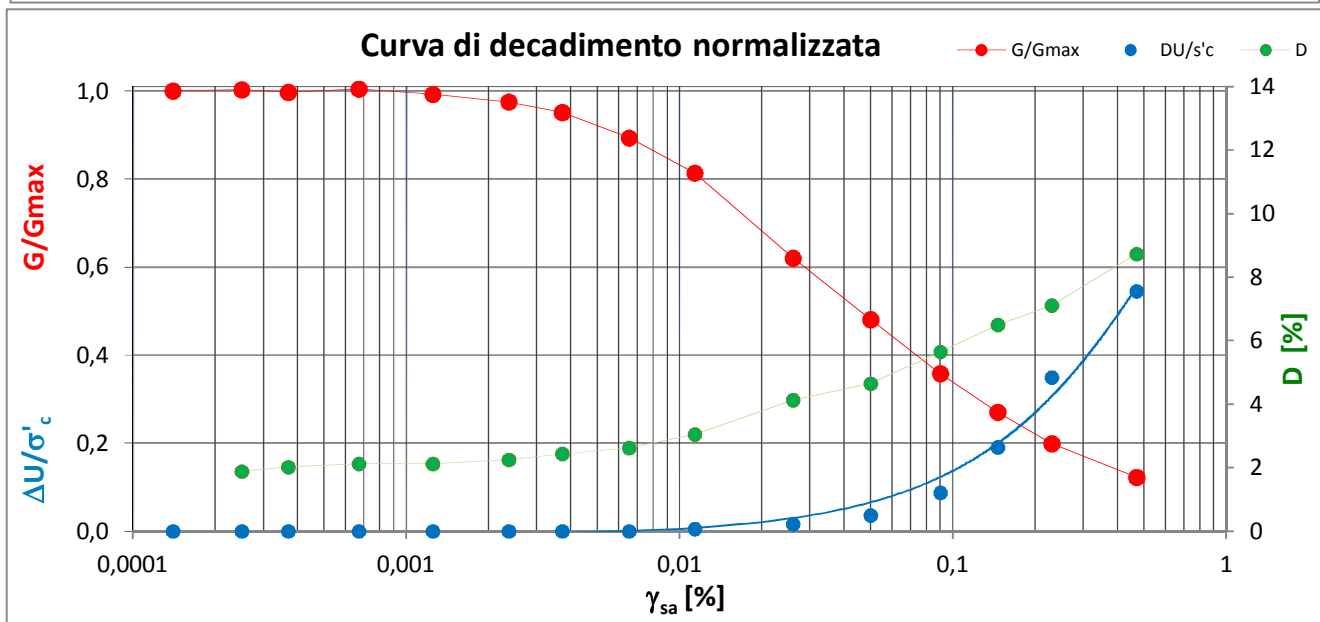
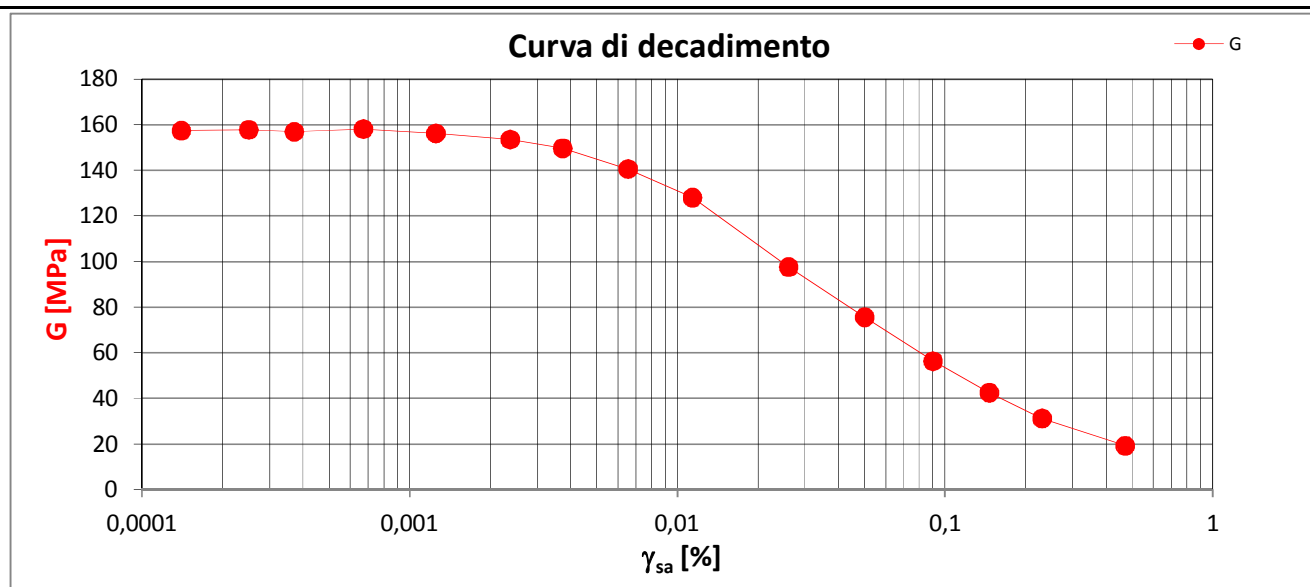
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
(Dott. Pasquale Manara)

## PROVA DI COLONNA RISONANTE

Pag. 3 di 3

### ASTM D4015-95

N.VERB.ACCETT./CAMP	1883-2	Data ricevimento	12/05/01 6	Rapp di prova n.	1883-2	del	18/05/2016
		Data prelievo	-	Data inizio prova	16/05/16		
		Data apertura	16/05/16	Data fine prova	18/05/16		
COMMESSA	39_16	Sondaggio	S2	Tipologia campione	indisturbato		
COMMITTENTE	SINERGIA srl	Campione	CI 3_16/0090_SP	Profondità (m)	18,18-18,23		
CANTIERE	SCUOLE PARMA						



#### LEGENDA

$\gamma_{sa}$	Def di taglio in singola ampiezza	U	Pore pressure
G	Modulo di taglio	G/Gmax	Modulo di taglio normalizzato
D	Rapporto di smorzamento di taglio	$\Delta U/\sigma'_c$	Rapporto pressione interstiziale

#### NOTE :

LO SPERIMENTATORE  
(Dott.ssa Francesca Quattrocchi)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
(Dott. Pasquale Manara)



COMUNE DI PARMA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento  
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale  
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico  
ing. SARA MALORI

computo metrico  
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione  
ing. SARA MALORI

geologia  
ENGEO S.R.L.



## SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

### I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

#### PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	maggio2016	emissione	Cerutti	Caleffi	Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione geologica e geotecnica  
Allegato 3 - Prova Down-Hole

TAVOLA:

serie	numero
S	R2.0
formato	
scala	
file:	





**Intergeo** S.p.A.  
 Via Austria, 24 - 41100 MODENA  
 Tel. 059.313999 - 059.311390



SINCERT  
 SOSTA  
 SOSTA  
 SOSTA

SCUOLA PRIMARIA  
 ULISSE CORAZZA

Committente:  
 Parma Infrastrutture S.p.A.

Cantiere:  
 Scuola Corazza Via F.lli Bandidera, Parma

PROVA SISMICA TIPO DOWN-HOLE

NOME PROVA:  
 Dh1

PROFONDITA' PROVA:  
 35,00 m dal piano campagna

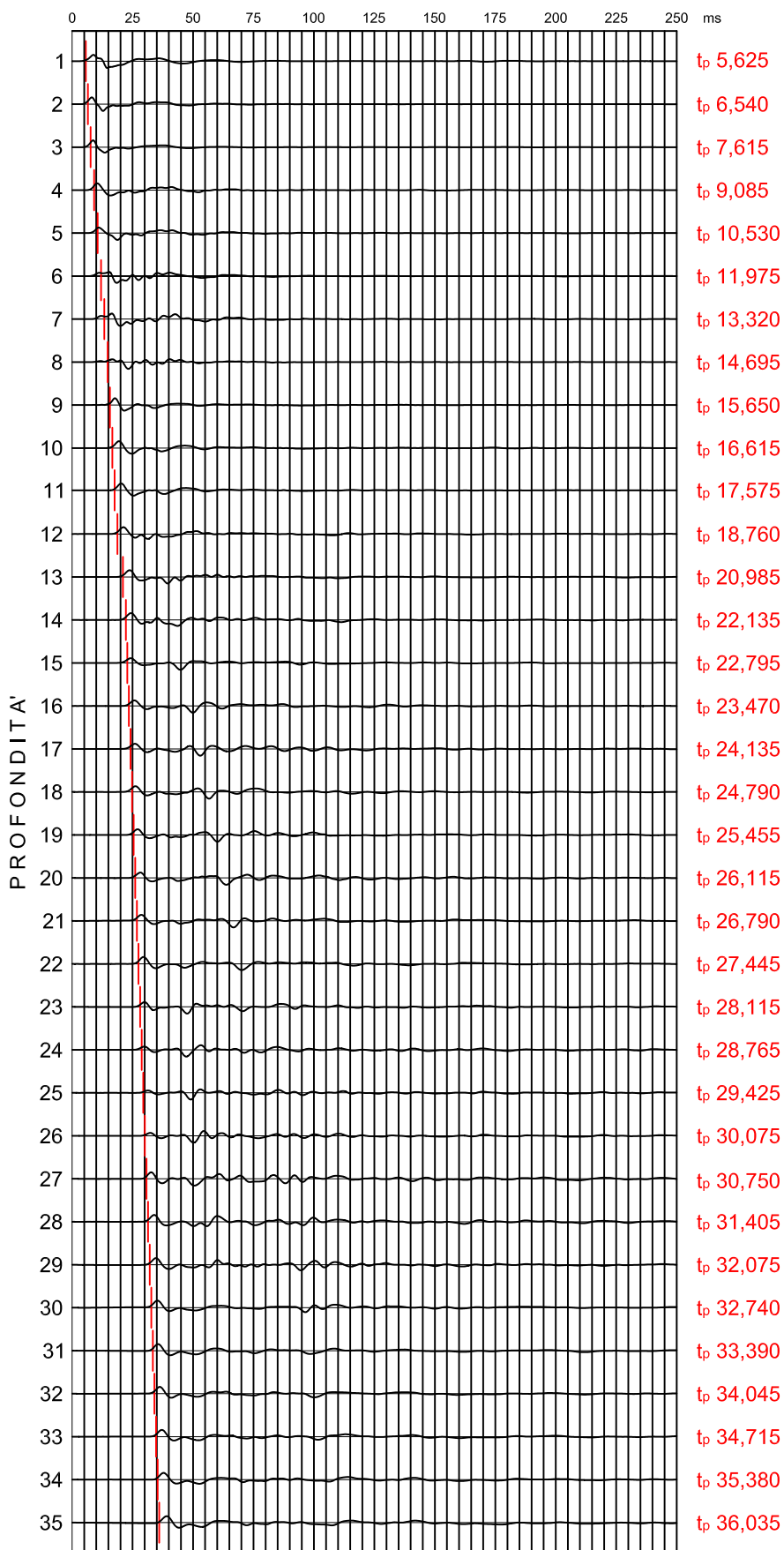
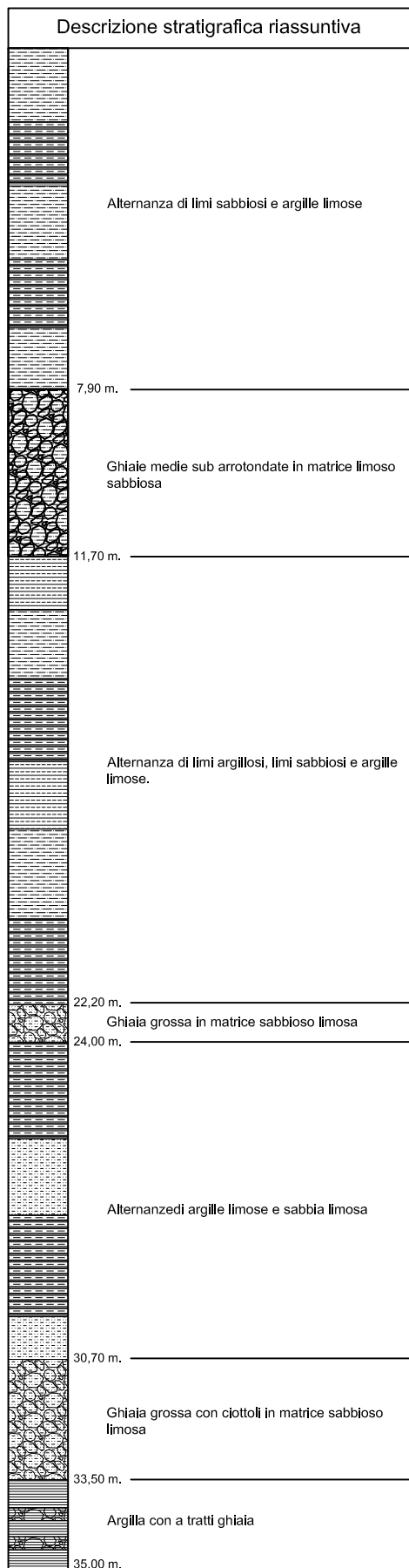
DATA PROVA:  
 26 APRILE 2016



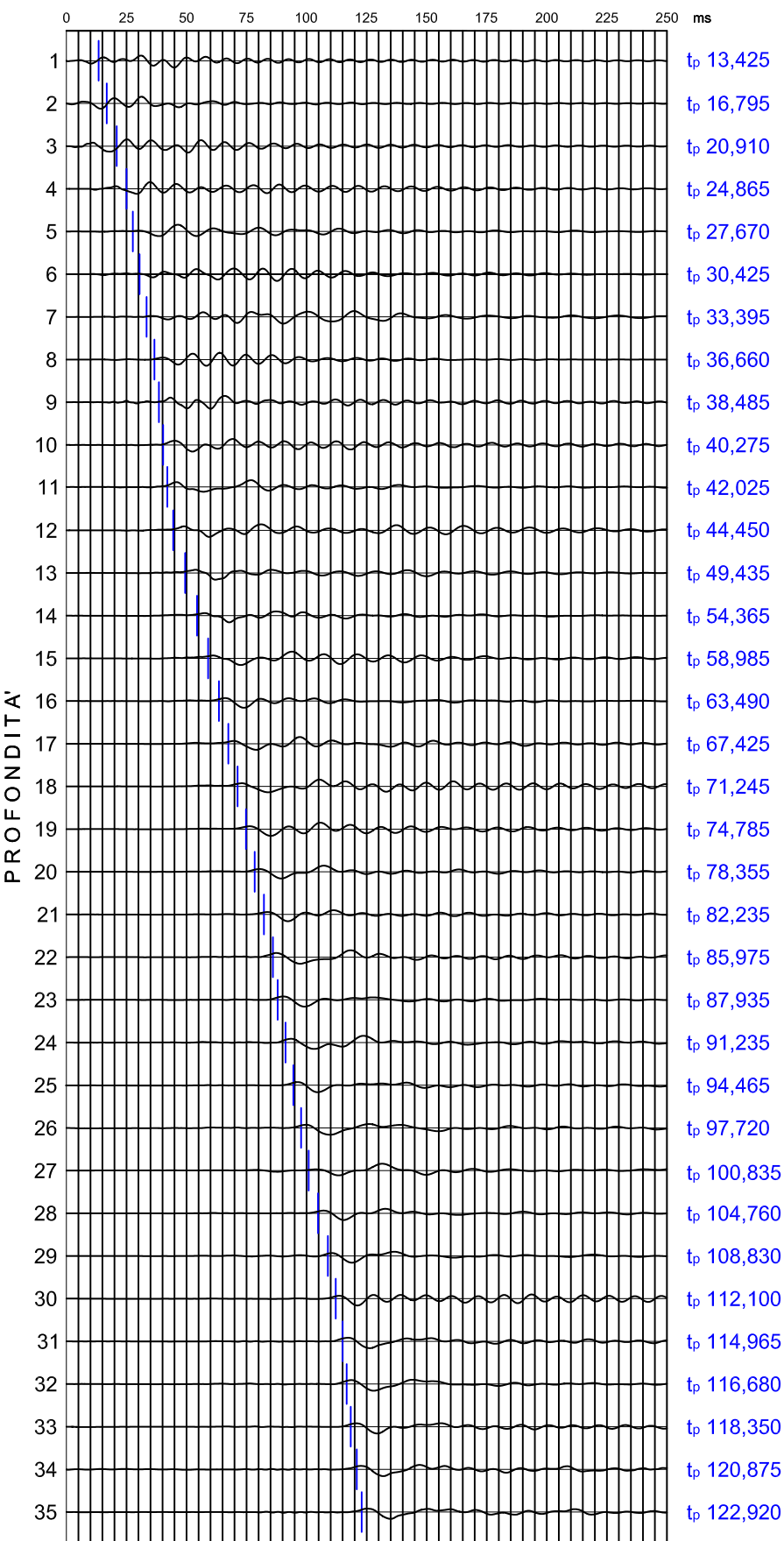
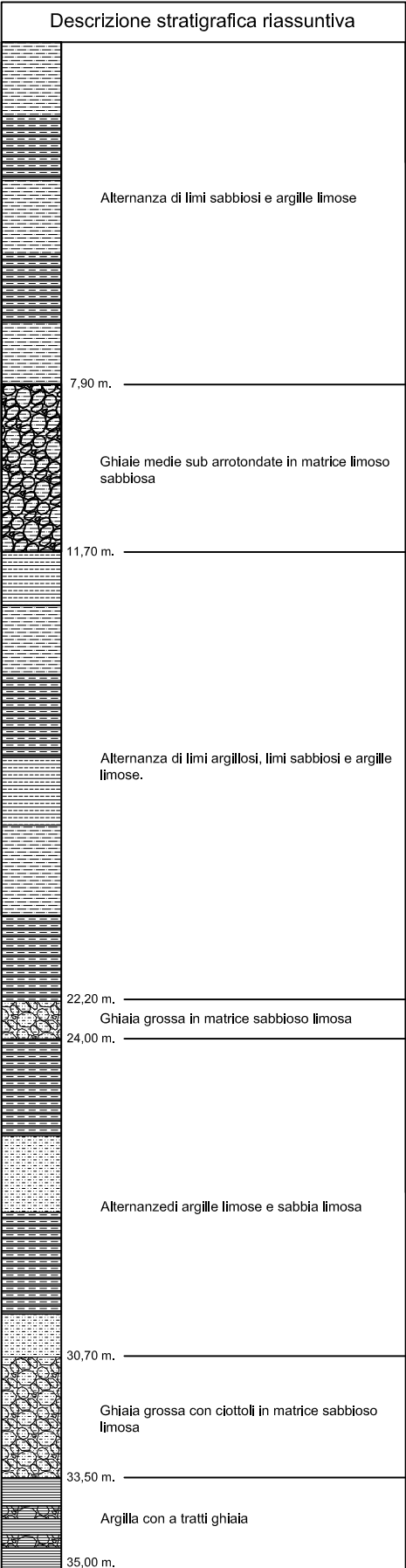
$V_{s30} = 274 \text{ m/s}$

Categoria di suolo "C"

Note:







Committente:

Parma Infrastrutture S.p.A.

Cantiere:

Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

**Tabella onde P / Dh1**

Sismic data acquisition depth	Distance source P-wave - triaxial geofone	Arrival time P-wave	Arrival time P-wave	Vp to travel L $V_p = L/t$	L2 - L1	t2 - t1	Vp for each level of one meter $V_p = (L2-L1)/(t2-t1)$
(m)	L (m)	t (s)	t (ms)	(m/s)	(m)	(s)	(m/s)
1,00	1,80	0,006	5,6	320	1,80	0,0056	320
2,00	2,50	0,007	6,5	382	0,70	0,0009	762
3,00	3,35	0,008	7,6	440	0,85	0,0011	795
4,00	4,27	0,009	9,1	470	0,92	0,0015	624
5,00	5,22	0,011	10,5	496	0,95	0,0014	656
6,00	6,18	0,012	12,0	516	0,96	0,0014	667
7,00	7,16	0,013	13,3	537	0,97	0,0013	724
8,00	8,14	0,015	14,7	554	0,98	0,0014	713
9,00	9,12	0,016	15,7	583	0,98	0,0010	1031
10,00	10,11	0,017	16,6	609	0,99	0,0010	1024
11,00	11,10	0,018	17,6	632	0,99	0,0010	1031
12,00	12,09	0,019	18,8	645	0,99	0,0012	837
13,00	13,09	0,021	21,0	624	0,99	0,0022	446
14,00	14,08	0,022	22,1	636	0,99	0,0012	864
15,00	15,07	0,023	22,8	661	0,99	0,0007	1507
16,00	16,07	0,023	23,5	685	1,00	0,0007	1475
17,00	17,07	0,024	24,1	707	1,00	0,0007	1498
18,00	18,06	0,025	24,8	729	1,00	0,0007	1521
19,00	19,06	0,025	25,5	749	1,00	0,0007	1499
20,00	20,06	0,026	26,1	768	1,00	0,0007	1511
21,00	21,05	0,027	26,8	786	1,00	0,0007	1478
22,00	22,05	0,027	27,4	803	1,00	0,0007	1523
23,00	23,05	0,028	28,1	820	1,00	0,0007	1489
24,00	24,05	0,029	28,8	836	1,00	0,0007	1535
25,00	25,04	0,029	29,4	851	1,00	0,0007	1512
26,00	26,04	0,030	30,1	866	1,00	0,0006	1536
27,00	27,04	0,031	30,8	879	1,00	0,0007	1479
28,00	28,04	0,031	31,4	893	1,00	0,0007	1524
29,00	29,04	0,032	32,1	905	1,00	0,0007	1490
30,00	30,04	0,033	32,7	917	1,00	0,0007	1502
31,00	31,04	0,033	33,4	930	1,00	0,0006	1537
32,00	32,04	0,034	34,0	941	1,00	0,0007	1525
33,00	33,03	0,035	34,7	952	1,00	0,0007	1491
34,00	34,03	0,035	35,4	962	1,00	0,0007	1502
35,00	35,03	0,036	36,0	972	1,00	0,0007	1525

Committente:

Parma Infrastrutture S.p.A.

Cantiere:

Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

**Tabella onde S / Dh1**

Sismic data acquisition depth	Distance source S-wave - triaxial geofone	Arrival time S-wave	Arrival time S-wave	Vs to travel L $V_s = L/t$	L2 - L1	t2 - t1	Vs for each level of one meter $V_s = (L2-L1)/(t2-t1)$
(m)	L (m)	t (s)	t (ms)	(m/s)	(m)	(s)	(m/s)
1,00	1,80	0,013	13,4	134	1,80	0,0134	134
2,00	2,50	0,017	16,8	149	0,70	0,0034	207
3,00	3,35	0,021	20,9	160	0,85	0,0041	208
4,00	4,27	0,025	24,9	172	0,92	0,0040	232
5,00	5,22	0,028	27,7	189	0,95	0,0028	338
6,00	6,18	0,030	30,4	203	0,96	0,0028	350
7,00	7,16	0,033	33,4	214	0,97	0,0030	328
8,00	8,14	0,037	36,7	222	0,98	0,0033	300
9,00	9,12	0,038	38,5	237	0,98	0,0018	540
10,00	10,11	0,040	40,3	251	0,99	0,0018	552
11,00	11,10	0,042	42,0	264	0,99	0,0018	566
12,00	12,09	0,044	44,5	272	0,99	0,0024	409
13,00	13,09	0,049	49,4	265	0,99	0,0050	199
14,00	14,08	0,054	54,4	259	0,99	0,0049	202
15,00	15,07	0,059	59,0	256	0,99	0,0046	215
16,00	16,07	0,063	63,5	253	1,00	0,0045	221
17,00	17,07	0,067	67,4	253	1,00	0,0039	253
18,00	18,06	0,071	71,2	254	1,00	0,0038	261
19,00	19,06	0,075	74,8	255	1,00	0,0035	282
20,00	20,06	0,078	78,4	256	1,00	0,0036	279
21,00	21,05	0,082	82,2	256	1,00	0,0039	257
22,00	22,05	0,086	86,0	256	1,00	0,0037	267
23,00	23,05	0,088	87,9	262	1,00	0,0020	509
24,00	24,05	0,091	91,2	264	1,00	0,0033	302
25,00	25,04	0,094	94,5	265	1,00	0,0032	309
26,00	26,04	0,098	97,7	267	1,00	0,0033	307
27,00	27,04	0,101	100,8	268	1,00	0,0031	321
28,00	28,04	0,105	104,8	268	1,00	0,0039	254
29,00	29,04	0,109	108,8	267	1,00	0,0041	245
30,00	30,04	0,112	112,1	268	1,00	0,0033	305
31,00	31,04	0,115	115,0	270	1,00	0,0029	349
32,00	32,04	0,117	116,7	275	1,00	0,0017	582
33,00	33,03	0,118	118,4	279	1,00	0,0017	598
34,00	34,03	0,121	120,9	282	1,00	0,0025	396
35,00	35,03	0,123	122,9	285	1,00	0,0020	489

Committente: **Parma Infrastrutture S.p.A.**

Cantiere: Scuola Corazza Via F.lli Bandiera, Parma

**Parametri Tabella / Dh1**

PROFONDITA' (m)	Velocità onde P	Velocità onde S	Vp/Vs	Densità	Coefficiente di Poisson	Modulo di Young E	Modulo di taglio G0	Modulo di compressibilità dinamico Ed
(m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)		g/cm3		Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2
1,00	320	134	2,39	1,9	0,39	9,734E+02	3,49E+02	2,71E+03
2,00	762	207	3,68	1,9	0,46	2,421E+03	8,29E+02	7,07E+03
3,00	795	208	3,83	1,9	0,46	2,442E+03	8,34E+02	7,15E+03
4,00	624	232	2,69	1,9	0,42	2,962E+03	1,04E+03	8,41E+03
5,00	656	338	1,94	1,9	0,32	5,839E+03	2,21E+03	1,54E+04
6,00	667	350	1,91	1,9	0,31	6,221E+03	2,37E+03	1,63E+04
7,00	724	328	2,21	1,9	0,37	5,715E+03	2,08E+03	1,57E+04
8,00	713	300	2,37	1,9	0,39	4,863E+03	1,75E+03	1,35E+04
9,00	1031	540	1,91	1,9	0,31	1,479E+04	5,64E+03	3,88E+04
10,00	1024	552	1,85	1,9	0,30	1,528E+04	5,90E+03	3,96E+04
11,00	1031	566	1,82	1,9	0,28	1,592E+04	6,20E+03	4,09E+04
12,00	837	409	2,05	1,9	0,34	8,699E+03	3,24E+03	2,34E+04
13,00	446	199	2,24	1,9	0,38	2,114E+03	7,68E+02	5,82E+03
14,00	864	202	4,29	1,9	0,47	2,316E+03	7,87E+02	6,82E+03
15,00	1507	215	7,00	1,9	0,49	2,675E+03	8,98E+02	7,97E+03
16,00	1475	221	6,67	1,9	0,49	2,815E+03	9,45E+02	8,38E+03
17,00	1498	253	5,92	1,9	0,49	3,685E+03	1,24E+03	1,09E+04
18,00	1521	261	5,83	1,9	0,48	3,913E+03	1,32E+03	1,16E+04
19,00	1499	282	5,32	1,9	0,48	4,550E+03	1,54E+03	1,35E+04
20,00	1511	279	5,41	1,9	0,48	4,479E+03	1,51E+03	1,33E+04
21,00	1478	257	5,75	1,9	0,48	3,799E+03	1,28E+03	1,13E+04
22,00	1523	267	5,71	1,9	0,48	4,090E+03	1,38E+03	1,21E+04
23,00	1489	509	2,93	1,9	0,43	1,439E+04	5,02E+03	4,13E+04
24,00	1535	302	5,08	1,9	0,48	5,242E+03	1,77E+03	1,55E+04
25,00	1512	309	4,89	1,9	0,48	5,468E+03	1,85E+03	1,62E+04
26,00	1536	307	5,01	1,9	0,48	5,390E+03	1,82E+03	1,59E+04
27,00	1479	321	4,61	1,9	0,48	5,871E+03	1,99E+03	1,73E+04
28,00	1524	254	5,99	1,9	0,49	3,725E+03	1,25E+03	1,11E+04
29,00	1490	245	6,07	1,9	0,49	3,465E+03	1,17E+03	1,03E+04
30,00	1502	305	4,92	1,9	0,48	5,342E+03	1,81E+03	1,58E+04
31,00	1537	349	4,41	1,9	0,47	6,934E+03	2,35E+03	2,04E+04
32,00	1525	582	2,62	1,9	0,41	1,859E+04	6,57E+03	5,26E+04
33,00	1491	598	2,49	1,9	0,40	1,946E+04	6,93E+03	5,46E+04
34,00	1502	396	3,80	1,9	0,46	8,869E+03	3,03E+03	2,59E+04
35,00	1525	489	3,12	1,9	0,44	1,334E+04	4,62E+03	3,85E+04



COMUNE DI PARMA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento  
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale  
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico  
ing. SARA MALORI

computo metrico  
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione  
ing. SARA MALORI

geologia  
ENGEO S.R.L.



## SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

### I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

#### PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	maggio2016	emissione	Cerutti	Caleffi	Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione geologica e geotecnica  
Allegato 4 - Prova HVSR

TAVOLA:

serie	numero
S	R2.0
formato	
scala	
file:	



CANTIERE:	Scuola Corazza
LOCALITA':	Parma

### PROVA TROMOGRAFICA

Comune Parma	Località Via F.lli Bandiera – via Argonne	
Cantiere Scuola Corazza	Data 06/04/2016	Ora 10.45
Codice lavoro PARM.26.1606		
Codice Prova COR1	File COR1	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Geol. Carlo Caleffi		


CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

STRUTTURE CIRCOSTANTI				
Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

SORGENTI RUMORE							
Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto			✓			
	camion	✓					
	passanti	✓					
	altro .....	✓					
Disturbo cont.	<input type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

OSSERVAZIONI: Vicino a sondaggio S1
-------------------------------------

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Maggio 2016	0	1 di 5

CANTIERE:	Scuola Corazza
LOCALITA':	Parma

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

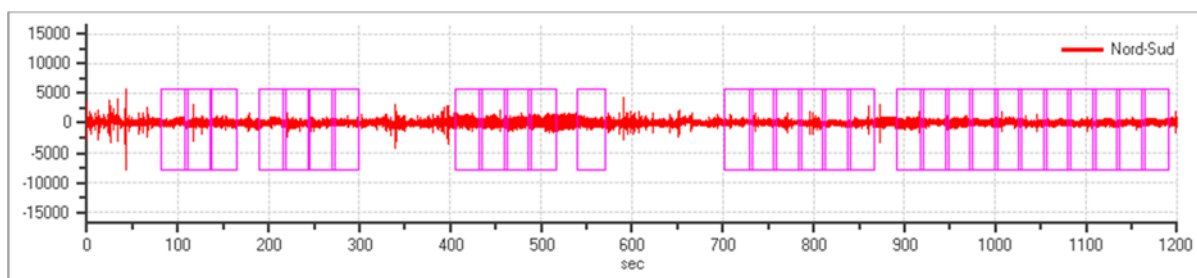
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.  
 Latitudine: 44.7930N  
 Longitudine: 10.3069E

## Finestre selezionate

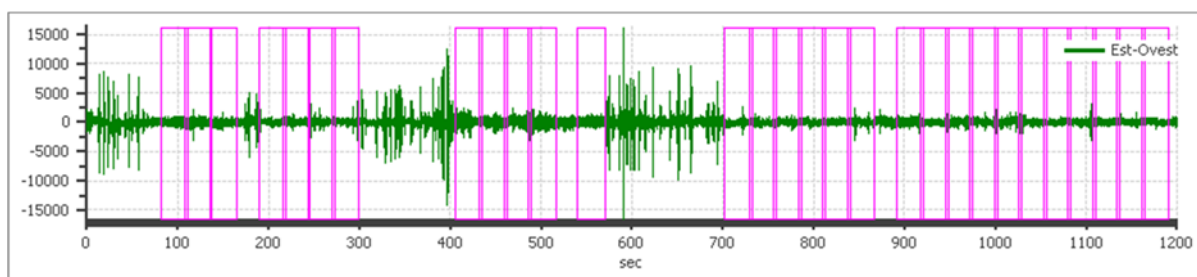
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 29  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 19  
 Dimensione temporale finestre: 30.00 s  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Coefficiente di banda: 40.00

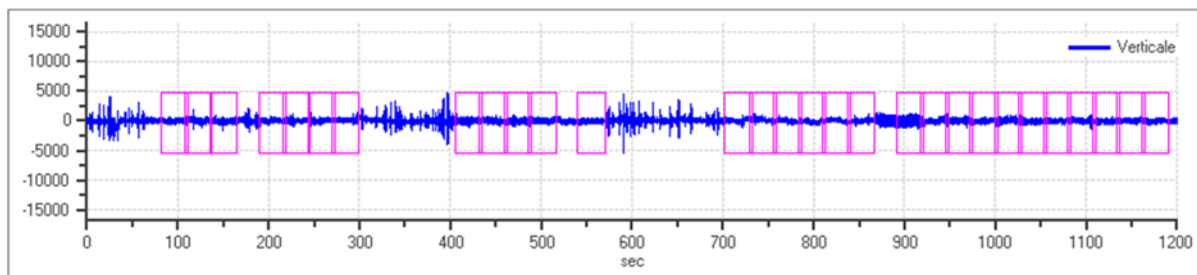
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

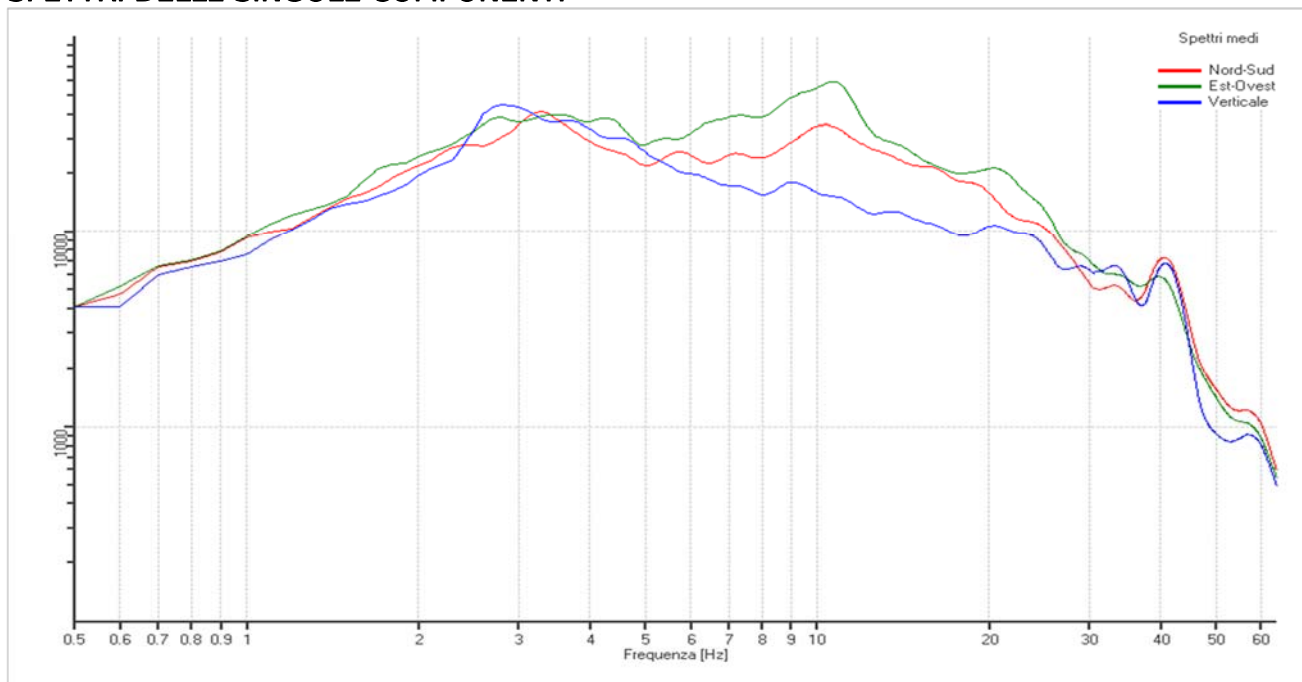


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



CANTIERE:	Scuola Corazza
LOCALITA':	Parma

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



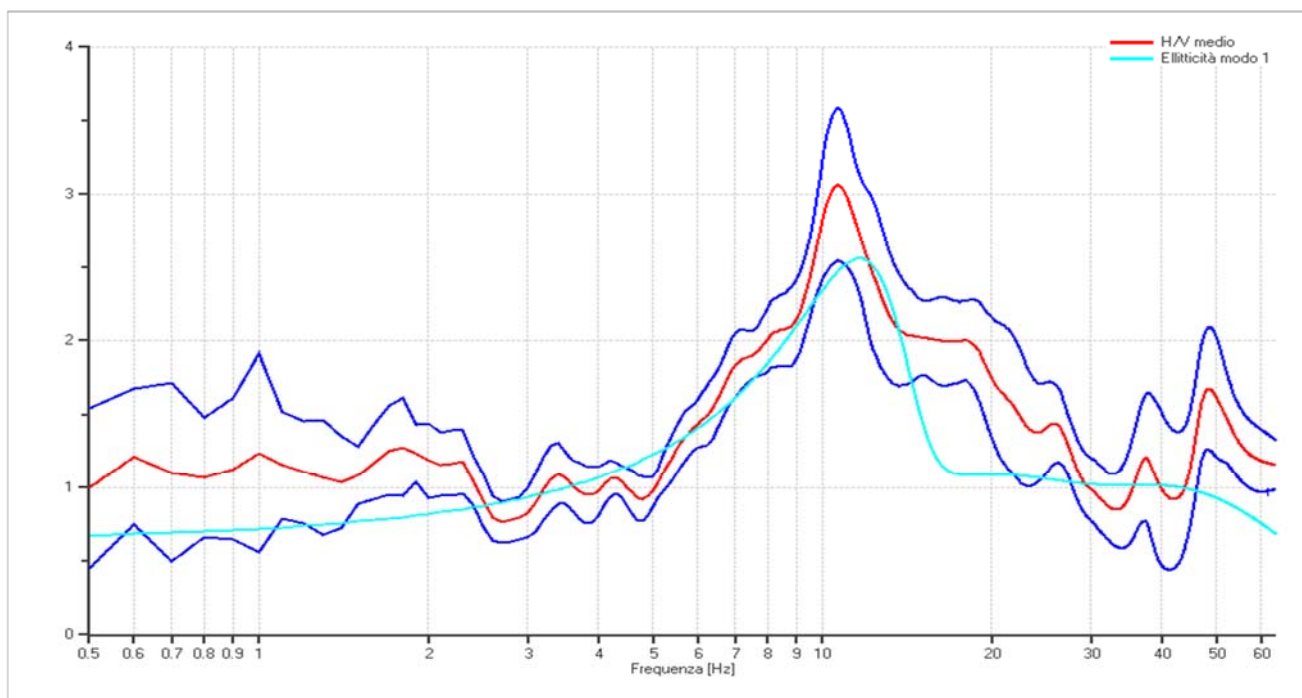
## Rapporto spettrale H/V

### Dati riepilogativi:


Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.10 Hz  
 Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

### Risultati:

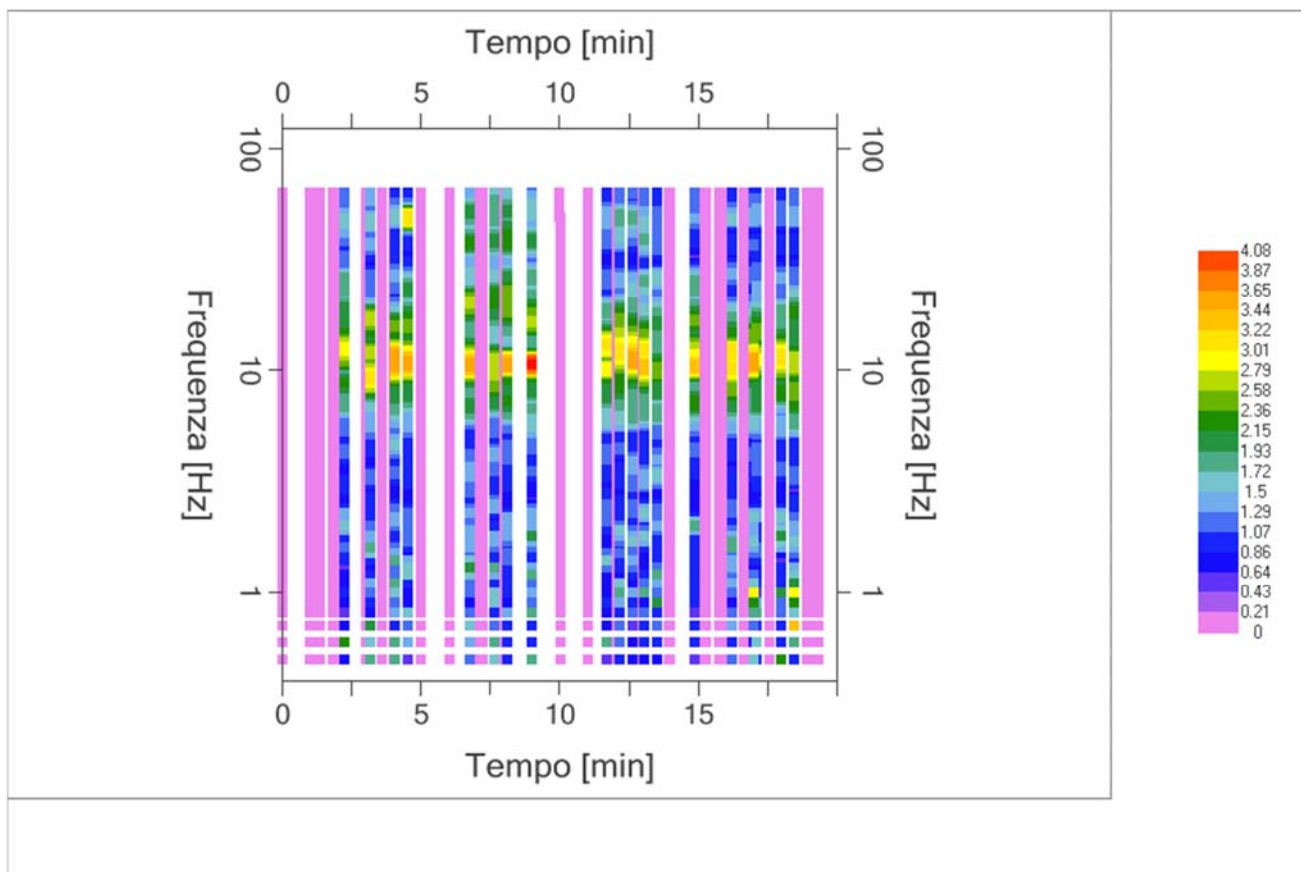
Frequenza del picco del rapporto H/V: 10.60 Hz  $\pm$  0.17 Hz



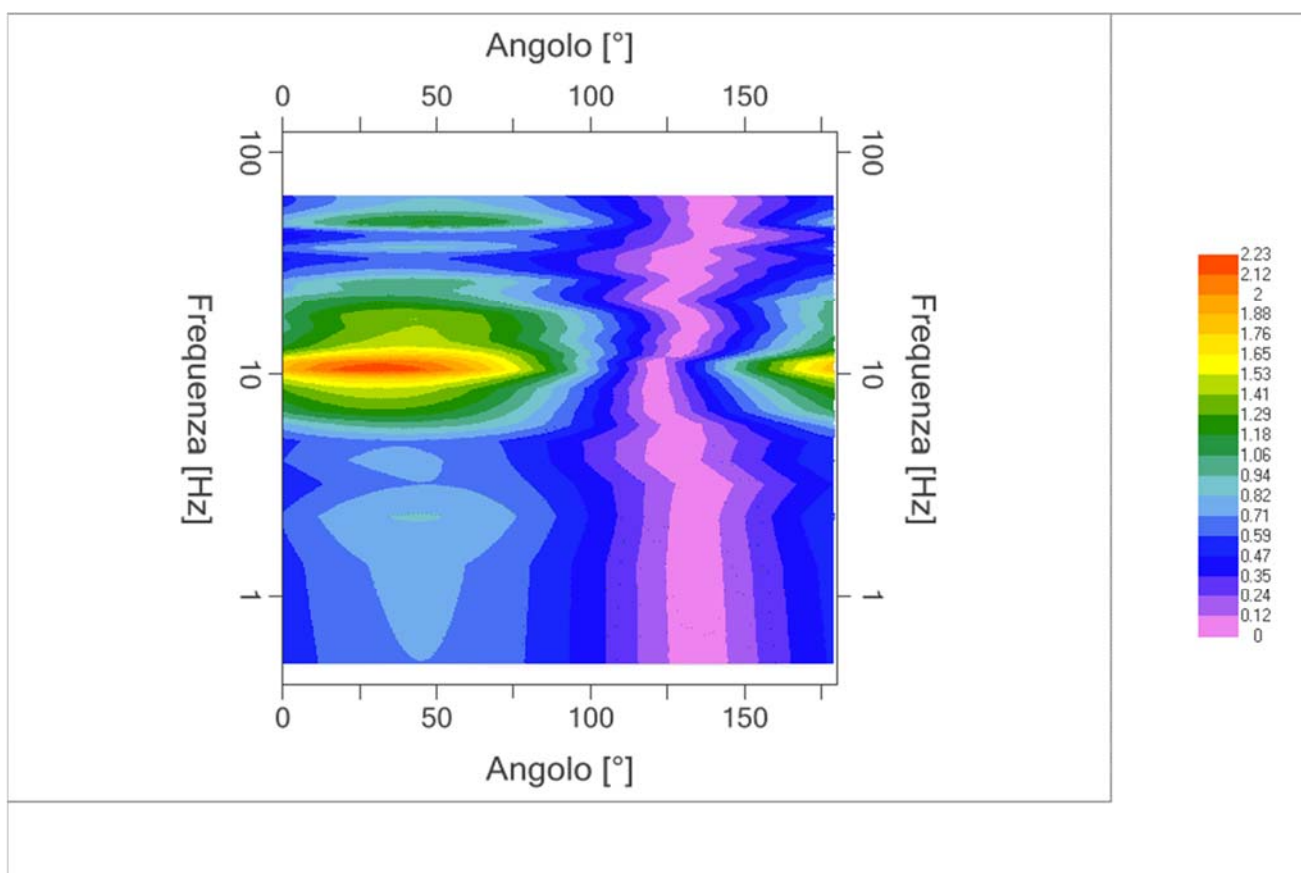
*Grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica*

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tomografica	Maggio 2016	0	3 di 5

CANTIERE:	Scuola Corazza
LOCALITA':	Parma



Mappa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

CANTIERE:	Scuola Corazza
LOCALITA':	Parma

Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $10.60 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

### Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro\*

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [ Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [ Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20





COMUNE DI PARMA  
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento  
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale  
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico  
ing. SARA MALORI

computo metrico  
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione  
ing. SARA MALORI

geologia  
ENGEO S.R.L.



## SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

### I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

#### PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	maggio2016	emissione	Cerutti	Caleffi	Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione geologica e geotecnica  
Allegato 5 - Curve di carico pali

TAVOLA:

serie	numero
S	R2.0
formato	
scala	
file:	



## CAPACITA' PORTANTE PALO

Caratteristiche del palo	
Diametro (m)	<b>0.25</b>
Metodo di realizzazione:	trivellato
Quota testa palo:	-2.5 da p.c.

Coeff. N° prove	
$\zeta_3$	$\zeta_4$
1.65	1.55

Coefficienti parziali		
	$\gamma_b$	$\gamma_s$
R1	1	1
R2	1.7	1.45
R3	1.35	1.15

Capacità portante di progetto												
Capacità portante caratteristica				Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2		
Prof.	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
0.25	4.43	0.79	5.21	4.43	0.79	5.21	2.60	0.54	3.15	3.28	0.68	3.96
0.50	4.43	1.57	6.01	4.43	1.57	6.01	2.61	1.08	3.69	3.28	1.37	4.65
0.75	4.44	2.36	6.80	4.44	2.36	6.80	2.61	1.62	4.24	3.29	2.05	5.34
1.00	4.45	3.14	7.59	4.45	3.14	7.59	2.62	2.17	4.78	3.30	2.73	6.03
1.25	4.46	3.93	8.39	4.46	3.93	8.39	2.62	2.71	5.33	3.30	3.41	6.72
1.50	4.47	4.71	9.18	4.47	4.71	9.18	2.63	3.25	5.88	3.31	4.10	7.41
1.75	4.48	5.50	9.97	4.48	5.50	9.97	2.63	3.79	6.42	3.32	4.78	8.10
2.00	4.48	6.28	10.77	4.48	6.28	10.77	2.64	4.33	6.97	3.32	5.46	8.79
2.25	4.49	7.07	11.56	4.49	7.07	11.56	2.64	4.87	7.52	3.33	6.15	9.47
2.50	4.73	7.89	12.62	4.73	7.89	12.62	2.78	5.44	8.23	3.50	6.86	10.37
2.75	4.96	8.76	13.73	4.96	8.76	13.73	2.92	6.04	8.96	3.68	7.62	11.30
3.00	4.97	9.63	14.60	4.97	9.63	14.60	2.93	6.64	9.56	3.68	8.37	12.06
3.25	4.98	10.49	15.47	4.98	10.49	15.47	2.93	7.24	10.17	3.69	9.12	12.81
3.50	4.99	11.36	16.35	4.99	11.36	16.35	2.94	7.83	10.77	3.70	9.88	13.57
3.75	5.00	12.23	17.22	5.00	12.23	17.22	2.94	8.43	11.37	3.70	10.63	14.33
4.00	5.01	13.09	18.10	5.01	13.09	18.10	2.94	9.03	11.97	3.71	11.38	15.09
4.25	5.01	13.96	18.97	5.01	13.96	18.97	2.95	9.63	12.58	3.71	12.14	15.85
4.50	5.02	14.82	19.85	5.02	14.82	19.85	2.95	10.22	13.18	3.72	12.89	16.61
4.75	5.03	15.69	20.72	5.03	15.69	20.72	2.96	10.82	13.78	3.73	13.64	17.37
5.00	5.04	16.56	21.60	5.04	16.56	21.60	2.96	11.42	14.38	3.73	14.40	18.13
5.25	5.05	17.42	22.47	5.05	17.42	22.47	2.97	12.02	14.99	3.74	15.15	18.89
5.50	5.38	18.03	23.41	5.38	18.03	23.41	3.17	12.44	15.60	3.99	15.68	19.67
5.75	5.39	18.65	24.04	5.39	18.65	24.04	3.17	12.86	16.03	3.99	16.22	20.21
6.00	7.06	19.03	26.10	7.06	19.03	26.10	4.15	13.13	17.28	5.23	16.55	21.78
6.25	9.02	19.43	28.46	9.02	19.43	28.46	5.31	13.40	18.71	6.68	16.90	23.58
6.50	10.59	19.85	30.44	10.59	19.85	30.44	6.23	13.69	19.92	7.85	17.26	25.11
6.75	11.00	20.28	31.28	11.00	20.28	31.28	6.47	13.99	20.46	8.15	17.64	25.78
7.00	11.41	20.73	32.14	11.41	20.73	32.14	6.71	14.30	21.01	8.45	18.03	26.48
7.25	11.81	21.20	33.01	11.81	21.20	33.01	6.95	14.62	21.57	8.75	18.43	27.18
7.50	12.13	21.61	33.74	12.13	21.61	33.74	7.14	14.90	22.04	8.99	18.79	27.78
7.75	12.13	22.04	34.17	12.13	22.04	34.17	7.14	15.20	22.33	8.99	19.16	28.15
8.00	12.13	22.48	34.61	12.13	22.48	34.61	7.14	15.50	22.64	8.99	19.54	28.53
8.25	12.13	22.93	35.06	12.13	22.93	35.06	7.14	15.81	22.95	8.99	19.94	28.93
8.50	9.64	23.40	33.04	9.64	23.40	33.04	5.67	16.14	21.81	7.14	20.35	27.49
8.75	6.36	23.88	30.24	6.36	23.88	30.24	3.74	16.47	20.21	4.71	20.77	25.48
9.00	3.08	24.36	27.44	3.08	24.36	27.44	1.81	16.80	18.61	2.28	21.18	23.47
9.25	2.91	24.82	27.73	2.91	24.82	27.73	1.71	17.12	18.83	2.15	21.58	23.74
9.50	2.91	25.28	28.20	2.91	25.28	28.20	1.71	17.44	19.15	2.16	21.99	24.14
9.75	2.92	25.75	28.67	2.92	25.75	28.67	1.72	17.76	19.47	2.16	22.39	24.55
10.00	2.93	26.21	29.14	2.93	26.21	29.14	1.72	18.07	19.80	2.17	22.79	24.96
10.25	2.94	26.67	29.61	2.94	26.67	29.61	1.73	18.39	20.12	2.18	23.19	25.37
10.50	2.95	27.13	30.08	2.95	27.13	30.08	1.73	18.71	20.44	2.18	23.59	25.78
10.75	2.96	27.59	30.55	2.96	27.59	30.55	1.74	19.03	20.77	2.19	23.99	26.18
11.00	2.96	28.05	31.02	2.96	28.05	31.02	1.74	19.35	21.09	2.20	24.40	26.59
11.25	2.97	28.52	31.49	2.97	28.52	31.49	1.75	19.67	21.41	2.20	24.80	27.00
11.50	2.98	28.98	31.96	2.98	28.98	31.96	1.75	19.98	21.74	2.21	25.20	27.41



Prof.	Capacità portante caratteristica			Capacità portante di progetto								
	Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2					
	R <sub>b,K</sub>	R <sub>s,K</sub>	R <sub>T,K</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>
11.75	2.99	29.44	32.43	2.99	29.44	32.43	1.76	20.30	22.06	2.21	25.60	27.81
12.00	3.00	29.90	32.90	3.00	29.90	32.90	1.76	20.62	22.38	2.22	26.00	28.22
12.25	3.01	30.36	33.37	3.01	30.36	33.37	1.77	20.94	22.71	2.23	26.40	28.63
12.50	3.01	30.82	33.84	3.01	30.82	33.84	1.77	21.26	23.03	2.23	26.80	29.04
12.75	3.02	31.29	34.31	3.02	31.29	34.31	1.78	21.58	23.35	2.24	27.21	29.44
13.00	3.03	31.75	34.78	3.03	31.75	34.78	1.78	21.90	23.68	2.24	27.61	29.85
13.25	3.04	32.21	35.25	3.04	32.21	35.25	1.79	22.21	24.00	2.25	28.01	30.26
13.50	3.05	32.67	35.72	3.05	32.67	35.72	1.79	22.53	24.32	2.26	28.41	30.67
13.75	3.06	33.13	36.19	3.06	33.13	36.19	1.80	22.85	24.65	2.26	28.81	31.07
14.00	3.06	33.60	36.66	3.06	33.60	36.66	1.80	23.17	24.97	2.27	29.21	31.48
14.25	3.27	34.16	37.43	3.27	34.16	37.43	1.92	23.56	25.48	2.42	29.70	32.12
14.50	3.28	34.72	38.00	3.28	34.72	38.00	1.93	23.95	25.87	2.43	30.19	32.62
14.75	3.09	35.18	38.27	3.09	35.18	38.27	1.82	24.26	26.08	2.29	30.59	32.88
15.00	3.10	35.64	38.74	3.10	35.64	38.74	1.82	24.58	26.40	2.29	31.00	33.29
15.25	3.11	36.11	39.21	3.11	36.11	39.21	1.83	24.90	26.73	2.30	31.40	33.70
15.50	3.11	36.57	39.68	3.11	36.57	39.68	1.83	25.22	27.05	2.31	31.80	34.10
15.75	3.12	37.03	40.15	3.12	37.03	40.15	1.84	25.54	27.37	2.31	32.20	34.51
16.00	3.13	37.49	40.62	3.13	37.49	40.62	1.84	25.86	27.70	2.32	32.60	34.92
16.25	3.14	37.95	41.09	3.14	37.95	41.09	1.85	26.17	28.02	2.32	33.00	35.33
16.50	3.15	38.42	41.56	3.15	38.42	41.56	1.85	26.49	28.34	2.33	33.40	35.74
16.75	3.15	38.88	42.03	3.15	38.88	42.03	1.86	26.81	28.67	2.34	33.81	36.14
17.00	3.16	39.34	42.50	3.16	39.34	42.50	1.86	27.13	28.99	2.34	34.21	36.55
17.25	3.17	39.80	42.97	3.17	39.80	42.97	1.87	27.45	29.31	2.35	34.61	36.96
17.50	3.18	40.26	43.44	3.18	40.26	43.44	1.87	27.77	29.64	2.36	35.01	37.37
17.75	3.19	40.72	43.91	3.19	40.72	43.91	1.88	28.09	29.96	2.36	35.41	37.77
18.00	3.20	41.19	44.38	3.20	41.19	44.38	1.88	28.40	30.28	2.37	35.81	38.18
18.25	3.20	41.65	44.85	3.20	41.65	44.85	1.89	28.72	30.61	2.37	36.22	38.59
18.50	3.21	42.11	45.32	3.21	42.11	45.32	1.89	29.04	30.93	2.38	36.62	39.00
18.75	3.22	42.57	45.79	3.22	42.57	45.79	1.90	29.36	31.25	2.39	37.02	39.40
19.00	3.23	43.03	46.26	3.23	43.03	46.26	1.90	29.68	31.58	2.39	37.42	39.81
19.25	3.45	43.60	47.04	3.45	43.60	47.04	2.03	30.07	32.09	2.55	37.91	40.46
19.50	3.46	44.16	47.62	3.46	44.16	47.62	2.03	30.46	32.49	2.56	38.40	40.96
19.75	3.46	44.85	48.31	3.46	44.85	48.31	2.04	30.93	32.97	2.57	39.00	41.57
20.00	3.47	45.54	49.02	3.47	45.54	49.02	2.04	31.41	33.45	2.57	39.60	42.18
20.25	3.48	46.24	49.73	3.48	46.24	49.73	2.05	31.89	33.94	2.58	40.21	42.79
20.50	3.49	46.95	50.44	3.49	46.95	50.44	2.05	32.38	34.43	2.59	40.83	43.41
20.75	3.50	47.51	51.01	3.50	47.51	51.01	2.06	32.77	34.83	2.59	41.32	43.91
21.00	3.51	48.08	51.59	3.51	48.08	51.59	2.06	33.16	35.22	2.60	41.81	44.41
21.25	3.52	48.64	52.16	3.52	48.64	52.16	2.07	33.55	35.62	2.61	42.30	44.90
21.50	3.53	49.21	52.73	3.53	49.21	52.73	2.07	33.93	36.01	2.61	42.79	45.40
21.75	3.54	49.77	53.31	3.54	49.77	53.31	2.08	34.32	36.40	2.62	43.28	45.90
22.00	3.54	50.33	53.88	3.54	50.33	53.88	2.09	34.71	36.80	2.63	43.77	46.39
22.25	3.55	50.90	54.45	3.55	50.90	54.45	2.09	35.10	37.19	2.63	44.26	46.89
22.50	3.56	51.46	55.02	3.56	51.46	55.02	2.10	35.49	37.59	2.64	44.75	47.39
22.75	3.57	52.03	55.60	3.57	52.03	55.60	2.10	35.88	37.98	2.65	45.24	47.89
23.00	3.58	52.59	56.17	3.58	52.59	56.17	2.11	36.27	38.37	2.65	45.73	48.38
23.25	3.59	53.15	56.74	3.59	53.15	56.74	2.11	36.66	38.77	2.66	46.22	48.88
23.50	3.60	53.72	57.32	3.60	53.72	57.32	2.12	37.05	39.16	2.67	46.71	49.38
23.75	3.61	54.28	57.89	3.61	54.28	57.89	2.12	37.44	39.56	2.67	47.20	49.87
24.00	3.62	54.85	58.46	3.62	54.85	58.46	2.13	37.82	39.95	2.68	47.69	50.37
24.25	3.62	55.41	59.03	3.62	55.41	59.03	2.13	38.21	40.35	2.68	48.18	50.87
24.50	3.63	55.97	59.61	3.63	55.97	59.61	2.14	38.60	40.74	2.69	48.67	51.36
24.75	3.64	56.54	60.18	3.64	56.54	60.18	2.14	38.99	41.13	2.70	49.16	51.86
25.00	3.65	57.10	60.75	3.65	57.10	60.75	2.15	39.38	41.53	2.70	49.65	52.36



### CAPACITA' PORTANTE PALO

*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

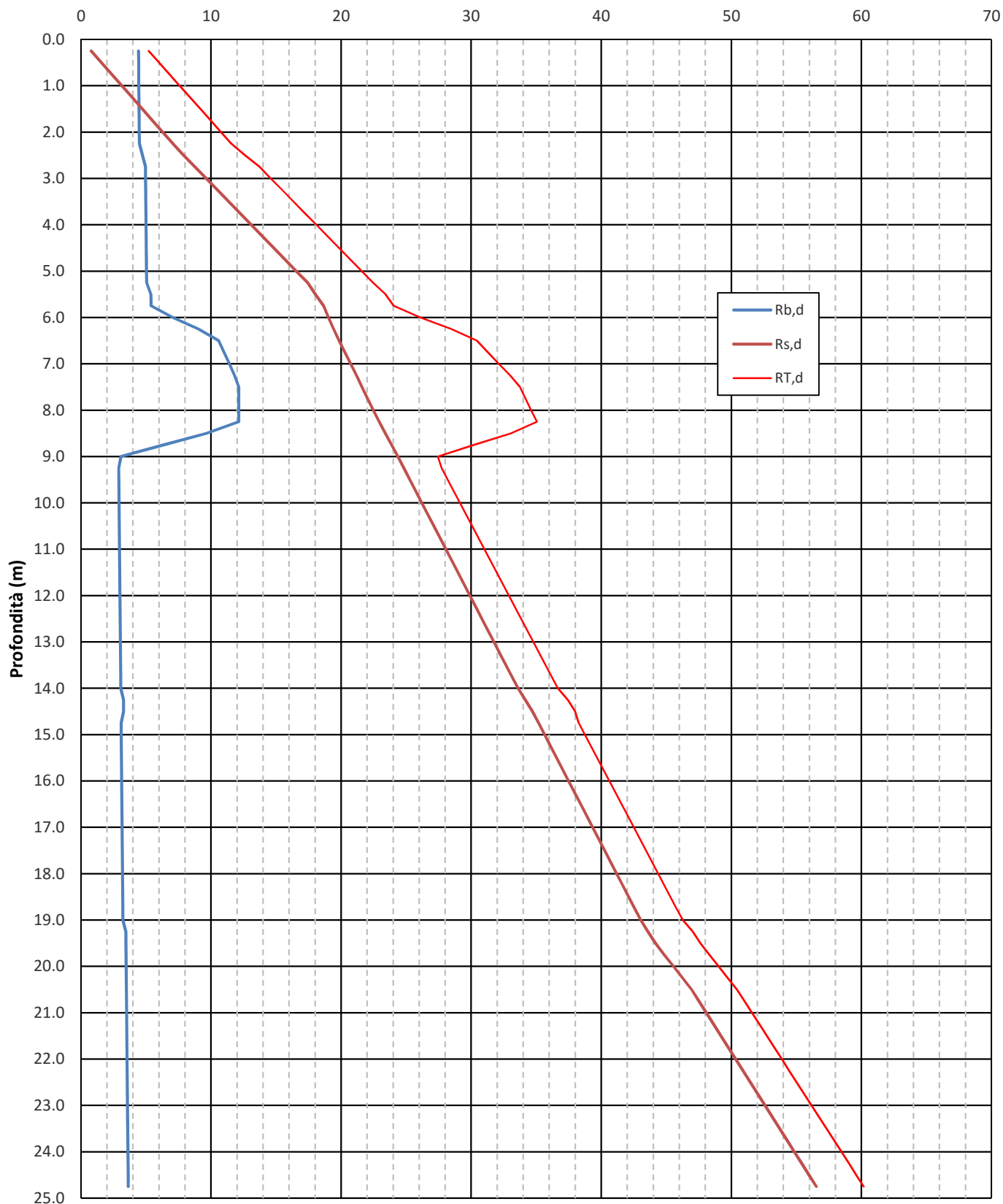
**0.25**

Metodo di realizzazione:

trivellato

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 1

Capacità portante (t)



### CAPACITA' PORTANTE PALO

*Caratteristiche del palo*

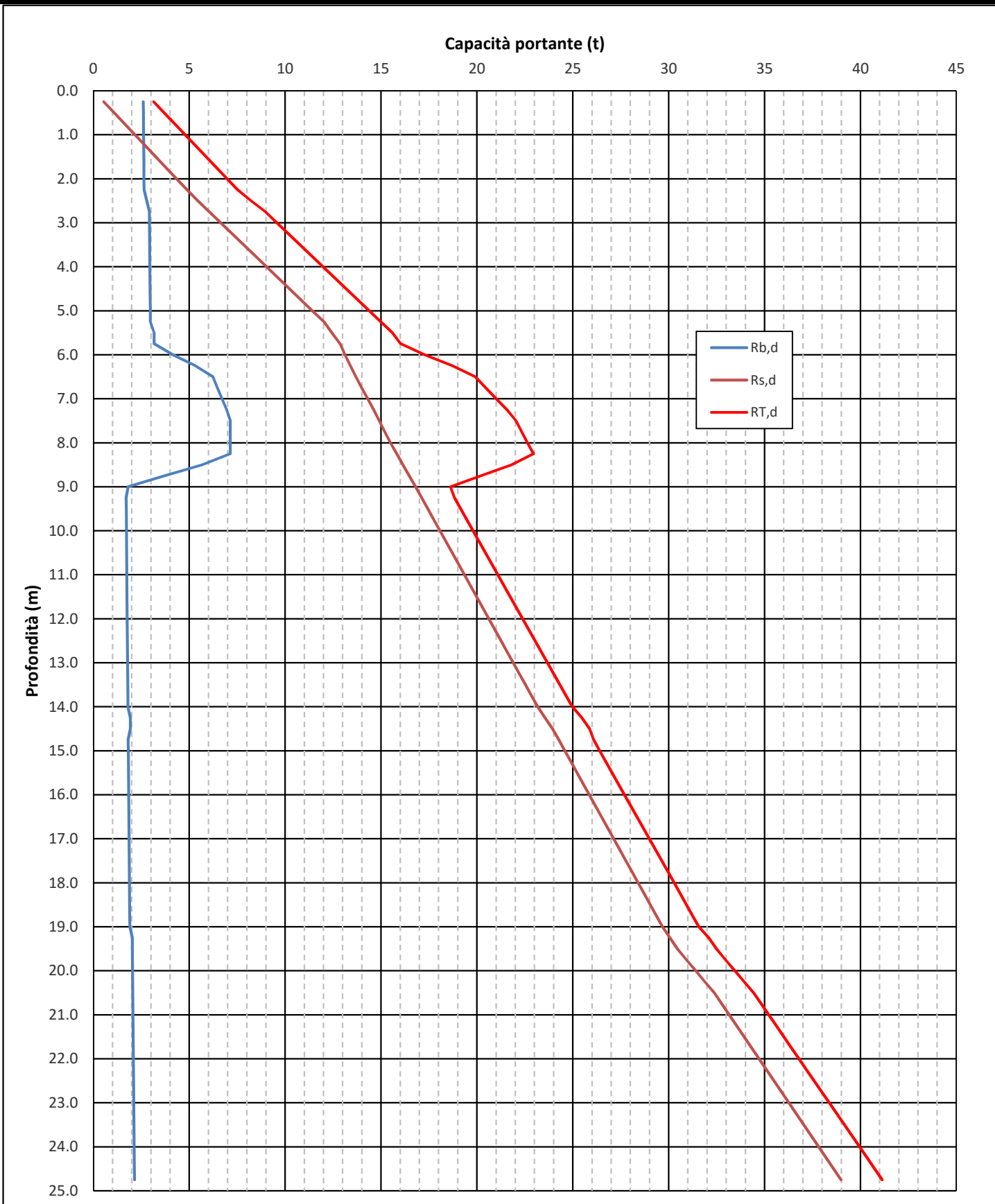
Diametro (m)

**0.25**

Metodo di realizzazione:

trivellato

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2



### CAPACITA' PORTANTE PALO

*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

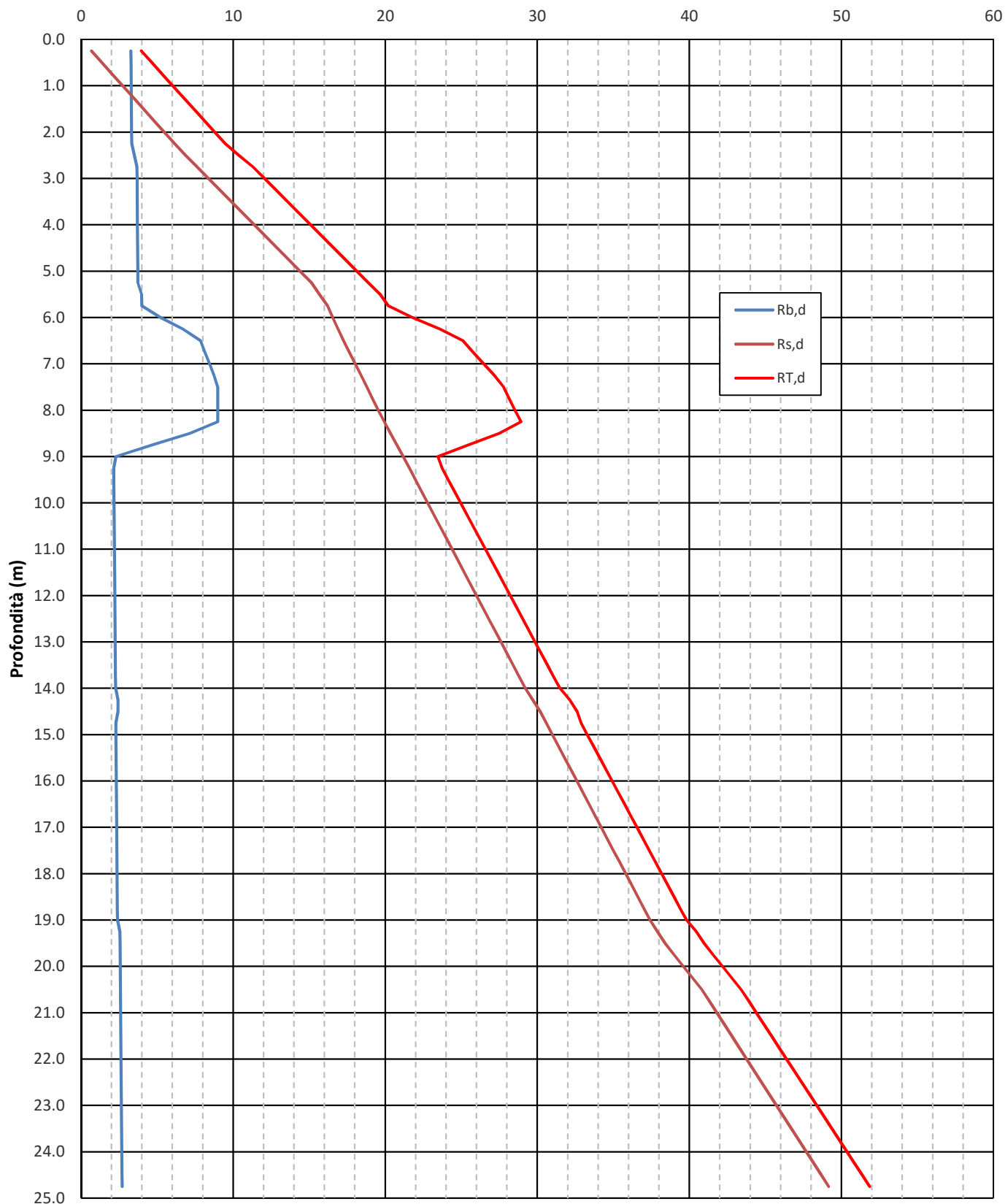
**0.25**

Metodo di realizzazione:

trivellato

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 2

Capacità portante (t)



### CAPACITA' PORTANTE PALO A TRAZIONE

Caratteristiche del palo	
Diametro (m)	<b>0.25</b>
Metodo di realizzazione:	trivellato
Quota testa palo:	-2.5 da p.c.

Coeff. N° prove	
$\zeta_3$	$\zeta_4$
1.65	1.55

Coefficienti parziali		
	$\gamma_b$	$\gamma_s$
R1	1	1
R2	1.7	1.6
R3	1.35	1.25

Capacità portante di progetto												
Capacità portante caratteristica				Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2		
Prof.	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
0.25	0.00	0.79	0.79	0.00	0.79	0.79	0.00	0.49	0.49	0.00	0.63	0.63
0.50	0.00	1.57	1.57	0.00	1.57	1.57	0.00	0.98	0.98	0.00	1.26	1.26
0.75	0.00	2.36	2.36	0.00	2.36	2.36	0.00	1.47	1.47	0.00	1.88	1.88
1.00	0.00	3.14	3.14	0.00	3.14	3.14	0.00	1.96	1.96	0.00	2.51	2.51
1.25	0.00	3.93	3.93	0.00	3.93	3.93	0.00	2.45	2.45	0.00	3.14	3.14
1.50	0.00	4.71	4.71	0.00	4.71	4.71	0.00	2.95	2.95	0.00	3.77	3.77
1.75	0.00	5.50	5.50	0.00	5.50	5.50	0.00	3.44	3.44	0.00	4.40	4.40
2.00	0.00	6.28	6.28	0.00	6.28	6.28	0.00	3.93	3.93	0.00	5.03	5.03
2.25	0.00	7.07	7.07	0.00	7.07	7.07	0.00	4.42	4.42	0.00	5.65	5.65
2.50	0.00	7.89	7.89	0.00	7.89	7.89	0.00	4.93	4.93	0.00	6.32	6.32
2.75	0.00	8.76	8.76	0.00	8.76	8.76	0.00	5.48	5.48	0.00	7.01	7.01
3.00	0.00	9.63	9.63	0.00	9.63	9.63	0.00	6.02	6.02	0.00	7.70	7.70
3.25	0.00	10.49	10.49	0.00	10.49	10.49	0.00	6.56	6.56	0.00	8.39	8.39
3.50	0.00	11.36	11.36	0.00	11.36	11.36	0.00	7.10	7.10	0.00	9.09	9.09
3.75	0.00	12.23	12.23	0.00	12.23	12.23	0.00	7.64	7.64	0.00	9.78	9.78
4.00	0.00	13.09	13.09	0.00	13.09	13.09	0.00	8.18	8.18	0.00	10.47	10.47
4.25	0.00	13.96	13.96	0.00	13.96	13.96	0.00	8.72	8.72	0.00	11.17	11.17
4.50	0.00	14.82	14.82	0.00	14.82	14.82	0.00	9.27	9.27	0.00	11.86	11.86
4.75	0.00	15.69	15.69	0.00	15.69	15.69	0.00	9.81	9.81	0.00	12.55	12.55
5.00	0.00	16.56	16.56	0.00	16.56	16.56	0.00	10.35	10.35	0.00	13.25	13.25
5.25	0.00	17.42	17.42	0.00	17.42	17.42	0.00	10.89	10.89	0.00	13.94	13.94
5.50	0.00	18.03	18.03	0.00	18.03	18.03	0.00	11.27	11.27	0.00	14.43	14.43
5.75	0.00	18.65	18.65	0.00	18.65	18.65	0.00	11.66	11.66	0.00	14.92	14.92
6.00	0.00	19.03	19.03	0.00	19.03	19.03	0.00	11.90	11.90	0.00	15.23	15.23
6.25	0.00	19.43	19.43	0.00	19.43	19.43	0.00	12.15	12.15	0.00	15.55	15.55
6.50	0.00	19.85	19.85	0.00	19.85	19.85	0.00	12.41	12.41	0.00	15.88	15.88
6.75	0.00	20.28	20.28	0.00	20.28	20.28	0.00	12.68	12.68	0.00	16.23	16.23
7.00	0.00	20.73	20.73	0.00	20.73	20.73	0.00	12.96	12.96	0.00	16.58	16.58
7.25	0.00	21.20	21.20	0.00	21.20	21.20	0.00	13.25	13.25	0.00	16.96	16.96
7.50	0.00	21.61	21.61	0.00	21.61	21.61	0.00	13.51	13.51	0.00	17.29	17.29
7.75	0.00	22.04	22.04	0.00	22.04	22.04	0.00	13.77	13.77	0.00	17.63	17.63
8.00	0.00	22.48	22.48	0.00	22.48	22.48	0.00	14.05	14.05	0.00	17.98	17.98
8.25	0.00	22.93	22.93	0.00	22.93	22.93	0.00	14.33	14.33	0.00	18.34	18.34
8.50	0.00	23.40	23.40	0.00	23.40	23.40	0.00	14.62	14.62	0.00	18.72	18.72
8.75	0.00	23.88	23.88	0.00	23.88	23.88	0.00	14.93	14.93	0.00	19.11	19.11
9.00	0.00	24.36	24.36	0.00	24.36	24.36	0.00	15.23	15.23	0.00	19.49	19.49
9.25	0.00	24.82	24.82	0.00	24.82	24.82	0.00	15.51	15.51	0.00	19.86	19.86
9.50	0.00	25.28	25.28	0.00	25.28	25.28	0.00	15.80	15.80	0.00	20.23	20.23
9.75	0.00	25.75	25.75	0.00	25.75	25.75	0.00	16.09	16.09	0.00	20.60	20.60
10.00	0.00	26.21	26.21	0.00	26.21	26.21	0.00	16.38	16.38	0.00	20.97	20.97
10.25	0.00	26.67	26.67	0.00	26.67	26.67	0.00	16.67	16.67	0.00	21.34	21.34
10.50	0.00	27.13	27.13	0.00	27.13	27.13	0.00	16.96	16.96	0.00	21.70	21.70
10.75	0.00	27.59	27.59	0.00	27.59	27.59	0.00	17.25	17.25	0.00	22.07	22.07
11.00	0.00	28.05	28.05	0.00	28.05	28.05	0.00	17.53	17.53	0.00	22.44	22.44
11.25	0.00	28.52	28.52	0.00	28.52	28.52	0.00	17.82	17.82	0.00	22.81	22.81
11.50	0.00	28.98	28.98	0.00	28.98	28.98	0.00	18.11	18.11	0.00	23.18	23.18

Prof.	Capacità portante caratteristica			Capacità portante di progetto								
	Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2					
	R <sub>b,K</sub>	R <sub>s,K</sub>	R <sub>T,K</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>
11.75	0.00	29.44	29.44	0.00	29.44	29.44	0.00	18.40	18.40	0.00	23.55	23.55
12.00	0.00	29.90	29.90	0.00	29.90	29.90	0.00	18.69	18.69	0.00	23.92	23.92
12.25	0.00	30.36	30.36	0.00	30.36	30.36	0.00	18.98	18.98	0.00	24.29	24.29
12.50	0.00	30.82	30.82	0.00	30.82	30.82	0.00	19.27	19.27	0.00	24.66	24.66
12.75	0.00	31.29	31.29	0.00	31.29	31.29	0.00	19.55	19.55	0.00	25.03	25.03
13.00	0.00	31.75	31.75	0.00	31.75	31.75	0.00	19.84	19.84	0.00	25.40	25.40
13.25	0.00	32.21	32.21	0.00	32.21	32.21	0.00	20.13	20.13	0.00	25.77	25.77
13.50	0.00	32.67	32.67	0.00	32.67	32.67	0.00	20.42	20.42	0.00	26.14	26.14
13.75	0.00	33.13	33.13	0.00	33.13	33.13	0.00	20.71	20.71	0.00	26.51	26.51
14.00	0.00	33.60	33.60	0.00	33.60	33.60	0.00	21.00	21.00	0.00	26.88	26.88
14.25	0.00	34.16	34.16	0.00	34.16	34.16	0.00	21.35	21.35	0.00	27.32	27.32
14.50	0.00	34.72	34.72	0.00	34.72	34.72	0.00	21.70	21.70	0.00	27.78	27.78
14.75	0.00	35.18	35.18	0.00	35.18	35.18	0.00	21.99	21.99	0.00	28.15	28.15
15.00	0.00	35.64	35.64	0.00	35.64	35.64	0.00	22.28	22.28	0.00	28.52	28.52
15.25	0.00	36.11	36.11	0.00	36.11	36.11	0.00	22.57	22.57	0.00	28.89	28.89
15.50	0.00	36.57	36.57	0.00	36.57	36.57	0.00	22.86	22.86	0.00	29.25	29.25
15.75	0.00	37.03	37.03	0.00	37.03	37.03	0.00	23.14	23.14	0.00	29.62	29.62
16.00	0.00	37.49	37.49	0.00	37.49	37.49	0.00	23.43	23.43	0.00	29.99	29.99
16.25	0.00	37.95	37.95	0.00	37.95	37.95	0.00	23.72	23.72	0.00	30.36	30.36
16.50	0.00	38.42	38.42	0.00	38.42	38.42	0.00	24.01	24.01	0.00	30.73	30.73
16.75	0.00	38.88	38.88	0.00	38.88	38.88	0.00	24.30	24.30	0.00	31.10	31.10
17.00	0.00	39.34	39.34	0.00	39.34	39.34	0.00	24.59	24.59	0.00	31.47	31.47
17.25	0.00	39.80	39.80	0.00	39.80	39.80	0.00	24.88	24.88	0.00	31.84	31.84
17.50	0.00	40.26	40.26	0.00	40.26	40.26	0.00	25.16	25.16	0.00	32.21	32.21
17.75	0.00	40.72	40.72	0.00	40.72	40.72	0.00	25.45	25.45	0.00	32.58	32.58
18.00	0.00	41.19	41.19	0.00	41.19	41.19	0.00	25.74	25.74	0.00	32.95	32.95
18.25	0.00	41.65	41.65	0.00	41.65	41.65	0.00	26.03	26.03	0.00	33.32	33.32
18.50	0.00	42.11	42.11	0.00	42.11	42.11	0.00	26.32	26.32	0.00	33.69	33.69
18.75	0.00	42.57	42.57	0.00	42.57	42.57	0.00	26.61	26.61	0.00	34.06	34.06
19.00	0.00	43.03	43.03	0.00	43.03	43.03	0.00	26.90	26.90	0.00	34.43	34.43
19.25	0.00	43.60	43.60	0.00	43.60	43.60	0.00	27.25	27.25	0.00	34.88	34.88
19.50	0.00	44.16	44.16	0.00	44.16	44.16	0.00	27.60	27.60	0.00	35.33	35.33
19.75	0.00	44.85	44.85	0.00	44.85	44.85	0.00	28.03	28.03	0.00	35.88	35.88
20.00	0.00	45.54	45.54	0.00	45.54	45.54	0.00	28.46	28.46	0.00	36.43	36.43
20.25	0.00	46.24	46.24	0.00	46.24	46.24	0.00	28.90	28.90	0.00	36.99	36.99
20.50	0.00	46.95	46.95	0.00	46.95	46.95	0.00	29.34	29.34	0.00	37.56	37.56
20.75	0.00	47.51	47.51	0.00	47.51	47.51	0.00	29.70	29.70	0.00	38.01	38.01
21.00	0.00	48.08	48.08	0.00	48.08	48.08	0.00	30.05	30.05	0.00	38.46	38.46
21.25	0.00	48.64	48.64	0.00	48.64	48.64	0.00	30.40	30.40	0.00	38.91	38.91
21.50	0.00	49.21	49.21	0.00	49.21	49.21	0.00	30.75	30.75	0.00	39.36	39.36
21.75	0.00	49.77	49.77	0.00	49.77	49.77	0.00	31.11	31.11	0.00	39.82	39.82
22.00	0.00	50.33	50.33	0.00	50.33	50.33	0.00	31.46	31.46	0.00	40.27	40.27
22.25	0.00	50.90	50.90	0.00	50.90	50.90	0.00	31.81	31.81	0.00	40.72	40.72
22.50	0.00	51.46	51.46	0.00	51.46	51.46	0.00	32.16	32.16	0.00	41.17	41.17
22.75	0.00	52.03	52.03	0.00	52.03	52.03	0.00	32.52	32.52	0.00	41.62	41.62
23.00	0.00	52.59	52.59	0.00	52.59	52.59	0.00	32.87	32.87	0.00	42.07	42.07
23.25	0.00	53.15	53.15	0.00	53.15	53.15	0.00	33.22	33.22	0.00	42.52	42.52
23.50	0.00	53.72	53.72	0.00	53.72	53.72	0.00	33.57	33.57	0.00	42.97	42.97
23.75	0.00	54.28	54.28	0.00	54.28	54.28	0.00	33.93	33.93	0.00	43.43	43.43
24.00	0.00	54.85	54.85	0.00	54.85	54.85	0.00	34.28	34.28	0.00	43.88	43.88
24.25	0.00	55.41	55.41	0.00	55.41	55.41	0.00	34.63	34.63	0.00	44.33	44.33
24.50	0.00	55.97	55.97	0.00	55.97	55.97	0.00	34.98	34.98	0.00	44.78	44.78
24.75	0.00	56.54	56.54	0.00	56.54	56.54	0.00	35.34	35.34	0.00	45.23	45.23
25.00	0.00	57.10	57.10	0.00	57.10	57.10	0.00	35.69	35.69	0.00	45.68	45.68

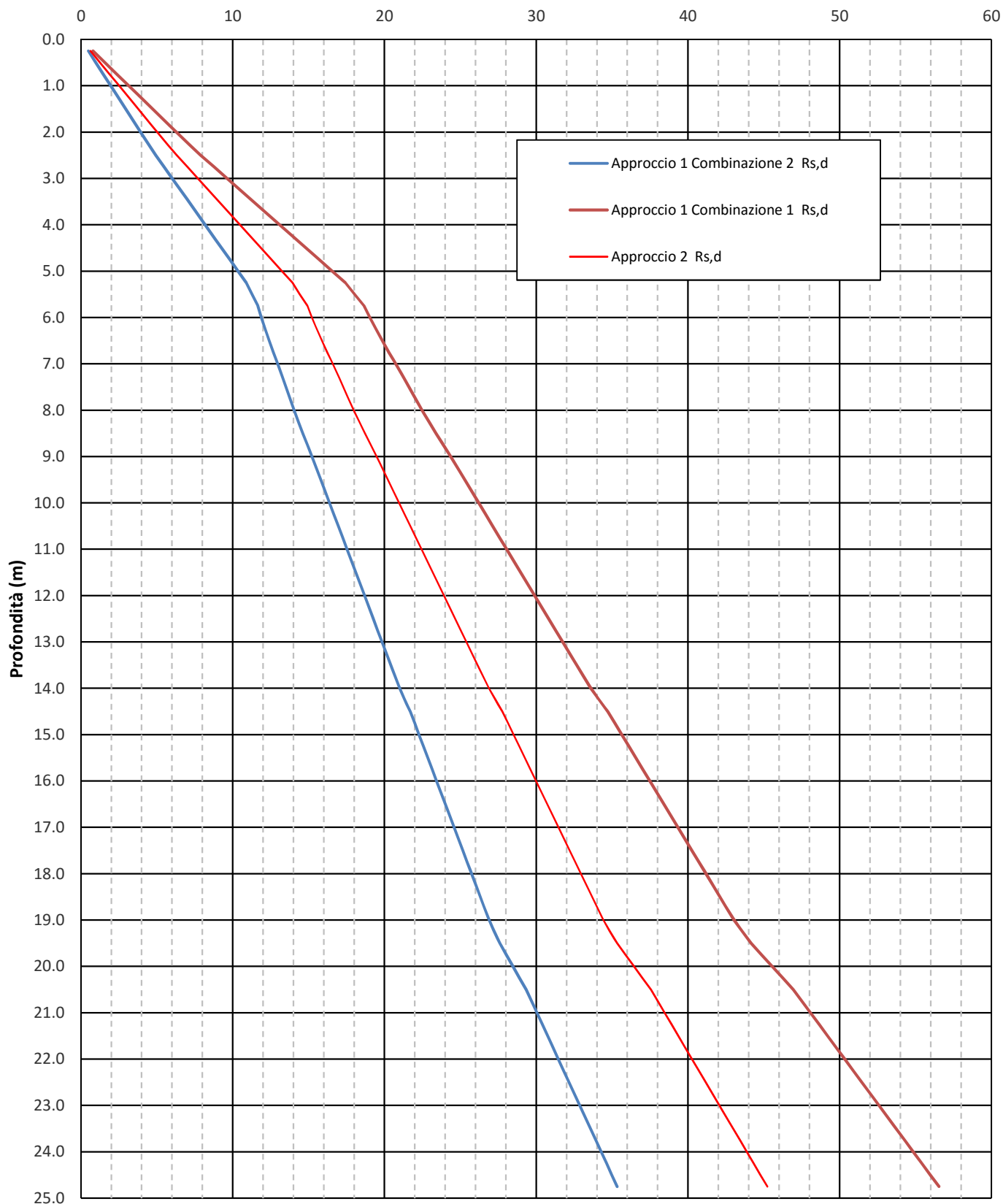
**CAPACITA' PORTANTE PALO A TRAZIONE**
*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**0.25**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**
**Capacità portante (t)**


## CAPACITA' PORTANTE PALO

Caratteristiche del palo	
Diametro (m)	<b>0.80</b>
Metodo di realizzazione:	trivellato
Quota testa palo:	-2.5 da p.c.

Coeff. N° prove	
$\zeta_3$	$\zeta_4$
1.65	1.55

Coefficienti parziali		
	$\gamma_b$	$\gamma_s$
R1	1	1
R2	1.7	1.45
R3	1.35	1.15

Capacità portante di progetto												
Capacità portante caratteristica				Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2		
Prof.	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
0.25	45.32	2.51	47.84	45.32	2.51	47.84	26.66	1.73	28.39	33.57	2.19	35.76
0.50	45.41	5.03	50.44	45.41	5.03	50.44	26.71	3.47	30.18	33.64	4.37	38.01
0.75	45.49	7.54	53.03	45.49	7.54	53.03	26.76	5.20	31.96	33.70	6.56	40.26
1.00	45.58	10.05	55.63	45.58	10.05	55.63	26.81	6.93	33.74	33.76	8.74	42.50
1.25	45.67	12.57	58.23	45.67	12.57	58.23	26.86	8.67	35.53	33.83	10.93	44.75
1.50	45.75	15.08	60.83	45.75	15.08	60.83	26.91	10.40	37.31	33.89	13.11	47.00
1.75	45.84	17.59	63.43	45.84	17.59	63.43	26.96	12.13	39.10	33.95	15.30	49.25
2.00	45.92	20.11	66.03	45.92	20.11	66.03	27.01	13.87	40.88	34.02	17.48	51.50
2.25	46.01	22.62	68.63	46.01	22.62	68.63	27.06	15.60	42.66	34.08	19.67	53.75
2.50	48.42	25.26	73.68	48.42	25.26	73.68	28.48	17.42	45.91	35.87	21.97	57.84
2.75	50.84	28.03	78.87	50.84	28.03	78.87	29.90	19.33	49.24	37.66	24.38	62.04
3.00	50.92	30.81	81.73	50.92	30.81	81.73	29.95	21.25	51.20	37.72	26.79	64.51
3.25	51.01	33.58	84.59	51.01	33.58	84.59	30.00	23.16	53.16	37.78	29.20	66.98
3.50	51.09	36.35	87.44	51.09	36.35	87.44	30.05	25.07	55.12	37.85	31.61	69.46
3.75	51.18	39.12	90.30	51.18	39.12	90.30	30.11	26.98	57.09	37.91	34.02	71.93
4.00	51.26	41.90	93.16	51.26	41.90	93.16	30.16	28.89	59.05	37.97	36.43	74.40
4.25	51.35	44.67	96.02	51.35	44.67	96.02	30.21	30.81	61.01	38.04	38.84	76.88
4.50	51.43	47.44	98.87	51.43	47.44	98.87	30.26	32.72	62.97	38.10	41.25	79.35
4.75	51.52	50.21	101.73	51.52	50.21	101.73	30.31	34.63	64.93	38.16	43.66	81.83
5.00	51.60	52.98	104.59	51.60	52.98	104.59	30.36	36.54	66.90	38.23	46.07	84.30
5.25	51.69	55.76	107.45	51.69	55.76	107.45	30.41	38.45	68.86	38.29	48.48	86.77
5.50	53.82	57.70	111.52	53.82	57.70	111.52	31.66	39.80	71.46	39.87	50.18	90.04
5.75	55.21	59.68	114.88	55.21	59.68	114.88	32.47	41.16	73.63	40.89	51.89	92.79
6.00	60.56	60.91	121.46	60.56	60.91	121.46	35.62	42.00	77.63	44.86	52.96	97.82
6.25	66.83	62.18	129.02	66.83	62.18	129.02	39.31	42.89	82.20	49.51	54.07	103.58
6.50	74.03	63.52	137.55	74.03	63.52	137.55	43.55	43.80	87.35	54.84	55.23	110.07
6.75	82.16	64.90	147.06	82.16	64.90	147.06	48.33	44.76	93.09	60.86	56.44	117.30
7.00	91.21	66.34	157.55	91.21	66.34	157.55	53.65	45.75	99.40	67.56	57.68	125.25
7.25	100.41	67.83	168.24	100.41	67.83	168.24	59.07	46.78	105.84	74.38	58.98	133.36
7.50	93.72	69.15	162.87	93.72	69.15	162.87	55.13	47.69	102.82	69.42	60.13	129.55
7.75	83.87	70.51	154.39	83.87	70.51	154.39	49.34	48.63	97.97	62.13	61.31	123.44
8.00	73.53	71.92	145.46	73.53	71.92	145.46	43.26	49.60	92.86	54.47	62.54	117.01
8.25	63.05	73.38	136.42	63.05	73.38	136.42	37.09	50.60	87.69	46.70	63.81	110.51
8.50	52.56	74.88	127.43	52.56	74.88	127.43	30.92	51.64	82.55	38.93	65.11	104.04
8.75	42.07	76.42	118.49	42.07	76.42	118.49	24.75	52.70	77.45	31.16	66.45	97.61
9.00	31.58	77.95	109.53	31.58	77.95	109.53	18.58	53.76	72.34	23.39	67.79	91.18
9.25	29.75	79.43	109.18	29.75	79.43	109.18	17.50	54.78	72.28	22.04	69.07	91.11
9.50	29.83	80.91	110.74	29.83	80.91	110.74	17.55	55.80	73.35	22.10	70.36	92.46
9.75	29.92	82.39	112.31	29.92	82.39	112.31	17.60	56.82	74.42	22.16	71.64	93.80
10.00	30.00	83.86	113.87	30.00	83.86	113.87	17.65	57.84	75.49	22.23	72.93	95.15
10.25	30.09	85.34	115.43	30.09	85.34	115.43	17.70	58.86	76.56	22.29	74.21	96.50
10.50	30.18	86.82	117.00	30.18	86.82	117.00	17.75	59.88	77.63	22.35	75.50	97.85
10.75	30.26	88.30	118.56	30.26	88.30	118.56	17.80	60.89	78.70	22.42	76.78	99.20
11.00	30.35	89.77	120.12	30.35	89.77	120.12	17.85	61.91	79.76	22.48	78.07	100.54
11.25	30.43	91.25	121.68	30.43	91.25	121.68	17.90	62.93	80.83	22.54	79.35	101.89
11.50	30.52	92.73	123.25	30.52	92.73	123.25	17.95	63.95	81.90	22.60	80.63	103.24



Prof.	Capacità portante caratteristica			Capacità portante di progetto								
	Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2					
	R <sub>b,K</sub>	R <sub>s,K</sub>	R <sub>T,K</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>
11.75	30.60	94.21	124.81	30.60	94.21	124.81	18.00	64.97	82.97	22.67	81.92	104.59
12.00	30.69	95.68	126.37	30.69	95.68	126.37	18.05	65.99	84.04	22.73	83.20	105.94
12.25	30.77	97.16	127.93	30.77	97.16	127.93	18.10	67.01	85.11	22.79	84.49	107.28
12.50	30.86	98.64	129.50	30.86	98.64	129.50	18.15	68.03	86.18	22.86	85.77	108.63
12.75	30.94	100.12	131.06	30.94	100.12	131.06	18.20	69.05	87.25	22.92	87.06	109.98
13.00	31.03	101.59	132.62	31.03	101.59	132.62	18.25	70.07	88.32	22.98	88.34	111.33
13.25	31.11	103.07	134.19	31.11	103.07	134.19	18.30	71.08	89.39	23.05	89.63	112.68
13.50	31.20	104.55	135.75	31.20	104.55	135.75	18.35	72.10	90.46	23.11	90.91	114.02
13.75	31.28	106.03	137.31	31.28	106.03	137.31	18.40	73.12	91.52	23.17	92.20	115.37
14.00	31.37	107.50	138.87	31.37	107.50	138.87	18.45	74.14	92.59	23.24	93.48	116.72
14.25	33.48	109.30	142.78	33.48	109.30	142.78	19.70	75.38	95.07	24.80	95.04	119.84
14.50	33.57	111.11	144.68	33.57	111.11	144.68	19.75	76.63	96.38	24.87	96.62	121.49
14.75	31.62	112.59	144.21	31.62	112.59	144.21	18.60	77.65	96.25	23.43	97.90	121.33
15.00	31.71	114.06	145.77	31.71	114.06	145.77	18.65	78.66	97.32	23.49	99.19	122.67
15.25	31.80	115.54	147.34	31.80	115.54	147.34	18.70	79.68	98.39	23.55	100.47	124.02
15.50	31.88	117.02	148.90	31.88	117.02	148.90	18.75	80.70	99.46	23.62	101.76	125.37
15.75	31.97	118.50	150.46	31.97	118.50	150.46	18.80	81.72	100.53	23.68	103.04	126.72
16.00	32.05	119.97	152.02	32.05	119.97	152.02	18.85	82.74	101.59	23.74	104.33	128.07
16.25	32.14	121.45	153.59	32.14	121.45	153.59	18.90	83.76	102.66	23.80	105.61	129.41
16.50	32.22	122.93	155.15	32.22	122.93	155.15	18.95	84.78	103.73	23.87	106.89	130.76
16.75	32.31	124.41	156.71	32.31	124.41	156.71	19.00	85.80	104.80	23.93	108.18	132.11
17.00	32.39	125.88	158.28	32.39	125.88	158.28	19.05	86.82	105.87	23.99	109.46	133.46
17.25	32.48	127.36	159.84	32.48	127.36	159.84	19.10	87.84	106.94	24.06	110.75	134.81
17.50	32.56	128.84	161.40	32.56	128.84	161.40	19.15	88.85	108.01	24.12	112.03	136.15
17.75	32.65	130.32	162.96	32.65	130.32	162.96	19.20	89.87	109.08	24.18	113.32	137.50
18.00	32.73	131.79	164.53	32.73	131.79	164.53	19.25	90.89	110.15	24.25	114.60	138.85
18.25	32.82	133.27	166.09	32.82	133.27	166.09	19.30	91.91	111.22	24.31	115.89	140.20
18.50	32.90	134.75	167.65	32.90	134.75	167.65	19.35	92.93	112.29	24.37	117.17	141.55
18.75	32.99	136.23	169.22	32.99	136.23	169.22	19.41	93.95	113.35	24.44	118.46	142.89
19.00	33.07	137.70	170.78	33.07	137.70	170.78	19.46	94.97	114.42	24.50	119.74	144.24
19.25	35.30	139.51	174.81	35.30	139.51	174.81	20.76	96.21	116.98	26.15	121.31	147.46
19.50	35.39	141.31	176.70	35.39	141.31	176.70	20.82	97.46	118.28	26.21	122.88	149.10
19.75	35.48	143.52	179.00	35.48	143.52	179.00	20.87	98.98	119.85	26.28	124.80	151.08
20.00	35.57	145.74	181.31	35.57	145.74	181.31	20.92	100.51	121.43	26.35	126.73	153.08
20.25	35.66	147.98	183.64	35.66	147.98	183.64	20.98	102.05	123.03	26.42	128.68	155.09
20.50	35.75	150.24	185.99	35.75	150.24	185.99	21.03	103.61	124.64	26.48	130.64	157.13
20.75	35.84	152.04	187.89	35.84	152.04	187.89	21.08	104.86	125.94	26.55	132.21	158.76
21.00	35.93	153.85	189.78	35.93	153.85	189.78	21.14	106.10	127.24	26.62	133.78	160.40
21.25	36.02	155.65	191.68	36.02	155.65	191.68	21.19	107.35	128.54	26.68	135.35	162.04
21.50	36.12	157.46	193.57	36.12	157.46	193.57	21.24	108.59	129.84	26.75	136.92	163.67
21.75	36.21	159.26	195.47	36.21	159.26	195.47	21.30	109.84	131.13	26.82	138.49	165.31
22.00	36.30	161.07	197.36	36.30	161.07	197.36	21.35	111.08	132.43	26.89	140.06	166.95
22.25	36.39	162.87	199.26	36.39	162.87	199.26	21.40	112.33	133.73	26.95	141.63	168.58
22.50	36.48	164.68	201.16	36.48	164.68	201.16	21.46	113.57	135.03	27.02	143.20	170.22
22.75	36.57	166.48	203.05	36.57	166.48	203.05	21.51	114.82	136.33	27.09	144.77	171.86
23.00	36.66	168.29	204.95	36.66	168.29	204.95	21.56	116.06	137.63	27.16	146.34	173.49
23.25	36.75	170.09	206.84	36.75	170.09	206.84	21.62	117.31	138.92	27.22	147.91	175.13
23.50	36.84	171.90	208.74	36.84	171.90	208.74	21.67	118.55	140.22	27.29	149.48	176.77
23.75	36.93	173.70	210.63	36.93	173.70	210.63	21.72	119.80	141.52	27.36	151.05	178.40
24.00	37.02	175.51	212.53	37.02	175.51	212.53	21.78	121.04	142.82	27.42	152.62	180.04
24.25	37.11	177.31	214.43	37.11	177.31	214.43	21.83	122.28	144.12	27.49	154.19	181.68
24.50	37.20	179.12	216.32	37.20	179.12	216.32	21.88	123.53	145.41	27.56	155.75	183.31
24.75	37.29	180.92	218.22	37.29	180.92	218.22	21.94	124.77	146.71	27.63	157.32	184.95
25.00	37.39	182.73	220.11	37.39	182.73	220.11	21.99	126.02	148.01	27.69	158.89	186.59



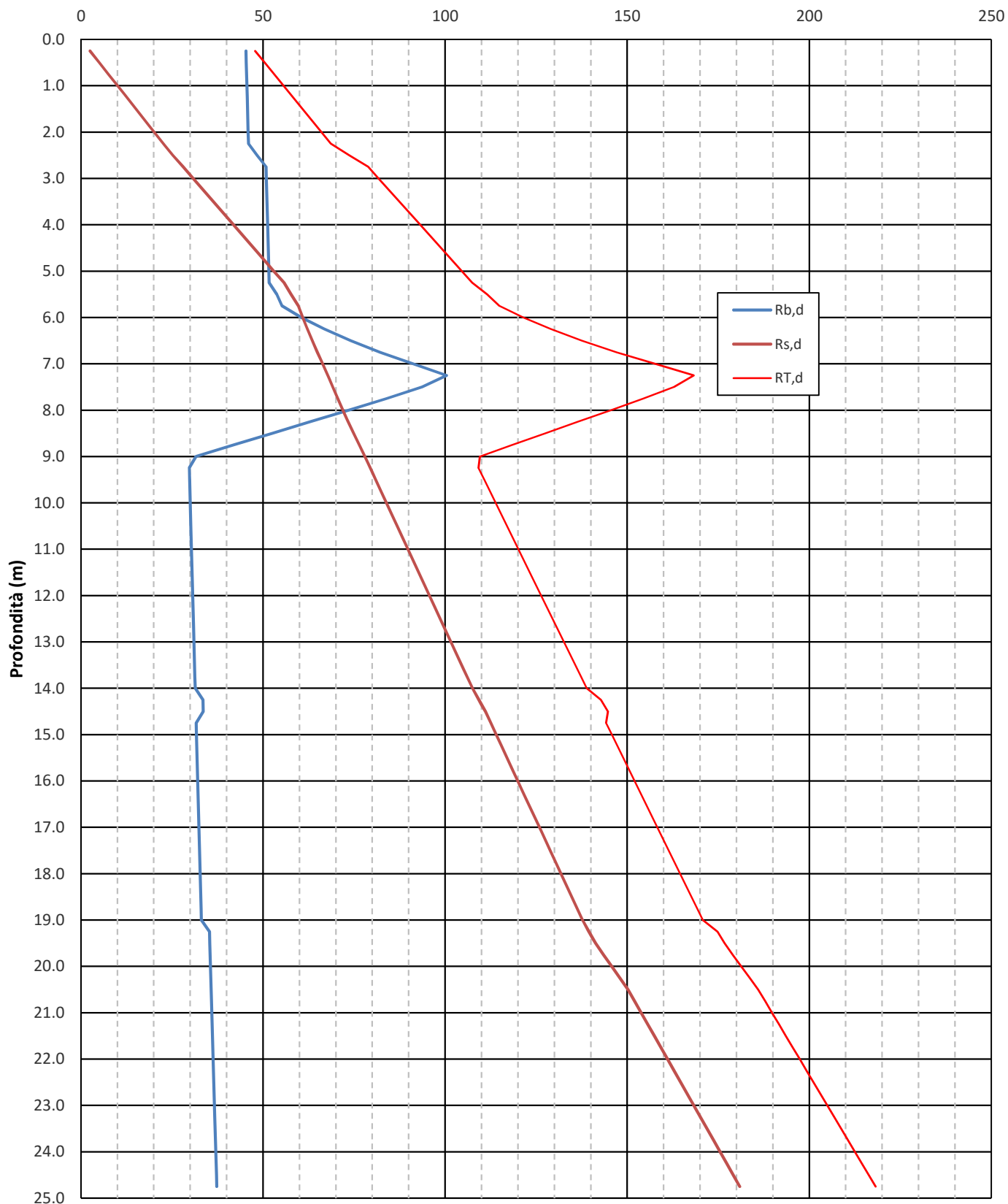
**CAPACITA' PORTANTE PALO***Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**0.80**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 1****Capacità portante (t)**

### CAPACITA' PORTANTE PALO

*Caratteristiche del palo*

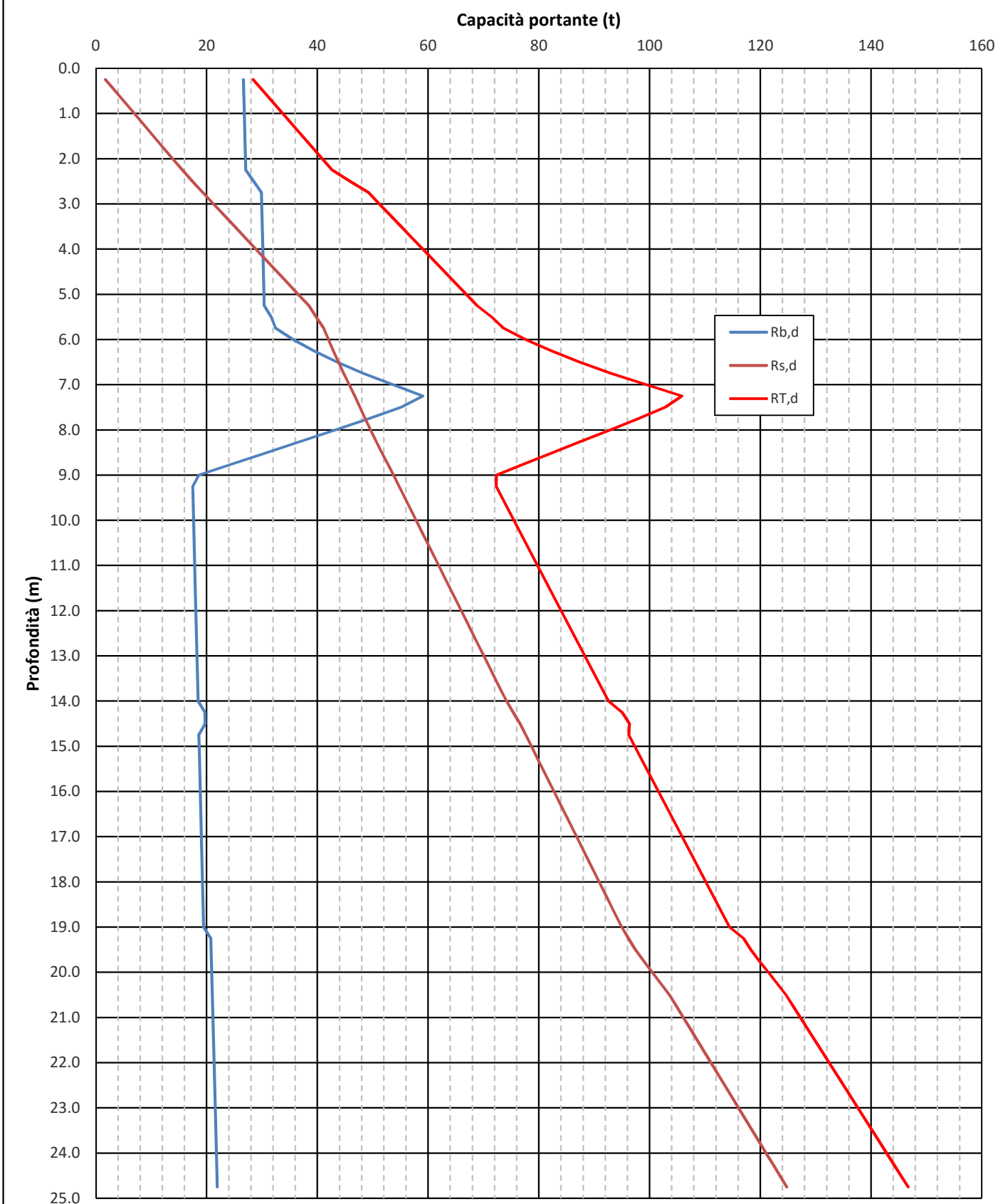
Diametro (m)

**0.80**

Metodo di realizzazione:

trivellato

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2



### CAPACITA' PORTANTE PALO

*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

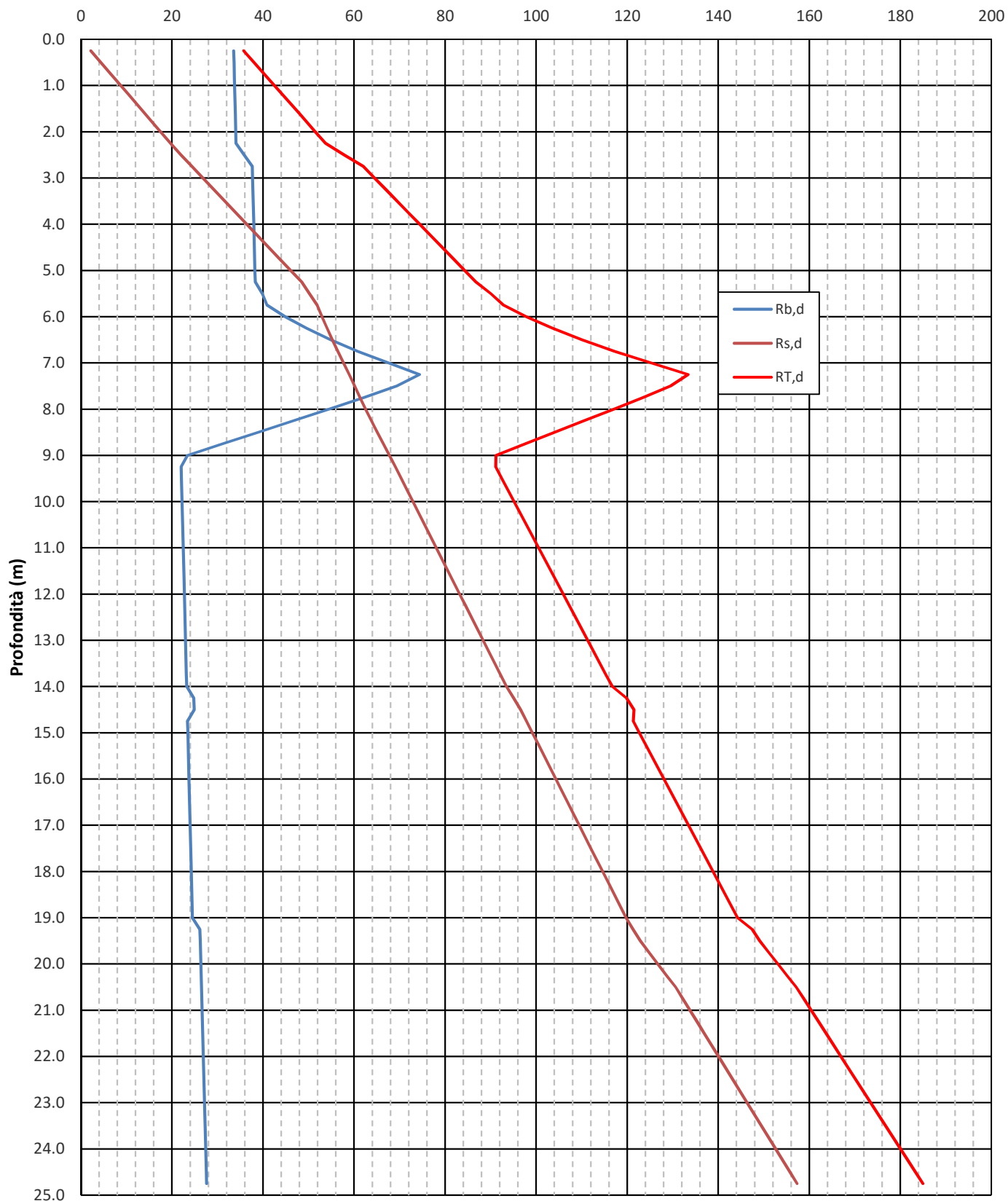
**0.80**

Metodo di realizzazione:

trivellato

### CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 2

Capacità portante (t)



### CAPACITA' PORTANTE PALO A TRAZIONE

Caratteristiche del palo	
Diametro (m)	<b>0.80</b>
Metodo di realizzazione:	trivellato
Quota testa palo:	-2.5 da p.c.

Coeff. N° prove	
$\zeta_3$	$\zeta_4$
1.65	1.55

Coefficienti parziali		
	$\gamma_b$	$\gamma_s$
R1	1	1
R2	1.7	1.6
R3	1.35	1.25

Capacità portante di progetto												
Capacità portante caratteristica				Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2		
Prof.	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
0.25	0.00	2.51	2.51	0.00	2.51	2.51	0.00	1.57	1.57	0.00	2.01	2.01
0.50	0.00	5.03	5.03	0.00	5.03	5.03	0.00	3.14	3.14	0.00	4.02	4.02
0.75	0.00	7.54	7.54	0.00	7.54	7.54	0.00	4.71	4.71	0.00	6.03	6.03
1.00	0.00	10.05	10.05	0.00	10.05	10.05	0.00	6.28	6.28	0.00	8.04	8.04
1.25	0.00	12.57	12.57	0.00	12.57	12.57	0.00	7.85	7.85	0.00	10.05	10.05
1.50	0.00	15.08	15.08	0.00	15.08	15.08	0.00	9.42	9.42	0.00	12.06	12.06
1.75	0.00	17.59	17.59	0.00	17.59	17.59	0.00	11.00	11.00	0.00	14.07	14.07
2.00	0.00	20.11	20.11	0.00	20.11	20.11	0.00	12.57	12.57	0.00	16.08	16.08
2.25	0.00	22.62	22.62	0.00	22.62	22.62	0.00	14.14	14.14	0.00	18.10	18.10
2.50	0.00	25.26	25.26	0.00	25.26	25.26	0.00	15.79	15.79	0.00	20.21	20.21
2.75	0.00	28.03	28.03	0.00	28.03	28.03	0.00	17.52	17.52	0.00	22.43	22.43
3.00	0.00	30.81	30.81	0.00	30.81	30.81	0.00	19.25	19.25	0.00	24.65	24.65
3.25	0.00	33.58	33.58	0.00	33.58	33.58	0.00	20.99	20.99	0.00	26.86	26.86
3.50	0.00	36.35	36.35	0.00	36.35	36.35	0.00	22.72	22.72	0.00	29.08	29.08
3.75	0.00	39.12	39.12	0.00	39.12	39.12	0.00	24.45	24.45	0.00	31.30	31.30
4.00	0.00	41.90	41.90	0.00	41.90	41.90	0.00	26.18	26.18	0.00	33.52	33.52
4.25	0.00	44.67	44.67	0.00	44.67	44.67	0.00	27.92	27.92	0.00	35.73	35.73
4.50	0.00	47.44	47.44	0.00	47.44	47.44	0.00	29.65	29.65	0.00	37.95	37.95
4.75	0.00	50.21	50.21	0.00	50.21	50.21	0.00	31.38	31.38	0.00	40.17	40.17
5.00	0.00	52.98	52.98	0.00	52.98	52.98	0.00	33.12	33.12	0.00	42.39	42.39
5.25	0.00	55.76	55.76	0.00	55.76	55.76	0.00	34.85	34.85	0.00	44.61	44.61
5.50	0.00	57.70	57.70	0.00	57.70	57.70	0.00	36.07	36.07	0.00	46.16	46.16
5.75	0.00	59.68	59.68	0.00	59.68	59.68	0.00	37.30	37.30	0.00	47.74	47.74
6.00	0.00	60.91	60.91	0.00	60.91	60.91	0.00	38.07	38.07	0.00	48.72	48.72
6.25	0.00	62.18	62.18	0.00	62.18	62.18	0.00	38.87	38.87	0.00	49.75	49.75
6.50	0.00	63.52	63.52	0.00	63.52	63.52	0.00	39.70	39.70	0.00	50.81	50.81
6.75	0.00	64.90	64.90	0.00	64.90	64.90	0.00	40.56	40.56	0.00	51.92	51.92
7.00	0.00	66.34	66.34	0.00	66.34	66.34	0.00	41.46	41.46	0.00	53.07	53.07
7.25	0.00	67.83	67.83	0.00	67.83	67.83	0.00	42.39	42.39	0.00	54.26	54.26
7.50	0.00	69.15	69.15	0.00	69.15	69.15	0.00	43.22	43.22	0.00	55.32	55.32
7.75	0.00	70.51	70.51	0.00	70.51	70.51	0.00	44.07	44.07	0.00	56.41	56.41
8.00	0.00	71.92	71.92	0.00	71.92	71.92	0.00	44.95	44.95	0.00	57.54	57.54
8.25	0.00	73.38	73.38	0.00	73.38	73.38	0.00	45.86	45.86	0.00	58.70	58.70
8.50	0.00	74.88	74.88	0.00	74.88	74.88	0.00	46.80	46.80	0.00	59.90	59.90
8.75	0.00	76.42	76.42	0.00	76.42	76.42	0.00	47.76	47.76	0.00	61.14	61.14
9.00	0.00	77.95	77.95	0.00	77.95	77.95	0.00	48.72	48.72	0.00	62.36	62.36
9.25	0.00	79.43	79.43	0.00	79.43	79.43	0.00	49.65	49.65	0.00	63.55	63.55
9.50	0.00	80.91	80.91	0.00	80.91	80.91	0.00	50.57	50.57	0.00	64.73	64.73
9.75	0.00	82.39	82.39	0.00	82.39	82.39	0.00	51.49	51.49	0.00	65.91	65.91
10.00	0.00	83.86	83.86	0.00	83.86	83.86	0.00	52.42	52.42	0.00	67.09	67.09
10.25	0.00	85.34	85.34	0.00	85.34	85.34	0.00	53.34	53.34	0.00	68.27	68.27
10.50	0.00	86.82	86.82	0.00	86.82	86.82	0.00	54.26	54.26	0.00	69.46	69.46
10.75	0.00	88.30	88.30	0.00	88.30	88.30	0.00	55.19	55.19	0.00	70.64	70.64
11.00	0.00	89.77	89.77	0.00	89.77	89.77	0.00	56.11	56.11	0.00	71.82	71.82
11.25	0.00	91.25	91.25	0.00	91.25	91.25	0.00	57.03	57.03	0.00	73.00	73.00
11.50	0.00	92.73	92.73	0.00	92.73	92.73	0.00	57.96	57.96	0.00	74.18	74.18

Prof.	Capacità portante caratteristica			Capacità portante di progetto								
	Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2					
	R <sub>b,K</sub>	R <sub>s,K</sub>	R <sub>T,K</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>
11.75	0.00	94.21	94.21	0.00	94.21	94.21	0.00	58.88	58.88	0.00	75.37	75.37
12.00	0.00	95.68	95.68	0.00	95.68	95.68	0.00	59.80	59.80	0.00	76.55	76.55
12.25	0.00	97.16	97.16	0.00	97.16	97.16	0.00	60.73	60.73	0.00	77.73	77.73
12.50	0.00	98.64	98.64	0.00	98.64	98.64	0.00	61.65	61.65	0.00	78.91	78.91
12.75	0.00	100.12	100.12	0.00	100.12	100.12	0.00	62.57	62.57	0.00	80.09	80.09
13.00	0.00	101.59	101.59	0.00	101.59	101.59	0.00	63.50	63.50	0.00	81.28	81.28
13.25	0.00	103.07	103.07	0.00	103.07	103.07	0.00	64.42	64.42	0.00	82.46	82.46
13.50	0.00	104.55	104.55	0.00	104.55	104.55	0.00	65.34	65.34	0.00	83.64	83.64
13.75	0.00	106.03	106.03	0.00	106.03	106.03	0.00	66.27	66.27	0.00	84.82	84.82
14.00	0.00	107.50	107.50	0.00	107.50	107.50	0.00	67.19	67.19	0.00	86.00	86.00
14.25	0.00	109.30	109.30	0.00	109.30	109.30	0.00	68.31	68.31	0.00	87.44	87.44
14.50	0.00	111.11	111.11	0.00	111.11	111.11	0.00	69.44	69.44	0.00	88.89	88.89
14.75	0.00	112.59	112.59	0.00	112.59	112.59	0.00	70.37	70.37	0.00	90.07	90.07
15.00	0.00	114.06	114.06	0.00	114.06	114.06	0.00	71.29	71.29	0.00	91.25	91.25
15.25	0.00	115.54	115.54	0.00	115.54	115.54	0.00	72.21	72.21	0.00	92.43	92.43
15.50	0.00	117.02	117.02	0.00	117.02	117.02	0.00	73.14	73.14	0.00	93.62	93.62
15.75	0.00	118.50	118.50	0.00	118.50	118.50	0.00	74.06	74.06	0.00	94.80	94.80
16.00	0.00	119.97	119.97	0.00	119.97	119.97	0.00	74.98	74.98	0.00	95.98	95.98
16.25	0.00	121.45	121.45	0.00	121.45	121.45	0.00	75.91	75.91	0.00	97.16	97.16
16.50	0.00	122.93	122.93	0.00	122.93	122.93	0.00	76.83	76.83	0.00	98.34	98.34
16.75	0.00	124.41	124.41	0.00	124.41	124.41	0.00	77.75	77.75	0.00	99.53	99.53
17.00	0.00	125.88	125.88	0.00	125.88	125.88	0.00	78.68	78.68	0.00	100.71	100.71
17.25	0.00	127.36	127.36	0.00	127.36	127.36	0.00	79.60	79.60	0.00	101.89	101.89
17.50	0.00	128.84	128.84	0.00	128.84	128.84	0.00	80.52	80.52	0.00	103.07	103.07
17.75	0.00	130.32	130.32	0.00	130.32	130.32	0.00	81.45	81.45	0.00	104.25	104.25
18.00	0.00	131.79	131.79	0.00	131.79	131.79	0.00	82.37	82.37	0.00	105.44	105.44
18.25	0.00	133.27	133.27	0.00	133.27	133.27	0.00	83.29	83.29	0.00	106.62	106.62
18.50	0.00	134.75	134.75	0.00	134.75	134.75	0.00	84.22	84.22	0.00	107.80	107.80
18.75	0.00	136.23	136.23	0.00	136.23	136.23	0.00	85.14	85.14	0.00	108.98	108.98
19.00	0.00	137.70	137.70	0.00	137.70	137.70	0.00	86.06	86.06	0.00	110.16	110.16
19.25	0.00	139.51	139.51	0.00	139.51	139.51	0.00	87.19	87.19	0.00	111.61	111.61
19.50	0.00	141.31	141.31	0.00	141.31	141.31	0.00	88.32	88.32	0.00	113.05	113.05
19.75	0.00	143.52	143.52	0.00	143.52	143.52	0.00	89.70	89.70	0.00	114.81	114.81
20.00	0.00	145.74	145.74	0.00	145.74	145.74	0.00	91.09	91.09	0.00	116.59	116.59
20.25	0.00	147.98	147.98	0.00	147.98	147.98	0.00	92.49	92.49	0.00	118.38	118.38
20.50	0.00	150.24	150.24	0.00	150.24	150.24	0.00	93.90	93.90	0.00	120.19	120.19
20.75	0.00	152.04	152.04	0.00	152.04	152.04	0.00	95.03	95.03	0.00	121.63	121.63
21.00	0.00	153.85	153.85	0.00	153.85	153.85	0.00	96.16	96.16	0.00	123.08	123.08
21.25	0.00	155.65	155.65	0.00	155.65	155.65	0.00	97.28	97.28	0.00	124.52	124.52
21.50	0.00	157.46	157.46	0.00	157.46	157.46	0.00	98.41	98.41	0.00	125.97	125.97
21.75	0.00	159.26	159.26	0.00	159.26	159.26	0.00	99.54	99.54	0.00	127.41	127.41
22.00	0.00	161.07	161.07	0.00	161.07	161.07	0.00	100.67	100.67	0.00	128.85	128.85
22.25	0.00	162.87	162.87	0.00	162.87	162.87	0.00	101.80	101.80	0.00	130.30	130.30
22.50	0.00	164.68	164.68	0.00	164.68	164.68	0.00	102.92	102.92	0.00	131.74	131.74
22.75	0.00	166.48	166.48	0.00	166.48	166.48	0.00	104.05	104.05	0.00	133.19	133.19
23.00	0.00	168.29	168.29	0.00	168.29	168.29	0.00	105.18	105.18	0.00	134.63	134.63
23.25	0.00	170.09	170.09	0.00	170.09	170.09	0.00	106.31	106.31	0.00	136.07	136.07
23.50	0.00	171.90	171.90	0.00	171.90	171.90	0.00	107.44	107.44	0.00	137.52	137.52
23.75	0.00	173.70	173.70	0.00	173.70	173.70	0.00	108.56	108.56	0.00	138.96	138.96
24.00	0.00	175.51	175.51	0.00	175.51	175.51	0.00	109.69	109.69	0.00	140.41	140.41
24.25	0.00	177.31	177.31	0.00	177.31	177.31	0.00	110.82	110.82	0.00	141.85	141.85
24.50	0.00	179.12	179.12	0.00	179.12	179.12	0.00	111.95	111.95	0.00	143.29	143.29
24.75	0.00	180.92	180.92	0.00	180.92	180.92	0.00	113.08	113.08	0.00	144.74	144.74
25.00	0.00	182.73	182.73	0.00	182.73	182.73	0.00	114.20	114.20	0.00	146.18	146.18

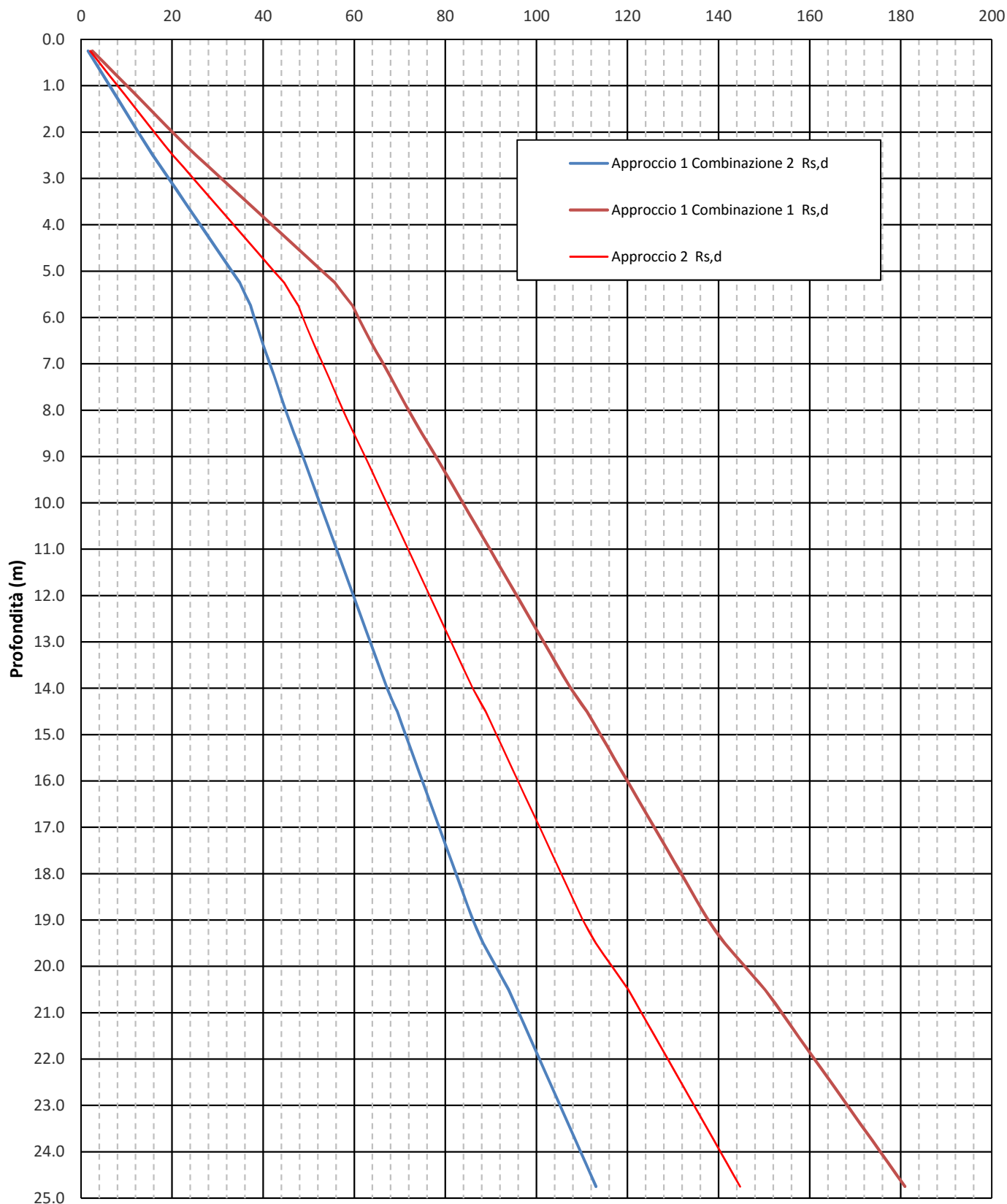
**CAPACITA' PORTANTE PALO A TRAZIONE**
*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**0.80**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**
**Capacità portante (t)**


## CAPACITA' PORTANTE PALO

Caratteristiche del palo	
Diametro (m)	<b>1.00</b>
Metodo di realizzazione:	trivellato
Quota testa palo:	-2.5 da p.c.

Coeff. N° prove	
$\zeta_3$	$\zeta_4$
1.65	1.55

Coefficienti parziali		
	$\gamma_b$	$\gamma_s$
R1	1	1
R2	1.7	1.45
R3	1.35	1.15

Capacità portante di progetto												
Prof. m	Capacità portante caratteristica			Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2		
	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
0.25	70.82	3.14	73.96	70.82	3.14	73.96	41.66	2.17	43.82	52.46	2.73	55.19
0.50	70.95	6.28	77.24	70.95	6.28	77.24	41.74	4.33	46.07	52.56	5.46	58.02
0.75	71.09	9.42	80.51	71.09	9.42	80.51	41.81	6.50	48.31	52.66	8.20	60.85
1.00	71.22	12.57	83.79	71.22	12.57	83.79	41.89	8.67	50.56	52.75	10.93	63.68
1.25	71.35	15.71	87.06	71.35	15.71	87.06	41.97	10.83	52.80	52.85	13.66	66.51
1.50	71.49	18.85	90.33	71.49	18.85	90.33	42.05	13.00	55.05	52.95	16.39	69.34
1.75	71.62	21.99	93.61	71.62	21.99	93.61	42.13	15.17	57.29	53.05	19.12	72.17
2.00	71.75	25.13	96.88	71.75	25.13	96.88	42.21	17.33	59.54	53.15	21.85	75.00
2.25	71.88	28.27	100.16	71.88	28.27	100.16	42.29	19.50	61.78	53.25	24.59	77.83
2.50	75.66	31.58	107.24	75.66	31.58	107.24	44.51	21.78	66.28	56.04	27.46	83.50
2.75	79.43	35.04	114.48	79.43	35.04	114.48	46.73	24.17	70.89	58.84	30.47	89.31
3.00	79.57	38.51	118.08	79.57	38.51	118.08	46.80	26.56	73.36	58.94	33.49	92.42
3.25	79.70	41.97	121.67	79.70	41.97	121.67	46.88	28.95	75.83	59.04	36.50	95.54
3.50	79.83	45.44	125.27	79.83	45.44	125.27	46.96	31.34	78.30	59.14	39.51	98.65
3.75	79.97	48.90	128.87	79.97	48.90	128.87	47.04	33.73	80.77	59.23	42.53	101.76
4.00	80.10	52.37	132.47	80.10	52.37	132.47	47.12	36.12	83.23	59.33	45.54	104.87
4.25	80.23	55.83	136.07	80.23	55.83	136.07	47.20	38.51	85.70	59.43	48.55	107.98
4.50	80.37	59.30	139.67	80.37	59.30	139.67	47.27	40.90	88.17	59.53	51.57	111.10
4.75	80.50	62.77	143.26	80.50	62.77	143.26	47.35	43.29	90.64	59.63	54.58	114.21
5.00	80.63	66.23	146.86	80.63	66.23	146.86	47.43	45.68	93.11	59.73	57.59	117.32
5.25	80.77	69.70	150.46	80.77	69.70	150.46	47.51	48.07	95.58	59.83	60.61	120.43
5.50	83.44	72.13	155.57	83.44	72.13	155.57	49.08	49.74	98.83	61.81	62.72	124.53
5.75	86.26	74.60	160.86	86.26	74.60	160.86	50.74	51.45	102.19	63.90	64.87	128.76
6.00	92.95	76.13	169.08	92.95	76.13	169.08	54.68	52.50	107.18	68.85	66.20	135.05
6.25	100.79	77.73	178.53	100.79	77.73	178.53	59.29	53.61	112.90	74.66	67.59	142.25
6.50	109.80	79.40	189.19	109.80	79.40	189.19	64.59	54.76	119.34	81.33	69.04	150.37
6.75	119.95	81.13	201.08	119.95	81.13	201.08	70.56	55.95	126.51	88.85	70.54	159.40
7.00	131.27	82.92	214.19	131.27	82.92	214.19	77.22	57.19	134.40	97.24	72.11	169.34
7.25	135.54	84.78	220.32	135.54	84.78	220.32	79.73	58.47	138.20	100.40	73.72	174.13
7.50	126.44	86.43	212.87	126.44	86.43	212.87	74.38	59.61	133.98	93.66	75.16	168.82
7.75	114.13	88.14	202.27	114.13	88.14	202.27	67.13	60.79	127.92	84.54	76.64	161.18
8.00	101.79	89.90	191.69	101.79	89.90	191.69	59.87	62.00	121.88	75.40	78.18	153.57
8.25	88.68	91.72	180.40	88.68	91.72	180.40	52.16	63.26	115.42	65.69	79.76	145.44
8.50	75.56	93.60	169.16	75.56	93.60	169.16	44.45	64.55	109.00	55.97	81.39	137.36
8.75	62.45	95.53	157.98	62.45	95.53	157.98	36.74	65.88	102.62	46.26	83.07	129.33
9.00	49.34	97.44	146.78	49.34	97.44	146.78	29.02	67.20	96.23	36.55	84.73	121.28
9.25	46.48	99.29	145.77	46.48	99.29	145.77	27.34	68.48	95.82	34.43	86.34	120.77
9.50	46.62	101.14	147.75	46.62	101.14	147.75	27.42	69.75	97.17	34.53	87.95	122.48
9.75	46.75	102.98	149.73	46.75	102.98	149.73	27.50	71.02	98.52	34.63	89.55	124.18
10.00	46.88	104.83	151.71	46.88	104.83	151.71	27.58	72.30	99.88	34.73	91.16	125.89
10.25	47.02	106.68	153.69	47.02	106.68	153.69	27.66	73.57	101.23	34.83	92.76	127.59
10.50	47.15	108.52	155.67	47.15	108.52	155.67	27.73	74.84	102.58	34.93	94.37	129.29
10.75	47.28	110.37	157.65	47.28	110.37	157.65	27.81	76.12	103.93	35.02	95.98	131.00
11.00	47.42	112.22	159.63	47.42	112.22	159.63	27.89	77.39	105.28	35.12	97.58	132.70
11.25	47.55	114.07	161.61	47.55	114.07	161.61	27.97	78.67	106.64	35.22	99.19	134.41
11.50	47.68	115.91	163.59	47.68	115.91	163.59	28.05	79.94	107.99	35.32	100.79	136.11



Prof.	Capacità portante caratteristica			Capacità portante di progetto								
	Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2					
	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
11.75	47.82	117.76	165.57	47.82	117.76	165.57	28.13	81.21	109.34	35.42	102.40	137.82
12.00	47.95	119.61	167.55	47.95	119.61	167.55	28.20	82.49	110.69	35.52	104.01	139.52
12.25	48.08	121.45	169.53	48.08	121.45	169.53	28.28	83.76	112.04	35.62	105.61	141.23
12.50	48.21	123.30	171.51	48.21	123.30	171.51	28.36	85.03	113.40	35.71	107.22	142.93
12.75	48.35	125.15	173.49	48.35	125.15	173.49	28.44	86.31	114.75	35.81	108.82	144.64
13.00	48.48	126.99	175.47	48.48	126.99	175.47	28.52	87.58	116.10	35.91	110.43	146.34
13.25	48.61	128.84	177.45	48.61	128.84	177.45	28.60	88.86	117.45	36.01	112.04	148.05
13.50	48.75	130.69	179.44	48.75	130.69	179.44	28.68	90.13	118.80	36.11	113.64	149.75
13.75	48.88	132.53	181.42	48.88	132.53	181.42	28.75	91.40	120.16	36.21	115.25	151.46
14.00	49.01	134.38	183.40	49.01	134.38	183.40	28.83	92.68	121.51	36.31	116.85	153.16
14.25	52.32	136.62	188.94	52.32	136.62	188.94	30.78	94.22	125.00	38.75	118.80	157.56
14.50	52.46	138.89	191.35	52.46	138.89	191.35	30.86	95.78	126.64	38.86	120.77	159.63
14.75	49.41	140.73	190.15	49.41	140.73	190.15	29.07	97.06	126.12	36.60	122.38	158.98
15.00	49.55	142.58	192.13	49.55	142.58	192.13	29.15	98.33	127.48	36.70	123.98	160.68
15.25	49.68	144.43	194.11	49.68	144.43	194.11	29.22	99.60	128.83	36.80	125.59	162.39
15.50	49.81	146.27	196.09	49.81	146.27	196.09	29.30	100.88	130.18	36.90	127.19	164.09
15.75	49.95	148.12	198.07	49.95	148.12	198.07	29.38	102.15	131.53	37.00	128.80	165.80
16.00	50.08	149.97	200.05	50.08	149.97	200.05	29.46	103.43	132.88	37.10	130.41	167.50
16.25	50.21	151.81	202.03	50.21	151.81	202.03	29.54	104.70	134.24	37.19	132.01	169.21
16.50	50.35	153.66	204.01	50.35	153.66	204.01	29.62	105.97	135.59	37.29	133.62	170.91
16.75	50.48	155.51	205.99	50.48	155.51	205.99	29.69	107.25	136.94	37.39	135.22	172.62
17.00	50.61	157.35	207.97	50.61	157.35	207.97	29.77	108.52	138.29	37.49	136.83	174.32
17.25	50.75	159.20	209.95	50.75	159.20	209.95	29.85	109.79	139.64	37.59	138.44	176.03
17.50	50.88	161.05	211.93	50.88	161.05	211.93	29.93	111.07	141.00	37.69	140.04	177.73
17.75	51.01	162.90	213.91	51.01	162.90	213.91	30.01	112.34	142.35	37.79	141.65	179.44
18.00	51.15	164.74	215.89	51.15	164.74	215.89	30.09	113.62	143.70	37.89	143.25	181.14
18.25	51.28	166.59	217.87	51.28	166.59	217.87	30.16	114.89	145.05	37.98	144.86	182.84
18.50	51.41	168.44	219.85	51.41	168.44	219.85	30.24	116.16	146.41	38.08	146.47	184.55
18.75	51.54	170.28	221.83	51.54	170.28	221.83	30.32	117.44	147.76	38.18	148.07	186.25
19.00	51.68	172.13	223.81	51.68	172.13	223.81	30.40	118.71	149.11	38.28	149.68	187.96
19.25	55.15	174.39	229.54	55.15	174.39	229.54	32.44	120.27	152.71	40.85	151.64	192.49
19.50	55.30	176.64	231.94	55.30	176.64	231.94	32.53	121.82	154.35	40.96	153.60	194.56
19.75	55.44	179.40	234.83	55.44	179.40	234.83	32.61	123.72	156.33	41.06	156.00	197.06
20.00	55.58	182.17	237.75	55.58	182.17	237.75	32.69	125.64	158.33	41.17	158.41	199.58
20.25	55.72	184.97	240.69	55.72	184.97	240.69	32.78	127.57	160.35	41.27	160.85	202.12
20.50	55.86	187.80	243.66	55.86	187.80	243.66	32.86	129.52	162.38	41.38	163.30	204.68
20.75	56.00	190.05	246.06	56.00	190.05	246.06	32.94	131.07	164.02	41.48	165.26	206.75
21.00	56.15	192.31	248.46	56.15	192.31	248.46	33.03	132.63	165.66	41.59	167.23	208.82
21.25	56.29	194.57	250.85	56.29	194.57	250.85	33.11	134.18	167.29	41.70	169.19	210.88
21.50	56.43	196.82	253.25	56.43	196.82	253.25	33.19	135.74	168.93	41.80	171.15	212.95
21.75	56.57	199.08	255.65	56.57	199.08	255.65	33.28	137.30	170.57	41.91	173.11	215.02
22.00	56.71	201.34	258.05	56.71	201.34	258.05	33.36	138.85	172.21	42.01	175.07	217.08
22.25	56.86	203.59	260.45	56.86	203.59	260.45	33.44	140.41	173.85	42.12	177.04	219.15
22.50	57.00	205.85	262.84	57.00	205.85	262.84	33.53	141.96	175.49	42.22	179.00	221.22
22.75	57.14	208.10	265.24	57.14	208.10	265.24	33.61	143.52	177.13	42.33	180.96	223.29
23.00	57.28	210.36	267.64	57.28	210.36	267.64	33.69	145.08	178.77	42.43	182.92	225.35
23.25	57.42	212.62	270.04	57.42	212.62	270.04	33.78	146.63	180.41	42.54	184.88	227.42
23.50	57.56	214.87	272.44	57.56	214.87	272.44	33.86	148.19	182.05	42.64	186.85	229.49
23.75	57.71	217.13	274.83	57.71	217.13	274.83	33.94	149.74	183.69	42.75	188.81	231.55
24.00	57.85	219.38	277.23	57.85	219.38	277.23	34.03	151.30	185.33	42.85	190.77	233.62
24.25	57.99	221.64	279.63	57.99	221.64	279.63	34.11	152.86	186.97	42.96	192.73	235.69
24.50	58.13	223.90	282.03	58.13	223.90	282.03	34.20	154.41	188.61	43.06	194.69	237.75
24.75	58.27	226.15	284.43	58.27	226.15	284.43	34.28	155.97	190.25	43.17	196.66	239.82
25.00	58.42	228.41	286.83	58.42	228.41	286.83	34.36	157.52	191.89	43.27	198.62	241.89



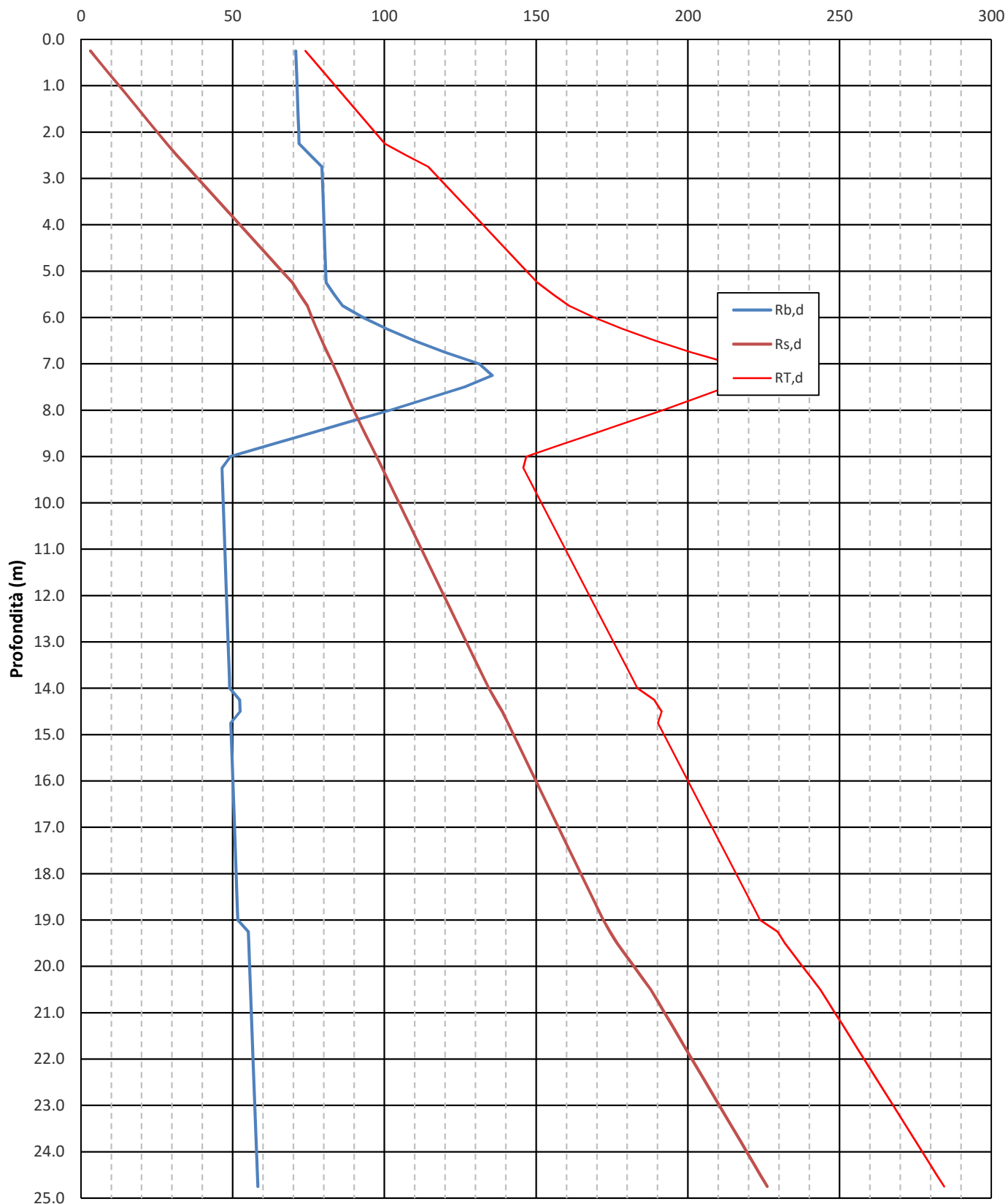
**CAPACITA' PORTANTE PALO**
*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**1.00**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 1**
**Capacità portante (t)**


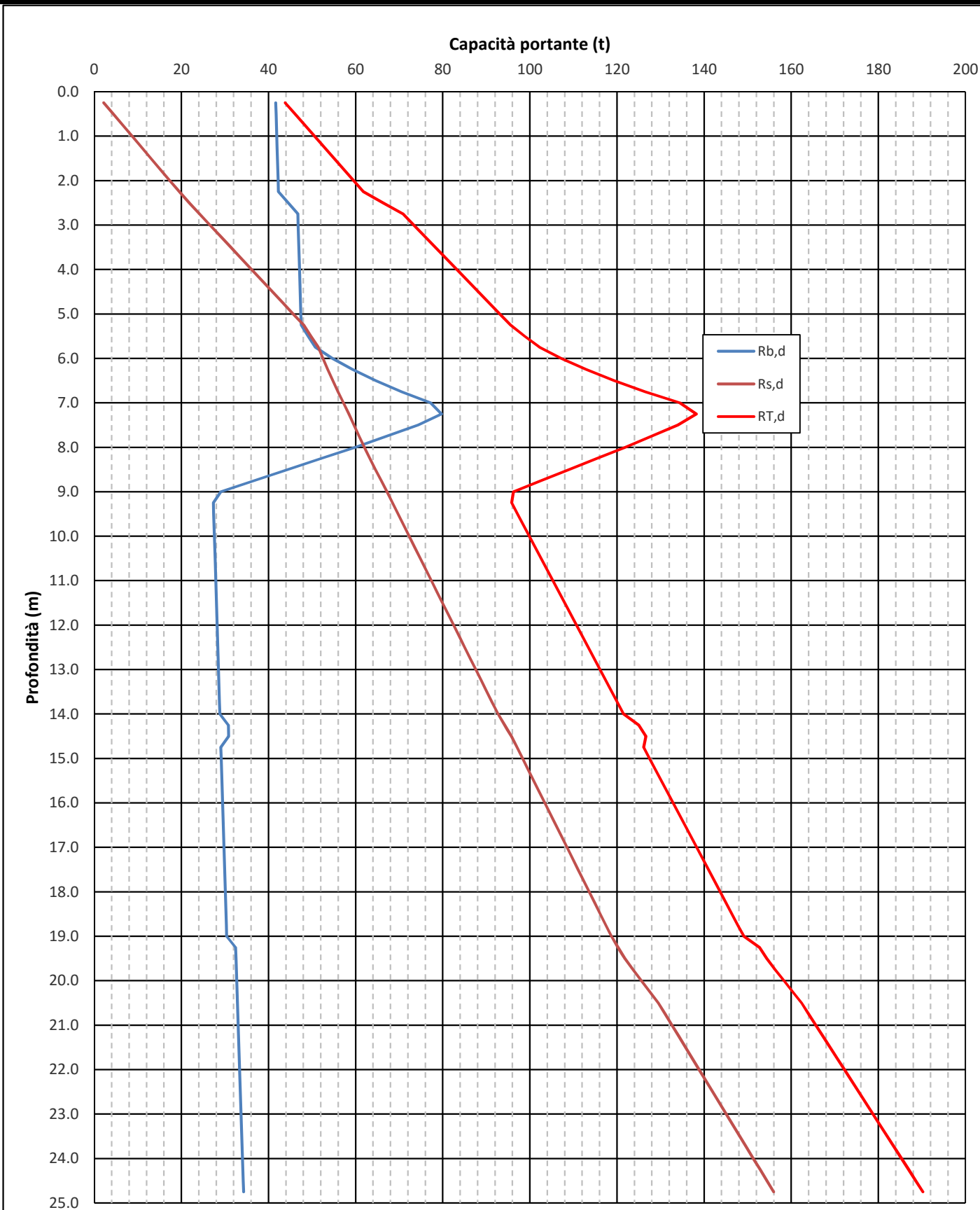
**CAPACITA' PORTANTE PALO***Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**1.00**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 1 COMBINAZIONE 2**

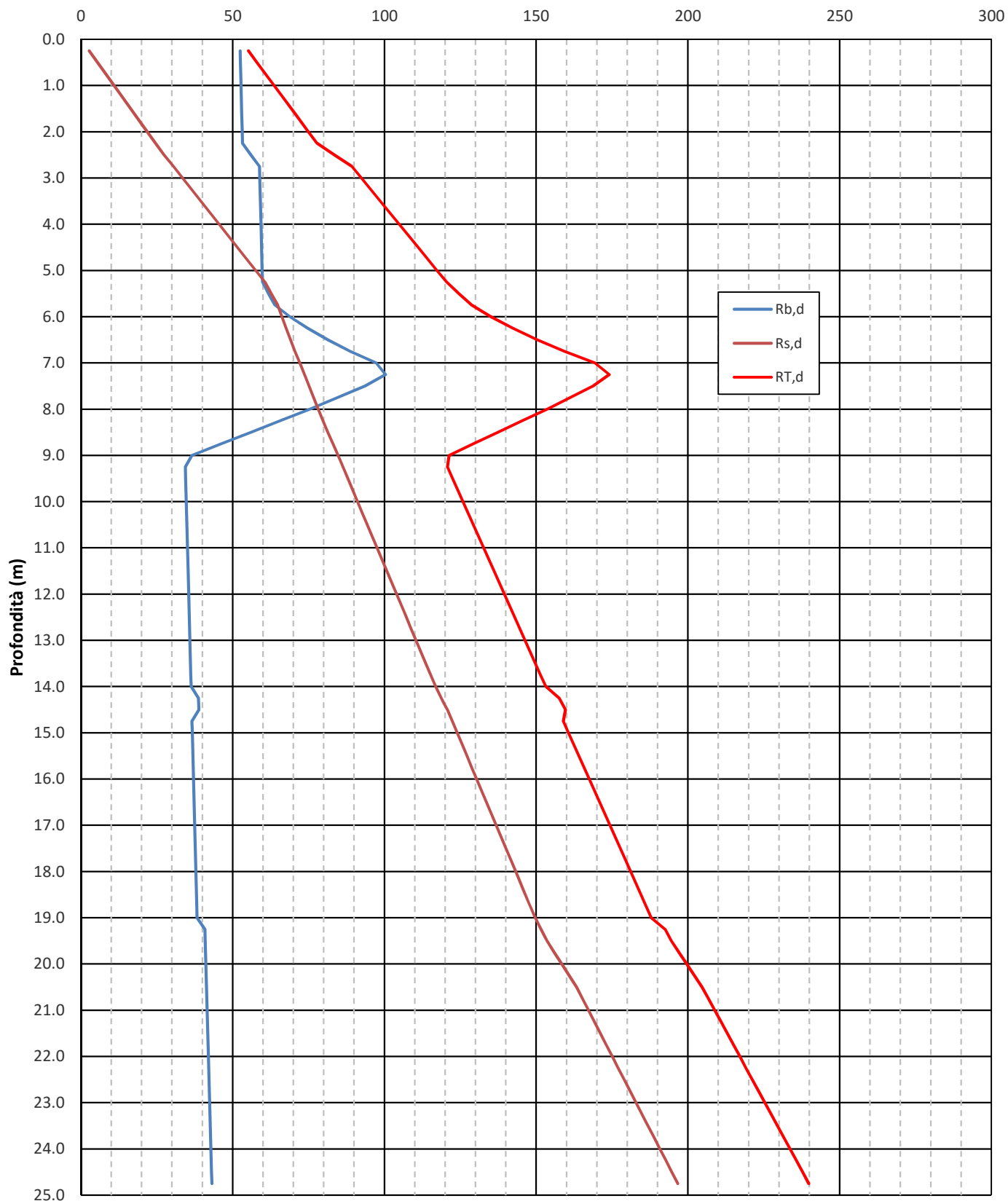
**CAPACITA' PORTANTE PALO**
*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**1.00**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO APPROCCIO 2**
**Capacità portante (t)**


### CAPACITA' PORTANTE PALO A TRAZIONE

Caratteristiche del palo	
Diametro (m)	<b>1.00</b>
Metodo di realizzazione:	trivellato
Quota testa palo:	-2.5 da p.c.

Coeff. N° prove	
$\zeta_3$	$\zeta_4$
1.65	1.55

Coefficienti parziali		
	$\gamma_b$	$\gamma_s$
R1	1	1
R2	1.7	1.6
R3	1.35	1.25

Capacità portante di progetto												
Capacità portante caratteristica				Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2		
Prof.	$R_{b,K}$	$R_{s,K}$	$R_{T,K}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$	$R_{b,d}$	$R_{s,d}$	$R_{T,d}$
m	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
0.25	0.00	3.14	3.14	0.00	3.14	3.14	0.00	1.96	1.96	0.00	2.51	2.51
0.50	0.00	6.28	6.28	0.00	6.28	6.28	0.00	3.93	3.93	0.00	5.03	5.03
0.75	0.00	9.42	9.42	0.00	9.42	9.42	0.00	5.89	5.89	0.00	7.54	7.54
1.00	0.00	12.57	12.57	0.00	12.57	12.57	0.00	7.85	7.85	0.00	10.05	10.05
1.25	0.00	15.71	15.71	0.00	15.71	15.71	0.00	9.82	9.82	0.00	12.57	12.57
1.50	0.00	18.85	18.85	0.00	18.85	18.85	0.00	11.78	11.78	0.00	15.08	15.08
1.75	0.00	21.99	21.99	0.00	21.99	21.99	0.00	13.74	13.74	0.00	17.59	17.59
2.00	0.00	25.13	25.13	0.00	25.13	25.13	0.00	15.71	15.71	0.00	20.11	20.11
2.25	0.00	28.27	28.27	0.00	28.27	28.27	0.00	17.67	17.67	0.00	22.62	22.62
2.50	0.00	31.58	31.58	0.00	31.58	31.58	0.00	19.74	19.74	0.00	25.26	25.26
2.75	0.00	35.04	35.04	0.00	35.04	35.04	0.00	21.90	21.90	0.00	28.03	28.03
3.00	0.00	38.51	38.51	0.00	38.51	38.51	0.00	24.07	24.07	0.00	30.81	30.81
3.25	0.00	41.97	41.97	0.00	41.97	41.97	0.00	26.23	26.23	0.00	33.58	33.58
3.50	0.00	45.44	45.44	0.00	45.44	45.44	0.00	28.40	28.40	0.00	36.35	36.35
3.75	0.00	48.90	48.90	0.00	48.90	48.90	0.00	30.57	30.57	0.00	39.12	39.12
4.00	0.00	52.37	52.37	0.00	52.37	52.37	0.00	32.73	32.73	0.00	41.90	41.90
4.25	0.00	55.83	55.83	0.00	55.83	55.83	0.00	34.90	34.90	0.00	44.67	44.67
4.50	0.00	59.30	59.30	0.00	59.30	59.30	0.00	37.06	37.06	0.00	47.44	47.44
4.75	0.00	62.77	62.77	0.00	62.77	62.77	0.00	39.23	39.23	0.00	50.21	50.21
5.00	0.00	66.23	66.23	0.00	66.23	66.23	0.00	41.39	41.39	0.00	52.98	52.98
5.25	0.00	69.70	69.70	0.00	69.70	69.70	0.00	43.56	43.56	0.00	55.76	55.76
5.50	0.00	72.13	72.13	0.00	72.13	72.13	0.00	45.08	45.08	0.00	57.70	57.70
5.75	0.00	74.60	74.60	0.00	74.60	74.60	0.00	46.62	46.62	0.00	59.68	59.68
6.00	0.00	76.13	76.13	0.00	76.13	76.13	0.00	47.58	47.58	0.00	60.91	60.91
6.25	0.00	77.73	77.73	0.00	77.73	77.73	0.00	48.58	48.58	0.00	62.18	62.18
6.50	0.00	79.40	79.40	0.00	79.40	79.40	0.00	49.62	49.62	0.00	63.52	63.52
6.75	0.00	81.13	81.13	0.00	81.13	81.13	0.00	50.70	50.70	0.00	64.90	64.90
7.00	0.00	82.92	82.92	0.00	82.92	82.92	0.00	51.83	51.83	0.00	66.34	66.34
7.25	0.00	84.78	84.78	0.00	84.78	84.78	0.00	52.99	52.99	0.00	67.83	67.83
7.50	0.00	86.43	86.43	0.00	86.43	86.43	0.00	54.02	54.02	0.00	69.15	69.15
7.75	0.00	88.14	88.14	0.00	88.14	88.14	0.00	55.09	55.09	0.00	70.51	70.51
8.00	0.00	89.90	89.90	0.00	89.90	89.90	0.00	56.19	56.19	0.00	71.92	71.92
8.25	0.00	91.72	91.72	0.00	91.72	91.72	0.00	57.33	57.33	0.00	73.38	73.38
8.50	0.00	93.60	93.60	0.00	93.60	93.60	0.00	58.50	58.50	0.00	74.88	74.88
8.75	0.00	95.53	95.53	0.00	95.53	95.53	0.00	59.70	59.70	0.00	76.42	76.42
9.00	0.00	97.44	97.44	0.00	97.44	97.44	0.00	60.90	60.90	0.00	77.95	77.95
9.25	0.00	99.29	99.29	0.00	99.29	99.29	0.00	62.06	62.06	0.00	79.43	79.43
9.50	0.00	101.14	101.14	0.00	101.14	101.14	0.00	63.21	63.21	0.00	80.91	80.91
9.75	0.00	102.98	102.98	0.00	102.98	102.98	0.00	64.37	64.37	0.00	82.39	82.39
10.00	0.00	104.83	104.83	0.00	104.83	104.83	0.00	65.52	65.52	0.00	83.86	83.86
10.25	0.00	106.68	106.68	0.00	106.68	106.68	0.00	66.67	66.67	0.00	85.34	85.34
10.50	0.00	108.52	108.52	0.00	108.52	108.52	0.00	67.83	67.83	0.00	86.82	86.82
10.75	0.00	110.37	110.37	0.00	110.37	110.37	0.00	68.98	68.98	0.00	88.30	88.30
11.00	0.00	112.22	112.22	0.00	112.22	112.22	0.00	70.14	70.14	0.00	89.77	89.77
11.25	0.00	114.07	114.07	0.00	114.07	114.07	0.00	71.29	71.29	0.00	91.25	91.25
11.50	0.00	115.91	115.91	0.00	115.91	115.91	0.00	72.45	72.45	0.00	92.73	92.73

Prof.	Capacità portante caratteristica			Capacità portante di progetto								
	Approccio 1 Combinazione 1			Approccio 1 Combinazione 2			Approccio 2					
	R <sub>b,K</sub>	R <sub>s,K</sub>	R <sub>T,K</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>	R <sub>b,d</sub>	R <sub>s,d</sub>	R <sub>T,d</sub>
11.75	0.00	117.76	117.76	0.00	117.76	117.76	0.00	73.60	73.60	0.00	94.21	94.21
12.00	0.00	119.61	119.61	0.00	119.61	119.61	0.00	74.75	74.75	0.00	95.68	95.68
12.25	0.00	121.45	121.45	0.00	121.45	121.45	0.00	75.91	75.91	0.00	97.16	97.16
12.50	0.00	123.30	123.30	0.00	123.30	123.30	0.00	77.06	77.06	0.00	98.64	98.64
12.75	0.00	125.15	125.15	0.00	125.15	125.15	0.00	78.22	78.22	0.00	100.12	100.12
13.00	0.00	126.99	126.99	0.00	126.99	126.99	0.00	79.37	79.37	0.00	101.59	101.59
13.25	0.00	128.84	128.84	0.00	128.84	128.84	0.00	80.53	80.53	0.00	103.07	103.07
13.50	0.00	130.69	130.69	0.00	130.69	130.69	0.00	81.68	81.68	0.00	104.55	104.55
13.75	0.00	132.53	132.53	0.00	132.53	132.53	0.00	82.83	82.83	0.00	106.03	106.03
14.00	0.00	134.38	134.38	0.00	134.38	134.38	0.00	83.99	83.99	0.00	107.50	107.50
14.25	0.00	136.62	136.62	0.00	136.62	136.62	0.00	85.39	85.39	0.00	109.30	109.30
14.50	0.00	138.89	138.89	0.00	138.89	138.89	0.00	86.80	86.80	0.00	111.11	111.11
14.75	0.00	140.73	140.73	0.00	140.73	140.73	0.00	87.96	87.96	0.00	112.59	112.59
15.00	0.00	142.58	142.58	0.00	142.58	142.58	0.00	89.11	89.11	0.00	114.06	114.06
15.25	0.00	144.43	144.43	0.00	144.43	144.43	0.00	90.27	90.27	0.00	115.54	115.54
15.50	0.00	146.27	146.27	0.00	146.27	146.27	0.00	91.42	91.42	0.00	117.02	117.02
15.75	0.00	148.12	148.12	0.00	148.12	148.12	0.00	92.58	92.58	0.00	118.50	118.50
16.00	0.00	149.97	149.97	0.00	149.97	149.97	0.00	93.73	93.73	0.00	119.97	119.97
16.25	0.00	151.81	151.81	0.00	151.81	151.81	0.00	94.88	94.88	0.00	121.45	121.45
16.50	0.00	153.66	153.66	0.00	153.66	153.66	0.00	96.04	96.04	0.00	122.93	122.93
16.75	0.00	155.51	155.51	0.00	155.51	155.51	0.00	97.19	97.19	0.00	124.41	124.41
17.00	0.00	157.35	157.35	0.00	157.35	157.35	0.00	98.35	98.35	0.00	125.88	125.88
17.25	0.00	159.20	159.20	0.00	159.20	159.20	0.00	99.50	99.50	0.00	127.36	127.36
17.50	0.00	161.05	161.05	0.00	161.05	161.05	0.00	100.66	100.66	0.00	128.84	128.84
17.75	0.00	162.90	162.90	0.00	162.90	162.90	0.00	101.81	101.81	0.00	130.32	130.32
18.00	0.00	164.74	164.74	0.00	164.74	164.74	0.00	102.96	102.96	0.00	131.79	131.79
18.25	0.00	166.59	166.59	0.00	166.59	166.59	0.00	104.12	104.12	0.00	133.27	133.27
18.50	0.00	168.44	168.44	0.00	168.44	168.44	0.00	105.27	105.27	0.00	134.75	134.75
18.75	0.00	170.28	170.28	0.00	170.28	170.28	0.00	106.43	106.43	0.00	136.23	136.23
19.00	0.00	172.13	172.13	0.00	172.13	172.13	0.00	107.58	107.58	0.00	137.70	137.70
19.25	0.00	174.39	174.39	0.00	174.39	174.39	0.00	108.99	108.99	0.00	139.51	139.51
19.50	0.00	176.64	176.64	0.00	176.64	176.64	0.00	110.40	110.40	0.00	141.31	141.31
19.75	0.00	179.40	179.40	0.00	179.40	179.40	0.00	112.12	112.12	0.00	143.52	143.52
20.00	0.00	182.17	182.17	0.00	182.17	182.17	0.00	113.86	113.86	0.00	145.74	145.74
20.25	0.00	184.97	184.97	0.00	184.97	184.97	0.00	115.61	115.61	0.00	147.98	147.98
20.50	0.00	187.80	187.80	0.00	187.80	187.80	0.00	117.37	117.37	0.00	150.24	150.24
20.75	0.00	190.05	190.05	0.00	190.05	190.05	0.00	118.78	118.78	0.00	152.04	152.04
21.00	0.00	192.31	192.31	0.00	192.31	192.31	0.00	120.19	120.19	0.00	153.85	153.85
21.25	0.00	194.57	194.57	0.00	194.57	194.57	0.00	121.60	121.60	0.00	155.65	155.65
21.50	0.00	196.82	196.82	0.00	196.82	196.82	0.00	123.01	123.01	0.00	157.46	157.46
21.75	0.00	199.08	199.08	0.00	199.08	199.08	0.00	124.42	124.42	0.00	159.26	159.26
22.00	0.00	201.34	201.34	0.00	201.34	201.34	0.00	125.83	125.83	0.00	161.07	161.07
22.25	0.00	203.59	203.59	0.00	203.59	203.59	0.00	127.24	127.24	0.00	162.87	162.87
22.50	0.00	205.85	205.85	0.00	205.85	205.85	0.00	128.65	128.65	0.00	164.68	164.68
22.75	0.00	208.10	208.10	0.00	208.10	208.10	0.00	130.06	130.06	0.00	166.48	166.48
23.00	0.00	210.36	210.36	0.00	210.36	210.36	0.00	131.48	131.48	0.00	168.29	168.29
23.25	0.00	212.62	212.62	0.00	212.62	212.62	0.00	132.89	132.89	0.00	170.09	170.09
23.50	0.00	214.87	214.87	0.00	214.87	214.87	0.00	134.30	134.30	0.00	171.90	171.90
23.75	0.00	217.13	217.13	0.00	217.13	217.13	0.00	135.71	135.71	0.00	173.70	173.70
24.00	0.00	219.38	219.38	0.00	219.38	219.38	0.00	137.12	137.12	0.00	175.51	175.51
24.25	0.00	221.64	221.64	0.00	221.64	221.64	0.00	138.53	138.53	0.00	177.31	177.31
24.50	0.00	223.90	223.90	0.00	223.90	223.90	0.00	139.94	139.94	0.00	179.12	179.12
24.75	0.00	226.15	226.15	0.00	226.15	226.15	0.00	141.35	141.35	0.00	180.92	180.92
25.00	0.00	228.41	228.41	0.00	228.41	228.41	0.00	142.76	142.76	0.00	182.73	182.73

**CAPACITA' PORTANTE PALO A TRAZIONE**
*Caratteristiche del palo*

Diametro (m)

**1.00**

Metodo di realizzazione:

trivellato

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**
**Capacità portante (t)**
