



PROVINCIA DI MODENA

Area Lavori Pubblici

Direttore Ing. Alessandro Manni

Servizio Lavori speciali Opere Pubbliche

telefono 059 209 623 fax 059 343 706

via Pietro Giardini 474/c Direzionale 70, 41124 Modena c.f. e p.i. 01375710363

centralino 059 209 111 www.provincia.modena.it provinciadi.modena@cert.provincia.modena.it

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

Polo Scolastico Calvi- Morandi di Finale Emilia (MO)

MIGLIORAMENTO SISMICO E RISANAMENTO STATICO DELLE STRUTTURE

A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI DEL 20/05/2012 E DEL 29/05/2012

PROGETTO DEFINITIVO

RIFERIMENTO ELABORATO

02

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA MODELLAZIONE SISMICA

PROT. n°

SCALA

DATA **AGOSTO 2012**

CL. 06-06-02

revisione

data

descrizione

redatto

controllato

approvato

DEL

FASC.

SUB



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ing. Alessandro Manni

PROGETTISTI

Ing. Antonio Perretti

relazione geologica: Dott. Lorenzo Del Maschio

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA

impianto meccanico: P.I. Stefano Nappa

impianto elettrico: P.I. Francesco Giangrande

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE E DISEGNATORI

Ing. Vincenzo Chianese

Arch. Stefania Di Pietro

Geom. Linda Guerrini

Geom. Alessia Gasparini

Geom. Stefano Baroni

INDICE GENERALE

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	1
a. Riferimenti cartografici	1
b. Copertura aerofotogrammetrica	1
c. Riferimenti catastali	1
3. INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
4. USO DEL SUOLO	4
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	9
a. Sismicità delle aree di interesse	9
b. Sismicità storica delle aree di intervento	10
c. Individuazione della pericolosità sismica del sito	13
7. INDAGINI REALIZZATE	16
8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO	17
a. Indagini geofisiche	17
a1. I dati ottenuti	17
a2. Interpretazione delle indagini	17
a2.1 Sismica a rifrazione con risoluzione tomografica	17
a2.2 Sismica a rifrazione con risoluzione ReMI	19
a2.3 Sismica passiva a stazione singola con tecnica tomografica (HVSr)	20
b. Indagini geognostiche	37
b1. I dati ottenuti	37
b2. Interpretazione delle indagini	37
c. Indagini di laboratorio	70
c1. Consistenza dei dati	70
c2. Analisi Granulometriche	71
c3. Limiti di plasticità	74
c4. Parametri di resistenza del materiale	75
9. RESISTENZE DI PROGETTO	79
10. VERIFICA A LIQUEFAZIONE	94
a. Cenni generali	94
b. Calcolo della suscettibilità alla liquefazione	106
11 ALLEGATI	109

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta per il progetto definitivo ai fini del miglioramento sismico ed il risanamento statico delle strutture degli istituti d'istruzione superiore "Calvi" e "Morandi", siti in Finale Emilia, a seguito degli eventi sismici del 20 e del 29 maggio 2012.

L'indagine è stata effettuata mediante reperimento di materiale bibliografico conoscitivo, sopralluoghi, rilievi diretti sul sito e indagini geognostiche e sismiche.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - AMMINISTRATIVO

L'area di intervento è ubicata in Finale Emilia, in via Digione 20

I principali riferimenti sono:

a. Riferimenti cartografici (fig. 2.1 - 2.2)

C.T.R.: Tavola 184 SE (1:25.000);

Sezione 180160 (1:10.000);

Elemento 184164 (1:5000).

b. Copertura aereofotogrammetrica

- Foto aeree RER 1954
- Foto aeree RER 1973-1978
- Ortofoto digitali AIMA 1996
- Ortofoto digitali Terraitaly 2000
- Ortofoto digitali QB 2003
- Ortofoto AGEA-RER 2008
- Ortofoto AGEA-RER 2011

c. Riferimenti catastali

Foglio 65, Mappale 96 - Comune di Finale Emilia

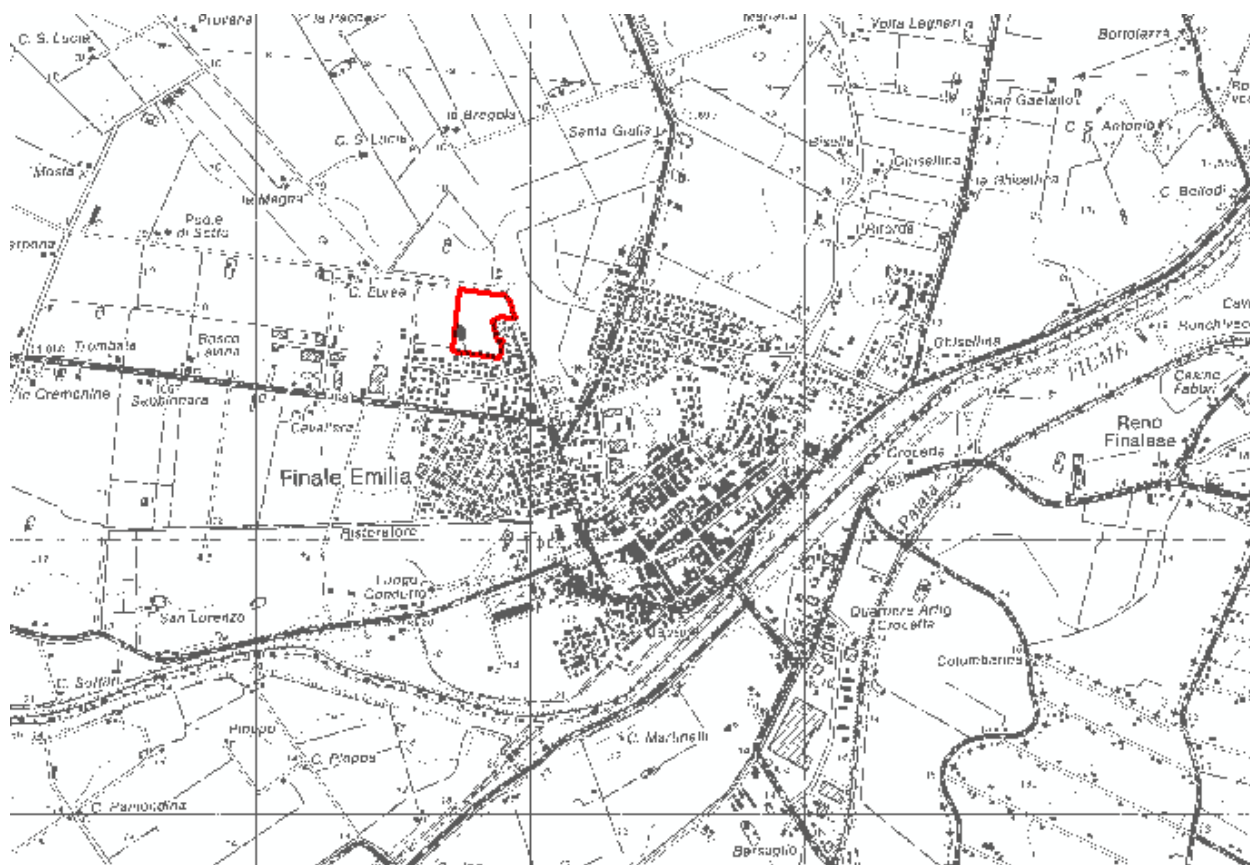


Figura 2.1: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:25.000.

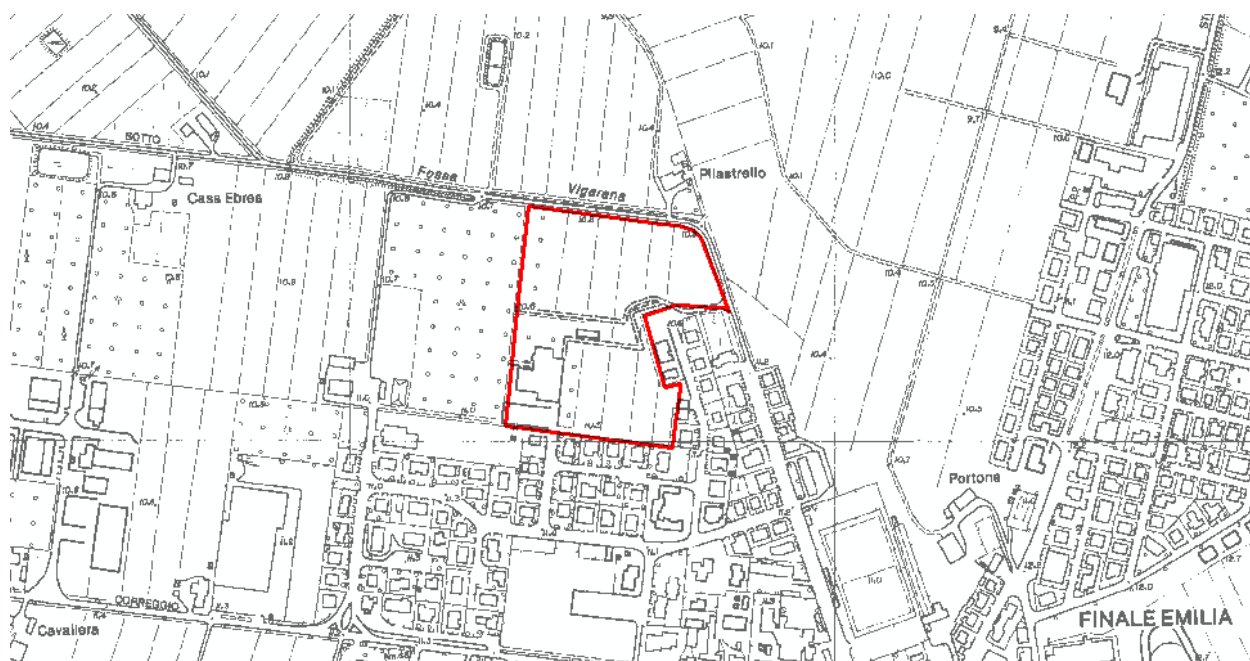


Figura 2.2: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:5.000.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- D.M. 14 Gennaio 2008

Norme Tecniche per le costruzioni.

- Circolare n. 617 del 02/02/2009

4. USO DEL SUOLO

L'area di intervento risulta compresa nella tipologia “Seminativo semplici irrigui (Se) e Tessuto residenziale rado (Er)”. Quanto precedentemente descritto si può riscontrare nella Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna (ed. 2003) (fig. 4.1).

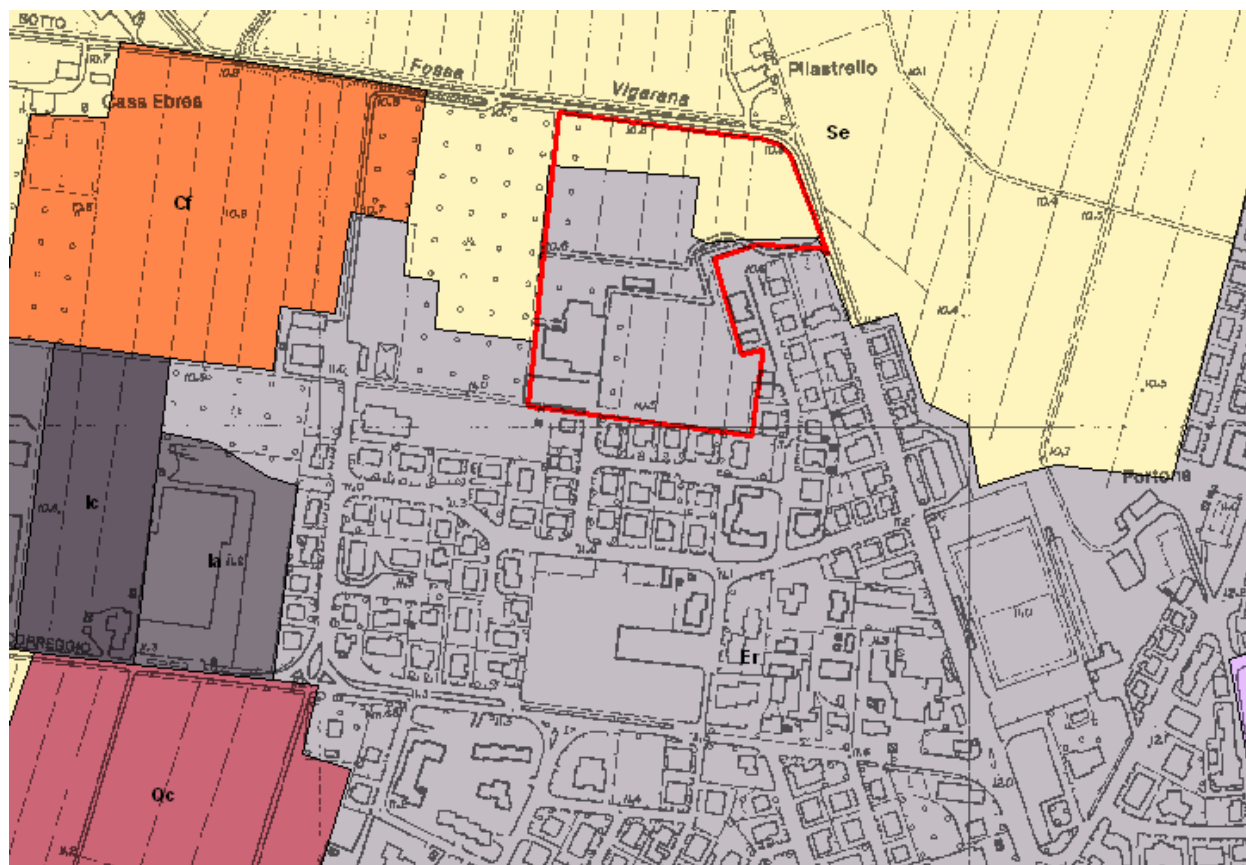


Figura 4.1: Carta Uso del suolo - Regione Emilia-Romagna ed. 2003.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Finale Emilia corrisponde alla zona altimetricamente più bassa della Pianura modenese. Tale area, definita come “bassa pianura”, equivale a quella zona ricadente a nord della direttrice Carpi-Camosanto.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale ricade nel settore assiale della Pianura Padana “Propriamente Detta”, appartenente al bacino subsidente Plio- Quaternario Padano, costituito da un'ampia depressione a stile compressivo, formata negli orizzonti più recenti da depositi Pliocenici-Quaternari. I terreni Olocenici, di origine alluvionale, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino, strutturalmente caratterizzato da elementi sufficientemente definiti.

In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare 3 zone e cioè:

- a) “Zona delle pieghe Pedepenniniche”, dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza Appenninica spesso fagliate e sovrascorse sul fianco nord.
- b) “Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, dove i depositi Quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la Pianura Padana.
- c) “Zona della Dorsale Ferrarese”, alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, in talune culminazioni, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri.

Le conoscenze sull'assetto geologico-strutturale del Bacino Padano derivano dalle prospezioni geofisiche e perforazioni eseguite da AGIP e SPI.

Tali ricerche indicano la sostanziale presenza di due complessi sedimentari poggianti su substrato Mesozoico: il primo, inferiore, caratterizzato da formazioni Pliocenico- Pleistoceniche, essenzialmente costituite da sedimenti in facies marina, il secondo, superiore, da formazioni Oloceniche costituite da depositi clastici in facies continentale, di origine glaciale e fluviale, dovuti all'attività dei fiumi alpini e appenninici.

L'assetto geostrutturale del sottosuolo è caratterizzato da un susseguirsi di sovrascosimenti, più o meno sviluppati, talora complicati da faglie, interessanti principalmente le serie deposizionali marine mesozoiche.

Il complesso più superficiale risulta, da un punto di vista deposizionale, caratterizzato dalle alluvioni oloceniche del Fiume Po e dei suoi affluenti appenninici, in particolare il Fiume Secchia ed il Fiume Panaro; pertanto, il sottosuolo è caratterizzato, per molte decine di metri dal piano campagna e comunque per uno spessore di gran lunga superiore a quello che può essere interessato dalla diffusione del carico indotto da un qualsiasi tipo di fondazione, dalla presenza di depositi alluvionali, di cui è nota la stratigrafia attraverso i numerosi pozzi per acqua perforati nella zona; tale copertura alluvionale, di età pleistocenica ed olocenica è costituita, almeno per le prime decine di metri di profondità, da una monotona sequenza di strati con granulometria compresa tra le argille e le sabbie più grossolane.

La geologia del settore di territorio studiato è quindi caratterizzata dalla presenza di depositi attribuibili alle unità oloceniche più superficiali della potente successione quaternaria, costituiti essenzialmente da sequenze deposizionali di tipo alluvionale a tessitura estremamente variabile, che vanno dalle argille, ai limi, fino alle sabbie più o meno addensate.

In particolare si tratta di depositi distribuiti secondo alternanze di litotipi a diversa granulometria, organizzati in strati a geometria variabile, spesso lenticolare, e quindi realmente discontinui, in cui i rapporti tra le diverse litologie sono da ricondurre all'evolversi di un ambiente caratterizzato da energie di trasporto e da modalità deposizionali variabili nel tempo.

Il paesaggio della pianura presenta aree più elevate che corrispondono sia ad alvei fluviali attuali (alvei pensili) sia estinti (dossi fluviali), caratterizzati da terreni prevalentemente sabbiosi, ed aree altimetricamente più basse in corrispondenza di antichi bacini interfluviali ormai prosciugati (valli) caratterizzati da terreni prevalentemente limoso-argillosi.

I fiumi che percorrono i settori di media e bassa pianura hanno la prerogativa di una bassa velocità con conseguente sedimentazione dei detriti, soprattutto sabbia, all'interno del letto fluviale che tende così ad innalzarsi rispetto al territorio circostante.

In condizioni naturali, quando i corsi d'acqua non erano arginati, le acque di piena tracimavano facilmente dall'alveo e si espandevano ai lati di esso perdendo progressivamente velocità e depositando materiale più fine (limi e argille). Poiché tali sedimenti sono più costipabili rispetto alle sabbie, con il tempo si determinava un'accentuazione del dislivello fra la rete idrografica ed il livello medio del territorio.

Quando l'edificio fluviale era divenuto troppo pensile il corso d'acqua si creava un nuovo alveo nell'area più depressa lasciando un alveo relitto (paleoalveo); queste continue migrazioni fluviali tendevano così a colmare le aree depresse situate tra i diversi corsi concorrendo all'accrescimento della pianura.

Dove in passato i fiumi hanno depositato i materiali più grossolani e più permeabili (Sabbie medie e grossolane) oggi, attraverso la perforazione dei pozzi, anche di notevole profondità, si riesce a captare livelli acquiferi con buona potenzialità capaci di soddisfare i fabbisogni delle varie attività idroesigenti presenti sul territorio di pianura.

Nell'area di studio i materiali alluvionali deposti dell'azione dei fiumi Panaro e Po, hanno lasciato traccia sotto forma di paleoalvei. Questi ultimi sono zone moderatamente più rilevate rispetto alle aree circostanti. I terreni che costituiscono i paleoalvei relitti sono costituiti da materiali a granulometria più grossolana (sabbie), rispetto a quelli delle "valli" circostanti, dove quindi si ha un'infiltrazione meteorica con percentuali variabili del 20-30% del totale.

La distribuzione dei paleoalvei del territorio finalese è documentata nella tavola 1.1 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Modena (2009) di cui si allega un estratto cartografico (Figura 5.1).

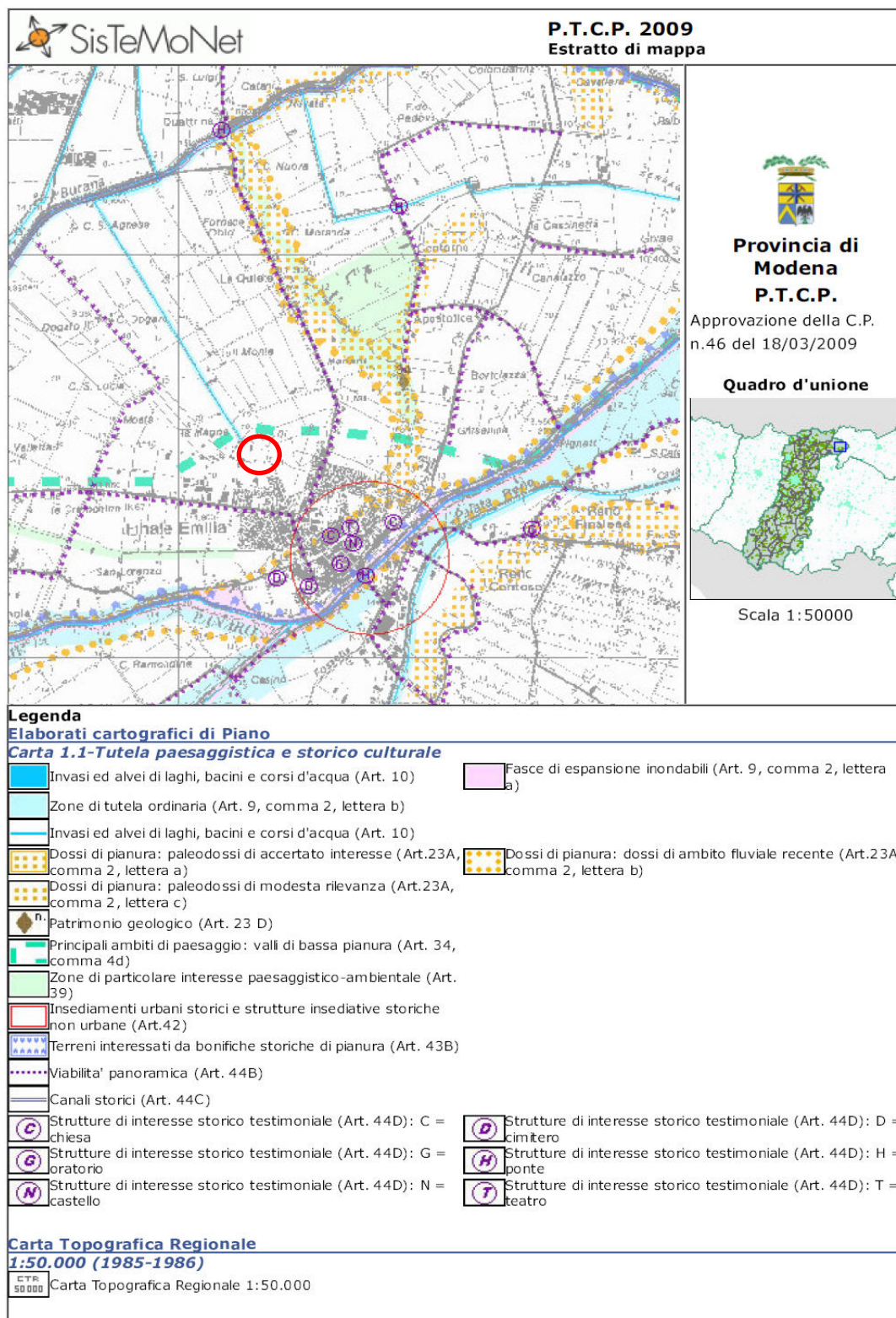


Figura 5.1: Stralcio del PTCP2009 (scala 1: 50.000).

L'area di indagine risulta appartenere alle zone delle “valli di bassa pianura” (art. 34 comma 4d delle NTA del vigente PTCP 2009) in cui sono presenti litologie fini il cui contenuto di argilla e limo risulta mediamente più alto e dove la permeabilità alle infiltrazioni meteoriche verticali dei suoli è scarsa.

Dalla cartografia del PTCP si evince che i paleodossi principali corrono a sud e ad est dell'area di indagine (indicata dalla freccia rossa) con uno sviluppo ad arco che rappresenta i tracciati abbandonati del fiume Panaro che in epoche antecedenti alla realizzazione degli argini (XV secolo) aveva la possibilità di aprirsi, dopo una rotta, nuovi percorsi.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

a. Sismicità delle aree di interesse

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. 14 gennaio 2008 recante “norme tecniche per le costruzioni”, entrata in vigore a partire dal 1 luglio 2009.

La classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna introdotta ai sensi del punto 3 dell’Allegato 1 dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 maggio 2003, prevede che il territorio nazionale sia suddiviso in quattro zone sismiche, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g).

Nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone” all’allegato 1.A” sono individuate quattro zone sismiche orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ secondo lo schema seguente. I valori di accelerazione delle quattro zone sismiche sono maggiormente specificati rispetto all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 secondo la schema di seguito proposto (tabella 6.1):

Tabella 6.1: Valori di accelerazione al suolo a_g

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) – OPCM 3519	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) – OPCM 3472
1	$0.25 < a_g \leq 0.35 \text{ g}$	0.35 g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25 \text{ g}$	0.25 g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15 \text{ g}$	0.15 g
4	$\leq 0.05 \text{ g}$	0.05 g

Di seguito si riportano le classificazioni della sismicità dei comuni interessati dagli interventi in base alle vecchie normative e ovviamente anche in base alla nuova e vigente classificazione proposta dall’OPCM 3274/2003 e s.m.i (tabella 6.2).

Tabella 6.2: Classificazione della sismicità del comune e valore dell’accelerazione al suolo a_g

Comune	Classificazione sismica (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica OPCM 3274/2003	a_g
Finale Emilia	n.c.	3	0.15 g

b. Sismicità storica delle aree di intervento

In Pianura Padana la superficie di base del Sistema Emiliano Romagnolo (0.45 Ma) è la più recente superficie di discordanza angolare in scala regionale.

La geometria di questa superficie è articolata in zone più o meno depresse. In particolare sono evidenti gli alti di Mirandola – San Possidonio e Finale Emilia (tra Reggio Emilia e Ferrara), di San Bartolomeo in Bosco (a sud di Ferrara) e di Bondeno-Casaglia-Occhiobello (a nord-ovest di Ferrara), dove la base del SERS è a una profondità inferiore a 100 m s.l.m. Queste zone di alto (dove si trova l'area di studio) ricadono tutte sul culmine della dorsale ferrarese, permettendo di ipotizzare un'attività tardo – pleistocenica di questa struttura.

Lo studio in dettaglio delle strutture sepolte della Pianura Padana è possibile soprattutto grazie all'interpretazione di profili sismici.

I terreni più recenti che registrano diffuse deformazioni alla mesoscala sono le Sabbie di Imola e il Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI) di età compresa tra 0.8 e 0.45 Ma; risulta dunque evidente, anche da osservazioni di campagna, che gran parte del margine appenninico-padano e del sottosuolo padano-adriatico sono stati interessati da deformazioni più recenti di 0.45 Ma.

Nell'area di studio la SERS è indicata a una profondità compresa fra 100 e 150 m. Dall'analisi delle prove eseguite con sismica passiva HVRS risulta che fino alla profondità di circa 120 m si registrano aumenti graduali delle velocità di propagazione delle onde sismiche fino 400 m/s. La profondità di circa 120 m da p.c. può essere considerata come la quota del bedrock sismico.

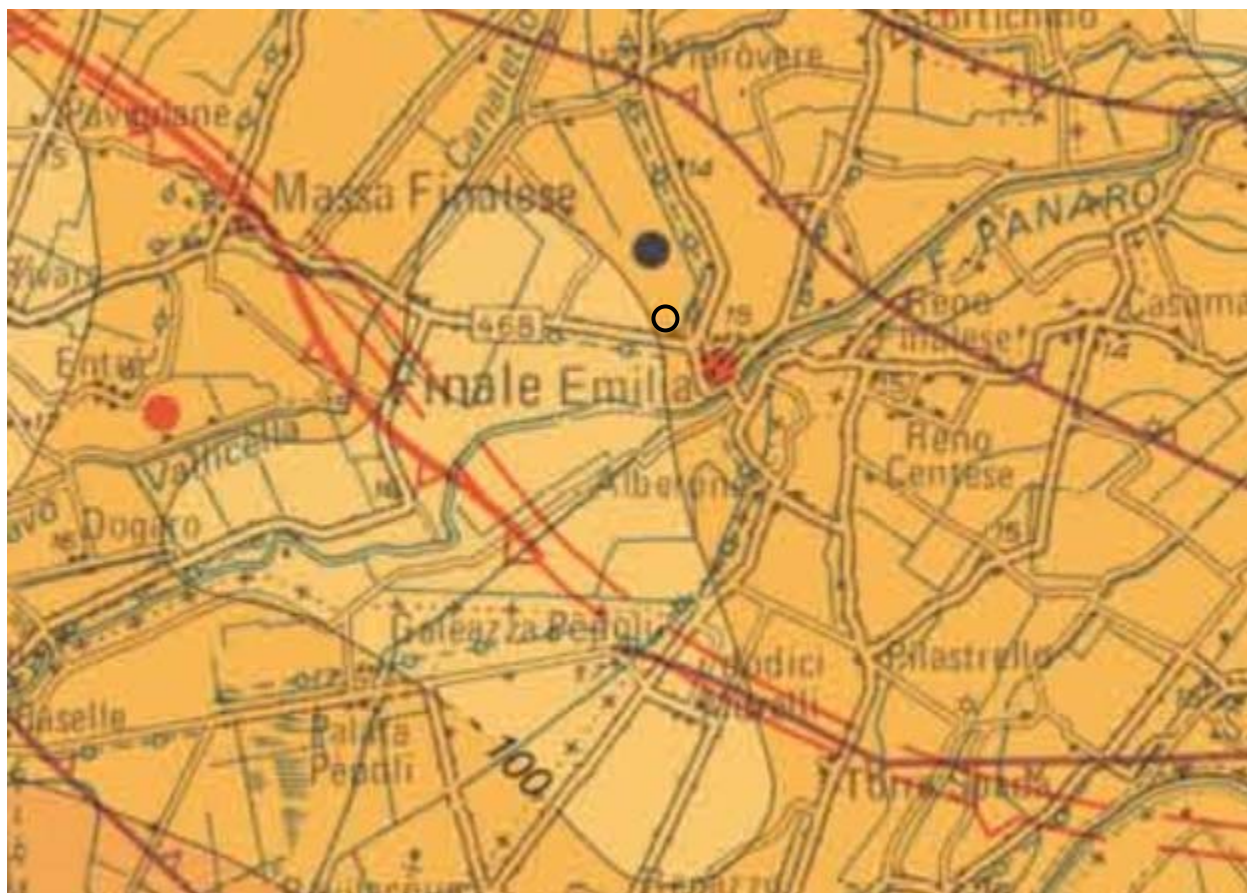


Figura 6.1: Carta della Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2004).

Nella tabella 6.3 sono riportati i dati storici del comune di Finale Emilia, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2011) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2011 (CPTI11), INGV, Bologna con aggiornamento DBMI11 (dicembre 2011) reperibile all'indirizzo web <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

Storia sismica di Finale Emilia [44.833, 11.294]



Numero di eventi: 34

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
F	1505 01 03 02:00	Bolognese	31	8 5.57 ±0.25
6	1570 11 17 19:10	Ferrara	60	7-8 5.46 ±0.25
7	1574 03 17 03:40	FINALE EMILIA	4	6 4.72 ±0.34
3	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8 5.95 ±0.10
4	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10 6.32 ±0.11
4-5	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144	5.93 ±0.16
3	1879 04 27 04:06	Valle del Senio	20	7 5.05 ±0.50
F	1881 01 24 16:14	Bolognese	38	7 5.16 ±0.30
F	1881 02 14 09:0	Bolognese	21	
3	1887 02 23 05:2	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8 5.41 ±0.09
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7 5.15 ±0.14
6	1908 06 28 03:1	Finale Emilia	15	5 4.27 ±0.53
4-5	1910 03 22 23:29	Bassa modenese	15	5 4.30 ±0.34
6	1914 10 27 09:2	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09
2	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257	6.14 ±0.14
4	1919 06 29 15:0	Mugello	566	10 6.29 ±0.09
4-5	1920 09 07 05:5	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
3	1922 05 24 21:1	Ferrarese	7	4 4.34 ±0.25
3	1926 01 01 18:0	Slovenia	63	7-8 5.85 ±0.18
NF	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8 5.68 ±0.07
NF	1957 08 27 11:5	ZOCCA	58	5 4.65 ±0.21

5-6	1963 04 05 13:4	Finale Emilia	6	4-5 4.09 ±0.34
NF	1965 11 09 15:3	ALTA V. SECCHIA	32	5 4.74 ±0.25
4-5	1970 11 02 08:4	Bassa modenese	3	4-5 4.09 ±0.34
5	1978 12 25 22:5	Bassa mantovana	28	5 4.22 ±0.22
4-5	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
6	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6 4.61 ±0.10
5	1987 05 02 20:4	Reggiano	802	6 4.74 ±0.09
6	1987 05 08 11:1	Bassa modenese	17	6 4.57 ±0.23
4-5	1988 03 15 12:0	Reggiano	160	6 4.66 ±0.12
4-5	1996 10 15 09:5	Correggio	135	7 5.41 ±0.09
3-4	2000 06 18 07:4	Parmense	300	5-6 4.43 ±0.09
NF	2002 11 13 10:4	Franciacorta	770	5-6 4.29 ±0.09

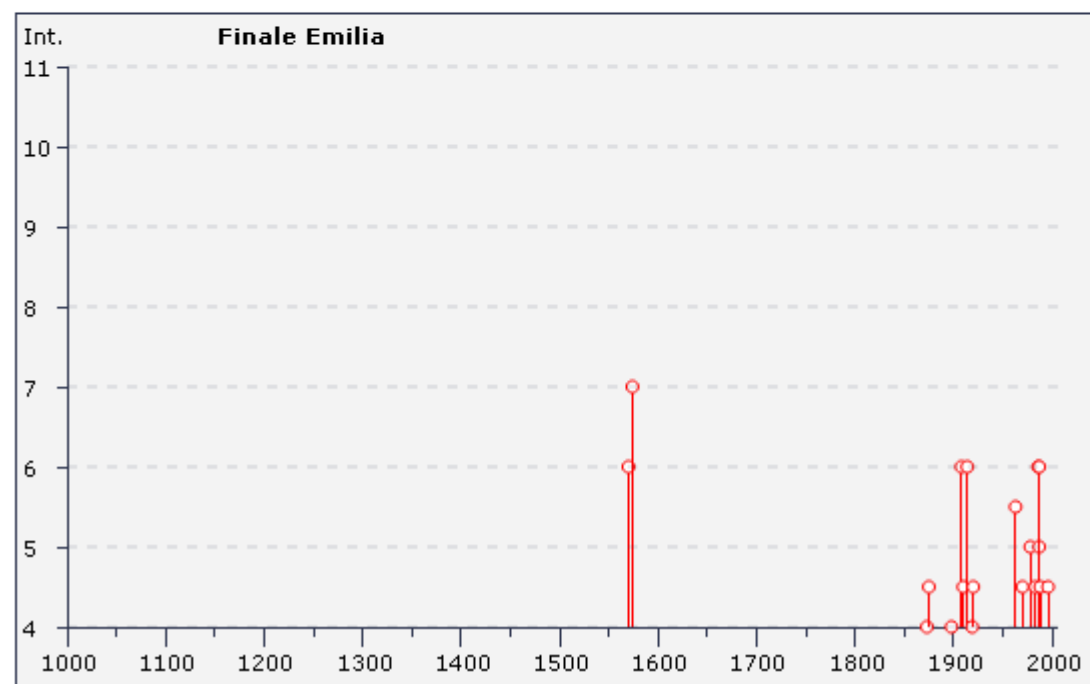


Tabella 6.3: Storia sismica del comune di Finale Emilia (Mo).

La sismicità storica non tiene conto della recente crisi sismica verificatasi la mattina del 20 Maggio 2012 con un terremoto di magnitudo locale pari a 5.9 con epicentro Finale Emilia e la mattina del 29 Maggio con terremoto di magnitudo locale pari a 5.8 ed epicentro fra i Comuni di Medolla e Cavezzo.

c. Individuazione della pericolosità sismica del sito

Di seguito si riportano i dati salienti per la definizione della pericolosità sismica del sito che sono stati inseriti nel foglio di calcolo “Spetti NTC v. 1.03” scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (<http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/>).

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

☐ Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Elaborazioni numeriche

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☒ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N

50

info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U

1.5

info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R

75

info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R

info

Stati limite di esercizio - SLE

{

SLO - $P_{VR} = 81\%$

SLD - $P_{VR} = 63\%$

45

Stati limite ultimi - SLU

{

SLV - $P_{VR} = 10\%$

SLC - $P_{VR} = 5\%$

712

75

1462

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0.048	2.493	0.265
SLD	75	0.062	2.502	0.275
SLV	712	0.175	2.559	0.274
SLC	1462	0.234	2.494	0.283

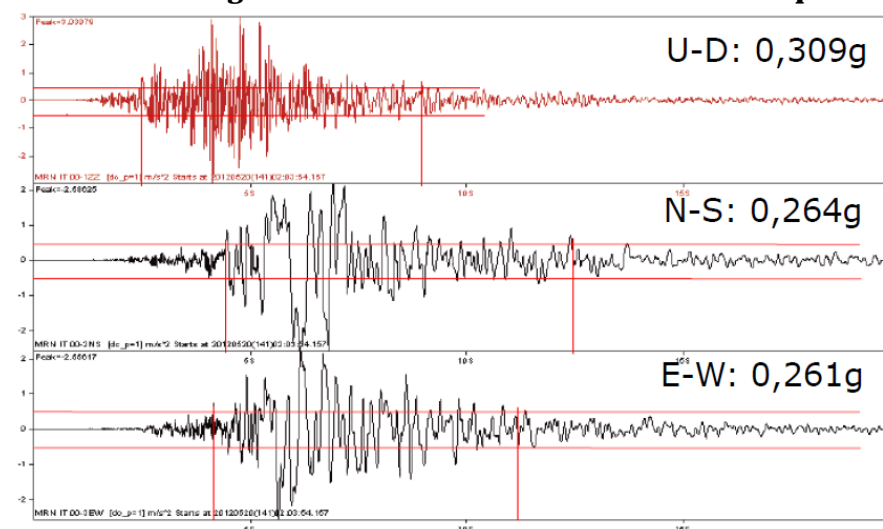
Tabella 6.4: Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato Limite.

FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO			
Stato Limite			
Stato Limite considerato		SLV	info
Risposta sismica locale			
Categoria di sottosuolo	C	info	$S_B = 1.431$
Categoria topografica	T1	info	$C_e = 1.610$
		$h/H = 1.000$	$S_T = 1.000$
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)			
Compon. orizzontale			
<input checked="" type="radio"/> Spettro di progetto elastico (SLE) <input type="radio"/> Spettro di progetto inelastico (SLU)		Smorzamento ξ (%)	5
		Fattore q_o	3.5
		$\gamma = 1.000$	info
		Regol. in altezza	no
Compon. verticale			
Spettro di progetto		Fattore q	1
		$\gamma = 1.000$	info
Elaborazioni		Spettri di risposta	
Grafici spettri di risposta Parametri e punti spettri di risposta			
— Spettro di progetto - componente orizzontale — Spettro di progetto - componente verticale — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)			

Si riportano di seguito le accelerazioni registrate al sito dalla stazione accelerometrica di Mirandola dell'INGV durante l'evento sismico del 20-29 maggio 2012.

A tal proposito si raccomanda in fase di progettazione della struttura di tenere conto delle accelerazioni registrate durante l'evento sismico di cui sopra.



7. INDAGINI REALIZZATE

Al fine di determinare le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni di fondazione si è provveduto a reperire tutte le informazioni provenienti da indagini geognostiche e sismiche eseguite nell'area di intervento ed in contiguità con l'area stessa (figura 7.1):

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1 e S2), per un totale complessivo di 30 m;
- n. 4 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT01 - scuola, CPT02 - scuola, CPT03 - scuola e CPT04 - scuola), per un totale complessivo di 140 m;
- n. 7 indagini sismiche passive Tromografiche (HVSr - Tr01, HVSr - Tr02, HVSr - Tr03, HVSr - Tr04, HVSr - Tr05, HVSr - Tr06 e HVSr - Tr07);
- n. 1 indagine sismica a rifrazione e con risoluzione ReMI (ReMI e Rifrazione);

Le indagini geognostiche e le prove penetrometriche CPT sono state eseguite dal Laboratorio di prove geotecniche in sito GEOPROGETTI S.r.l. di Medolla.

Le prove sismiche sono state realizzate dallo ditta Prove Penetrometriche s.r.l. di Castelnuovo Rangone.



Figura 7.1: Ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche.

Inoltre sono stati prelevati quattro campioni geotecnici indisturbati, inviati al laboratorio geotecnico Sinergea srl di Granarolo nell'Emilia.

8. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO

a. Indagini geofisiche

a1. I dati ottenuti

L'indagine geofisica è stata eseguita mediante sismica a rifrazione con risoluzione tomografica e con risoluzione ReMI e sismica passiva a stazione singola con tecnica tomografica (Tromino®Micromed), sia per la definizione del picco di risonanza dei terreni di fondazione (f_0) sia per la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle V_{s30} .

a2. Interpretazione delle indagini geofisiche

a2.1 Sismica a rifrazione con risoluzione tomografica

Il rilievo sismico a rifrazione consiste nel misurare i tempi impiegati dalle onde elastiche di compressione, generalmente definite di tipo P (primarie), e/o dalle onde elastiche di taglio, dette anche onde di tipo S (secondarie), per arrivare dal punto di energizzazione (in superficie) ai vari punti di ricezione (geofoni), allineati sulla superficie topografica. Tale metodo di indagine si basa sul principio fisico che le onde elastiche che incidono su un piano di discontinuità vengono rifratte con un "angolo critico" (*legge di Snell*).

Dall'analisi delle velocità di propagazione nel sottosuolo delle onde sismiche longitudinali (V_s) e/o trasversali (V_p), ottenute dal rapporto fra la distanza punto di energizzazione-ricevitore ed il tempo di arrivo delle onde elastiche, è possibile risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale e alla profondità a cui si trova il substrato roccioso (bedrock), ma funziona solo nei casi in cui vi sia un progressivo incremento di velocità sismica con la profondità ($V_1 < V_2$).

In questo modo è stato possibile non solo distinguere i terreni di copertura dal substrato di fondo, ma anche valutarne i relativi spessori.

- Strumentazione utilizzata e modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati

La strumentazione utilizzata è la seguente:

- un sismografo digitale "Geode-Geometri es" a 24 canali di acquisizione;
- una linea principale di geofoni (da 12 o 24) di marca "Oyo Geo Space" a 14 Hz di frequenza naturale, distanziati fra loro di 5 m;
- un geofono del "*lime break*" (tempo "zero" di inizio registrazione) prossimo alla sorgente di energia;
- una sorgente di energizzazione costituita da una massa battente collegata1 mediante trigger al sismografo.

I dati acquisiti sono stati interpretati secondo un **metodo sismico-tomografico**. La procedura di elaborazione ha comportato una prima fase di lettura dei tempi di primo arrivo, analogamente a quanto realizzato per la metodologia a rifrazione. In seguito, tramite un apposito programma di calcolo, sono stati ricostruiti i percorsi dei raggi sismici tramite un algoritmo di "ray-tracing".

Successivamente la sezione indagata è stata suddivisa in celle di dimensioni regolari (circa 2.5x2.5 m) che sono attraversate dai molteplici raggi sismici compresi tra i punti di sparo e i punti di ricezione. La prima

fase di "processing" prevede il calcolo, a partire da un semplice modello iniziale, di un modello "diretto" che risolve l'equazione d'onda mediante il calcolo dell'equazione "eikonale". La successiva inversione è basata su un algoritmo di ottimizzazione e regolarizzazione basata sul metodo di Tikonov. La routine di "inversione" bidimensionale assegna quindi una velocità teorica ad ogni singola cella e per iterazioni successive calcola la velocità "reale" calcolata da assegnare alla stesse. Le iterazioni vengono ripetute fino al raggiungimento di del minor scarto possibile tra i valori di velocità teorica e calcolata espresso come "errore RMS", errore quadratico medio.

Nel caso specifico, il calcolo delle sezioni presentate è stato raggiunto fino al raggiungimento di un errore RMS di 8 %, tramite tre cicli di iterazione.

Il risultato finale dell'elaborazione consiste in una sezione di velocità sismica nella quale ad ogni cella è stato assegnato un valore di velocità "reale". Tali valori sono stati in seguito elaborati tramite routine di "gridding" e "countoring" allo scopo di ottenere la rappresentazione finale. In questa fase è stato applicato un filtro "low-pass" tipo "movingaverage" su una griglia a 3x7 nodi.

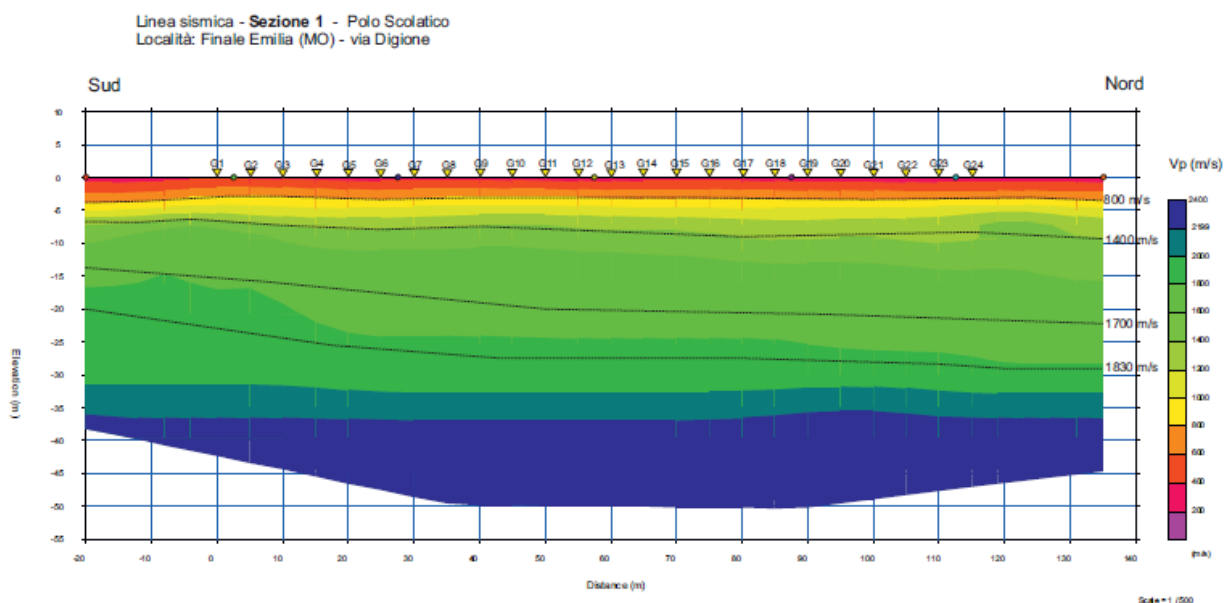
- Array lineare

La linea sismica è di tipo ad array lineare con interdistanza geofonica di 5,0 m (spacing) per un totale di 24 geofoni del tipo a 14 HZ verticale. Sono state effettuate n.5 energizzazioni interlineari + n.2 energizzazioni esterne alla distanza di 20,0 m dal primo geofono di linea. L'energizzazione è avvenuta mediante mazza battente da 8,0 kg, disinserendo i filtri di campionamento.

- Descrizione dei risultati ottenuti dall'elaborazione dello stendimento sismico

Sotto vengono riportate le sezioni sismografiche, alla scala 1 :500, rappresentanti i rifrattori dei 4 principali livelli sismici individuati, ovvero:

- 1° strato = **terreno vegetale aerato superficiale** : $V_p < 800$ m/s;
- 2° strato = **limi argillosi a media consolidazione**: $800 < V_p < 1400$ m/s;
- 3° strato = **limi argillosi consolidati**: $1400 < V_p < 1700$ m/s;
- 4° strato = **limi sabbiosi e sabbie limose addensate**: $1700 < V_p < 1830$ m/s;
- 5° strato = **limi sabbiosi e argille sovra consolidate**: > 1830 m/s



a2.2 Sismica a rifrazione con risoluzione ReMI

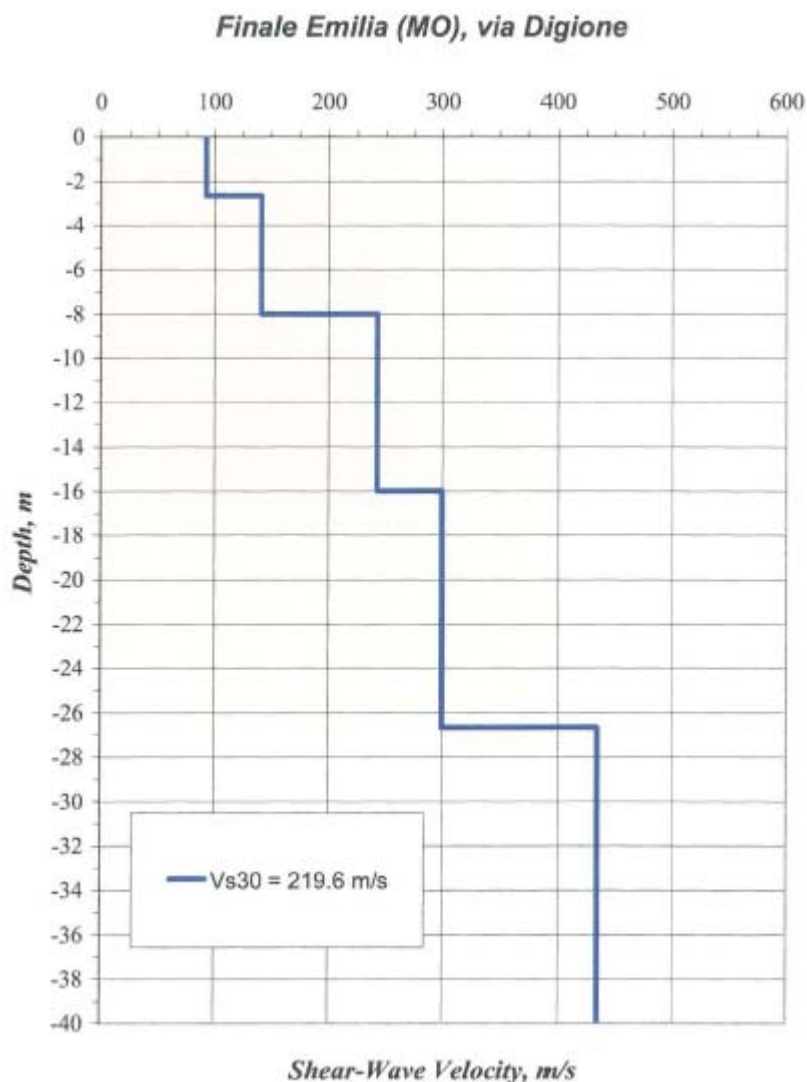
L'analisi dei microtrempi viene effettuata utilizzando la strumentazione per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, di 24 geofoni a bassa frequenza di risonanza (14 Hz), con tempo di registrazione (15-30s).

Nello specifico si realizza uno stendimento da 115 m, costituito da 24 geofoni da 14 Hz, distanziati 5,0 m, utilizzando un tempo di registrazione pari a 30 secondi, per un totale di 8 campionamenti.

Si sono registrate onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 35 Hz fino a 2 Hz.

L'elaborazione del segnale acquisito in campagna consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency"(p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica mediante apposito software SeisOptim ReMi Versione 5.0.

Dall'analisi dei risultati delle indagini geofisiche specifiche si è riscontrato che il terreno di fondazione su cui andrà realizzato l'intervento in esame, appartiene alla categoria di suolo "C", ai sensi del D.M. 14/01/08.



Si riporta in allegato la relazione completa di Prove Penetrometriche Srl.

a2.3 Sismica passiva a stazione singola con tecnica tromografica (HVSr)

La campagna di prospezione geofisica è stata eseguita nel giugno 2012. Tale indagine ha consistito nelle acquisizioni a stazione singola con tecnica tromografica di tipo HVSr. I dati ottenuti dalla curva HVSr fornisce utili indicazioni soprattutto per quanto riguarda le frequenze di risonanza e sui fattori di amplificazione sismica dei suoli durante un terremoto e la definizione delle V_{s30} ai fini della classificazione sismica dei suoli di fondazione come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Tutte le registrazioni dei microtrempi sono state effettuate con il tomografo Tromino® che è un registratore disegnato specificatamente per le acquisizioni del rumore sismico. Si tratta di un strumento portatile tutto-in-uno di circa 10 x 7 x 14 cm e 1 Kg di peso dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da due batterie AA da 1,5 V, fornito di GPS interno e senza alcun cavo esterno (da manuale tecnico del Tromino®). L'estrema portabilità dello strumento ha reso possibile la sua messa in opera su ogni tipo di terreno e versante permettendo di raggiungere anche posti altrimenti non raggiungibili con strumenti montati su mezzi di trasporto o con classici sismografi pesanti. Va inoltre notato come la portabilità dello strumento permetta che sia un solo operatore a svolgere tutte le operazioni e la rapidità di installazione e misura (1 min. per l'installazione, 20 min. circa per l'acquisizione del segnale) permette di moltiplicare il numero delle indagini a volontà, senza aumentare eccessivamente i costi.

Dall'analisi dei risultati delle indagini geofisiche specifiche si è riscontrato che il terreno di fondazione su cui andrà realizzato l'intervento in esame, appartiene alla categoria di suolo "C", ai sensi del D.M. 14/01/08.

Si riportano di seguito i report delle indagini tromografiche effettuate:

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR01

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 12/07/12 07:17:02 Fine registrazione: 12/07/12 07:37:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

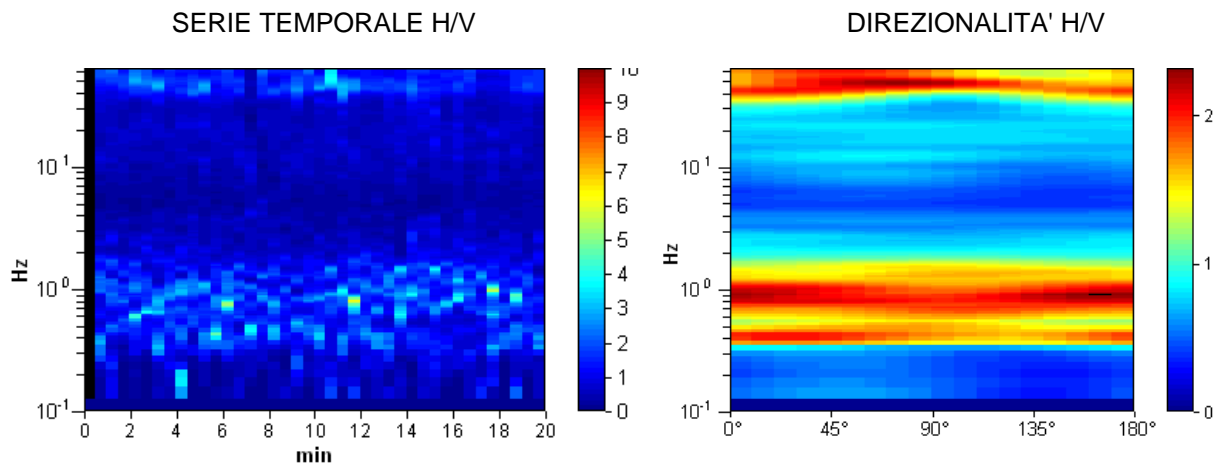
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 30 s

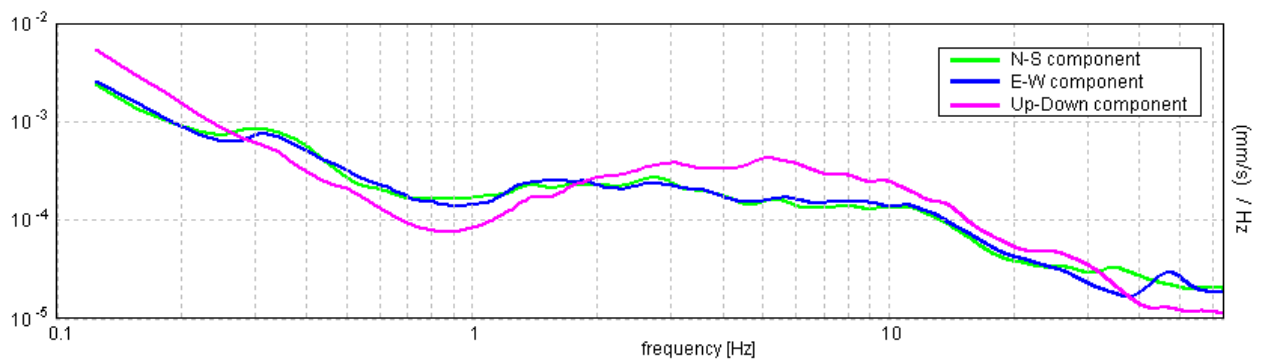
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.88 ± 6.13 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.88 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1023.8 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 43	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.18 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 3.41374 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.98702 < 0.13125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4072 < 2.0$	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
σ_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 σ_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

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR02

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 12/07/12 07:50:38 Fine registrazione: 12/07/12 08:10:38

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

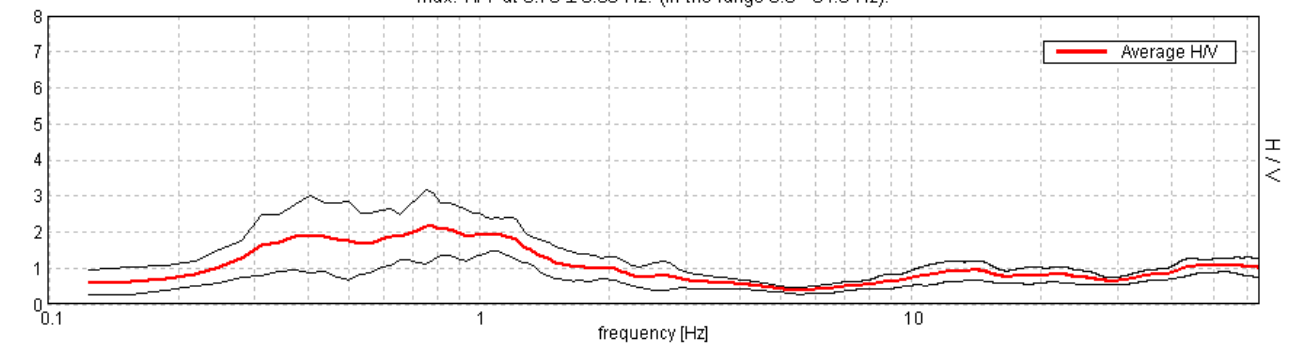
Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

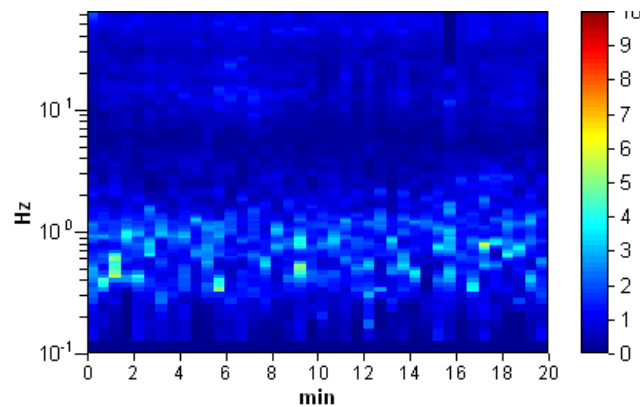
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

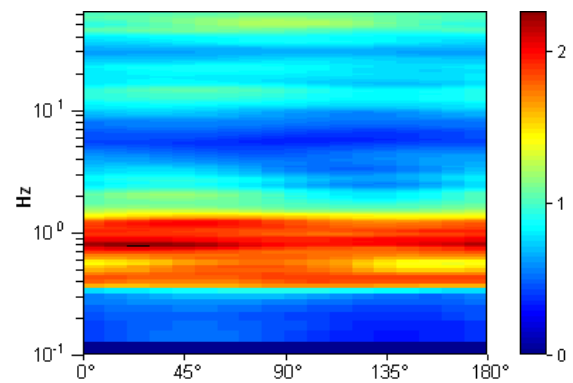
Max. H/V at 0.78 ± 0.06 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



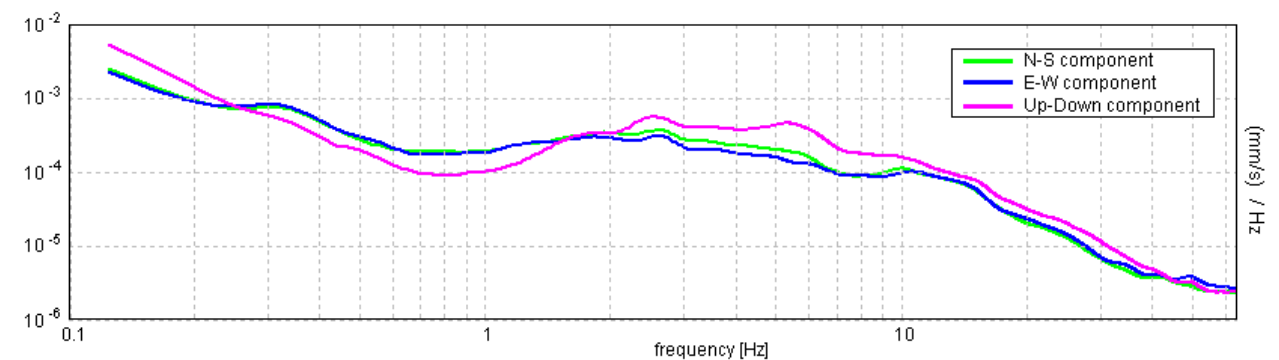
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.78 ± 0.06 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.78 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$937.5 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 38	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.16 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03625 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02832 < 0.11719$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4534 < 2.0$	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
σ_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 σ_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

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR03

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 12/07/12 08:18:43 Fine registrazione: 12/07/12 08:38:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

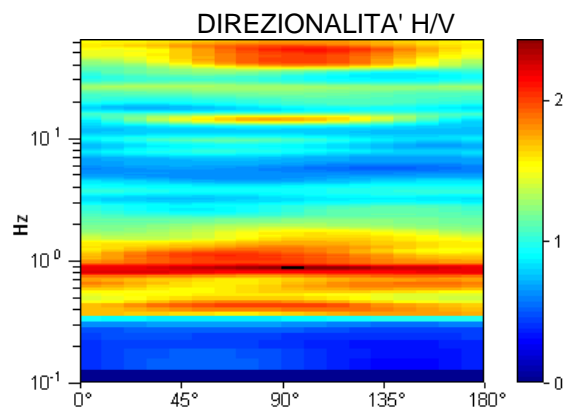
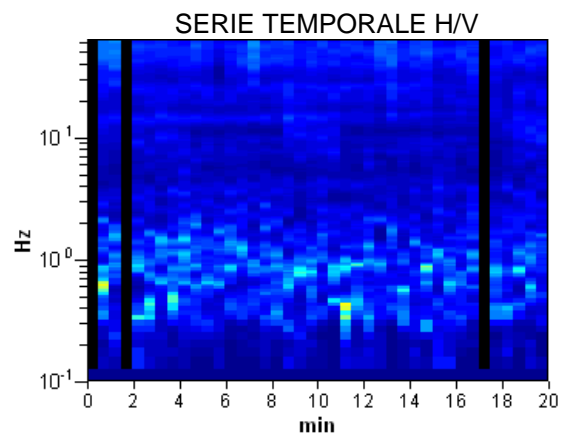
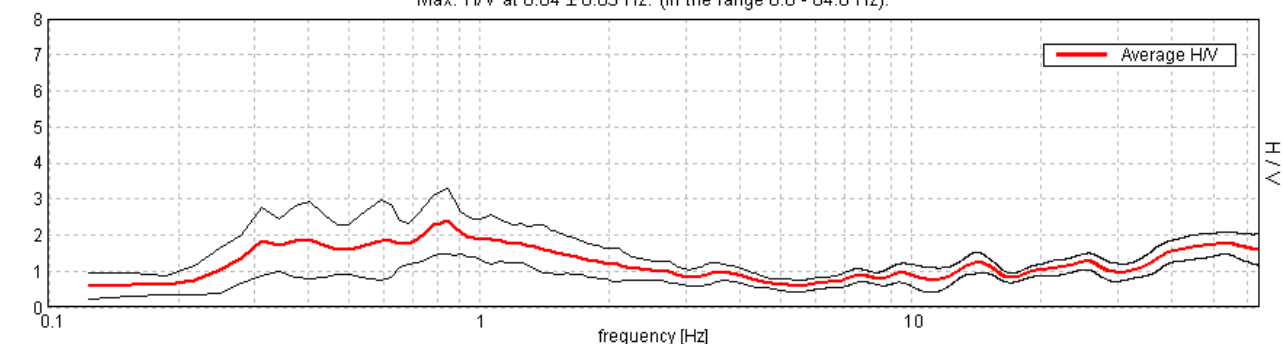
Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

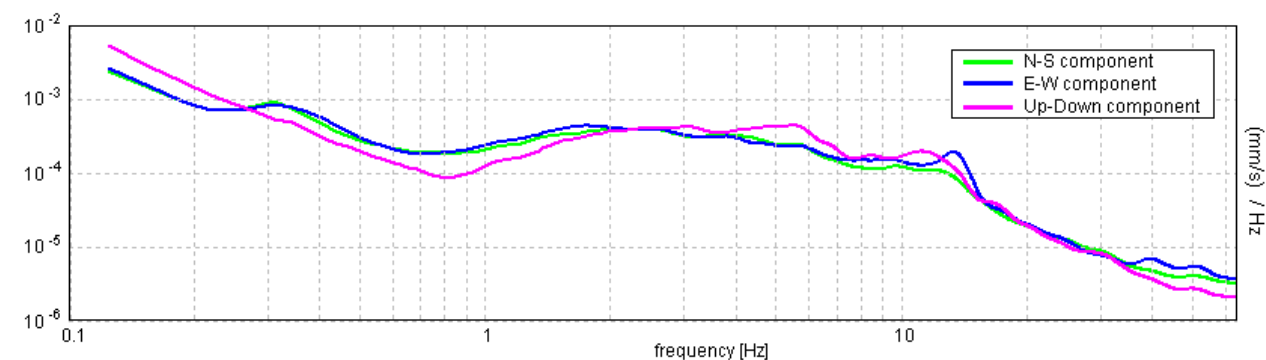
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 0.84 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.84 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.84 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$936.6 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 42	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.39 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01802 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0152 < 0.12656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.435 < 2.0$	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
σ_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 σ_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

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR04

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 12/07/12 08:47:56 Fine registrazione: 12/07/12 09:07:56

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

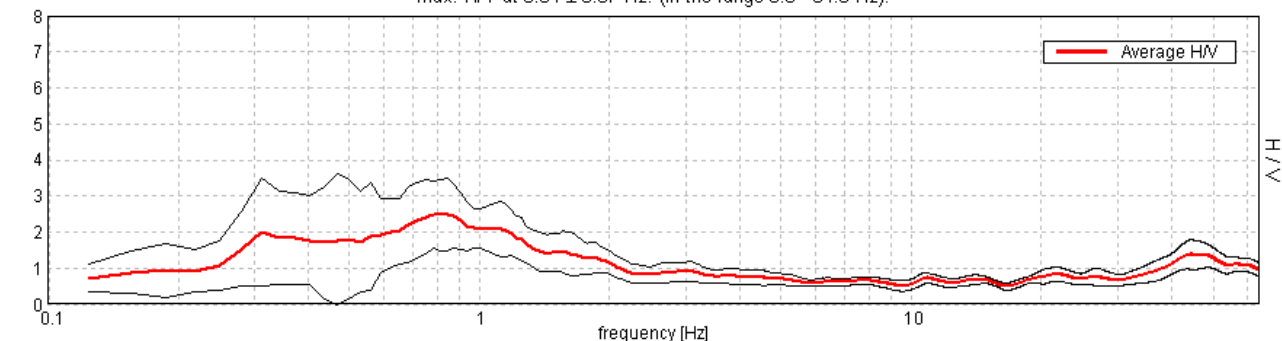
Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

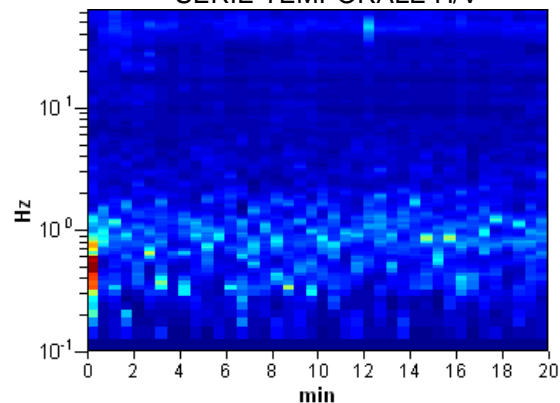
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

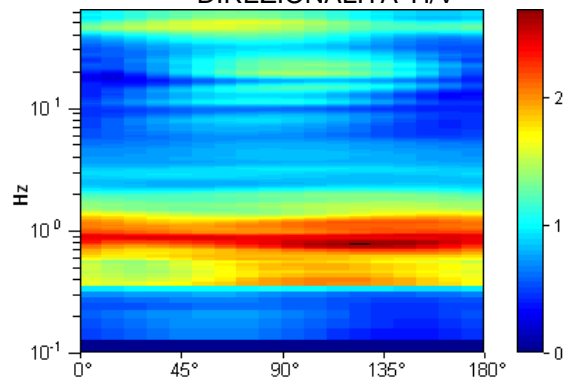
Max. H/V at 0.84 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



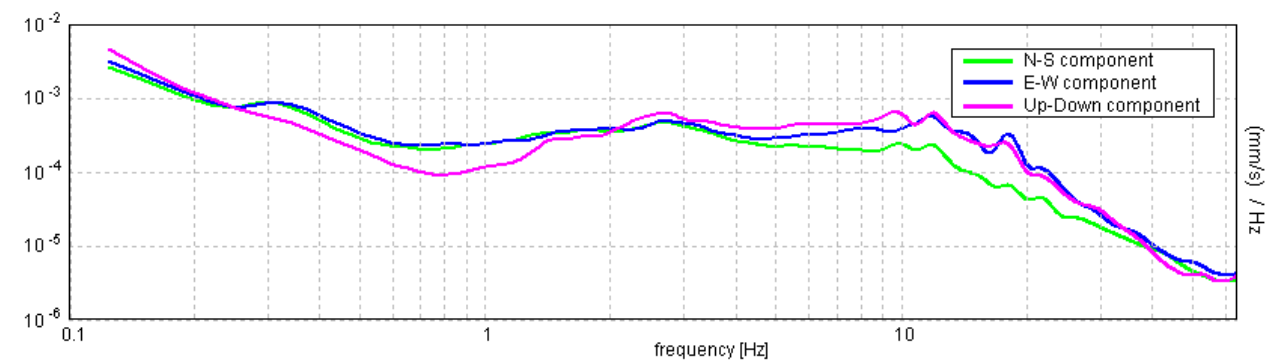
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.84 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.84 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1012.5 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 42	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.49 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04149 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03501 < 0.12656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4893 < 2.0$	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
σ_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 σ_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

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR05

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 12/07/12 09:19:37 Fine registrazione: 12/07/12 09:39:38

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 98% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

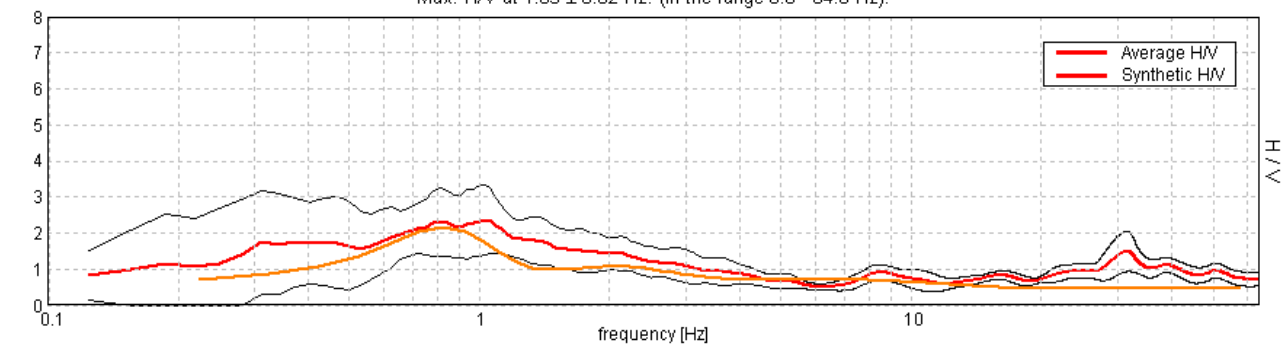
Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

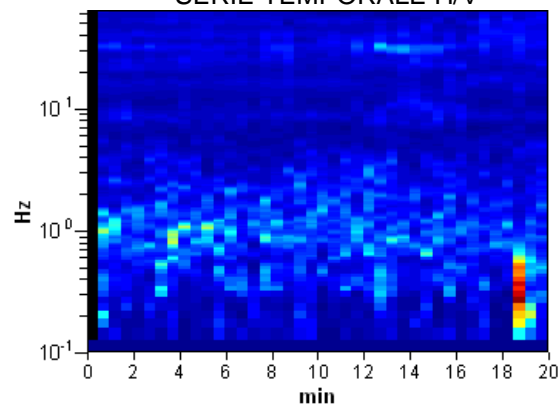
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

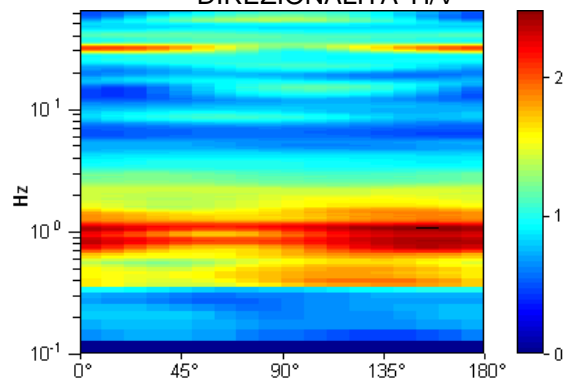
Max. H/V at 1.03 ± 0.02 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



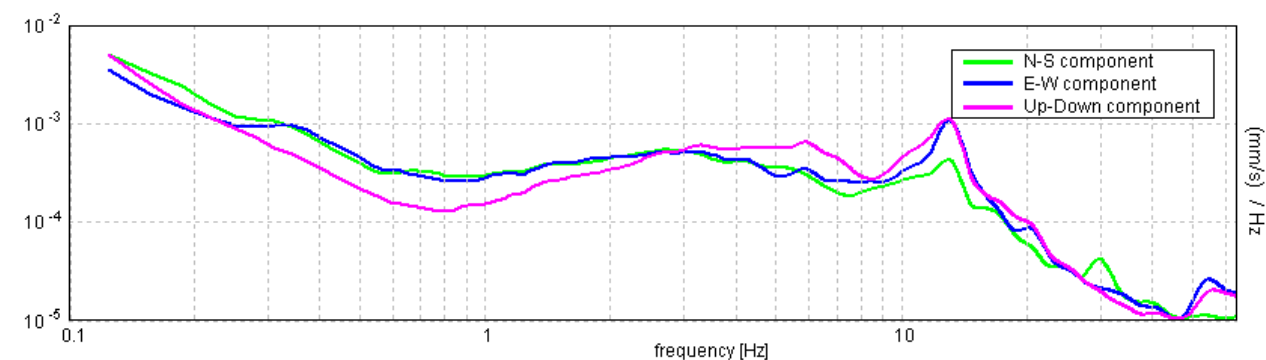
SERIE TEMPORALE H/V



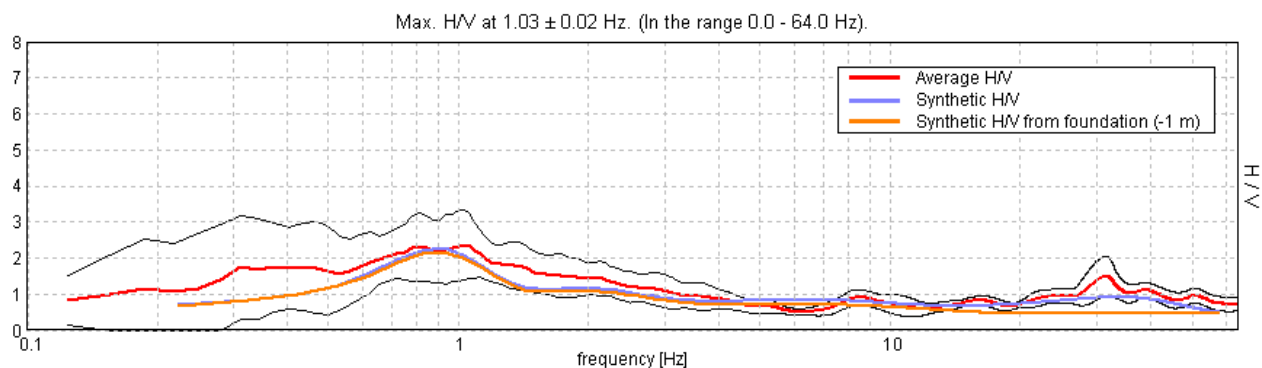
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

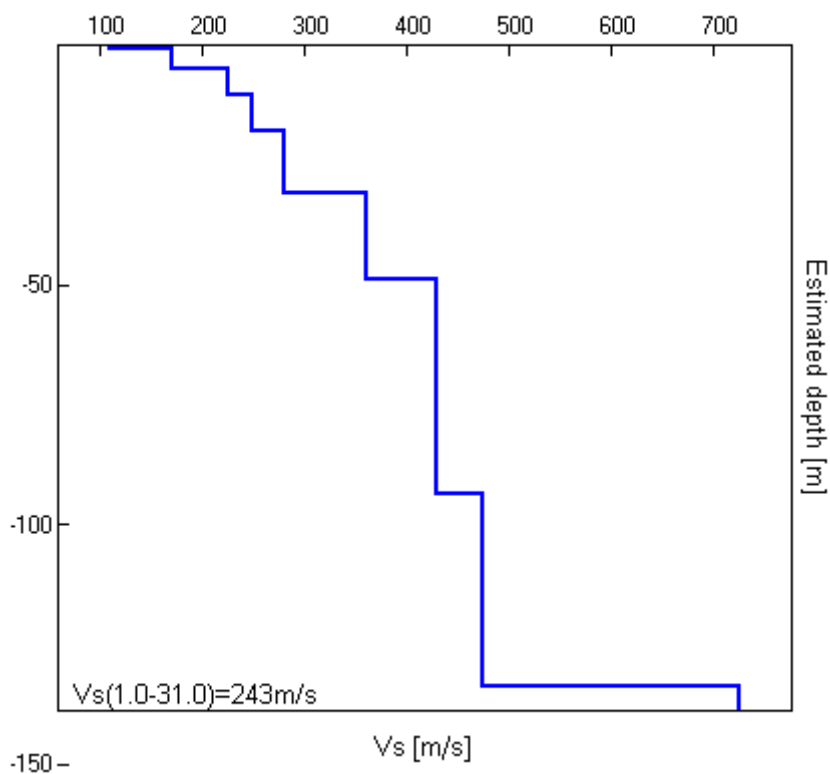


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.70	0.70	110	0.40
4.70	4.00	170	0.40
10.20	5.50	225	0.35
17.70	7.50	250	0.35
30.70	13.00	280	0.35
48.70	18.00	360	0.35
93.70	45.00	430	0.35
133.70	40.00	475	0.30
inf.	inf.	725	0.30

Vs(1.0-31.0)=243m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.03 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.03 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1206.6 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 50	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.25 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.625 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.35 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00792 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00817 < 0.10313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.475 < 1.78$	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
σ_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 σ_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

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR06

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 12/07/12 09:43:30 Fine registrazione: 12/07/12 10:03:30

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

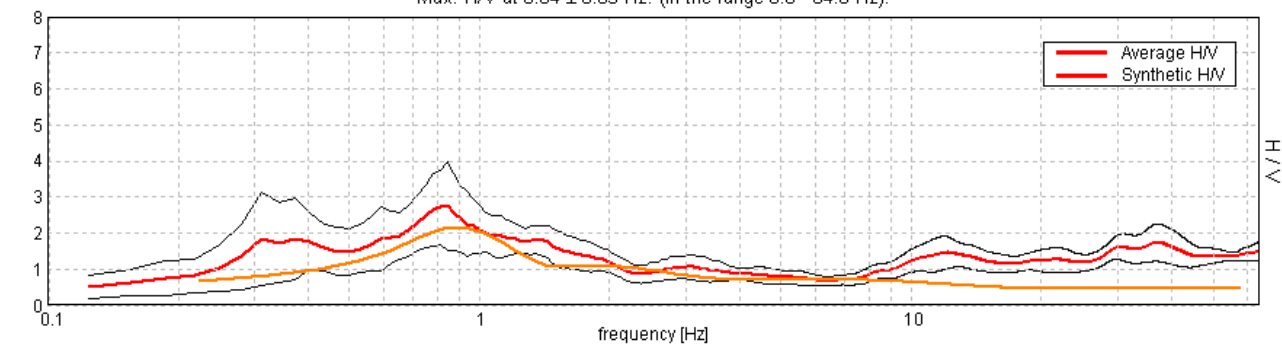
Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

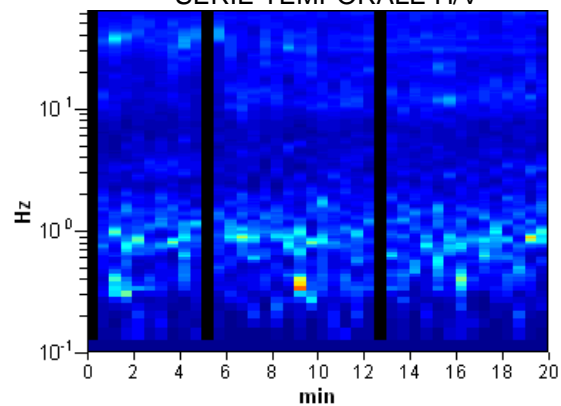
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

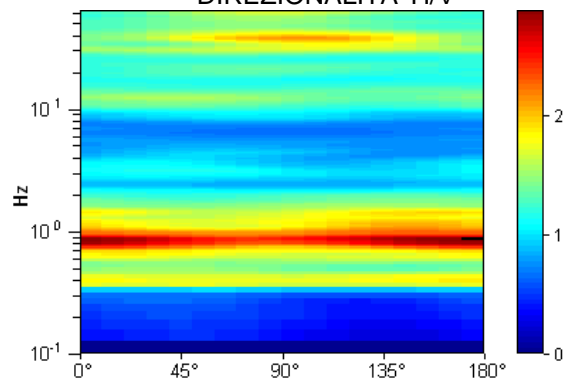
Max. H/V at 0.84 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



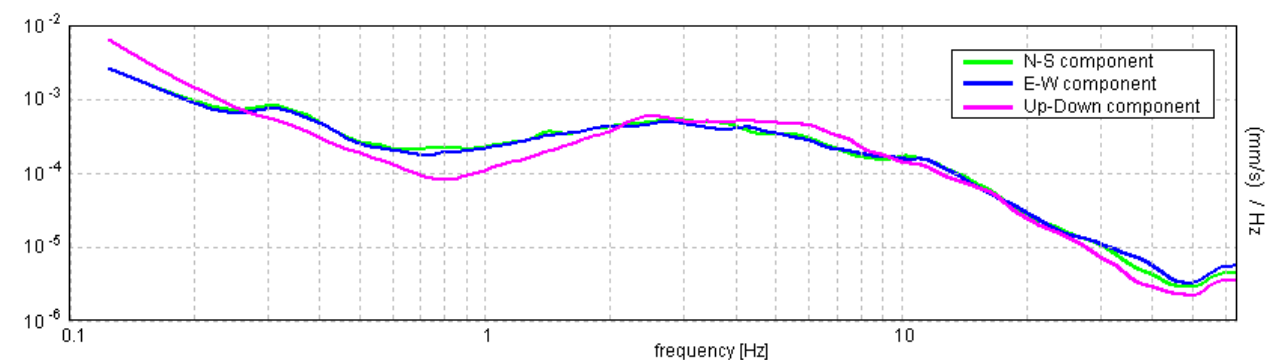
SERIE TEMPORALE H/V



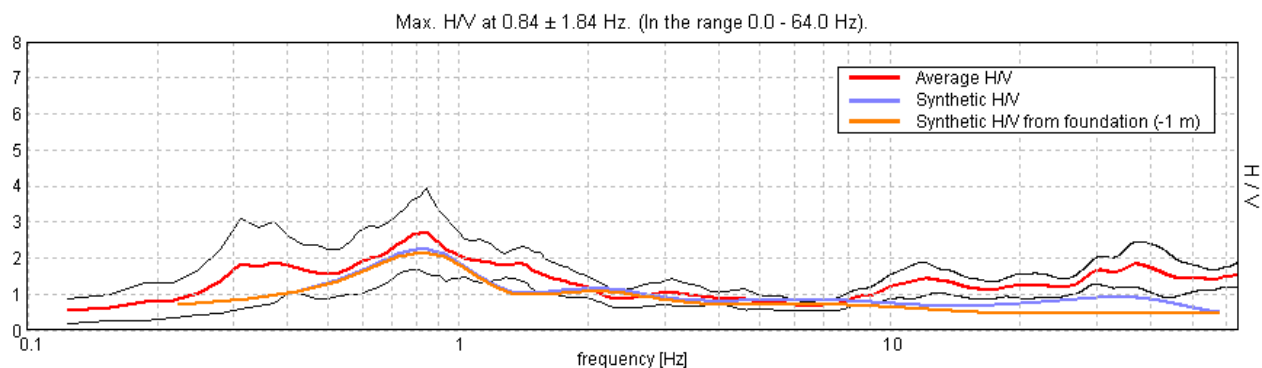
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

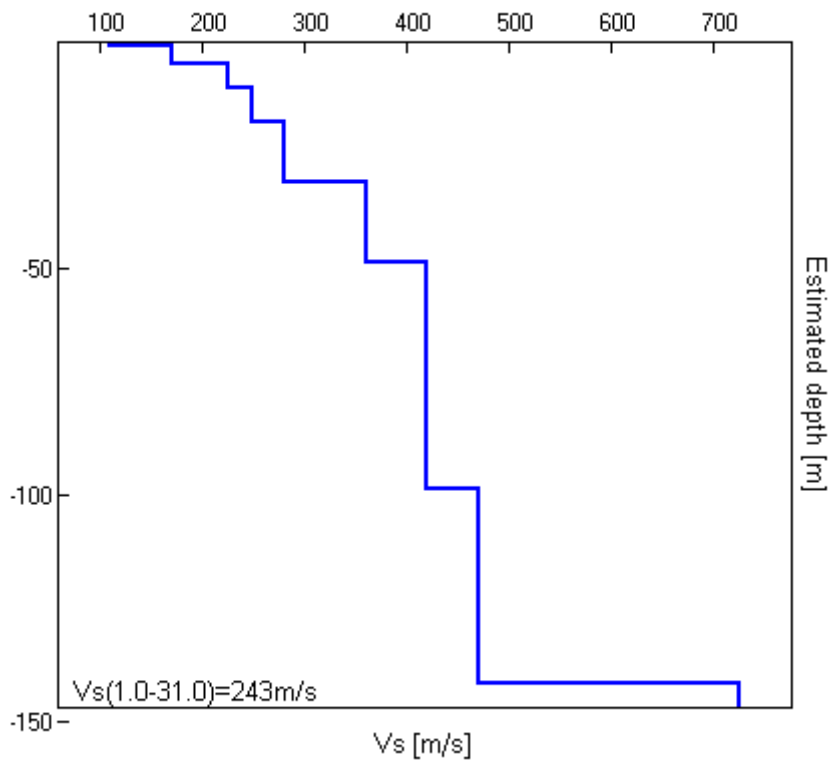


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.70	0.70	110	0.40
4.70	4.00	170	0.40
10.20	5.50	225	0.38
17.70	7.50	250	0.35
30.70	13.00	280	0.35
48.70	18.00	360	0.35
98.70	50.00	420	0.35
141.70	43.00	470	0.33
inf.	inf.	725	0.30

$V_s(1.0-31.0)=243\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.84 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.84 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$936.6 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 42	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.75 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02601 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02194 < 0.12656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.597 < 2.0$	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
σ_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 σ_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

POLO SCOLASTICO FINALE EMILIA, TR07

Strumento: TRZ-0006/01-09

Inizio registrazione: 13/07/12 09:18:03 Fine registrazione: 13/07/12 09:38:03

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 95% tracciato (selezione automatica)

Freq. campionamento: 128 Hz

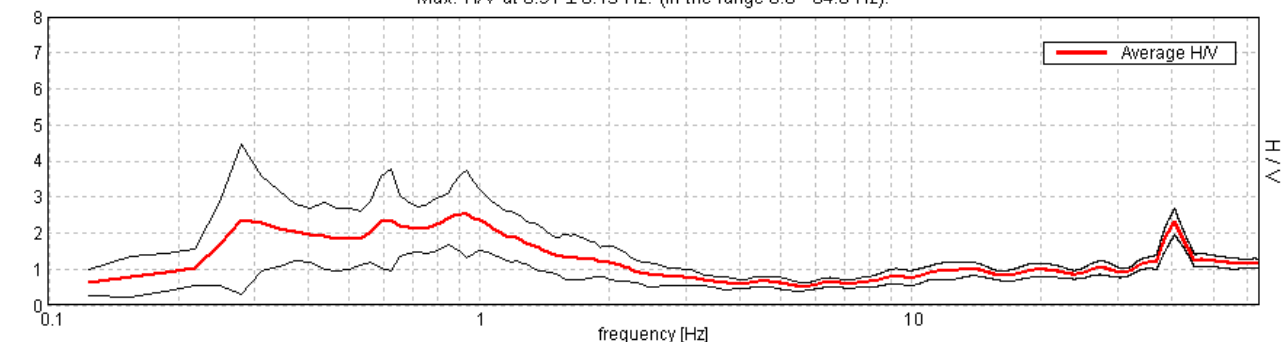
Lunghezza finestre: 30 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

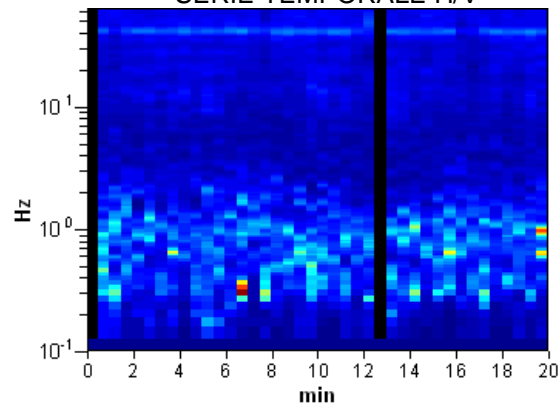
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

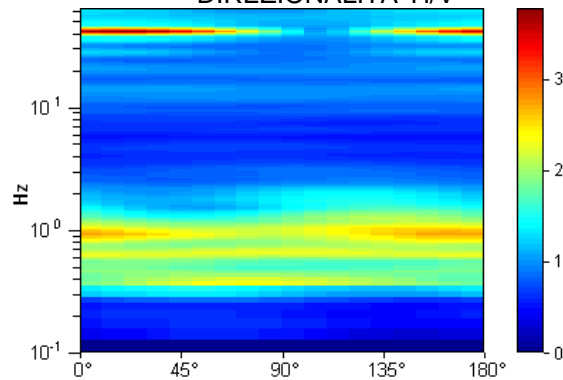
Max. H/V at 0.91 ± 0.15 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



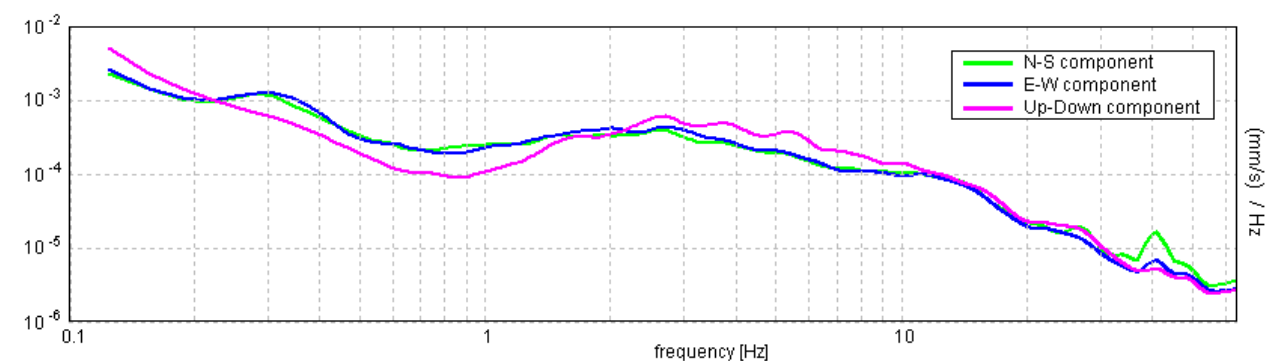
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 0.91 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.91 > 0.33$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1033.1 > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 44	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.53 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08239 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07467 < 0.13594$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5236 < 2.0$	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
σ_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 σ_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

Per confronto si è calcolato il valore delle V_{s30} mediante correlazioni indirette dei valori di Q_c definiti con la prova penetrometrica statica spinta a 32.00 m secondo la formula di Iyisan (1996):

$$V_s = 55.3 q_c^{0.377}$$

I valori ottenuti sono schematizzati nelle tabelle di seguito

Strato	Spessore medio (m)	V_s (m/s)
1	8.00	145.44
2	10.80	243.49
3	8.00	211.27
4	7.00	359.16

Il valore V_{s30} risulta essere pari a 216 m/s.

b. Indagini geognostiche

b1. I dati ottenuti

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla ditta GeoProgetti s.a.s. (Medolla, Modena).

Per l'ubicazione delle prove si veda la planimetria riportata in figura 7.1, mentre per le schede delle prove si rimanda all'allegato tecnico inserito nel presente documento.

b2. Interpretazione dei sondaggi geognostici

Dall'analisi dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche (CPT) è stato possibile dettagliare e ricostruire la stratigrafia del sottosuolo e determinare i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di fondazione. Le prove effettuate hanno confermato la presenza nei terreni di fondazione di materiali a granulometria prevalente molto fine (argille) con intercalazioni centimetriche di livelli limosi debolmente sabbiosi. I valori riportati nelle tabelle della prova penetrometrica statica meccanica rappresentano i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (R_p), infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / s}$), espressi in kg/cm^2 , i valori della resistenza laterale specifica (R_l), in kg/cm^2 ed i valori del rapporto delle resistenze R_p/R_l (Rapporto Begemann 1965 e Rapporto Schmertmann 1978).

Nei diagrammi sono riportati i valori della resistenza alla penetrazione della punta meccanica (R_p) in kg/cm^2 , i valori della resistenza laterale specifica (R_l), in kg/cm^2 ed i valori del rapporto delle resistenze R_p/R_l .

Le elaborazioni di tali prove è stata eseguita con l'ausilio del programma di calcolo "Static Probing 2012 - rel. 339" della ditta GEOSTRU.

Vengono di seguito riportate le tabelle ed i grafici dei valori desunti dalle prove penetrometriche statiche meccaniche CPT:

PROVA ...CPT01

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data: 30/07/2012
Profondità prova: 35.00 mt
Località: Polo scolastico Finale Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.3	0.0	
0.40	100.00	120.0	100.1	1.1	91.0	1.1
0.60	72.00	88.0	72.1	1.3	55.5	1.8
0.80	80.00	100.0	80.1	1.4	57.2	1.7
1.00	40.00	61.0	40.1	1.4	28.6	3.5
1.20	26.00	47.0	26.3	1.1	23.9	4.2
1.40	19.00	35.0	19.3	0.9	21.4	4.7
1.60	18.00	31.0	18.3	0.7	26.1	3.8
1.80	9.00	20.0	9.3	0.7	13.3	7.5
2.00	10.00	21.0	10.3	0.8	12.9	7.8
2.20	10.00	22.0	10.4	0.7	14.9	6.7
2.40	9.00	19.0	9.4	0.6	15.7	6.4
2.60	8.00	17.0	8.4	0.4	21.0	4.8
2.80	5.00	11.0	5.4	0.3	18.0	5.6
3.00	6.00	10.0	6.4	0.3	21.3	4.7
3.20	7.00	11.0	7.6	0.3	25.3	3.9
3.40	8.00	13.0	8.6	0.3	28.7	3.5
3.60	12.00	17.0	12.6	0.5	25.2	4.0
3.80	10.00	18.0	10.6	0.5	21.2	4.7
4.00	13.00	20.0	13.6	0.6	22.7	4.4
4.20	15.00	24.0	15.7	0.6	26.2	3.8
4.40	14.00	23.0	14.7	0.6	24.5	4.1
4.60	10.00	19.0	10.7	0.6	17.8	5.6
4.80	9.00	18.0	9.7	0.5	19.4	5.2
5.00	10.00	18.0	10.7	0.5	21.4	4.7
5.20	11.00	19.0	11.8	0.6	19.7	5.1
5.40	11.00	20.0	11.8	0.7	16.9	5.9
5.60	11.00	21.0	11.8	0.7	16.9	5.9
5.80	12.00	23.0	12.8	0.7	18.3	5.5
6.00	12.00	23.0	12.8	0.7	18.3	5.5
6.20	11.00	21.0	12.0	0.7	17.1	5.8
6.40	9.00	19.0	10.0	0.6	16.7	6.0
6.60	9.00	18.0	10.0	0.5	20.0	5.0
6.80	8.00	16.0	9.0	0.5	18.0	5.6
7.00	8.00	16.0	9.0	0.5	18.0	5.6
7.20	7.00	14.0	8.1	0.5	16.2	6.2
7.40	8.00	15.0	9.1	0.5	18.2	5.5
7.60	8.00	15.0	9.1	0.5	18.2	5.5
7.80	6.00	13.0	7.1	0.4	17.8	5.6
8.00	6.00	12.0	7.1	0.4	17.8	5.6
8.20	7.00	13.0	8.2	0.5	16.4	6.1
8.40	7.00	14.0	8.2	0.5	16.4	6.1
8.60	8.00	15.0	9.2	0.6	15.3	6.5
8.80	10.00	19.0	11.2	0.7	16.0	6.3
9.00	15.00	25.0	16.2	0.7	23.1	4.3
9.20	17.00	27.0	18.4	0.7	26.3	3.8
9.40	17.00	27.0	18.4	1.0	18.4	5.4
9.60	17.00	32.0	18.4	1.1	16.7	6.0
9.80	22.00	39.0	23.4	1.2	19.5	5.1

10.00	32.00	50.0	33.4	1.7	19.6	5.1
10.20	30.00	55.0	31.5	1.3	24.2	4.1
10.40	25.00	45.0	26.5	0.9	29.4	3.4
10.60	19.00	33.0	20.5	0.9	22.8	4.4
10.80	31.00	44.0	32.5	1.1	29.5	3.4
11.00	34.00	50.0	35.5	1.1	32.3	3.1
11.20	34.00	50.0	35.7	1.0	35.7	2.8
11.40	28.00	43.0	29.7	0.7	42.4	2.4
11.60	25.00	35.0	26.7	0.6	44.5	2.2
11.80	19.00	28.0	20.7	0.7	29.6	3.4
12.00	47.00	57.0	48.7	0.7	69.6	1.4
12.20	34.00	45.0	35.8	0.9	39.8	2.5
12.40	25.00	38.0	26.8	0.9	29.8	3.4
12.60	65.00	79.0	66.8	0.8	83.5	1.2
12.80	80.00	92.0	81.8	1.1	74.4	1.3
13.00	64.00	80.0	65.8	0.6	109.7	0.9
13.20	56.00	65.0	57.9	0.7	82.7	1.2
13.40	15.00	25.0	16.9	0.7	24.1	4.1
13.60	35.00	45.0	36.9	0.5	73.8	1.4
13.80	50.00	58.0	51.9	0.9	57.7	1.7
14.00	60.00	74.0	61.9	1.1	56.3	1.8
14.20	62.00	78.0	64.1	0.5	128.2	0.8
14.40	13.00	20.0	15.1	0.4	37.8	2.6
14.60	22.00	28.0	24.1	1.0	24.1	4.1
14.80	55.00	70.0	57.1	0.8	71.4	1.4
15.00	50.00	62.0	52.1	0.8	65.1	1.5
15.20	70.00	82.0	72.2	0.8	90.3	1.1
15.40	20.00	32.0	22.2	1.0	22.2	4.5
15.60	60.00	75.0	62.2	0.9	69.1	1.4
15.80	89.00	102.0	91.2	1.2	76.0	1.3
16.00	80.00	98.0	82.2	0.5	164.4	0.6
16.20	18.00	25.0	20.3	0.7	29.0	3.4
16.40	35.00	45.0	37.3	0.7	53.3	1.9
16.60	40.00	50.0	42.3	0.5	84.6	1.2
16.80	42.00	50.0	44.3	0.6	73.8	1.4
17.00	15.00	24.0	17.3	0.7	24.7	4.0
17.20	22.00	33.0	24.5	0.5	49.0	2.0
17.40	15.00	22.0	17.5	0.4	43.8	2.3
17.60	7.00	13.0	9.5	0.5	19.0	5.3
17.80	6.00	13.0	8.5	0.7	12.1	8.2
18.00	45.00	55.0	47.5	0.3	158.3	0.6
18.20	11.00	16.0	13.6	0.4	34.0	2.9
18.40	20.00	26.0	22.6	0.4	56.5	1.8
18.60	9.00	15.0	11.6	1.0	11.6	8.6
18.80	115.00	130.0	117.6	1.0	117.6	0.9
19.00	110.00	125.0	112.6	0.9	125.1	0.8
19.20	70.00	84.0	72.8	1.0	72.8	1.4
19.40	45.00	60.0	47.8	1.1	43.5	2.3
19.60	80.00	96.0	82.8	1.1	75.3	1.3
19.80	17.00	33.0	19.8	0.7	28.3	3.5
20.00	10.00	20.0	12.8	0.6	21.3	4.7
20.20	11.00	20.0	13.9	0.6	23.2	4.3
20.40	14.00	23.0	16.9	0.5	33.8	3.0
20.60	13.00	21.0	15.9	0.7	22.7	4.4
20.80	12.00	22.0	14.9	0.7	21.3	4.7
21.00	16.00	27.0	18.9	0.8	23.6	4.2
21.20	17.00	29.0	20.0	0.8	25.0	4.0
21.40	17.00	29.0	20.0	0.9	22.2	4.5
21.60	19.00	33.0	22.0	1.1	20.0	5.0
21.80	22.00	39.0	25.0	1.1	22.7	4.4

22.00	27.00	43.0	30.0	1.4	21.4	4.7
22.20	32.00	53.0	35.2	1.5	23.5	4.3
22.40	25.00	47.0	28.2	1.3	21.7	4.6
22.60	19.00	38.0	22.2	1.3	17.1	5.9
22.80	26.00	45.0	29.2	1.1	26.5	3.8
23.00	32.00	48.0	35.2	1.5	23.5	4.3
23.20	30.00	52.0	33.3	1.8	18.5	5.4
23.40	43.00	70.0	46.3	1.3	35.6	2.8
23.60	38.00	58.0	41.3	1.5	27.5	3.6
23.80	30.00	52.0	33.3	1.1	30.3	3.3
24.00	33.00	50.0	36.3	1.5	24.2	4.1
24.20	30.00	52.0	33.5	1.3	25.8	3.9
24.40	39.00	58.0	42.5	1.5	28.3	3.5
24.60	40.00	62.0	43.5	1.5	29.0	3.4
24.80	29.00	52.0	32.5	1.3	25.0	4.0
25.00	20.00	40.0	23.5	1.1	21.4	4.7
25.20	23.00	40.0	26.6	1.1	24.2	4.1
25.40	24.00	41.0	27.6	0.9	30.7	3.3
25.60	31.00	45.0	34.6	1.0	34.6	2.9
25.80	100.00	115.0	103.6	1.2	86.3	1.2
26.00	78.00	96.0	81.6	1.0	81.6	1.2
26.20	50.00	65.0	53.7	1.0	53.7	1.9
26.40	20.00	35.0	23.7	0.7	33.9	3.0
26.60	35.00	45.0	38.7	0.9	43.0	2.3
26.80	56.00	70.0	59.7	0.9	66.3	1.5
27.00	72.00	85.0	75.7	1.3	58.2	1.7
27.20	120.00	140.0	123.9	1.3	95.3	1.0
27.40	120.00	140.0	123.9	1.0	123.9	0.8
27.60	115.00	130.0	118.9	1.0	118.9	0.8
27.80	60.00	75.0	63.9	1.3	49.2	2.0
28.00	120.00	140.0	123.9	1.0	123.9	0.8
28.20	130.00	145.0	134.0	1.0	134.0	0.7
28.40	130.00	145.0	134.0	1.7	78.8	1.3
28.60	125.00	150.0	129.0	1.3	99.2	1.0
28.80	180.00	200.0	184.0	0.7	262.9	0.4
29.00	150.00	160.0	154.0	1.0	154.0	0.6
29.20	140.00	155.0	144.1	1.0	144.1	0.7
29.40	150.00	165.0	154.1	1.0	154.1	0.6
29.60	115.00	130.0	119.1	1.0	119.1	0.8
29.80	140.00	155.0	144.1	1.3	110.8	0.9
30.00	170.00	190.0	174.1	0.7	248.7	0.4
30.20	50.00	60.0	54.3	1.0	54.3	1.8
30.40	100.00	115.0	104.3	0.9	115.9	0.9
30.60	45.00	58.0	49.3	1.7	29.0	3.4
30.80	225.00	250.0	229.3	1.3	176.4	0.6
31.00	250.00	270.0	254.3	1.7	149.6	0.7
31.20	260.00	285.0	264.4	2.0	132.2	0.8
31.40	300.00	330.0	304.4	1.7	179.1	0.6
31.60	260.00	285.0	264.4	1.0	264.4	0.4
31.80	100.00	115.0	104.4	1.0	104.4	1.0
32.00	150.00	165.0	154.4	1.3	118.8	0.8
32.20	130.00	150.0	134.6	1.0	134.6	0.7
32.40	125.00	140.0	129.6	1.0	129.6	0.8
32.60	115.00	130.0	119.6	1.3	92.0	1.1
32.80	170.00	190.0	174.6	1.0	174.6	0.6
33.00	150.00	165.0	154.6	1.3	118.9	0.8
33.20	140.00	160.0	144.7	1.0	144.7	0.7
33.40	150.00	165.0	154.7	1.0	154.7	0.6
33.60	105.00	120.0	109.7	0.9	121.9	0.8
33.80	96.00	110.0	100.7	1.3	77.5	1.3

34.00	150.00	170.0	154.7	1.0	154.7	0.6
34.20	150.00	165.0	154.8	1.3	119.1	0.8
34.40	150.00	170.0	154.8	1.3	119.1	0.8
34.60	190.00	210.0	194.8	1.3	149.8	0.7
34.80	160.00	180.0	164.8	1.0	164.8	0.6
35.00	155.00	170.0	159.8	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Gamma (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.80	63.1	1.3	1.5		Stima non eseguibile
10.80	12.3	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
11.60	31.9	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11.80	20.7	0.7	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
12.00	48.7	0.7	1.9	Incoerente	Sabbie
12.20	35.8	0.9	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
12.40	26.8	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
13.20	68.1	0.8	1.9	Incoerente	Sabbie
13.40	16.9	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
14.20	53.7	0.8	1.9	Incoerente	Sabbie
14.40	15.1	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
14.60	24.1	1.0	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
15.20	60.5	0.8	1.9	Incoerente	Sabbie
15.40	22.2	1.0	2.0	Coesivo	Argilla inorganica compatta
16.00	78.5	0.9	1.9	Incoerente	Sabbie
16.20	20.3	0.7	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
16.80	41.3	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
17.00	17.3	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
17.20	24.5	0.5	1.9	Incoerente	Sabbie
17.40	17.5	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
17.80	9.0	0.6	1.8	Coesivo	Argilla inorganica compatta
18.00	47.5	0.3	1.9	Incoerente	Sabbie
18.20	13.6	0.4	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
18.40	22.6	0.4	1.9	Incoerente	Sabbie
18.60	11.6	1.0	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
19.20	101.0	1.0	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
19.40	47.8	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
19.60	82.8	1.1	1.9	Incoerente	Sabbie
20.20	15.5	0.6	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose

20.40	16.9	0.5	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
23.20	22.1	1.1	2.0	Coesivo	Argilla inorganica compatta
23.40	46.3	1.3	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
24.40	37.4	1.4	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
24.60	43.5	1.5	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
25.40	27.6	1.1	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
25.60	34.6	1.0	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
26.20	79.6	1.1	1.9	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
26.60	31.2	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
30.40	108.6	1.1	2.0	Incoerente	Sabbie
30.60	49.3	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
35.00	152.5	1.2	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

PROVA ...CPTo2

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data: 30/07/2012
Profondità prova: 35.00 mt
Località: Polo scolastico Finale Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.0	1.9	0.0	
0.40	72.00	100.0	72.1	1.3	55.5	1.8
0.60	70.00	90.0	70.1	2.3	30.5	3.3
0.80	55.00	90.0	55.1	1.5	36.7	2.7
1.00	40.00	63.0	40.1	1.3	30.8	3.2
1.20	19.00	38.0	19.3	0.9	21.4	4.7
1.40	12.00	26.0	12.3	0.4	30.8	3.3
1.60	15.00	21.0	15.3	0.6	25.5	3.9
1.80	18.00	27.0	18.3	0.7	26.1	3.8
2.00	15.00	26.0	15.3	1.0	15.3	6.5
2.20	18.00	33.0	18.4	0.8	23.0	4.3
2.40	14.00	26.0	14.4	0.5	28.8	3.5
2.60	8.00	16.0	8.4	0.5	16.8	6.0
2.80	10.00	17.0	10.4	0.3	34.7	2.9
3.00	11.00	15.0	11.4	0.4	28.5	3.5
3.20	11.00	17.0	11.6	0.5	23.2	4.3
3.40	10.00	18.0	10.6	0.5	21.2	4.7
3.60	15.00	23.0	15.6	0.3	52.0	1.9
3.80	16.00	21.0	16.6	0.4	41.5	2.4
4.00	17.00	23.0	17.6	0.5	35.2	2.8
4.20	17.00	25.0	17.7	0.8	22.1	4.5
4.40	13.00	25.0	13.7	0.5	27.4	3.6
4.60	11.00	18.0	11.7	0.5	23.4	4.3
4.80	8.00	16.0	8.7	0.5	17.4	5.7
5.00	11.00	19.0	11.7	0.5	23.4	4.3

5.20	13.00	20.0	13.8	0.8	17.3	5.8
5.40	12.00	24.0	12.8	0.8	16.0	6.3
5.60	13.00	25.0	13.8	0.8	17.3	5.8
5.80	14.00	26.0	14.8	0.7	21.1	4.7
6.00	13.00	24.0	13.8	0.8	17.3	5.8
6.20	10.00	22.0	11.0	0.6	18.3	5.5
6.40	9.00	18.0	10.0	0.6	16.7	6.0
6.60	9.00	18.0	10.0	0.5	20.0	5.0
6.80	8.00	15.0	9.0	0.4	22.5	4.4
7.00	8.00	14.0	9.0	0.4	22.5	4.4
7.20	7.00	13.0	8.1	0.4	20.3	4.9
7.40	7.00	13.0	8.1	0.4	20.3	4.9
7.60	7.00	13.0	8.1	0.5	16.2	6.2
7.80	8.00	15.0	9.1	0.5	18.2	5.5
8.00	8.00	16.0	9.1	0.5	18.2	5.5
8.20	9.00	16.0	10.2	0.6	17.0	5.9
8.40	11.00	20.0	12.2	0.6	20.3	4.9
8.60	14.00	23.0	15.2	0.7	21.7	4.6
8.80	14.00	24.0	15.2	0.7	21.7	4.6
9.00	16.00	27.0	17.2	0.8	21.5	4.7
9.20	18.00	30.0	19.4	1.1	17.6	5.7
9.40	20.00	36.0	21.4	1.2	17.8	5.6
9.60	25.00	43.0	26.4	1.2	22.0	4.5
9.80	32.00	50.0	33.4	1.6	20.9	4.8
10.00	30.00	54.0	31.4	1.3	24.2	4.1
10.20	38.00	58.0	39.5	1.3	30.4	3.3
10.40	42.00	62.0	43.5	2.0	21.8	4.6
10.60	35.00	65.0	36.5	1.3	28.1	3.6
10.80	25.00	45.0	26.5	0.7	37.9	2.6
11.00	13.00	24.0	14.5	0.7	20.7	4.8
11.20	18.00	28.0	19.7	1.1	17.9	5.6
11.40	31.00	47.0	32.7	0.9	36.3	2.8
11.60	56.00	70.0	57.7	1.3	44.4	2.3
11.80	32.00	52.0	33.7	0.9	37.4	2.7
12.00	35.00	48.0	36.7	0.7	52.4	1.9
12.20	50.00	60.0	51.8	0.7	74.0	1.4
12.40	32.00	42.0	33.8	0.9	37.6	2.7
12.60	24.00	38.0	25.8	1.0	25.8	3.9
12.80	40.00	55.0	41.8	0.6	69.7	1.4
13.00	19.00	28.0	20.8	0.8	26.0	3.8
13.20	22.00	34.0	23.9	0.9	26.6	3.8
13.40	17.00	30.0	18.9	0.5	37.8	2.6
13.60	72.00	80.0	73.9	0.5	147.8	0.7
13.80	58.00	65.0	59.9	0.7	85.6	1.2
14.00	17.00	28.0	18.9	1.3	14.5	6.9
14.20	26.00	45.0	28.1	1.0	28.1	3.6
14.40	100.00	115.0	102.1	1.0	102.1	1.0
14.60	100.00	115.0	102.1	1.0	102.1	1.0
14.80	90.00	105.0	92.1	0.3	307.0	0.3
15.00	94.00	98.0	96.1	1.1	87.4	1.1
15.20	84.00	100.0	86.2	1.1	78.4	1.3
15.40	80.00	96.0	82.2	1.0	82.2	1.2
15.60	65.00	80.0	67.2	1.0	67.2	1.5
15.80	65.00	80.0	67.2	0.9	74.7	1.3
16.00	72.00	85.0	74.2	1.1	67.5	1.5
16.20	84.00	100.0	86.3	1.0	86.3	1.2
16.40	105.00	120.0	107.3	0.8	134.1	0.7
16.60	50.00	62.0	52.3	1.0	52.3	1.9
16.80	100.00	115.0	102.3	1.0	102.3	1.0
17.00	105.00	120.0	107.3	1.0	107.3	0.9

17.20	115.00	130.0	117.5	1.0	117.5	0.9
17.40	90.00	105.0	92.5	0.8	115.6	0.9
17.60	98.00	110.0	100.5	1.0	100.5	1.0
17.80	140.00	155.0	142.5	1.7	83.8	1.2
18.00	160.00	185.0	162.5	1.0	162.5	0.6
18.20	100.00	115.0	102.6	1.0	102.6	1.0
18.40	85.00	100.0	87.6	1.0	87.6	1.1
18.60	130.00	145.0	132.6	1.3	102.0	1.0
18.80	200.00	220.0	202.6	1.3	155.8	0.6
19.00	210.00	230.0	212.6	1.3	163.5	0.6
19.20	150.00	170.0	152.8	1.3	117.5	0.9
19.40	120.00	140.0	122.8	1.0	122.8	0.8
19.60	150.00	165.0	152.8	1.3	117.5	0.9
19.80	160.00	180.0	162.8	1.7	95.8	1.0
20.00	160.00	185.0	162.8	0.8	203.5	0.5
20.20	70.00	82.0	72.9	1.2	60.8	1.6
20.40	18.00	36.0	20.9	0.8	26.1	3.8
20.60	18.00	30.0	20.9	0.8	26.1	3.8
20.80	18.00	30.0	20.9	1.0	20.9	4.8
21.00	20.00	35.0	22.9	1.2	19.1	5.2
21.20	24.00	42.0	27.0	1.3	20.8	4.8
21.40	23.00	42.0	26.0	1.3	20.0	5.0
21.60	25.00	45.0	28.0	1.3	21.5	4.6
21.80	27.00	47.0	30.0	1.5	20.0	5.0
22.00	25.00	48.0	28.0	1.6	17.5	5.7
22.20	24.00	48.0	27.2	1.9	14.3	7.0
22.40	26.00	54.0	29.2	1.7	17.2	5.8
22.60	23.00	48.0	26.2	1.7	15.4	6.5
22.80	25.00	50.0	28.2	1.1	25.6	3.9
23.00	30.00	46.0	33.2	1.5	22.1	4.5
23.20	30.00	53.0	33.3	1.4	23.8	4.2
23.40	40.00	61.0	43.3	1.6	27.1	3.7
23.60	40.00	64.0	43.3	1.8	24.1	4.2
23.80	26.00	53.0	29.3	1.5	19.5	5.1
24.00	25.00	47.0	28.3	1.5	18.9	5.3
24.20	26.00	48.0	29.5	1.5	19.7	5.1
24.40	25.00	48.0	28.5	1.6	17.8	5.6
24.60	40.00	64.0	43.5	2.0	21.8	4.6
24.80	50.00	80.0	53.5	2.2	24.3	4.1
25.00	52.00	85.0	55.5	2.0	27.8	3.6
25.20	35.00	65.0	38.6	1.8	21.4	4.7
25.40	28.00	55.0	31.6	1.5	21.1	4.7
25.60	22.00	45.0	25.6	0.9	28.4	3.5
25.80	18.00	32.0	21.6	0.9	24.0	4.2
26.00	17.00	30.0	20.6	1.1	18.7	5.3
26.20	18.00	34.0	21.7	1.3	16.7	6.0
26.40	35.00	54.0	38.7	0.9	43.0	2.3
26.60	42.00	55.0	45.7	1.0	45.7	2.2
26.80	60.00	75.0	63.7	1.0	63.7	1.6
27.00	90.00	105.0	93.7	1.0	93.7	1.1
27.20	70.00	85.0	73.9	1.0	73.9	1.4
27.40	90.00	105.0	93.9	1.3	72.2	1.4
27.60	40.00	60.0	43.9	1.7	25.8	3.9
27.80	28.00	53.0	31.9	1.0	31.9	3.1
28.00	100.00	115.0	103.9	1.1	94.5	1.1
28.20	40.00	56.0	44.0	1.1	40.0	2.5
28.40	30.00	46.0	34.0	0.5	68.0	1.5
28.60	42.00	50.0	46.0	1.5	30.7	3.3
28.80	33.00	55.0	37.0	1.2	30.8	3.2
29.00	22.00	40.0	26.0	0.7	37.1	2.7

29.20	90.00	100.0	94.1	0.7	134.4	0.7
29.40	75.00	85.0	79.1	1.0	79.1	1.3
29.60	50.00	65.0	54.1	0.9	60.1	1.7
29.80	66.00	80.0	70.1	0.9	77.9	1.3
30.00	65.00	78.0	69.1	1.0	69.1	1.4
30.20	115.00	130.0	119.3	1.3	91.8	1.1
30.40	150.00	170.0	154.3	1.0	154.3	0.6
30.60	130.00	145.0	134.3	1.0	134.3	0.7
30.80	150.00	165.0	154.3	1.0	154.3	0.6
31.00	130.00	145.0	134.3	1.0	134.3	0.7
31.20	100.00	115.0	104.4	1.3	80.3	1.2
31.40	140.00	160.0	144.4	1.3	111.1	0.9
31.60	120.00	140.0	124.4	1.3	95.7	1.0
31.80	100.00	120.0	104.4	1.0	104.4	1.0
32.00	60.00	75.0	64.4	1.0	64.4	1.6
32.20	95.00	110.0	99.6	1.3	76.6	1.3
32.40	180.00	200.0	184.6	1.0	184.6	0.5
32.60	60.00	75.0	64.6	0.9	71.8	1.4
32.80	62.00	76.0	66.6	1.5	44.4	2.3
33.00	38.00	60.0	42.6	1.7	25.1	4.0
33.20	160.00	185.0	164.7	1.3	126.7	0.8
33.40	180.00	200.0	184.7	1.3	142.1	0.7
33.60	120.00	140.0	124.7	1.0	124.7	0.8
33.80	85.00	100.0	89.7	0.9	99.7	1.0
34.00	80.00	94.0	84.7	0.7	121.0	0.8
34.20	80.00	90.0	84.8	1.0	84.8	1.2
34.40	100.00	115.0	104.8	0.8	131.0	0.8
34.60	88.00	100.0	92.8	1.0	92.8	1.1
34.80	100.00	115.0	104.8	1.0	104.8	1.0
35.00	95.00	110.0	99.8	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Gamma (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.40	36.1	1.6	1.0		Stima non eseguibile
1.00	55.1	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
3.40	12.2	0.6	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
3.60	15.6	0.3	1.8	Incoerente	Sabbie Sciolte
4.00	17.1	0.5	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
10.00	12.3	0.7	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
10.20	39.5	1.3	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
10.60	40.0	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
10.80	26.5	0.7	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11.20	17.1	0.9	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
11.80	41.4	1.0	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
12.20	44.3	0.7	1.9	Incoerente	Sabbie
12.40	33.8	0.9	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
12.60	25.8	1.0	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose

12.80	41.8	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
13.20	22.4	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
13.40	18.9	0.5	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
13.80	66.9	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
14.20	23.5	1.2	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
20.20	101.8	1.1	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
24.80	27.7	1.5	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
25.00	55.5	2.0	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
26.20	22.2	1.3	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
26.60	42.2	1.0	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
27.40	81.3	1.1	1.9	Incoerente	Sabbie
27.60	43.9	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
27.80	31.9	1.0	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
28.00	103.9	1.1	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
28.20	44.0	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
28.40	34.0	0.5	1.9	Incoerente	Sabbie
29.00	36.3	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
32.60	94.4	1.1	2.0	Incoerente	Sabbie
32.80	66.6	1.5	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
33.00	42.6	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
35.00	96.5	0.9	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

PROVA ...CPTo3

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data: 30/07/2012
Profondità prova: 35.00 mt
Località: Polo scolastico Finale Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.1	1.0	0.1	1000.0
0.40	60.00	75.0	60.1	1.0	60.1	1.7
0.60	50.00	65.0	50.1	0.8	62.6	1.6
0.80	12.00	24.0	12.1	0.9	13.4	7.4
1.00	53.00	66.0	53.1	0.3	177.0	0.6
1.20	15.00	20.0	15.3	0.6	25.5	3.9
1.40	14.00	23.0	14.3	0.7	20.4	4.9
1.60	30.00	40.0	30.3	0.3	101.0	1.0
1.80	19.00	24.0	19.3	0.8	24.1	4.1
2.00	13.00	25.0	13.3	0.8	16.6	6.0
2.20	14.00	26.0	14.4	0.9	16.0	6.3
2.40	15.00	28.0	15.4	0.7	22.0	4.5

2.60	17.00	28.0	17.4	0.7	24.9	4.0
2.80	18.00	28.0	18.4	0.7	26.3	3.8
3.00	17.00	28.0	17.4	0.7	24.9	4.0
3.20	13.00	24.0	13.6	0.6	22.7	4.4
3.40	17.00	26.0	17.6	0.7	25.1	4.0
3.60	18.00	28.0	18.6	0.8	23.3	4.3
3.80	19.00	31.0	19.6	0.8	24.5	4.1
4.00	18.00	30.0	18.6	0.7	26.6	3.8
4.20	18.00	28.0	18.7	0.8	23.4	4.3
4.40	14.00	26.0	14.7	0.8	18.4	5.4
4.60	13.00	25.0	13.7	0.8	17.1	5.8
4.80	18.00	30.0	18.7	0.7	26.7	3.7
5.00	19.00	30.0	19.7	0.9	21.9	4.6
5.20	19.00	32.0	19.8	1.0	19.8	5.1
5.40	19.00	34.0	19.8	0.7	28.3	3.5
5.60	18.00	28.0	18.8	1.0	18.8	5.3
5.80	18.00	33.0	18.8	0.7	26.9	3.7
6.00	18.00	28.0	18.8	1.0	18.8	5.3
6.20	15.00	30.0	16.0	0.9	17.8	5.6
6.40	17.00	30.0	18.0	0.9	20.0	5.0
6.60	15.00	28.0	16.0	0.7	22.9	4.4
6.80	12.00	23.0	13.0	0.8	16.3	6.2
7.00	10.00	22.0	11.0	0.7	15.7	6.4
7.20	10.00	20.0	11.1	0.5	22.2	4.5
7.40	10.00	18.0	11.1	0.6	18.5	5.4
7.60	8.00	17.0	9.1	0.5	18.2	5.5
7.80	8.00	16.0	9.1	0.5	18.2	5.5
8.00	7.00	15.0	8.1	0.5	16.2	6.2
8.20	7.00	15.0	8.2	0.6	13.7	7.3
8.40	7.00	16.0	8.2	0.7	11.7	8.5
8.60	11.00	22.0	12.2	0.6	20.3	4.9
8.80	16.00	25.0	17.2	0.7	24.6	4.1
9.00	17.00	28.0	18.2	1.0	18.2	5.5
9.20	19.00	34.0	20.4	1.1	18.5	5.4
9.40	19.00	35.0	20.4	1.2	17.0	5.9
9.60	19.00	37.0	20.4	1.1	18.5	5.4
9.80	23.00	40.0	24.4	1.1	22.2	4.5
10.00	31.00	48.0	32.4	1.7	19.1	5.2
10.20	35.00	60.0	36.5	2.1	17.4	5.8
10.40	41.00	72.0	42.5	2.1	20.2	4.9
10.60	38.00	70.0	39.5	1.9	20.8	4.8
10.80	25.00	53.0	26.5	1.1	24.1	4.2
11.00	14.00	30.0	15.5	1.1	14.1	7.1
11.20	18.00	34.0	19.7	1.2	16.4	6.1
11.40	32.00	50.0	33.7	0.8	42.1	2.4
11.60	70.00	82.0	71.7	1.4	51.2	2.0
11.80	32.00	53.0	33.7	1.7	19.8	5.0
12.00	40.00	65.0	41.7	0.7	59.6	1.7
12.20	36.00	46.0	37.8	0.8	47.3	2.1
12.40	25.00	37.0	26.8	0.8	33.5	3.0
12.60	23.00	35.0	24.8	1.0	24.8	4.0
12.80	25.00	40.0	26.8	0.7	38.3	2.6
13.00	24.00	35.0	25.8	0.7	36.9	2.7
13.20	27.00	38.0	28.9	0.6	48.2	2.1
13.40	18.00	27.0	19.9	1.3	15.3	6.5
13.60	20.00	39.0	21.9	0.7	31.3	3.2
13.80	28.00	39.0	29.9	0.5	59.8	1.7
14.00	17.00	25.0	18.9	0.6	31.5	3.2
14.20	12.00	21.0	14.1	0.6	23.5	4.3
14.40	14.00	23.0	16.1	0.5	32.2	3.1

14.60	18.00	25.0	20.1	0.7	28.7	3.5
14.80	24.00	35.0	26.1	1.0	26.1	3.8
15.00	27.00	42.0	29.1	0.9	32.3	3.1
15.20	36.00	50.0	38.2	1.3	29.4	3.4
15.40	26.00	45.0	28.2	0.9	31.3	3.2
15.60	24.00	38.0	26.2	0.8	32.8	3.1
15.80	20.00	32.0	22.2	0.7	31.7	3.2
16.00	21.00	31.0	23.2	0.9	25.8	3.9
16.20	25.00	38.0	27.3	0.7	39.0	2.6
16.40	25.00	36.0	27.3	0.7	39.0	2.6
16.60	21.00	32.0	23.3	0.9	25.9	3.9
16.80	27.00	40.0	29.3	0.8	36.6	2.7
17.00	38.00	50.0	40.3	1.0	40.3	2.5
17.20	33.00	48.0	35.5	0.8	44.4	2.3
17.40	25.00	37.0	27.5	0.7	39.3	2.5
17.60	50.00	60.0	52.5	0.7	75.0	1.3
17.80	38.00	48.0	40.5	0.8	50.6	2.0
18.00	28.00	40.0	30.5	0.9	33.9	3.0
18.20	22.00	35.0	24.6	0.5	49.2	2.0
18.40	58.00	66.0	60.6	0.7	86.6	1.2
18.60	60.00	70.0	62.6	1.0	62.6	1.6
18.80	115.00	130.0	117.6	1.0	117.6	0.9
19.00	130.00	145.0	132.6	1.0	132.6	0.8
19.20	115.00	130.0	117.8	1.3	90.6	1.1
19.40	120.00	140.0	122.8	1.0	122.8	0.8
19.60	140.00	155.0	142.8	1.7	84.0	1.2
19.80	120.00	145.0	122.8	0.5	245.6	0.4
20.00	16.00	24.0	18.8	0.7	26.9	3.7
20.20	16.00	26.0	18.9	0.5	37.8	2.6
20.40	15.00	23.0	17.9	0.5	35.8	2.8
20.60	16.00	24.0	18.9	0.7	27.0	3.7
20.80	19.00	29.0	21.9	0.8	27.4	3.7
21.00	18.00	30.0	20.9	0.9	23.2	4.3
21.20	19.00	33.0	22.0	1.1	20.0	5.0
21.40	19.00	35.0	22.0	1.1	20.0	5.0
21.60	17.00	34.0	20.0	1.1	18.2	5.5
21.80	23.00	40.0	26.0	1.3	20.0	5.0
22.00	21.00	40.0	24.0	1.3	18.5	5.4
22.20	19.00	38.0	22.2	1.5	14.8	6.8
22.40	22.00	44.0	25.2	1.1	22.9	4.4
22.60	25.00	42.0	28.2	1.2	23.5	4.3
22.80	36.00	54.0	39.2	1.7	23.1	4.3
23.00	34.00	60.0	37.2	1.7	21.9	4.6
23.20	32.00	58.0	35.3	1.5	23.5	4.2
23.40	28.00	51.0	31.3	1.3	24.1	4.2
23.60	30.00	50.0	33.3	2.1	15.9	6.3
23.80	30.00	61.0	33.3	2.3	14.5	6.9
24.00	30.00	65.0	33.3	1.7	19.6	5.1
24.20	40.00	66.0	43.5	1.8	24.2	4.1
24.40	38.00	65.0	41.5	1.7	24.4	4.1
24.60	33.00	58.0	36.5	1.5	24.3	4.1
24.80	42.00	64.0	45.5	1.4	32.5	3.1
25.00	32.00	53.0	35.5	1.3	27.3	3.7
25.20	22.00	42.0	25.6	1.3	19.7	5.1
25.40	35.00	54.0	38.6	1.5	25.7	3.9
25.60	48.00	70.0	51.6	1.6	32.3	3.1
25.80	52.00	76.0	55.6	2.0	27.8	3.6
26.00	30.00	60.0	33.6	1.7	19.8	5.1
26.20	30.00	55.0	33.7	1.5	22.5	4.5
26.40	28.00	50.0	31.7	1.7	18.6	5.4

26.60	25.00	50.0	28.7	1.5	19.1	5.2
26.80	28.00	50.0	31.7	1.3	24.4	4.1
27.00	27.00	47.0	30.7	1.3	23.6	4.2
27.20	28.00	47.0	31.9	1.3	24.5	4.1
27.40	30.00	50.0	33.9	1.5	22.6	4.4
27.60	43.00	65.0	46.9	1.7	27.6	3.6
27.80	45.00	70.0	48.9	1.7	28.8	3.5
28.00	40.00	65.0	43.9	1.7	25.8	3.9
28.20	30.00	56.0	34.0	1.3	26.2	3.8
28.40	52.00	72.0	56.0	0.7	80.0	1.3
28.60	60.00	70.0	64.0	1.0	64.0	1.6
28.80	115.00	130.0	119.0	1.0	119.0	0.8
29.00	130.00	145.0	134.0	0.8	167.5	0.6
29.20	50.00	62.0	54.1	1.0	54.1	1.8
29.40	140.00	155.0	144.1	1.0	144.1	0.7
29.60	150.00	165.0	154.1	1.7	90.6	1.1
29.80	200.00	225.0	204.1	1.3	157.0	0.6
30.00	170.00	190.0	174.1	1.3	133.9	0.7
30.20	140.00	160.0	144.3	1.0	144.3	0.7
30.40	115.00	130.0	119.3	1.0	119.3	0.8
30.60	140.00	155.0	144.3	1.3	111.0	0.9
30.80	150.00	170.0	154.3	1.7	90.8	1.1
31.00	200.00	225.0	204.3	2.0	102.2	1.0
31.20	230.00	260.0	234.4	1.3	180.3	0.6
31.40	250.00	270.0	254.4	1.7	149.6	0.7
31.60	260.00	285.0	264.4	1.3	203.4	0.5
31.80	250.00	270.0	254.4	1.3	195.7	0.5
32.00	180.00	200.0	184.4	1.7	108.5	0.9
32.20	170.00	195.0	174.6	1.0	174.6	0.6
32.40	150.00	165.0	154.6	1.0	154.6	0.6
32.60	150.00	165.0	154.6	1.3	118.9	0.8
32.80	180.00	200.0	184.6	1.3	142.0	0.7
33.00	120.00	140.0	124.6	1.3	95.8	1.0
33.20	120.00	140.0	124.7	1.3	95.9	1.0
33.40	100.00	120.0	104.7	1.0	104.7	1.0
33.60	110.00	125.0	114.7	1.0	114.7	0.9
33.80	140.00	155.0	144.7	1.0	144.7	0.7
34.00	130.00	145.0	134.7	1.7	79.2	1.3
34.20	120.00	145.0	124.8	1.7	73.4	1.4
34.40	100.00	125.0	104.8	1.3	80.6	1.2
34.60	110.00	130.0	114.8	1.3	88.3	1.1
34.80	125.00	145.0	129.8	1.3	99.8	1.0
35.00	140.00	160.0	144.8	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Gamma (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.1	1.0	1.6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0.60	55.1	0.9	1.9	Incoerente	Sabbie
0.80	12.1	0.9	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
1.00	53.1	0.3	1.9	Incoerente	Sabbie
1.40	14.8	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
1.60	30.3	0.3	1.9	Incoerente	Sabbie
11.20	16.4	0.9	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
11.40	33.7	0.8	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose

					- Sabbie Arg. - Limi
11.60	71.7	1.4	1.9	Incoerente	Sabbie
11.80	33.7	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
12.20	39.8	0.8	1.9	Incoerente	Sabbie
12.40	26.8	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
12.60	24.8	1.0	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
13.00	26.3	0.7	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
13.20	28.9	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
13.60	20.9	1.0	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
13.80	29.9	0.5	1.9	Incoerente	Sabbie
14.80	19.1	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
15.00	29.1	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
15.20	38.2	1.3	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
15.60	27.2	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
16.00	22.7	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
16.40	27.3	0.7	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
16.60	23.3	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
17.40	33.2	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
17.80	46.5	0.8	1.9	Incoerente	Sabbie
18.00	30.5	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
19.80	79.5	1.0	2.0	Incoerente	Sabbie
20.00	18.8	0.7	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
20.40	18.4	0.5	1.9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
24.60	26.6	1.4	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
24.80	45.5	1.4	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
25.40	33.2	1.4	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
25.80	53.6	1.8	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
27.60	30.9	1.5	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
27.80	48.9	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
28.20	39.0	1.5	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
35.00	135.5	1.2	2.0	Incoerente	Sabbie

PROVA ...CPT04

Committente: Provincia di Modena
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data: 30/07/2012
Profondità prova: 35.00 mt
Località: Polo scolastico Finale Emilia

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	0.00	0.0	0.1	1.3	0.1	1300.0
0.40	120.00	140.0	120.1	1.3	92.4	1.1
0.60	100.00	120.0	100.1	1.0	100.1	1.0
0.80	80.00	95.0	80.1	1.7	47.1	2.1
1.00	40.00	65.0	40.1	0.9	44.6	2.2
1.20	25.00	38.0	25.3	0.8	31.6	3.2
1.40	28.00	40.0	28.3	1.0	28.3	3.5
1.60	35.00	50.0	35.3	0.7	50.4	2.0
1.80	18.00	28.0	18.3	1.0	18.3	5.5
2.00	18.00	33.0	18.3	0.7	26.1	3.8
2.20	15.00	26.0	15.4	0.7	22.0	4.5
2.40	14.00	25.0	14.4	0.6	24.0	4.2
2.60	11.00	20.0	11.4	0.5	22.8	4.4
2.80	11.00	19.0	11.4	0.6	19.0	5.3
3.00	14.00	23.0	14.4	0.5	28.8	3.5
3.20	18.00	25.0	18.6	0.9	20.7	4.8
3.40	19.00	32.0	19.6	0.5	39.2	2.6
3.60	16.00	24.0	16.6	0.7	23.7	4.2
3.80	13.00	24.0	13.6	0.6	22.7	4.4
4.00	10.00	19.0	10.6	0.5	21.2	4.7
4.20	9.00	17.0	9.7	0.5	19.4	5.2
4.40	11.00	18.0	11.7	0.6	19.5	5.1
4.60	15.00	24.0	15.7	0.7	22.4	4.5
4.80	13.00	23.0	13.7	0.5	27.4	3.6
5.00	17.00	25.0	17.7	0.6	29.5	3.4
5.20	15.00	24.0	15.8	0.7	22.6	4.4
5.40	15.00	25.0	15.8	0.6	26.3	3.8
5.60	15.00	24.0	15.8	0.5	31.6	3.2
5.80	16.00	24.0	16.8	0.7	24.0	4.2
6.00	12.00	23.0	12.8	0.8	16.0	6.3
6.20	11.00	23.0	12.0	0.7	17.1	5.8
6.40	10.00	21.0	11.0	0.7	15.7	6.4
6.60	10.00	20.0	11.0	0.5	22.0	4.5
6.80	10.00	18.0	11.0	0.5	22.0	4.5
7.00	10.00	18.0	11.0	0.5	22.0	4.5
7.20	10.00	18.0	11.1	0.5	22.2	4.5
7.40	8.00	16.0	9.1	0.4	22.8	4.4
7.60	7.00	13.0	8.1	0.3	27.0	3.7
7.80	7.00	12.0	8.1	0.3	27.0	3.7
8.00	6.00	11.0	7.1	0.5	14.2	7.0
8.20	8.00	15.0	9.2	0.5	18.4	5.4
8.40	10.00	18.0	11.2	0.6	18.7	5.4
8.60	10.00	19.0	11.2	0.7	16.0	6.3
8.80	14.00	24.0	15.2	0.7	21.7	4.6
9.00	18.00	28.0	19.2	0.7	27.4	3.6
9.20	19.00	30.0	20.4	0.9	22.7	4.4
9.40	18.00	32.0	19.4	1.1	17.6	5.7
9.60	21.00	37.0	22.4	1.3	17.2	5.8
9.80	25.00	45.0	26.4	1.5	17.6	5.7
10.00	34.00	56.0	35.4	1.7	20.8	4.8

10.20	37.00	63.0	38.5	1.8	21.4	4.7
10.40	23.00	50.0	24.5	1.5	16.3	6.1
10.60	19.00	42.0	20.5	1.3	15.8	6.3
10.80	20.00	40.0	21.5	1.3	16.5	6.0
11.00	32.00	51.0	33.5	1.0	33.5	3.0
11.20	80.00	95.0	81.7	1.0	81.7	1.2
11.40	60.00	75.0	61.7	1.5	41.1	2.4
11.60	33.00	56.0	34.7	1.0	34.7	2.9
11.80	65.00	80.0	66.7	0.8	83.4	1.2
12.00	70.00	82.0	71.7	0.9	79.7	1.3
12.20	85.00	98.0	86.8	0.9	96.4	1.0
12.40	70.00	84.0	71.8	1.1	65.3	1.5
12.60	25.00	42.0	26.8	1.1	24.4	4.1
12.80	16.00	32.0	17.8	0.8	22.3	4.5
13.00	16.00	28.0	17.8	0.7	25.4	3.9
13.20	18.00	28.0	19.9	0.7	28.4	3.5
13.40	42.00	53.0	43.9	0.7	62.7	1.6
13.60	45.00	56.0	46.9	1.3	36.1	2.8
13.80	30.00	50.0	31.9	0.8	39.9	2.5
14.00	18.00	30.0	19.9	0.8	24.9	4.0
14.20	23.00	35.0	25.1	0.9	27.9	3.6
14.40	18.00	32.0	20.1	0.4	50.3	2.0
14.60	19.00	25.0	21.1	0.7	30.1	3.3
14.80	10.00	20.0	12.1	0.5	24.2	4.1
15.00	12.00	20.0	14.1	0.6	23.5	4.3
15.20	9.00	18.0	11.2	0.5	22.4	4.5
15.40	10.00	18.0	12.2	0.6	20.3	4.9
15.60	9.00	18.0	11.2	0.5	22.4	4.5
15.80	7.00	15.0	9.2	0.5	18.4	5.4
16.00	10.00	17.0	12.2	0.5	24.4	4.1
16.20	17.00	25.0	19.3	0.7	27.6	3.6
16.40	28.00	38.0	30.3	1.0	30.3	3.3
16.60	45.00	60.0	47.3	0.8	59.1	1.7
16.80	50.00	62.0	52.3	0.6	87.2	1.1
17.00	66.00	75.0	68.3	1.2	56.9	1.8
17.20	50.00	68.0	52.5	0.8	65.6	1.5
17.40	56.00	68.0	58.5	0.7	83.6	1.2
17.60	40.00	50.0	42.5	1.1	38.6	2.6
17.80	42.00	58.0	44.5	0.6	74.2	1.3
18.00	16.00	25.0	18.5	1.0	18.5	5.4
18.20	30.00	45.0	32.6	0.8	40.8	2.5
18.40	52.00	64.0	54.6	0.5	109.2	0.9
18.60	80.00	88.0	82.6	0.5	165.2	0.6
18.80	78.00	86.0	80.6	0.7	115.1	0.9
19.00	95.00	105.0	97.6	1.0	97.6	1.0
19.20	115.00	130.0	117.8	1.0	117.8	0.8
19.40	115.00	130.0	117.8	1.3	90.6	1.1
19.60	120.00	140.0	122.8	1.0	122.8	0.8
19.80	70.00	85.0	72.8	0.6	121.3	0.8
20.00	23.00	32.0	25.8	0.6	43.0	2.3
20.20	16.00	25.0	18.9	0.5	37.8	2.6
20.40	19.00	26.0	21.9	0.8	27.4	3.7
20.60	20.00	32.0	22.9	1.1	20.8	4.8
20.80	19.00	35.0	21.9	0.7	31.3	3.2
21.00	17.00	28.0	19.9	0.6	33.2	3.0
21.20	18.00	27.0	21.0	0.7	30.0	3.3
21.40	15.00	26.0	18.0	0.9	20.0	5.0
21.60	21.00	35.0	24.0	1.0	24.0	4.2
21.80	23.00	38.0	26.0	1.1	23.6	4.2
22.00	18.00	35.0	21.0	1.1	19.1	5.2

22.20	20.00	37.0	23.2	1.1	21.1	4.7
22.40	23.00	40.0	26.2	1.3	20.2	5.0
22.60	25.00	45.0	28.2	1.5	18.8	5.3
22.80	34.00	57.0	37.2	1.7	21.9	4.6
23.00	27.00	52.0	30.2	1.6	18.9	5.3
23.20	20.00	44.0	23.3	1.4	16.6	6.0
23.40	21.00	42.0	24.3	1.0	24.3	4.1
23.60	41.00	56.0	44.3	2.1	21.1	4.7
23.80	31.00	62.0	34.3	2.0	17.2	5.8
24.00	40.00	70.0	43.3	2.2	19.7	5.1
24.20	45.00	78.0	48.5	2.0	24.3	4.1
24.40	38.00	68.0	41.5	2.0	20.8	4.8
24.60	28.00	58.0	31.5	1.7	18.5	5.4
24.80	35.00	60.0	38.5	1.1	35.0	2.9
25.00	34.00	50.0	37.5	1.3	28.8	3.5
25.20	32.00	52.0	35.6	0.7	50.9	2.0
25.40	42.00	53.0	45.6	1.1	41.5	2.4
25.60	38.00	55.0	41.6	1.7	24.5	4.1
25.80	35.00	60.0	38.6	1.1	35.1	2.8
26.00	34.00	51.0	37.6	1.2	31.3	3.2
26.20	30.00	48.0	33.7	1.5	22.5	4.5
26.40	25.00	48.0	28.7	1.5	19.1	5.2
26.60	33.00	56.0	36.7	1.3	28.2	3.5
26.80	30.00	50.0	33.7	1.6	21.1	4.7
27.00	24.00	48.0	27.7	1.5	18.5	5.4
27.20	30.00	53.0	33.9	1.5	22.6	4.4
27.40	31.00	53.0	34.9	1.7	20.5	4.9
27.60	44.00	70.0	47.9	1.3	36.8	2.7
27.80	50.00	70.0	53.9	1.6	33.7	3.0
28.00	41.00	65.0	44.9	1.3	34.5	2.9
28.20	38.00	57.0	42.0	1.0	42.0	2.4
28.40	100.00	115.0	104.0	1.1	94.5	1.1
28.60	80.00	96.0	84.0	1.0	84.0	1.2
28.80	130.00	145.0	134.0	1.7	78.8	1.3
29.00	160.00	185.0	164.0	1.3	126.2	0.8
29.20	180.00	200.0	184.1	1.3	141.6	0.7
29.40	180.00	200.0	184.1	1.7	108.3	0.9
29.60	200.00	225.0	204.1	1.3	157.0	0.6
29.80	180.00	200.0	184.1	1.3	141.6	0.7
30.00	180.00	200.0	184.1	1.7	108.3	0.9
30.20	200.00	225.0	204.3	1.7	120.2	0.8
30.40	200.00	225.0	204.3	2.0	102.2	1.0
30.60	200.00	230.0	204.3	1.3	157.2	0.6
30.80	170.00	190.0	174.3	1.3	134.1	0.7
31.00	150.00	170.0	154.3	1.3	118.7	0.8
31.20	130.00	150.0	134.4	1.3	103.4	1.0
31.40	180.00	200.0	184.4	1.0	184.4	0.5
31.60	150.00	165.0	154.4	1.0	154.4	0.6
31.80	150.00	165.0	154.4	1.7	90.8	1.1
32.00	160.00	185.0	164.4	1.3	126.5	0.8
32.20	180.00	200.0	184.6	1.7	108.6	0.9
32.40	200.00	225.0	204.6	1.3	157.4	0.6
32.60	170.00	190.0	174.6	1.0	174.6	0.6
32.80	150.00	165.0	154.6	1.0	154.6	0.6
33.00	180.00	195.0	184.6	1.3	142.0	0.7
33.20	170.00	190.0	174.7	1.0	174.7	0.6
33.40	150.00	165.0	154.7	1.3	119.0	0.8
33.60	140.00	160.0	144.7	1.0	144.7	0.7
33.80	140.00	155.0	144.7	1.3	111.3	0.9
34.00	120.00	140.0	124.7	1.3	95.9	1.0

34.20	120.00	140.0	124.8	1.0	124.8	0.8
34.40	130.00	145.0	134.8	1.0	134.8	0.7
34.60	150.00	165.0	154.8	1.0	154.8	0.6
34.80	150.00	165.0	154.8	1.7	91.1	1.1
35.00	140.00	165.0	144.8	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	fs Distribuzione normale R.C. (Kg/cm ²)	Gamma (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	0.1	1.3	1.6	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0.80	100.1	1.3	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
1.00	40.1	0.9	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.40	26.8	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
1.60	35.3	0.7	1.9	Incoerente	Sabbie
3.20	13.7	0.7	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3.40	19.6	0.5	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
10.80	13.8	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
11.00	33.5	1.0	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
11.20	81.7	1.0	1.9	Incoerente	Sabbie
11.60	48.2	1.3	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
12.40	74.3	0.9	1.9	Incoerente	Sabbie
13.20	20.6	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
13.40	43.9	0.7	1.9	Incoerente	Sabbie
13.80	39.4	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
14.20	22.5	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
14.40	20.1	0.4	1.9	Incoerente	Sabbie
16.40	12.1	0.6	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
17.40	55.8	0.8	1.9	Incoerente	Sabbie
17.60	42.5	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
17.80	44.5	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
18.00	18.5	1.0	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
18.20	32.6	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
19.80	79.9	0.8	2.0	Incoerente	Sabbie
20.20	22.4	0.6	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
20.80	22.2	0.9	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
21.00	19.9	0.6	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
24.60	26.9	1.5	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
24.80	38.5	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
25.00	37.5	1.3	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e

					limose
25.20	35.6	0.7	1.9	Incoerente	Sabbie
25.40	45.6	1.1	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
25.60	41.6	1.7	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
26.00	38.1	1.2	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
27.40	30.9	1.5	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
28.20	47.2	1.3	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
35.00	154.2	1.3	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

La natura litologica dei terreni oggetto delle prove penetrometriche è dedotta dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (after Schmertmann, 1969), Raccomandazioni A.G.I. 1977.

Le sequenze stratigrafiche desunte dall'analisi delle prova penetrometrica evidenzia i seguenti livelli litologici:

0.00 - 1.20 m: Materiale di riporto;

1.20 - 9.20 m: **argille e argille limose a bassa - consistenza con livelli organici;**

9.20 - 19.80/20.20 m: **limi sabbiosi e sabbie limose sciolte intercalati a livelli argilloso-limosi a media consistenza;**

19.80/20.20 - 26.80/29.00: **argille e argille limose a media bassa- consistenza**

26.80/29.00 – 35.00 m: **sabbie mediamente addensate.**

Si riportano in allegato le stratigrafie desunte dai sondaggi geognostici e dalle prove penetrometriche

Dall'analisi delle prove penetrometriche, attraverso le formule empiriche della geotecnica classica sono stati desunti i parametri geotecnici dei materiali:

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT₀₁

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 2	10.80	12.3	0.7	0.56	0.81	0.75	0.66	0.59	0.62
Strato 3	11.60	31.9	0.9	1.48	1.78	1.99	1.75	1.57	1.59
Strato 4	11.80	20.7	0.7	0.94	1.22	1.23	1.09	0.97	1.04
Strato 6	12.20	35.8	0.9	1.66	1.93	2.23	1.97	1.76	1.79
Strato 7	12.40	26.8	0.9	1.23	1.53	1.63	1.44	1.29	1.34
Strato 9	13.40	16.9	0.7	0.74	0.99	0.96	0.85	0.76	0.84
Strato 11	14.40	15.1	0.4	0.65	0.87	0.83	0.73	0.65	0.76
Strato 12	14.60	24.1	1.0	1.09	1.37	1.42	1.26	1.12	1.21
Strato 14	15.40	22.2	1.0	0.99	1.26	1.29	1.14	1.02	1.11
Strato 16	16.20	20.3	0.7	0.90	1.15	1.15	1.01	0.91	1.01
Strato 18	17.00	17.3	0.7	0.75	0.97	0.94	0.83	0.74	0.86
Strato 20	17.40	17.5	0.4	0.76	0.97	0.95	0.84	0.75	0.88

Strato 21	17.80	9.0	0.6	0.34	0.42	0.38	0.33	0.30	0.45
Strato 23	18.20	13.6	0.4	0.56	0.72	0.68	0.60	0.54	0.68
Strato 25	18.60	11.6	1.0	0.47	0.59	0.54	0.48	0.43	0.58
Strato 27	19.40	47.8	1.1	2.21	2.30	2.94	2.60	2.32	2.39
Strato 29	20.20	15.5	0.6	0.65	0.82	0.78	0.69	0.62	0.78
Strato 30	20.40	16.9	0.5	0.71	0.90	0.87	0.77	0.69	0.84
Strato 31	23.20	22.1	1.1	0.96	1.17	1.20	1.06	0.94	1.11
Strato 32	23.40	46.3	1.3	2.12	2.21	2.79	2.46	2.20	2.31
Strato 33	24.40	37.4	1.4	1.69	1.86	2.19	1.93	1.73	1.87
Strato 34	24.60	43.5	1.5	1.98	2.09	2.59	2.28	2.04	2.17
Strato 35	25.40	27.6	1.1	1.21	1.41	1.52	1.34	1.20	1.38
Strato 36	25.60	34.6	1.0	1.54	1.73	1.98	1.75	1.56	1.73
Strato 38	26.60	31.2	0.8	1.37	1.57	1.74	1.54	1.37	1.56
Strato 40	30.60	49.3	1.7	2.23	2.24	2.89	2.55	2.28	2.46

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 2	10.80	12.3	0.7	61.50	47.18	73.80	36.90
Strato 3	11.60	31.9	0.9	79.75	63.80	95.70	95.70
Strato 4	11.80	20.7	0.7	51.75	41.40	62.10	62.10
Strato 6	12.20	35.8	0.9	89.50	71.60	107.40	107.40
Strato 7	12.40	26.8	0.9	67.00	53.60	80.40	80.40
Strato 9	13.40	16.9	0.7	84.50	47.29	101.40	50.70
Strato 11	14.40	15.1	0.4	75.50	48.38	90.60	45.30
Strato 12	14.60	24.1	1.0	60.25	48.20	72.30	72.30
Strato 14	15.40	22.2	1.0	55.50	44.40	66.60	66.60
Strato 16	16.20	20.3	0.7	101.50	41.23	60.90	60.90
Strato 18	17.00	17.3	0.7	86.50	46.85	103.80	51.90
Strato 20	17.40	17.5	0.4	87.50	46.60	105.00	52.50
Strato 21	17.80	9.0	0.6	45.00	41.22	54.00	27.00
Strato 23	18.20	13.6	0.4	68.00	48.18	81.60	40.80
Strato 25	18.60	11.6	1.0	58.00	46.32	69.60	34.80
Strato 27	19.40	47.8	1.1	119.50	95.60	143.40	71.70
Strato 29	20.20	15.5	0.6	77.50	48.27	93.00	46.50
Strato 30	20.40	16.9	0.5	84.50	47.29	101.40	50.70
Strato 31	23.20	22.1	1.1	55.25	44.20	66.30	66.30
Strato 32	23.40	46.3	1.3	115.75	92.60	138.90	69.45
Strato 33	24.40	37.4	1.4	93.50	74.80	112.20	112.20
Strato 34	24.60	43.5	1.5	108.75	87.00	130.50	130.50
Strato 35	25.40	27.6	1.1	69.00	55.20	82.80	82.80
Strato 36	25.60	34.6	1.0	86.50	69.20	103.80	103.80
Strato 38	26.60	31.2	0.8	78.00	62.40	93.60	93.60
Strato 40	30.60	49.3	1.7	123.25	98.60	147.90	73.95

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 2	10.80	12.3	0.7	431.63	18.60
Strato 3	11.60	31.9	0.9	1148.25	47.70
Strato 4	11.80	20.7	0.7	726.38	31.20
Strato 6	12.20	35.8	0.9	1291.16	53.70
Strato 7	12.40	26.8	0.9	952.87	40.20
Strato 9	13.40	16.9	0.7	578.21	25.20
Strato 11	14.40	15.1	0.4	507.34	22.80
Strato 12	14.60	24.1	1.0	844.12	36.30
Strato 14	15.40	22.2	1.0	770.10	33.30
Strato 16	16.20	20.3	0.7	696.07	30.30

Strato 18	17.00	17.3	0.7	580.84	25.80
Strato 20	17.40	17.5	0.4	586.99	26.40
Strato 21	17.80	9.0	0.6	267.30	13.50
Strato 23	18.20	13.6	0.4	438.19	20.40
Strato 25	18.60	11.6	1.0	361.84	17.40
Strato 27	19.40	47.8	1.1	1716.34	71.70
Strato 29	20.20	15.5	0.6	502.99	23.40
Strato 30	20.40	16.9	0.5	554.14	25.20
Strato 31	23.20	22.1	1.1	743.55	33.30
Strato 32	23.40	46.3	1.3	1645.39	69.30
Strato 33	24.40	37.4	1.4	1309.16	56.10
Strato 34	24.60	43.5	1.5	1535.44	65.10
Strato 35	25.40	27.6	1.1	937.28	41.40
Strato 36	25.60	34.6	1.0	1197.86	51.90
Strato 38	26.60	31.2	0.8	1067.18	46.80
Strato 40	30.60	49.3	1.7	1730.51	73.80

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	10.80	12.3	0.7	9.68	< 5	5.67	10.03	5.27
Strato 3	11.60	31.9	0.9	29.91	22.29	26.81	30.43	13.26
Strato 4	11.80	20.7	0.7	< 5	5.43	11.03	17.49	5
Strato 5	12.00	48.7	0.7	41.19	36.36	40.08	41.81	23.55
Strato 6	12.20	35.8	0.9	32.23	24.7	29.15	32.78	14.22
Strato 7	12.40	26.8	0.9	23.79	13.7	18.84	24.26	5.41
Strato 8	13.20	68.1	0.8	49.83	46.95	50.1	50.52	30.98
Strato 9	13.40	16.9	0.7	< 5	< 5	5	10.13	5
Strato 10	14.20	53.7	0.8	42.21	36.62	40.47	42.84	22
Strato 11	14.40	15.1	0.4	< 5	< 5	5	6.06	5
Strato 12	14.60	24.1	1.0	< 5	6.19	11.96	19.29	5
Strato 13	15.20	60.5	0.8	44.69	39.26	43.03	45.34	23.19
Strato 15	16.00	78.5	0.9	51.46	47.6	50.91	52.17	29.13
Strato 16	16.20	20.3	0.7	< 5	< 5	5	13.09	5
Strato 17	16.80	41.3	0.6	32.6	22.95	27.82	33.15	9.27
Strato 18	17.00	17.3	0.7	< 5	< 5	5	7.92	5
Strato 19	17.20	24.5	0.5	< 5	< 5	9.15	17.75	5
Strato 20	17.40	17.5	0.4	< 5	< 5	5	7.97	5
Strato 22	18.00	47.5	0.3	35.63	26.28	31.02	36.21	10.97
Strato 23	18.20	13.6	0.4	< 5	< 5	5	5	5
Strato 24	18.40	22.6	0.4	< 5	< 5	5.05	14.65	5
Strato 26	19.20	101.0	1.0	56.39	52.6	55.79	57.14	31.01
Strato 27	19.40	47.8	1.1	34.84	24.67	29.6	35.41	8.92
Strato 28	19.60	82.8	1.1	50.32	44.52	48.24	51.02	24.36
Strato 29	20.20	15.5	0.6	< 5	< 5	5	5	5
Strato 30	20.40	16.9	0.5	< 5	< 5	5	5	5
Strato 32	23.40	46.3	1.3	< 5	18.76	24.26	31.96	5
Strato 33	24.40	37.4	1.4	< 5	10.22	16.28	25.46	5
Strato 34	24.60	43.5	1.5	< 5	15.05	20.84	29.42	5
Strato 35	25.40	27.6	1.1	< 5	< 5	5	16.09	5
Strato 36	25.60	34.6	1.0	< 5	5.62	12.03	22.29	5
Strato 37	26.20	79.6	1.1	45.32	35.73	40.32	45.97	14.69
Strato 38	26.60	31.2	0.8	< 5	< 5	7.72	18.88	5
Strato 39	30.40	108.6	1.1	52.85	44.65	48.8	53.57	20.77
Strato 40	30.60	49.3	1.7	< 5	13.97	20.08	29.99	5
Strato 41	35.00	152.5	1.2	60.56	53.4	57.18	61.34	26.33

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunouglu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	10.80	12.3	0.7	27.51	23.42	20.1	18.97	28.7	29.33	22.1	22.52
Strato 3	11.60	31.9	0.9	29.91	25.75	22.55	21.21	31.12	32.51	22.82	31.32
Strato 4	11.80	20.7	0.7	27.66	23.41	20.1	18.97	28.76	29.33	22.13	26.29
Strato 5	12.00	48.7	0.7	31.7	27.59	24.48	22.97	33.09	34.87	23.62	38.87
Strato 6	12.20	35.8	0.9	30.16	25.99	22.8	21.44	31.46	32.83	22.91	33.07
Strato 7	12.40	26.8	0.9	28.7	24.48	21.22	19.99	29.92	30.8	22.41	29.03
Strato 8	13.20	68.1	0.8	33.03	28.94	25.91	24.27	34.57	36.52	24.42	45
Strato 9	13.40	16.9	0.7	26.2	21.88	18.48	17.49	28.7	26.52	21.83	24.59
Strato 10	14.20	53.7	0.8	31.62	27.46	24.35	22.85	33.13	34.71	23.56	41.11
Strato 11	14.40	15.1	0.4	25.4	21.02	17.59	16.67	28.7	24.89	21.7	23.78
Strato 12	14.60	24.1	1.0	27.59	23.28	19.96	18.84	28.87	29.13	22.12	27.82
Strato 13	15.20	60.5	0.8	31.9	27.73	24.64	23.11	33.5	35.05	23.71	44.16
Strato 15	16.00	78.5	0.9	32.95	28.81	25.76	24.14	34.66	36.36	24.34	45
Strato 16	16.20	20.3	0.7	26.36	21.99	18.61	17.6	28.7	26.74	21.86	26.11
Strato 17	16.80	41.3	0.6	29.68	25.41	22.2	20.88	31.21	32.06	22.72	35.54
Strato 18	17.00	17.3	0.7	25.41	20.99	17.56	16.64	28.7	24.83	21.71	24.77
Strato 19	17.20	24.5	0.5	27.04	22.67	19.32	18.25	28.7	28.01	21.99	28
Strato 20	17.40	17.5	0.4	25.38	20.95	17.52	16.6	28.7	24.75	21.7	24.86
Strato 22	18.00	47.5	0.3	30.05	25.77	22.58	21.23	31.68	32.54	22.85	38.33
Strato 23	18.20	13.6	0.4	24	19.52	16.01	15.23	28.7	21.89	21.53	23.11
Strato 24	18.40	22.6	0.4	26.4	22	18.61	17.6	28.7	26.75	21.87	27.15
Strato 26	19.20	101.0	1.0	33.46	29.28	26.26	24.59	35.36	36.93	24.67	45
Strato 27	19.40	47.8	1.1	29.77	25.47	22.26	20.93	31.45	32.14	22.74	38.46
Strato 28	19.60	82.8	1.1	32.37	28.14	25.07	23.5	34.23	35.56	23.95	45
Strato 29	20.20	15.5	0.6	24.25	19.75	16.25	15.44	28.7	22.34	21.56	23.96
Strato 30	20.40	16.9	0.5	24.58	20.09	16.61	15.77	28.7	23.04	21.6	24.59
Strato 32	23.40	46.3	1.3	28.83	24.43	21.17	19.94	30.63	30.74	22.43	37.79
Strato 33	24.40	37.4	1.4	27.68	23.24	19.92	18.8	29.43	29.05	22.13	33.79
Strato 34	24.60	43.5	1.5	28.29	23.86	20.57	19.39	30.11	29.95	22.28	36.53
Strato 35	25.40	27.6	1.1	26.02	21.51	18.1	17.13	28.7	25.82	21.81	29.39
Strato 36	25.60	34.6	1.0	27.01	22.53	19.17	18.12	28.79	27.75	21.99	32.54
Strato 37	26.20	79.6	1.1	30.95	26.59	23.44	22.02	33	33.61	23.19	45
Strato 38	26.60	31.2	0.8	26.37	21.86	18.47	17.48	28.7	26.49	21.87	31.01
Strato 39	30.40	108.6	1.1	32.03	27.68	24.58	23.06	34.25	34.99	23.71	45
Strato 40	30.60	49.3	1.7	27.94	23.44	20.13	18.99	29.96	29.36	22.19	39.14
Strato 41	35.00	152.5	1.2	33.04	28.69	25.64	24.03	35.48	36.22	24.3	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	10.80	12.3	0.7	30.75	24.60	189.42
Strato 3	11.60	31.9	0.9	79.75	63.80	425.07
Strato 4	11.80	20.7	0.7	51.75	41.40	317.71
Strato 5	12.00	48.7	0.7	121.75	97.40	566.71
Strato 6	12.20	35.8	0.9	89.50	71.60	466.69
Strato 7	12.40	26.8	0.9	67.00	53.60	384.74
Strato 8	13.20	68.1	0.8	170.25	136.20	705.92
Strato 9	13.40	16.9	0.7	42.25	33.80	260.26
Strato 10	14.20	53.7	0.8	134.25	107.40	623.22
Strato 11	14.40	15.1	0.4	37.75	30.20	232.54
Strato 12	14.60	24.1	1.0	60.25	48.20	367.70
Strato 13	15.20	60.5	0.8	151.25	121.00	682.97
Strato 15	16.00	78.5	0.9	196.25	157.00	807.61
Strato 16	16.20	20.3	0.7	50.75	40.60	312.62
Strato 17	16.80	41.3	0.6	103.25	82.60	547.06

Strato 18	17.00	17.3	0.7	43.25	34.60	266.42
Strato 19	17.20	24.5	0.5	61.25	49.00	377.30
Strato 20	17.40	17.5	0.4	43.75	35.00	269.50
Strato 22	18.00	47.5	0.3	118.75	95.00	610.20
Strato 23	18.20	13.6	0.4	34.00	27.20	209.44
Strato 24	18.40	22.6	0.4	56.50	45.20	348.04
Strato 26	19.20	101.0	1.0	252.50	202.00	978.49
Strato 27	19.40	47.8	1.1	119.50	95.60	623.29
Strato 28	19.60	82.8	1.1	207.00	165.60	882.45
Strato 29	20.20	15.5	0.6	38.75	31.00	238.70
Strato 30	20.40	16.9	0.5	42.25	33.80	260.26
Strato 32	23.40	46.3	1.3	115.75	92.60	636.57
Strato 33	24.40	37.4	1.4	93.50	74.80	552.53
Strato 34	24.60	43.5	1.5	108.75	87.00	617.44
Strato 35	25.40	27.6	1.1	69.00	55.20	425.04
Strato 36	25.60	34.6	1.0	86.50	69.20	530.27
Strato 37	26.20	79.6	1.1	199.00	159.20	932.31
Strato 38	26.60	31.2	0.8	78.00	62.40	480.48
Strato 39	30.40	108.6	1.1	271.50	217.20	1155.72
Strato 40	30.60	49.3	1.7	123.25	98.60	706.15
Strato 41	35.00	152.5	1.2	381.25	305.00	1462.78

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT₀₂

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 2	1.00	55.1	1.7	2.66	2.71	3.67	3.24	2.89	2.75
Strato 3	3.40	12.2	0.6	0.57	0.85	0.79	0.69	0.62	0.61
Strato 5	4.00	17.1	0.5	0.80	1.13	1.09	0.96	0.86	0.86
Strato 6	10.00	12.3	0.7	0.55	0.79	0.73	0.65	0.58	0.62
Strato 7	10.20	39.5	1.3	1.85	2.10	2.51	2.21	1.98	1.98
Strato 8	10.60	40.0	1.7	1.87	2.11	2.54	2.24	2.00	2.00
Strato 9	10.80	26.5	0.7	1.22	1.53	1.63	1.44	1.29	1.32
Strato 10	11.20	17.1	0.9	0.76	1.03	1.00	0.88	0.79	0.86
Strato 11	11.80	41.4	1.0	1.94	2.15	2.61	2.31	2.06	2.07
Strato 13	12.40	33.8	0.9	1.56	1.84	2.10	1.85	1.66	1.69
Strato 14	12.60	25.8	1.0	1.18	1.48	1.56	1.38	1.23	1.29
Strato 16	13.20	22.4	0.9	1.01	1.30	1.33	1.17	1.05	1.12
Strato 17	13.40	18.9	0.5	0.84	1.10	1.09	0.96	0.86	0.94
Strato 19	14.20	23.5	1.2	1.06	1.34	1.39	1.23	1.10	1.18
Strato 21	24.80	27.7	1.5	1.22	1.44	1.56	1.37	1.23	1.39
Strato 22	25.00	55.5	2.0	2.55	2.49	3.38	2.98	2.67	2.78
Strato 23	26.20	22.2	1.3	0.94	1.12	1.15	1.01	0.91	1.11
Strato 24	26.60	42.2	1.0	1.90	2.02	2.47	2.18	1.95	2.11
Strato 26	27.60	43.9	1.7	1.98	2.07	2.57	2.27	2.03	2.20
Strato 27	27.80	31.9	1.0	1.40	1.58	1.77	1.56	1.39	1.59
Strato 29	28.20	44.0	1.1	1.98	2.07	2.57	2.27	2.03	2.20
Strato 31	29.00	36.3	1.1	1.61	1.76	2.05	1.80	1.61	1.81
Strato 33	32.80	66.6	1.5	3.05	2.74	4.01	3.54	3.17	3.33
Strato 34	33.00	42.6	1.7	1.89	1.96	2.41	2.13	1.90	2.13

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 2	1.00	55.1	1.7	137.75	110.20	165.30	82.65
Strato 3	3.40	12.2	0.6	61.00	47.07	73.20	36.60
Strato 5	4.00	17.1	0.5	85.50	47.08	102.60	51.30
Strato 6	10.00	12.3	0.7	61.50	47.18	73.80	36.90
Strato 7	10.20	39.5	1.3	98.75	79.00	118.50	118.50
Strato 8	10.60	40.0	1.7	100.00	80.00	120.00	120.00
Strato 9	10.80	26.5	0.7	66.25	53.00	79.50	79.50
Strato 10	11.20	17.1	0.9	85.50	47.08	102.60	51.30
Strato 11	11.80	41.4	1.0	103.50	82.80	124.20	124.20
Strato 13	12.40	33.8	0.9	84.50	67.60	101.40	101.40
Strato 14	12.60	25.8	1.0	64.50	51.60	77.40	77.40
Strato 16	13.20	22.4	0.9	56.00	44.80	67.20	67.20
Strato 17	13.40	18.9	0.5	94.50	44.36	113.40	56.70
Strato 19	14.20	23.5	1.2	58.75	47.00	70.50	70.50
Strato 21	24.80	27.7	1.5	69.25	55.40	83.10	83.10
Strato 22	25.00	55.5	2.0	138.75	111.00	166.50	83.25
Strato 23	26.20	22.2	1.3	55.50	44.40	66.60	66.60
Strato 24	26.60	42.2	1.0	105.50	84.40	126.60	126.60
Strato 26	27.60	43.9	1.7	109.75	87.80	131.70	131.70
Strato 27	27.80	31.9	1.0	79.75	63.80	95.70	95.70
Strato 29	28.20	44.0	1.1	110.00	88.00	132.00	132.00
Strato 31	29.00	36.3	1.1	90.75	72.60	108.90	108.90
Strato 33	32.80	66.6	1.5	166.50	133.20	199.80	99.90
Strato 34	33.00	42.6	1.7	106.50	85.20	127.80	127.80

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 2	1.00	55.1	1.7	2062.39	82.50
Strato 3	3.40	12.2	0.6	442.72	18.30
Strato 5	4.00	17.1	0.5	618.15	25.80
Strato 6	10.00	12.3	0.7	427.35	18.60
Strato 7	10.20	39.5	1.3	1436.81	59.40
Strato 8	10.60	40.0	1.7	1454.33	60.00
Strato 9	10.80	26.5	0.7	946.88	39.60
Strato 10	11.20	17.1	0.9	593.33	25.80
Strato 11	11.80	41.4	1.0	1502.66	62.10
Strato 13	12.40	33.8	0.9	1214.66	50.70
Strato 14	12.60	25.8	1.0	913.87	38.70
Strato 16	13.20	22.4	0.9	784.57	33.60
Strato 17	13.40	18.9	0.5	652.20	28.20
Strato 19	14.20	23.5	1.2	822.23	35.40
Strato 21	24.80	27.7	1.5	947.85	41.70
Strato 22	25.00	55.5	2.0	1981.31	83.40
Strato 23	26.20	22.2	1.3	729.90	33.30
Strato 24	26.60	42.2	1.0	1476.82	63.30
Strato 26	27.60	43.9	1.7	1536.64	66.00
Strato 27	27.80	31.9	1.0	1085.85	47.70
Strato 29	28.20	44.0	1.1	1538.06	66.00
Strato 31	29.00	36.3	1.1	1246.99	54.30
Strato 33	32.80	66.6	1.5	2368.05	99.90
Strato 34	33.00	42.6	1.7	1467.19	63.90

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	1.00	55.1	1.7	81.25	100	100	82.21	100
Strato 4	3.60	15.6	0.3	20.58	16.94	20.86	21.03	26.82
Strato 5	4.00	17.1	0.5	22.58	19.14	22.97	23.04	27.05
Strato 7	10.20	39.5	1.3	37.08	32.19	36.01	37.66	22.33
Strato 8	10.60	40.0	1.7	37.05	31.91	35.78	37.63	21.76
Strato 9	10.80	26.5	0.7	24.97	16.14	21.01	25.46	9.06
Strato 11	11.80	41.4	1.0	36.78	30.82	34.86	37.37	19.68
Strato 12	12.20	44.3	0.7	38.17	32.29	36.28	38.77	20.32
Strato 13	12.40	33.8	0.9	30.19	21.83	26.49	30.71	11.83
Strato 14	12.60	25.8	1.0	< 5	11.54	16.85	22.76	5
Strato 15	12.80	41.8	0.6	35.83	28.85	33.11	36.4	16.96
Strato 16	13.20	22.4	0.9	< 5	5.48	11.2	18.24	5
Strato 17	13.40	18.9	0.5	< 5	< 5	5	13.08	5
Strato 18	13.80	66.9	0.6	48.37	44.49	47.87	49.05	28.41
Strato 20	20.20	101.8	1.1	57.32	54.22	57.26	58.08	33.45
Strato 21	24.80	27.7	1.5	< 5	< 5	6.6	17.23	5
Strato 22	25.00	55.5	2.0	35.23	22.83	28.2	35.8	5.11
Strato 23	26.20	22.2	1.3	< 5	< 5	5	9.15	5
Strato 24	26.60	42.2	1.0	< 5	11.3	17.44	27.14	5
Strato 25	27.40	81.3	1.1	44.99	34.75	39.48	45.65	13.67
Strato 26	27.60	43.9	1.7	< 5	11.76	17.92	27.75	5
Strato 27	27.80	31.9	1.0	< 5	< 5	6.77	18.5	5
Strato 28	28.00	103.9	1.1	51.54	42.92	47.18	52.24	19.75
Strato 29	28.20	44.0	1.1	< 5	11.28	17.49	27.51	5
Strato 30	28.40	34.0	0.5	< 5	< 5	8.47	20.03	5
Strato 31	29.00	36.3	1.1	< 5	< 5	10.39	21.71	5
Strato 32	32.60	94.4	1.1	47.46	36.85	41.6	48.13	14.08
Strato 33	32.80	66.6	1.5	< 5	22.54	28.24	37.31	5
Strato 34	33.00	42.6	1.7	< 5	6.01	12.72	24.41	5
Strato 35	35.00	96.5	0.9	46.73	35.09	40.06	47.4	11.8

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durgunouglu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	1.00	55.1	1.7	43.87	40.96	38.53	35.8	42	45	42.5	41.74
Strato 4	3.60	15.6	0.3	29.96	26.04	22.86	21.49	30.37	32.9	22.89	24
Strato 5	4.00	17.1	0.5	30.21	26.28	23.12	21.72	30.68	33.21	22.98	24.68
Strato 7	10.20	39.5	1.3	31.28	27.19	24.07	22.59	32.51	34.37	23.42	34.74
Strato 8	10.60	40.0	1.7	31.22	27.12	23.99	22.52	32.47	34.28	23.38	34.96
Strato 9	10.80	26.5	0.7	29.13	24.95	21.71	20.44	30.26	31.44	22.54	28.9
Strato 11	11.80	41.4	1.0	30.99	26.86	23.72	22.27	32.31	33.95	23.27	35.59
Strato 12	12.20	44.3	0.7	31.15	27.01	23.87	22.41	32.52	34.14	23.34	36.89
Strato 13	12.40	33.8	0.9	29.76	25.56	22.36	21.03	31.06	32.26	22.76	32.18
Strato 14	12.60	25.8	1.0	28.39	24.15	20.87	19.67	29.62	30.35	22.32	28.58
Strato 15	12.80	41.8	0.6	30.65	26.48	23.32	21.9	32.04	33.46	23.11	35.77
Strato 16	13.20	22.4	0.9	27.57	23.28	19.96	18.84	28.77	29.13	22.11	27.06
Strato 17	13.40	18.9	0.5	26.66	22.34	18.97	17.94	28.7	27.4	21.92	25.49
Strato 18	13.80	66.9	0.6	32.64	28.52	25.46	23.86	34.23	36.02	24.16	45
Strato 20	20.20	101.8	1.1	33.72	29.56	26.56	24.87	35.59	37.26	24.87	45
Strato 21	24.80	27.7	1.5	26.36	21.88	18.49	17.5	28.7	26.54	21.87	29.44
Strato 22	25.00	55.5	2.0	29.27	24.86	21.62	20.35	31.2	31.32	22.56	41.92
Strato 23	26.20	22.2	1.3	24.75	20.18	16.71	15.87	28.7	23.23	21.62	26.97
Strato 24	26.60	42.2	1.0	27.7	23.22	19.9	18.78	29.58	29.02	22.13	35.95

Strato 25	27.40	81.3	1.1	30.76	26.38	23.21	21.81	32.87	33.33	23.1	45
Strato 26	27.60	43.9	1.7	27.73	23.24	19.92	18.8	29.65	29.05	22.14	36.71
Strato 27	27.80	31.9	1.0	26.16	21.62	18.21	17.24	28.7	26.03	21.83	31.32
Strato 28	28.00	103.9	1.1	31.8	27.44	24.33	22.83	34.01	34.69	23.59	45
Strato 29	28.20	44.0	1.1	27.64	23.15	19.82	18.71	29.58	28.88	22.12	36.76
Strato 30	28.40	34.0	0.5	26.38	21.83	18.44	17.45	28.7	26.44	21.87	32.27
Strato 31	29.00	36.3	1.1	26.63	22.09	18.71	17.69	28.7	26.93	21.91	33.3
Strato 32	32.60	94.4	1.1	30.91	26.49	23.34	21.92	33.16	33.48	23.16	45
Strato 33	32.80	66.6	1.5	28.98	24.48	21.22	19.99	31.16	30.81	22.46	45
Strato 34	33.00	42.6	1.7	26.8	22.23	18.86	17.83	28.84	27.19	21.94	36.13
Strato 35	35.00	96.5	0.9	30.59	26.13	22.95	21.57	32.91	33.01	23.01	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	1.00	55.1	1.7	137.75	110.20	220.40
Strato 4	3.60	15.6	0.3	39.00	31.20	217.89
Strato 5	4.00	17.1	0.5	42.75	34.20	234.32
Strato 7	10.20	39.5	1.3	98.75	79.00	479.42
Strato 8	10.60	40.0	1.7	100.00	80.00	486.83
Strato 9	10.80	26.5	0.7	66.25	53.00	372.67
Strato 11	11.80	41.4	1.0	103.50	82.80	509.29
Strato 12	12.20	44.3	0.7	110.75	88.60	537.15
Strato 13	12.40	33.8	0.9	84.50	67.60	452.26
Strato 14	12.60	25.8	1.0	64.50	51.60	377.07
Strato 15	12.80	41.8	0.6	104.50	83.60	524.09
Strato 16	13.20	22.4	0.9	56.00	44.80	343.67
Strato 17	13.40	18.9	0.5	47.25	37.80	291.06
Strato 18	13.80	66.9	0.6	167.25	133.80	713.23
Strato 20	20.20	101.8	1.1	254.50	203.60	966.45
Strato 21	24.80	27.7	1.5	69.25	55.40	426.58
Strato 22	25.00	55.5	2.0	138.75	111.00	735.95
Strato 23	26.20	22.2	1.3	55.50	44.40	341.88
Strato 24	26.60	42.2	1.0	105.50	84.40	617.98
Strato 25	27.40	81.3	1.1	203.25	162.60	961.78
Strato 26	27.60	43.9	1.7	109.75	87.80	640.45
Strato 27	27.80	31.9	1.0	79.75	63.80	491.26
Strato 28	28.00	103.9	1.1	259.75	207.80	1127.27
Strato 29	28.20	44.0	1.1	110.00	88.00	644.44
Strato 30	28.40	34.0	0.5	85.00	68.00	523.60
Strato 31	29.00	36.3	1.1	90.75	72.60	559.02
Strato 32	32.60	94.4	1.1	236.00	188.80	1092.96
Strato 33	32.80	66.6	1.5	166.50	133.20	885.46
Strato 34	33.00	42.6	1.7	106.50	85.20	650.88
Strato 35	35.00	96.5	0.9	241.25	193.00	1137.66

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT₀₃

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.20	0.1	1.0	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Strato 3	0.80	12.1	0.9	0.58	0.87	0.80	0.70	0.63	0.61
Strato 5	1.40	14.8	0.7	0.70	1.03	0.97	0.86	0.77	0.74
Strato 7	11.20	16.4	0.9	0.75	1.05	1.01	0.89	0.80	0.82
Strato 8	11.40	33.7	0.8	1.56	1.85	2.10	1.86	1.66	1.69
Strato 10	11.80	33.7	1.7	1.56	1.85	2.10	1.85	1.66	1.69
Strato 12	12.40	26.8	0.8	1.23	1.53	1.63	1.44	1.29	1.34
Strato 13	12.60	24.8	1.0	1.13	1.43	1.49	1.32	1.18	1.24
Strato 14	13.00	26.3	0.7	1.20	1.50	1.59	1.40	1.26	1.31
Strato 16	13.60	20.9	1.0	0.94	1.21	1.22	1.08	0.97	1.04
Strato 18	14.80	19.1	0.7	0.85	1.10	1.09	0.96	0.86	0.96
Strato 19	15.00	29.1	0.9	1.33	1.60	1.75	1.54	1.38	1.46
Strato 20	15.20	38.2	1.3	1.76	1.99	2.35	2.08	1.86	1.91
Strato 21	15.60	27.2	0.9	1.23	1.51	1.62	1.43	1.28	1.36
Strato 22	16.00	22.7	0.8	1.01	1.28	1.31	1.16	1.04	1.14
Strato 23	16.40	27.3	0.7	1.23	1.50	1.61	1.42	1.27	1.36
Strato 24	16.60	23.3	0.9	1.04	1.30	1.34	1.18	1.06	1.16
Strato 25	17.40	33.2	0.8	1.51	1.76	2.00	1.76	1.58	1.66
Strato 27	18.00	30.5	0.9	1.38	1.63	1.80	1.59	1.42	1.52
Strato 29	20.00	18.8	0.7	0.80	1.01	1.00	0.88	0.79	0.94
Strato 30	20.40	18.4	0.5	0.78	0.98	0.97	0.85	0.76	0.92
Strato 31	24.60	26.6	1.4	1.17	1.39	1.48	1.31	1.17	1.33
Strato 32	24.80	45.5	1.4	2.07	2.16	2.71	2.39	2.14	2.28
Strato 33	25.40	33.2	1.4	1.47	1.67	1.89	1.67	1.49	1.66
Strato 34	25.80	53.6	1.8	2.46	2.43	3.24	2.86	2.56	2.68
Strato 35	27.60	30.9	1.5	1.36	1.54	1.71	1.51	1.35	1.54
Strato 36	27.80	48.9	1.7	2.22	2.25	2.90	2.56	2.29	2.45
Strato 37	28.20	39.0	1.5	1.74	1.88	2.24	1.97	1.76	1.95

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.20	0.1	1.0	0.80	0.66	1.50	0.30
Strato 3	0.80	12.1	0.9	60.50	46.96	72.60	36.30
Strato 5	1.40	14.8	0.7	74.00	48.42	88.80	44.40
Strato 7	11.20	16.4	0.9	82.00	47.74	98.40	49.20
Strato 8	11.40	33.7	0.8	84.25	67.40	101.10	101.10
Strato 10	11.80	33.7	1.7	84.25	67.40	101.10	101.10
Strato 12	12.40	26.8	0.8	67.00	53.60	80.40	80.40
Strato 13	12.60	24.8	1.0	62.00	49.60	74.40	74.40
Strato 14	13.00	26.3	0.7	65.75	52.60	78.90	78.90
Strato 16	13.60	20.9	1.0	52.25	41.80	62.70	62.70
Strato 18	14.80	19.1	0.7	95.50	43.97	114.60	57.30
Strato 19	15.00	29.1	0.9	72.75	58.20	87.30	87.30
Strato 20	15.20	38.2	1.3	95.50	76.40	114.60	114.60
Strato 21	15.60	27.2	0.9	68.00	54.40	81.60	81.60
Strato 22	16.00	22.7	0.8	56.75	45.40	68.10	68.10
Strato 23	16.40	27.3	0.7	68.25	54.60	81.90	81.90

Strato 24	16.60	23.3	0.9	58.25	46.60	69.90	69.90
Strato 25	17.40	33.2	0.8	83.00	66.40	99.60	99.60
Strato 27	18.00	30.5	0.9	76.25	61.00	91.50	91.50
Strato 29	20.00	18.8	0.7	94.00	44.55	112.80	56.40
Strato 30	20.40	18.4	0.5	92.00	45.26	110.40	55.20
Strato 31	24.60	26.6	1.4	66.50	53.20	79.80	79.80
Strato 32	24.80	45.5	1.4	113.75	91.00	136.50	68.25
Strato 33	25.40	33.2	1.4	83.00	66.40	99.60	99.60
Strato 34	25.80	53.6	1.8	134.00	107.20	160.80	80.40
Strato 35	27.60	30.9	1.5	77.25	61.80	92.70	92.70
Strato 36	27.80	48.9	1.7	122.25	97.80	146.70	73.35
Strato 37	28.20	39.0	1.5	97.50	78.00	117.00	117.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.20	0.1	1.0	3.15	0.30
Strato 3	0.80	12.1	0.9	448.99	18.30
Strato 5	1.40	14.8	0.7	546.68	22.20
Strato 7	11.20	16.4	0.9	582.37	24.60
Strato 8	11.40	33.7	0.8	1214.51	50.70
Strato 10	11.80	33.7	1.7	1213.01	50.70
Strato 12	12.40	26.8	0.8	952.13	40.20
Strato 13	12.60	24.8	1.0	876.37	37.20
Strato 14	13.00	26.3	0.7	931.50	39.30
Strato 16	13.60	20.9	1.0	726.82	31.20
Strato 18	14.80	19.1	0.7	656.21	28.80
Strato 19	15.00	29.1	0.9	1029.15	43.80
Strato 20	15.20	38.2	1.3	1369.61	57.30
Strato 21	15.60	27.2	0.9	955.95	40.80
Strato 22	16.00	22.7	0.8	785.70	34.20
Strato 23	16.40	27.3	0.7	956.70	40.80
Strato 24	16.60	23.3	0.9	805.58	34.80
Strato 25	17.40	33.2	0.8	1174.95	49.80
Strato 27	18.00	30.5	0.9	1070.47	45.60
Strato 29	20.00	18.8	0.7	624.26	28.20
Strato 30	20.40	18.4	0.5	608.25	27.60
Strato 31	24.60	26.6	1.4	907.20	39.90
Strato 32	24.80	45.5	1.4	1607.66	68.40
Strato 33	25.40	33.2	1.4	1144.87	49.80
Strato 34	25.80	53.6	1.8	1907.93	80.40
Strato 35	27.60	30.9	1.5	1052.48	46.20
Strato 36	27.80	48.9	1.7	1723.69	73.50
Strato 37	28.20	39.0	1.5	1351.20	58.50

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	0.60	55.1	0.9	86.74	100	100	87.75	100
Strato 4	1.00	53.1	0.3	73.51	96.05	93.59	74.4	100
Strato 5	1.40	14.8	0.7	32.98	41.31	42.56	33.53	55.66
Strato 6	1.60	30.3	0.3	50.1	61.39	61.68	50.79	69.64
Strato 7	11.20	16.4	0.9	16.49	8.33	13.23	16.9	10
Strato 8	11.40	33.7	0.8	31.11	23.62	28.08	31.64	14.26
Strato 9	11.60	71.7	1.4	52.35	50.84	53.66	53.07	35.37
Strato 10	11.80	33.7	1.7	30.68	22.81	27.36	31.21	13.21
Strato 11	12.20	39.8	0.8	35.11	28.33	32.57	35.68	17.22

Strato 12	12.40	26.8	0.8	23.58	13.31	18.5	24.05	5.17
Strato 13	12.60	24.8	1.0	< 5	10.1	15.49	21.63	5
Strato 14	13.00	26.3	0.7	< 5	11.69	17.01	23.01	5
Strato 15	13.20	28.9	0.6	24.95	14.61	19.78	25.43	5.45
Strato 17	13.80	29.9	0.5	25.38	14.82	20.03	25.86	5.1
Strato 18	14.80	19.1	0.7	< 5	< 5	5	12.52	5
Strato 19	15.00	29.1	0.9	< 5	12	17.46	24.11	5
Strato 20	15.20	38.2	1.3	31.19	21.62	26.5	31.73	9.31
Strato 21	15.60	27.2	0.9	< 5	8.7	14.39	21.73	5
Strato 22	16.00	22.7	0.8	< 5	< 5	7.62	16.21	5
Strato 23	16.40	27.3	0.7	< 5	7.6	13.42	21.18	5
Strato 24	16.60	23.3	0.9	< 5	< 5	7.57	16.4	5
Strato 25	17.40	33.2	0.8	< 5	13.58	19.09	26.16	5
Strato 26	17.80	46.5	0.8	34.81	25.09	29.93	35.38	10.37
Strato 27	18.00	30.5	0.9	< 5	9.27	15.09	23.08	5
Strato 28	19.80	79.5	1.0	49.14	42.99	46.81	49.83	23.64
Strato 29	20.00	18.8	0.7	< 5	< 5	5	7.82	5
Strato 30	20.40	18.4	0.5	< 5	< 5	5	7.03	5
Strato 31	24.60	26.6	1.4	< 5	< 5	5.37	16.17	5
Strato 32	24.80	45.5	1.4	< 5	15.93	21.7	30.3	5
Strato 33	25.40	33.2	1.4	< 5	< 5	10.5	21.04	5
Strato 34	25.80	53.6	1.8	< 5	20.99	26.49	34.49	5
Strato 35	27.60	30.9	1.5	< 5	< 5	6.6	18.13	5
Strato 36	27.80	48.9	1.7	< 5	15.6	21.53	30.78	5
Strato 37	28.20	39.0	1.5	< 5	7.02	13.48	24.14	5
Strato 38	35.00	135.5	1.2	57.43	49.51	53.51	58.19	23.74

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Durgunoughlu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	0.60	55.1	0.9	45	42.88	40.54	37.64	42	45	39.93	41.74
Strato 4	1.00	53.1	0.3	41.57	38.44	35.88	33.38	41.45	45	38.34	40.84
Strato 5	1.40	14.8	0.7	34.11	30.63	27.68	25.89	33.78	38.5	25.51	23.65
Strato 6	1.60	30.3	0.3	36.52	33.05	30.22	28.21	36.59	41.14	28.28	30.6
Strato 7	11.20	16.4	0.9	28.45	24.37	21.1	19.88	29.17	30.65	22.35	24.36
Strato 8	11.40	33.7	0.8	30.06	25.9	22.71	21.35	31.31	32.7	22.87	32.13
Strato 9	11.60	71.7	1.4	33.61	29.57	26.56	24.87	35.12	37.27	24.86	45
Strato 10	11.80	33.7	1.7	29.92	25.75	22.55	21.2	31.19	32.51	22.82	32.13
Strato 11	12.20	39.8	0.8	30.63	26.47	23.31	21.9	31.97	33.45	23.1	34.87
Strato 12	12.40	26.8	0.8	28.64	24.41	21.14	19.92	29.86	30.7	22.39	29.03
Strato 13	12.60	24.8	1.0	28.2	23.95	20.67	19.48	29.41	30.08	22.27	28.14
Strato 14	13.00	26.3	0.7	28.39	24.14	20.86	19.66	29.64	30.34	22.32	28.81
Strato 15	13.20	28.9	0.6	28.75	24.51	21.25	20.02	30.05	30.85	22.43	29.98
Strato 17	13.80	29.9	0.5	28.75	24.49	21.23	20	30.07	30.82	22.42	30.43
Strato 18	14.80	19.1	0.7	26.44	22.1	18.72	17.7	28.7	26.94	21.88	25.58
Strato 19	15.00	29.1	0.9	28.31	24.02	20.73	19.54	29.68	30.17	22.3	30.07
Strato 20	15.20	38.2	1.3	29.56	25.3	22.09	20.78	31.03	31.92	22.68	34.15
Strato 21	15.60	27.2	0.9	27.85	23.53	20.22	19.08	29.22	29.49	22.18	29.21
Strato 22	16.00	22.7	0.8	26.87	22.52	19.16	18.1	28.7	27.72	21.96	27.19
Strato 23	16.40	27.3	0.7	27.66	23.32	20	18.87	29.06	29.19	22.13	29.26
Strato 24	16.60	23.3	0.9	26.82	22.45	19.09	18.04	28.7	27.6	21.95	27.46
Strato 25	17.40	33.2	0.8	28.4	24.07	20.79	19.6	29.9	30.25	22.32	31.91
Strato 26	17.80	46.5	0.8	29.88	25.59	22.39	21.06	31.51	32.3	22.79	37.88
Strato 27	18.00	30.5	0.9	27.79	23.43	20.12	18.98	29.3	29.35	22.16	30.69
Strato 28	19.80	79.5	1.0	32.16	27.93	24.85	23.3	34.02	35.3	23.83	45
Strato 29	20.00	18.8	0.7	25.03	20.55	17.09	16.21	28.7	23.95	21.66	25.44
Strato 30	20.40	18.4	0.5	24.87	20.38	16.91	16.05	28.7	23.62	21.64	25.26
Strato 31	24.60	26.6	1.4	26.19	21.71	18.32	17.33	28.7	26.22	21.84	28.94

Strato 32	24.80	45.5	1.4	28.38	23.94	20.65	19.47	30.23	30.06	22.3	37.43
Strato 33	25.40	33.2	1.4	26.79	22.3	18.93	17.9	28.7	27.32	21.94	31.91
Strato 34	25.80	53.6	1.8	29.01	24.58	21.33	20.09	30.94	30.94	22.48	41.07
Strato 35	27.60	30.9	1.5	26.18	21.65	18.25	17.27	28.7	26.09	21.83	30.87
Strato 36	27.80	48.9	1.7	28.23	23.75	20.46	19.29	30.18	29.8	22.26	38.96
Strato 37	28.20	39.0	1.5	27.09	22.58	19.22	18.16	28.98	27.83	22	34.51
Strato 38	35.00	135.5	1.2	32.55	28.18	25.11	23.54	34.93	35.6	23.99	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	0.60	55.1	0.9	137.75	110.20	220.40
Strato 4	1.00	53.1	0.3	132.75	106.20	237.57
Strato 5	1.40	14.8	0.7	37.00	29.60	163.43
Strato 6	1.60	30.3	0.3	75.75	60.60	261.59
Strato 7	11.20	16.4	0.9	41.00	32.80	246.01
Strato 8	11.40	33.7	0.8	84.25	67.40	443.68
Strato 9	11.60	71.7	1.4	179.25	143.40	709.77
Strato 10	11.80	33.7	1.7	84.25	67.40	446.96
Strato 11	12.20	39.8	0.8	99.50	79.60	501.50
Strato 12	12.40	26.8	0.8	67.00	53.60	386.00
Strato 13	12.60	24.8	1.0	62.00	49.60	366.74
Strato 14	13.00	26.3	0.7	65.75	52.60	383.91
Strato 15	13.20	28.9	0.6	72.25	57.80	411.73
Strato 17	13.80	29.9	0.5	74.75	59.80	425.23
Strato 18	14.80	19.1	0.7	47.75	38.20	294.14
Strato 19	15.00	29.1	0.9	72.75	58.20	423.70
Strato 20	15.20	38.2	1.3	95.50	76.40	512.09
Strato 21	15.60	27.2	0.9	68.00	54.40	406.80
Strato 22	16.00	22.7	0.8	56.75	45.40	349.58
Strato 23	16.40	27.3	0.7	68.25	54.60	411.90
Strato 24	16.60	23.3	0.9	58.25	46.60	358.82
Strato 25	17.40	33.2	0.8	83.00	66.40	477.10
Strato 26	17.80	46.5	0.8	116.25	93.00	604.00
Strato 27	18.00	30.5	0.9	76.25	61.00	454.07
Strato 28	19.80	79.5	1.0	198.75	159.00	861.88
Strato 29	20.00	18.8	0.7	47.00	37.60	289.52
Strato 30	20.40	18.4	0.5	46.00	36.80	283.36
Strato 31	24.60	26.6	1.4	66.50	53.20	409.64
Strato 32	24.80	45.5	1.4	113.75	91.00	641.02
Strato 33	25.40	33.2	1.4	83.00	66.40	511.28
Strato 34	25.80	53.6	1.8	134.00	107.20	722.59
Strato 35	27.60	30.9	1.5	77.25	61.80	475.86
Strato 36	27.80	48.9	1.7	122.25	97.80	690.86
Strato 37	28.20	39.0	1.5	97.50	78.00	591.15
Strato 38	35.00	135.5	1.2	338.75	271.00	1362.97

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT₀₄

TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.20	0.1	1.3	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Strato 3	1.00	40.1	0.9	1.93	2.22	2.66	2.35	2.10	2.00
Strato 4	1.40	26.8	0.9	1.28	1.66	1.77	1.56	1.40	1.34
Strato 6	3.20	13.7	0.7	0.64	0.94	0.88	0.78	0.70	0.68
Strato 7	3.40	19.6	0.5	0.92	1.27	1.26	1.12	1.00	0.98
Strato 8	10.80	13.8	0.8	0.62	0.88	0.83	0.73	0.65	0.69
Strato 9	11.00	33.5	1.0	1.56	1.85	2.09	1.85	1.65	1.68
Strato 11	11.60	48.2	1.3	2.26	2.39	3.07	2.71	2.42	2.41
Strato 13	13.20	20.6	0.8	0.92	1.20	1.21	1.07	0.95	1.03
Strato 15	13.80	39.4	1.1	1.83	2.05	2.45	2.16	1.94	1.97
Strato 16	14.20	22.5	0.9	1.01	1.29	1.32	1.16	1.04	1.12
Strato 18	16.40	12.1	0.6	0.50	0.66	0.61	0.54	0.48	0.61
Strato 20	17.60	42.5	1.1	1.96	2.13	2.61	2.30	2.06	2.12
Strato 22	18.00	18.5	1.0	0.80	1.02	1.00	0.89	0.79	0.92
Strato 23	18.20	32.6	0.8	1.48	1.72	1.94	1.71	1.53	1.63
Strato 25	20.20	22.4	0.6	0.98	1.21	1.24	1.09	0.98	1.12
Strato 26	20.80	22.2	0.9	0.97	1.19	1.22	1.07	0.96	1.11
Strato 27	21.00	19.9	0.6	0.85	1.06	1.06	0.93	0.83	0.99
Strato 28	24.60	26.9	1.5	1.18	1.40	1.50	1.32	1.18	1.34
Strato 29	24.80	38.5	1.1	1.73	1.90	2.25	1.98	1.77	1.92
Strato 30	25.00	37.5	1.3	1.68	1.85	2.18	1.92	1.72	1.88
Strato 32	25.40	45.6	1.1	2.07	2.16	2.71	2.39	2.14	2.28
Strato 33	25.60	41.6	1.7	1.88	2.01	2.44	2.15	1.93	2.08
Strato 34	26.00	38.1	1.2	1.71	1.87	2.20	1.95	1.74	1.90
Strato 35	27.40	30.9	1.5	1.36	1.54	1.71	1.51	1.35	1.54
Strato 36	28.20	47.2	1.3	2.14	2.19	2.78	2.46	2.20	2.36

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.20	0.1	1.3	0.80	0.66	1.50	0.30
Strato 3	1.00	40.1	0.9	100.25	80.20	120.30	120.30
Strato 4	1.40	26.8	0.9	67.00	53.60	80.40	80.40
Strato 6	3.20	13.7	0.7	68.50	48.22	82.20	41.10
Strato 7	3.40	19.6	0.5	98.00	42.91	117.60	58.80
Strato 8	10.80	13.8	0.8	69.00	48.26	82.80	41.40
Strato 9	11.00	33.5	1.0	83.75	67.00	100.50	100.50
Strato 11	11.60	48.2	1.3	120.50	96.40	144.60	72.30
Strato 13	13.20	20.6	0.8	51.50	41.20	61.80	61.80
Strato 15	13.80	39.4	1.1	98.50	78.80	118.20	118.20
Strato 16	14.20	22.5	0.9	56.25	45.00	67.50	67.50
Strato 18	16.40	12.1	0.6	60.50	46.96	72.60	36.30
Strato 20	17.60	42.5	1.1	106.25	85.00	127.50	127.50
Strato 22	18.00	18.5	1.0	92.50	45.09	111.00	55.50
Strato 23	18.20	32.6	0.8	81.50	65.20	97.80	97.80
Strato 25	20.20	22.4	0.6	56.00	44.80	67.20	67.20
Strato 26	20.80	22.2	0.9	55.50	44.40	66.60	66.60
Strato 27	21.00	19.9	0.6	99.50	42.22	119.40	59.70

Strato 28	24.60	26.9	1.5	67.25	53.80	80.70	80.70
Strato 29	24.80	38.5	1.1	96.25	77.00	115.50	115.50
Strato 30	25.00	37.5	1.3	93.75	75.00	112.50	112.50
Strato 32	25.40	45.6	1.1	114.00	91.20	136.80	68.40
Strato 33	25.60	41.6	1.7	104.00	83.20	124.80	124.80
Strato 34	26.00	38.1	1.2	95.25	76.20	114.30	114.30
Strato 35	27.40	30.9	1.5	77.25	61.80	92.70	92.70
Strato 36	28.20	47.2	1.3	118.00	94.40	141.60	70.80

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.20	0.1	1.3	3.15	0.30
Strato 3	1.00	40.1	0.9	1497.26	60.00
Strato 4	1.40	26.8	0.9	996.22	40.20
Strato 6	3.20	13.7	0.7	496.35	20.40
Strato 7	3.40	19.6	0.5	712.27	29.40
Strato 8	10.80	13.8	0.8	481.91	20.70
Strato 9	11.00	33.5	1.0	1207.76	50.40
Strato 11	11.60	48.2	1.3	1757.10	72.30
Strato 13	13.20	20.6	0.8	717.07	30.90
Strato 15	13.80	39.4	1.1	1419.08	59.10
Strato 16	14.20	22.5	0.9	783.75	33.60
Strato 18	16.40	12.1	0.6	388.95	18.30
Strato 20	17.60	42.5	1.1	1521.79	63.60
Strato 22	18.00	18.5	1.0	620.36	27.60
Strato 23	18.20	32.6	0.8	1148.40	48.90
Strato 25	20.20	22.4	0.6	758.77	33.60
Strato 26	20.80	22.2	0.9	749.40	33.30
Strato 27	21.00	19.9	0.6	661.65	29.70
Strato 28	24.60	26.9	1.5	917.02	40.20
Strato 29	24.80	38.5	1.1	1344.86	57.60
Strato 30	25.00	37.5	1.3	1306.54	56.40
Strato 32	25.40	45.6	1.1	1608.79	68.40
Strato 33	25.60	41.6	1.7	1457.96	62.40
Strato 34	26.00	38.1	1.2	1325.47	57.00
Strato 35	27.40	30.9	1.5	1052.02	46.20
Strato 36	28.20	47.2	1.3	1659.00	70.80

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	0.80	100.1	1.3	99.83	100	100	100	100
Strato 3	1.00	40.1	0.9	64.85	84.5	82.8	65.67	91.38
Strato 4	1.40	26.8	0.9	49.11	61.63	61.69	49.79	71.17
Strato 5	1.60	35.3	0.7	53.74	65.66	65.75	54.47	72.62
Strato 7	3.40	19.6	0.5	26.69	24.58	28.06	27.19	33.54
Strato 9	11.00	33.5	1.0	31.16	23.81	28.25	31.69	14.9
Strato 10	11.20	81.7	1.0	56.28	56.03	58.51	57.02	39.91
Strato 11	11.60	48.2	1.3	40.95	36.09	39.82	41.56	23.97
Strato 12	12.40	74.3	0.9	52.65	50.79	53.67	53.36	34.87
Strato 13	13.20	20.6	0.8	< 5	< 5	8.32	15.84	5
Strato 14	13.40	43.9	0.7	36.48	29.23	33.54	37.06	16.77
Strato 15	13.80	39.4	1.1	33.12	24.73	29.34	33.67	13
Strato 16	14.20	22.5	0.9	< 5	< 5	9.45	17.23	5
Strato 17	14.40	20.1	0.4	< 5	< 5	5.14	13.74	5
Strato 18	16.40	12.1	0.6	< 5	< 5	5	5	5

Strato 19	17.40	55.8	0.8	40.47	32.66	36.99	41.08	16.75
Strato 20	17.60	42.5	1.1	32.31	21.9	26.93	32.85	7.94
Strato 21	17.80	44.5	0.6	33.47	23.3	28.26	34.02	8.92
Strato 23	18.20	32.6	0.8	< 5	11.4	17.11	24.83	5
Strato 24	19.80	79.9	0.8	49.2	43.02	46.84	49.89	23.61
Strato 25	20.20	22.4	0.6	< 5	< 5	5	12.76	5
Strato 26	20.80	22.2	0.9	< 5	< 5	5	12.18	5
Strato 27	21.00	19.9	0.6	< 5	< 5	5	8.78	5
Strato 28	24.60	26.9	1.5	< 5	< 5	5.37	16.26	5
Strato 29	24.80	38.5	1.1	< 5	9.73	15.88	25.46	5
Strato 30	25.00	37.5	1.3	< 5	8.54	14.78	24.59	5
Strato 31	25.20	35.6	0.7	< 5	6.44	12.81	22.99	5
Strato 32	25.40	45.6	1.1	< 5	15.3	21.14	29.98	5
Strato 33	25.60	41.6	1.7	< 5	11.72	17.79	27.23	5
Strato 34	26.00	38.1	1.2	< 5	8.18	14.48	24.54	5
Strato 35	27.40	30.9	1.5	< 5	< 5	6.49	18.07	5
Strato 36	28.20	47.2	1.3	< 5	14.08	20.11	29.65	5
Strato 37	35.00	154.2	1.3	61.04	54.13	57.85	61.83	27.38

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Durgunoughlu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	0.80	100.1	1.3	45	44.48	42.23	39.18	42	45	25.63	45
Strato 3	1.00	40.1	0.9	40.01	36.81	34.17	31.82	39.83	44.87	34.77	35
Strato 4	1.40	26.8	0.9	36.72	33.31	30.5	28.47	36.63	41.42	28.6	29.03
Strato 5	1.60	35.3	0.7	37.03	33.57	30.76	28.71	37.19	41.68	29.01	32.85
Strato 7	3.40	19.6	0.5	30.94	27.04	23.91	22.45	31.44	34.18	23.32	25.8
Strato 9	11.00	33.5	1.0	30.1	25.94	22.76	21.39	31.33	32.77	22.89	32.04
Strato 10	11.20	81.7	1.0	34.31	30.29	27.32	25.56	35.84	38.1	25.43	45
Strato 11	11.60	48.2	1.3	31.67	27.56	24.45	22.94	33.05	34.83	23.61	38.64
Strato 12	12.40	74.3	0.9	33.56	29.49	26.48	24.8	35.11	37.18	24.81	45
Strato 13	13.20	20.6	0.8	27.16	22.87	19.53	18.44	28.7	28.37	22.02	26.25
Strato 14	13.40	43.9	0.7	30.65	26.46	23.3	21.89	32.09	33.44	23.11	36.71
Strato 15	13.80	39.4	1.1	30.04	25.82	22.63	21.28	31.46	32.61	22.86	34.69
Strato 16	14.20	22.5	0.9	27.23	22.91	19.57	18.48	28.7	28.45	22.04	27.1
Strato 17	14.40	20.1	0.4	26.61	22.26	18.89	17.86	28.7	27.25	21.91	26.02
Strato 18	16.40	12.1	0.6	23.91	19.45	15.94	15.16	28.7	21.75	21.52	22.43
Strato 19	17.40	55.8	0.8	30.9	26.66	23.51	22.08	32.57	33.7	23.2	42.05
Strato 20	17.60	42.5	1.1	29.46	25.16	21.94	20.65	31.07	31.73	22.64	36.08
Strato 21	17.80	44.5	0.6	29.64	25.34	22.12	20.81	31.26	31.97	22.7	36.98
Strato 23	18.20	32.6	0.8	28.06	23.7	20.4	19.24	29.6	29.73	22.23	31.64
Strato 24	19.80	79.9	0.8	32.16	27.93	24.84	23.3	34.02	35.29	23.83	45
Strato 25	20.20	22.4	0.6	25.85	21.39	17.97	17.02	28.7	25.59	21.78	27.06
Strato 26	20.80	22.2	0.9	25.7	21.23	17.81	16.87	28.7	25.28	21.76	26.97
Strato 27	21.00	19.9	0.6	25.09	20.6	17.14	16.26	28.7	24.05	21.67	25.94
Strato 28	24.60	26.9	1.5	26.18	21.69	18.29	17.31	28.7	26.17	21.83	29.08
Strato 29	24.80	38.5	1.1	27.56	23.1	19.77	18.66	29.36	28.79	22.1	34.29
Strato 30	25.00	37.5	1.3	27.4	22.93	19.59	18.5	29.2	28.48	22.07	33.84
Strato 31	25.20	35.6	0.7	27.11	22.63	19.28	18.21	28.9	27.94	22.01	32.98
Strato 32	25.40	45.6	1.1	28.27	23.82	20.53	19.36	30.14	29.9	22.27	37.47
Strato 33	25.60	41.6	1.7	27.79	23.33	20.01	18.88	29.64	29.2	22.16	35.68
Strato 34	26.00	38.1	1.2	27.31	22.83	19.49	18.41	29.15	28.3	22.05	34.11
Strato 35	27.40	30.9	1.5	26.16	21.63	18.23	17.25	28.7	26.05	21.83	30.87
Strato 36	28.20	47.2	1.3	28.02	23.54	20.23	19.08	29.97	29.5	22.21	38.19
Strato 37	35.00	154.2	1.3	33.15	28.8	25.76	24.14	35.58	36.36	24.37	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	0.80	100.1	1.3	250.25	200.20	400.40
Strato 3	1.00	40.1	0.9	100.25	80.20	234.99
Strato 4	1.40	26.8	0.9	67.00	53.60	230.60
Strato 5	1.60	35.3	0.7	88.25	70.60	286.66
Strato 7	3.40	19.6	0.5	49.00	39.20	255.79
Strato 9	11.00	33.5	1.0	83.75	67.00	440.28
Strato 10	11.20	81.7	1.0	204.25	163.40	757.88
Strato 11	11.60	48.2	1.3	120.50	96.40	562.46
Strato 12	12.40	74.3	0.9	185.75	148.60	735.96
Strato 13	13.20	20.6	0.8	51.50	41.20	317.24
Strato 14	13.40	43.9	0.7	109.75	87.80	548.42
Strato 15	13.80	39.4	1.1	98.50	78.80	513.48
Strato 16	14.20	22.5	0.9	56.25	45.00	346.50
Strato 17	14.40	20.1	0.4	50.25	40.20	309.54
Strato 18	16.40	12.1	0.6	30.25	24.20	186.34
Strato 19	17.40	55.8	0.8	139.50	111.60	674.11
Strato 20	17.60	42.5	1.1	106.25	85.00	568.31
Strato 21	17.80	44.5	0.6	111.25	89.00	587.58
Strato 23	18.20	32.6	0.8	81.50	65.20	477.00
Strato 24	19.80	79.9	0.8	199.75	159.80	865.92
Strato 25	20.20	22.4	0.6	56.00	44.80	344.96
Strato 26	20.80	22.2	0.9	55.50	44.40	341.88
Strato 27	21.00	19.9	0.6	49.75	39.80	306.46
Strato 28	24.60	26.9	1.5	67.25	53.80	414.26
Strato 29	24.80	38.5	1.1	96.25	77.00	571.05
Strato 30	25.00	37.5	1.3	93.75	75.00	561.57
Strato 31	25.20	35.6	0.7	89.00	71.20	542.09
Strato 32	25.40	45.6	1.1	114.00	91.20	645.88
Strato 33	25.60	41.6	1.7	104.00	83.20	607.09
Strato 34	26.00	38.1	1.2	95.25	76.20	572.20
Strato 35	27.40	30.9	1.5	77.25	61.80	475.86
Strato 36	28.20	47.2	1.3	118.00	94.40	675.45
Strato 37	35.00	154.2	1.3	385.50	308.40	1465.58

c. Indagini di laboratorio

c.1 Consistenza dei dati

Le prove geotecniche complessivamente disponibili consistono di 4 campioni prelevati da 2 sondaggi a carotaggio continuo. Le prove includono tutte le analisi di caratterizzazione fisica (granulometria, limiti di plasticità e contenuto naturale d'acqua) e di resistenza al taglio (di taglio diretto e triassiale).

I campioni indisturbati con campionatore a parete semplice "Shelby", sono stati prelevati alle seguenti profondità e hanno la seguente denominazione:

Campioni indisturbati	Profondità	Unità Litotecnica
S1-C1	2.00 - 2.40	A
S1-C2	7.50 - 8.10	A
S2-C1	4.00 - 4.60	A
S2-C2	11.50 - 12.00	B

La tabella seguente illustra la consistenza del dataset in termini di numero di prove disponibili:

Unità Litotecniche	N° Campioni	Peso di Volume	Analisi granulometriche	Limiti Atterberg	Contenuto Naturale W	TD-CD Picco	TX-CIU
Argille e argille limose a bassa- consistenza con livelli organici (A)	3	3	3	3	3	2	1
Limi sabbiosi e sabbie limose sciolte intercalati a livelli argilloso-limosi a media consistenza (B)	1	0	1	1	1	1	0
Totale	4	3	4	4	4	3	1

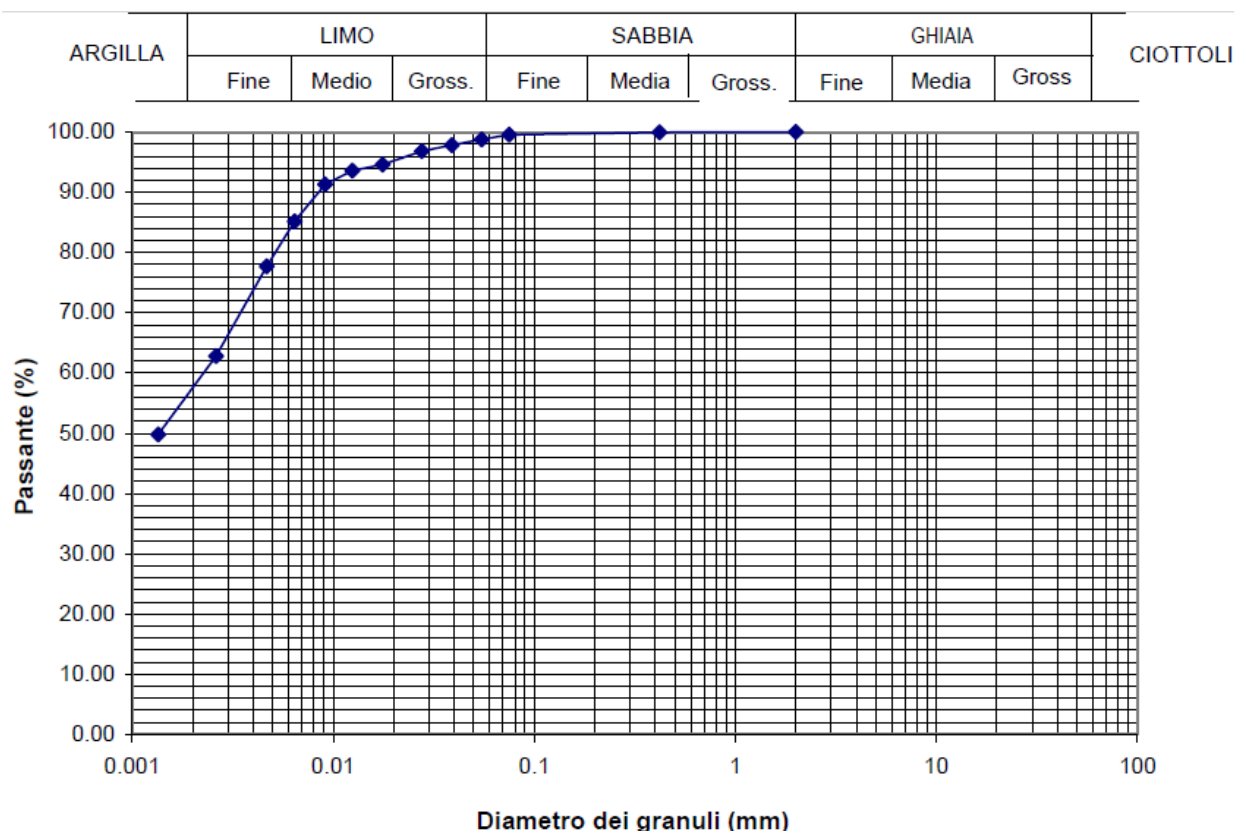
con: TD-CD Picco = Prove di taglio diretto consolidata e drenata con sola determinazione dei parametri di picco;; TX-CIU = Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata

Nelle sezioni seguenti saranno descritti i risultati ottenuti dall'analisi critica di tali dati.

c2. Granulometrie

L'analisi dei campioni prelevati dall'unità litotecnica "A" evidenzia che si tratta di un'argilla di colore variabile da oliva a grigio scuro. La percentuale della frazione fine, per i tre campioni (S1-C1, S2-C1 e S1-C2), passante il vaglio 200 (0.075 mm) oscilla tra il 92 ed il 99%.

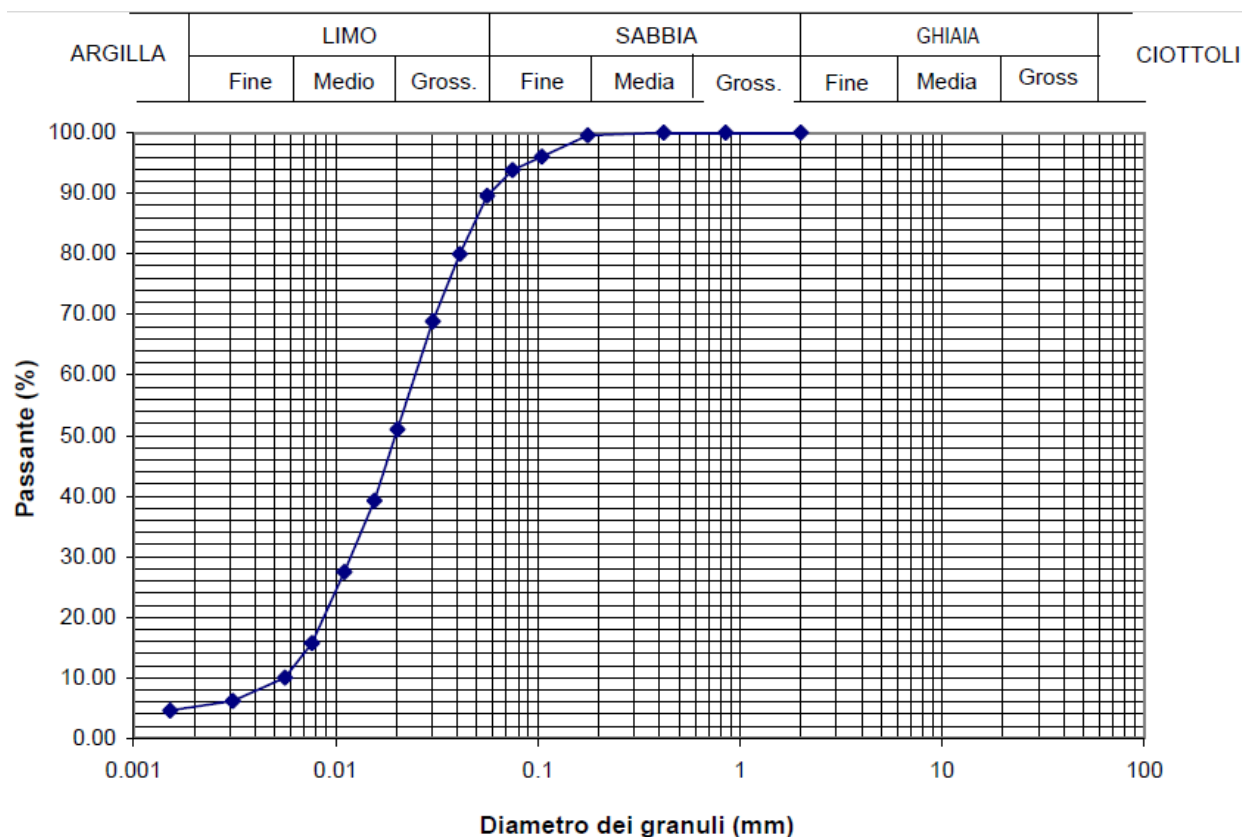
Si riporta la curva granulometrica ricavata dal campione S1-C2:



e sulla base di queste indicazioni i terreni vengono classificati come Argille inorganiche o Argille organiche e limi organici (AGI, 1977).

L'analisi granulometrica condotta sul campione prelevato dall'unità litotecnica B, evidenzia che si tratta di un limo argilloso debolmente sabbioso con intercalazioni sabbiose limose fini.

Si riporta la curva granulometrica ricavata dal campione S1-C2:



Ai fini della valutazione della suscettibilità alla liquefazione del materiale è stato valutato il coefficiente di uniformità del campione:

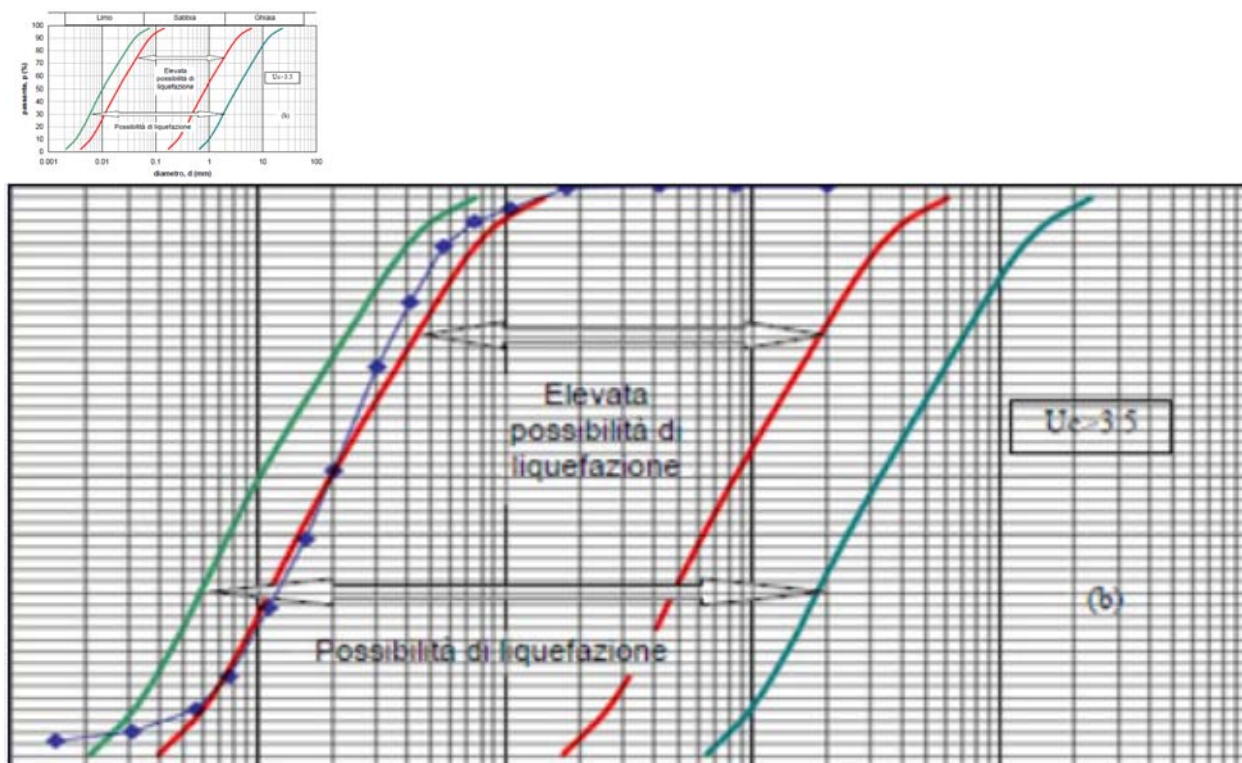
$$U = D_{60} / D_{10}$$

D_{60} = diametro corrispondente al 60 % del passante

D_{10} = diametro corrispondente al 10 % del passante

$$U = 0.025 / 0.006 = 4.16$$

Essendo il coefficiente di uniformità $U > 3.5$ allora si deve utilizzare la fascia granulometrica estesa e quindi dalla sovrapposizione della curva stessa con le fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno, si può vedere come il materiale rientra in parte nella zona suscettibile alla liquefazione (vedi figura sotto).



Sovrapposizione tra le fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno, per i terreni a granulometria estesa, con il fuso granulometrico (in blu) del campione S2-C2.

c3. Limiti di plasticità

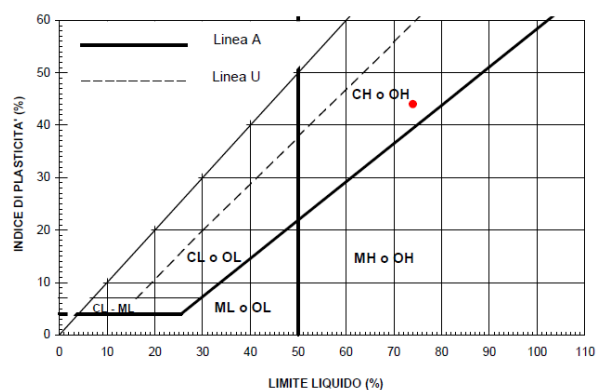
Tutti i campioni dell'unità litotecnica A mostrano elevati valori di plasticità. I punti sperimentali ricadono nel campo delle CH o OH ovvero delle "Argille inorganiche di alta plasticità o Argille organiche di media o alta plasticità o Limi organici" dell'abaco di Casagrande.

Campione S1-C1: $W_l=65\%$ e $I_p=39$

Campione S1-C2: $W_l=65\%$ e $I_p=37$

Campione S2-C1: $W_l=74\%$ e $I_p=44$

CARTA DI PLASTICITA' - U.S.C.S.



Carta di Plasticità di Casagrande.

c4. Parametri di resistenza del materiale

Le resistenze di picco in condizioni drenate e non drenate sono state ottenute da prove di taglio diretto TD-CD e prove triassiali TX - CIU. Le prove hanno riguardato i campioni prelevati, a differenti profondità dell'unità litotecnica A.

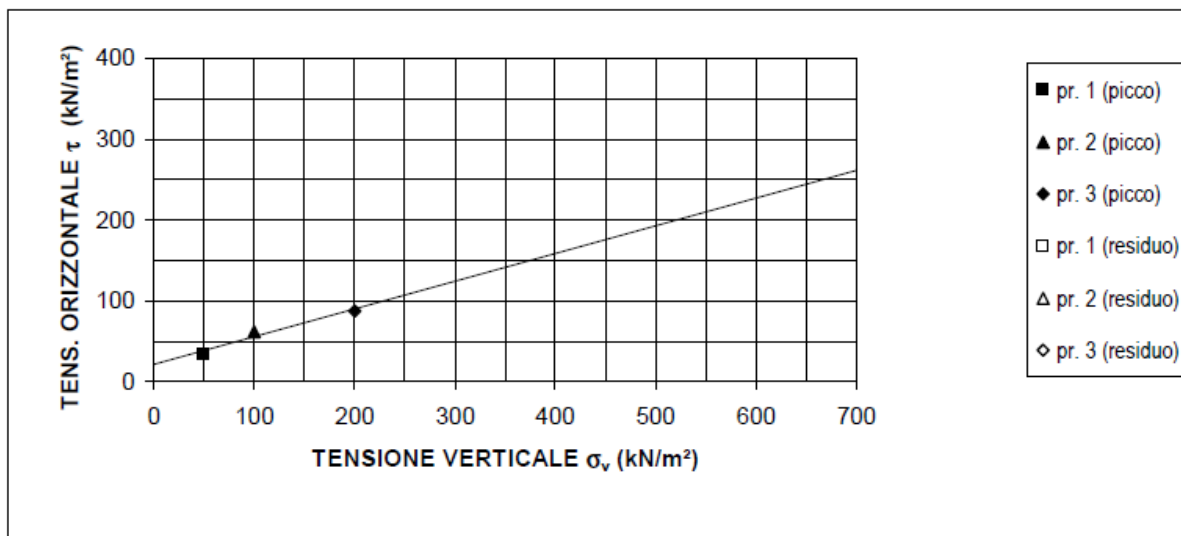
Vengono di seguito riportati i valori delle prove desunte:

Sondaggio	z (m)	Unità litotecnica	c'_{pk} (kPa)	φ'_{pk} (°)	c_{pk} (kPa) tensioni totali	φ_k (°) tensioni totali	Prova
S1	2.00	A	21.12	18.97			TD-CD
S1	7.50	A	5.06	19.55			TD-CD
S2	4.00	A	23.79	18.91	26.61	11.92	TX-CIU

Nelle figure successive si riportano sul piano di Mohr i risultati delle prove di taglio diretto (con rispettiva interpolazione) e della prova triassiale dei valori di picco ricavati.

Campione S1-C1 - Unità Litotecnica A

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA': 2.00 ÷ 2.40 m

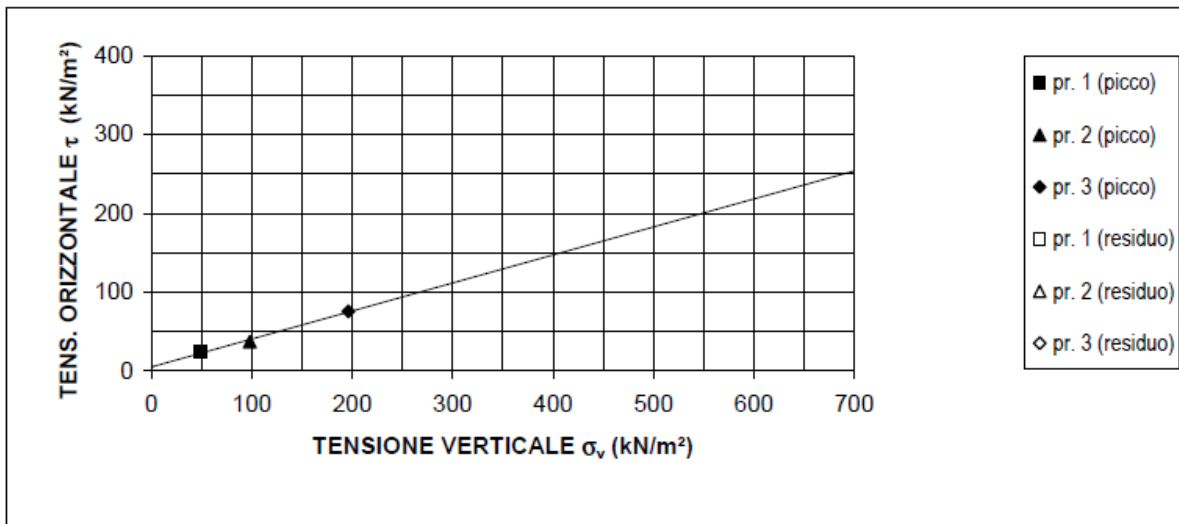


Risultati della regressione lineare			
	Valori di picco		Valori residui
Intercetta sull' asse y	=	21.12 kN/m²	= - kN/m²
inclinazione retta	=	18.97 ° sess.	= - ° sess.

Piano di Mohr, risultati delle prove di taglio diretto sui campioni dell'unità litotecnica A (in nero la linea di interpolazione).

Campione S1-C2 - Unità Litotecnica A

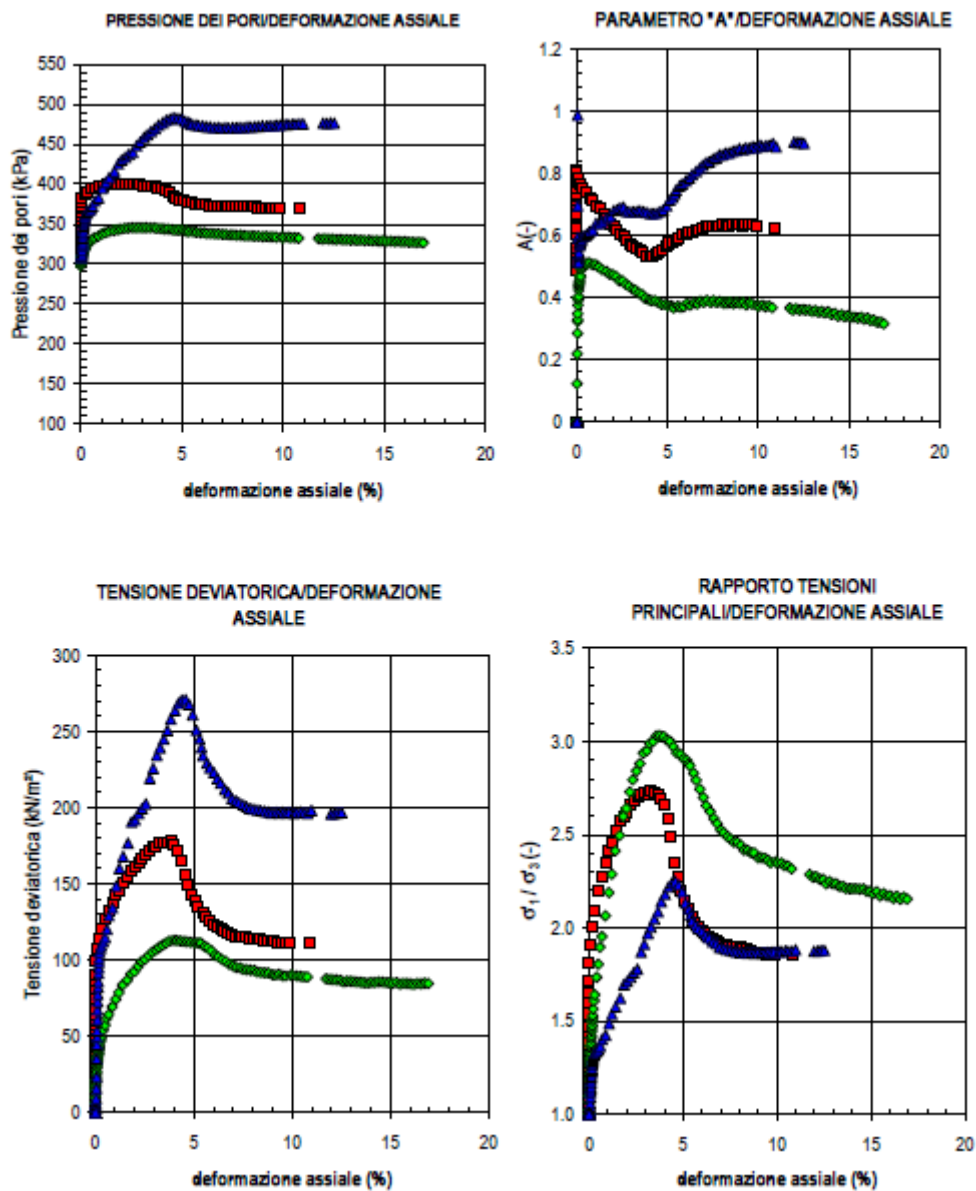
SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C 2 PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m



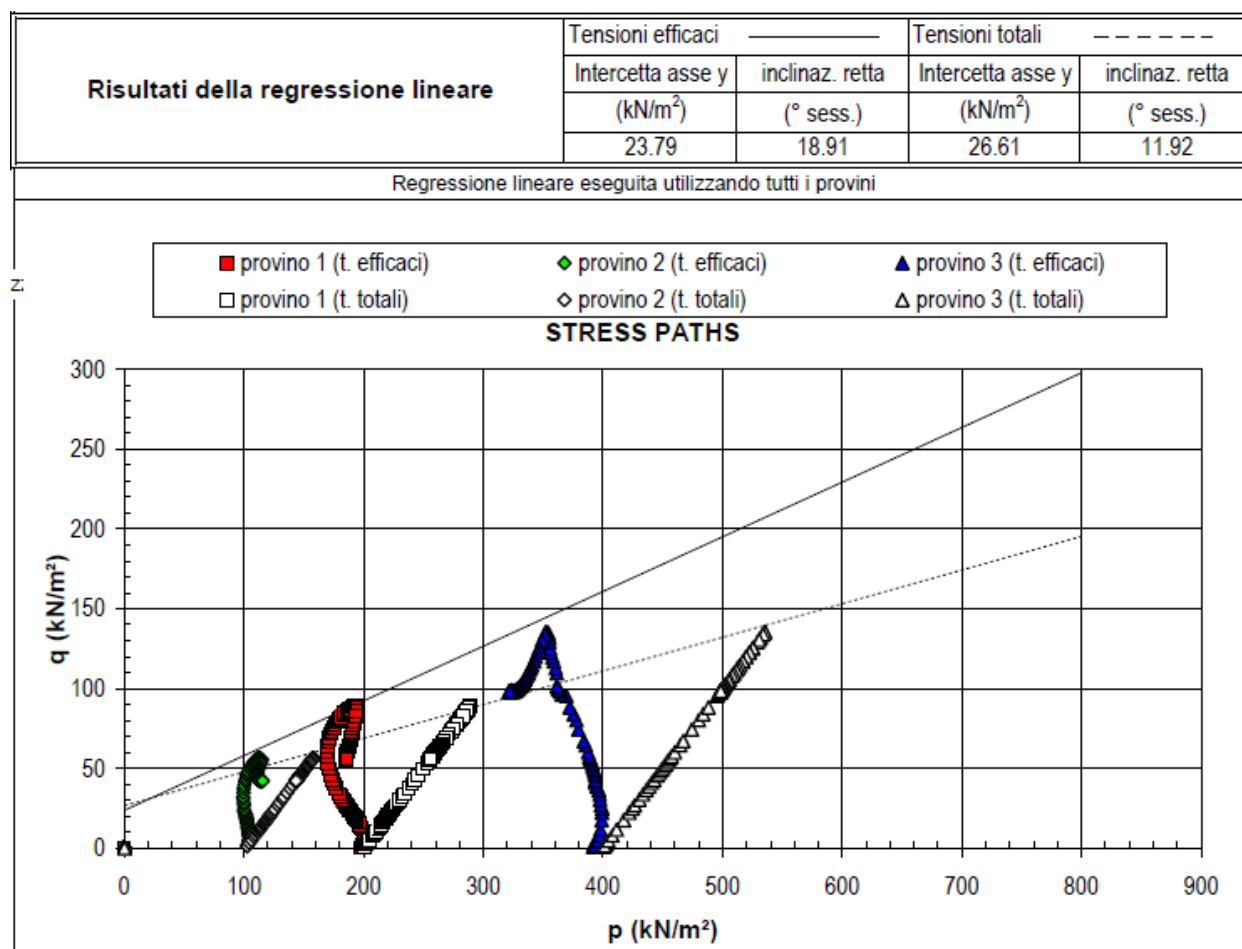
	Risultati della regressione lineare			
	Valori di picco		Valori residui	
Intercetta sull' asse y	=	5.06 kN/m²	=	- kN/m²
inclinazione retta	=	19.55 ° sess.	=	- ° sess.

Piano di Mohr, risultati delle prove di taglio diretto sui campioni dell'unità litotecnica A (in nero la linea di interpolazione).

Campione S2-C1 - Unità Litotecnica A



Valori di Pressione dei pori (Δ_u – KPa) e del coefficiente A di Skempton in funzione della deformazione assiale (ε - %) e della tensione deviatorica.



Andamento degli Stress-path e valori di picco, in termini di tensioni efficaci e totali, del materiale.

I dati ottenuti dalla prova triassiale TX-CIU mostrano che il campione presenta un andamento di variazione della pressione dei pori simile a quello di un terreno normalconsolidato. I valori di Δu a rottura sono tipici di questi materiali e l'indice A di Skempton comunque presenta un valore medio senza mai raggiungere valori negativi.

Infine sulla base delle indicazioni emerse dall'analisi delle indagini geognostiche e delle prove penetrometriche statiche e delle indagini di laboratorio si è provveduto a caratterizzare e parametrizzare, dal punto di vista geotecnico, i terreni di fondazione.

In virtù delle considerazioni sopra esposte risulta che i parametrici geotecnici caratteristici per i materiali presenti sono i seguenti:

- In termini di parametri di resistenza:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale e Litotecnica	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	C_{uk} (kPa)
0 - 1.0/1.5	Materiale di riporto	/	/	/	/	/
1.0/1.5 – 9.2	Argille e argille limose a bassa-consistenza con livelli organici (A)	13.5	17.5	1	16	50
9.2 – 20.0	Limi sabbiosi e sabbie limose sciolte intercalati a livelli argilloso-limosi a media consistenza (B)	16	19	2	22	/
20.0 – 28.0	Argille e argille limose a media bassa-consistenza (C)	16	19	2	18	/
28.0 – 35.0	Sabbie addensate (D)	19	20	0	32	

- In termini di parametri di deformabilità:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale e Litotecnica	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)
0 - 1.0/1.5	Materiale di riporto	/	/	/	/
1.0/1.5 – 9.2	Argille e argille limose a bassa-consistenza con livelli organici (A)	13.5	17.5	0.45	3000
9.2 – 20.0	Limi sabbiosi e sabbie limose sciolte intercalati a livelli argilloso-limosi a media consistenza (B)	16	19	0.40	8000
20.0 – 27.0	Argille e argille limose a media bassa-consistenza (C)	16	19	0.42	5000
27.0 – 35.0	Sabbie addensate (D)	19	20	0.37	35000

9. CALCOLO DELLE RESISTENZE DI PROGETTO

Per ogni SLU si deve verificare che l'effetto delle azioni di progetto (E_d = Domanda) sia non superiore alla Resistenza di progetto (R_d = Capacità)

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$$E_d = E \left\{ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right\} \quad \text{e} \quad R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left\{ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right\}$$

con l'introduzione dei coefficienti di sicurezza parziali, specializzati e differenziati, nella definizione sia della domanda sia della capacità e rispettivamente:

γ_F : riguardo alle azioni

γ_M : riguardo ai materiali

γ_R : riguardo alla capacità

Gli approcci progettuali da seguire sono i seguenti:

- Approccio 1:

Combinazione 1 – (A1+M1+R1) - STR

Combinazione 2 – (A2+M2+R2) - GEO

- Approccio 2:

Combinazione – (A1+M1+R3) - STR+GEO

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 – (A2+M2+R2) mentre le rimanenti verifiche devono essere effettuate seguendo almeno uno dei due approcci.

Gli stati limiti ultimi nelle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso che mobilitano la resistenza ultima del terreno (GEO) o la resistenza ultima degli elementi strutturali (STR)''

Le verifiche agli stati limiti ultimi nelle fondazioni superficiali devono essere effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - Collasso per carico limite terreno-fondazione
 - Collasso per slittamento sul piano di posa
 - Stabilità globale nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza strutturale

I valori di A1, A2, M1, M2, R1, R2 ed R3 si determinano in base alle seguenti tabelle:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Dal capitolo 8 si evince che i parametri caratteristici dei terreni di fondazione sono i seguenti:

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	C_{uk} (kPa)
0 - 1.0/1.5	Materiale di riporto	/	/	/	/	/
1.0/1.5 – 9.2	Argille e argille limose a bassa-consistenza con livelli organici	13.5	17.5	1	16	50
9.2 – 20.0	Limi sabbiosi e sabbie limose sciolte intercalati a livelli argilloso-limosi a media consistenza	16	19	2	22	/
20.0 – 28.0	Argille e argille limose a media bassa-consistenza	16	19	2	18	/
28.0 – 35.0	Sabbie addensate	19	20	0	32	

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo Elastico E' (kPa)
0 - 1.0/1.5	Materiale di riporto	/	/	/	/
1.0/1.5 – 9.2	Argille e argille limose a bassa-consistenza con livelli organici	13.5	17.5	0.45	3000
9.2 – 20.0	Limi sabbiosi e sabbie limose sciolte intercalati a livelli argilloso-limosi a media consistenza	16	19	0.40	8000
20.0 – 27.0	Argille e argille limose a media bassa-consistenza	16	19	0.42	5000
27.0 – 35.0	Sabbie addensate	19	20	0.37	35000

Si è proceduto alla determinazione dei valori teorici del carico limite ultimo Qult (SLU) con l'ausilio del programma di calcolo "Loadcap 2012 - rel. 610" della ditta GEOSTRU sas.

Per la determinazione dei valori teorici del carico limite ultimo (Qult) e delle resistenze di progetto (Rd) sono stati considerati entrambi gli approcci in condizioni drenate secondo la fondazione a plinto così schematizzata:

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	5.6 m
Lunghezza fondazione	5.6 m
Profondità piano di posa	1.5 m
Profondità falda	3.0

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.252
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	1.5
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.357
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0605
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.4303

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	75.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45.0	0.47	2.49	0.27
S.L.D.	75.0	0.61	2.5	0.28
S.L.V.	712.0	1.73	2.56	0.27
S.L.C.	1462.0	2.29	2.49	0.28

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.705	0.2	0.0144	0.0072
S.L.D.	0.915	0.2	0.0187	0.0093
S.L.V.	2.4722	0.24	0.0605	0.0303
S.L.C.	3.094	0.28	0.0883	0.0442

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]]	Gams [kN/m ³]]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]]	c Corr. [kN/m ²]]	cu [kN/m ²]]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
9.2	13.5	17.5	16.0	16	1.0	1.0	0.0	3000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.8	16.0	19.0	22.0	22	2.0	2.0	0.0	8000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.0	16.0	19.0	18.0	18	2.0	2.0	0.0	5000.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.0	19.0	20.0	32.0	32	0.0	0.0	0.0	35000.0	0.0	0.0	0.0	0.0

APPROCCIO 1 - GEO

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	A2+M2+R2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	Sisma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
4	S.L.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
5	S.L.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	1	1

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 3684.87 kN/m³

A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.77
Fattore forma [Sc]	1.33
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0

Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.23
Fattore profondità [Dq]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	113.19 kN/m ²
Resistenza di progetto	62.88 kN/m ²
=====	

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.61
Fattore [Nc]	11.36
Fattore [Ng]	1.94
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	135.15 kN/m ²
Resistenza di progetto	75.08 kN/m ²
=====	

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.73
Fattore forma [Sc]	1.32
Fattore profondità [Dc]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.16
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.16
Fattore profondità [Dg]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	117.93 kN/m ²
Resistenza di progetto	65.52 kN/m ²
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	1.95
Fattore forma [Sc]	1.33
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.23
Fattore profondità [Dq]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	136.1 kN/m ²
Resistenza di progetto	75.61 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.77
Fattore forma [Sc]	1.32
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.22
Fattore profondità [Dq]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	115.21 kN/m ²
Resistenza di progetto	64.01 kN/m ²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.77
Fattore forma [Sc]	1.33
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.23
Fattore profondità [Dq]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	100.33 kN/m ²
Resistenza di progetto	55.74 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.61
Fattore [Nc]	11.36
Fattore [Ng]	1.94
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	92.12 kN/m ²
Resistenza di progetto	51.18 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.73
Fattore forma [Sc]	1.32
Fattore profondità [Dc]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0

Fattore forma [Sq]	1.16
Fattore profondità [Dq]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.16
Fattore profondità [Dg]	1.03
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	93.6 kN/m ²
Resistenza di progetto	52.0 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	1.95
Fattore forma [Sc]	1.33
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.23
Fattore profondità [Dq]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	103.66 kN/m ²
Resistenza di progetto	57.59 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.77
Fattore forma [Sc]	1.32
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.22
Fattore profondità [Dq]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	100.22 kN/m ²
Resistenza di progetto	55.68 kN/m ²
=====	

APPROCCIO 2 - GEO

arichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 5156.07 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====	
Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.43
Fattore forma [Sc]	1.37
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.29
Fattore profondità [Dq]	1.08

Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	167.73 kN/m ²
Resistenza di progetto	72.92 kN/m ²
=====	

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.92
Fattore [Nc]	13.68
Fattore [Ng]	2.94
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	193.95 kN/m ²
Resistenza di progetto	84.33 kN/m ²
=====	

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.37
Fattore forma [Sc]	1.35
Fattore profondità [Dc]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.18
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.18
Fattore profondità [Dg]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	178.2 kN/m ²
Resistenza di progetto	77.48 kN/m ²
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	3.06
Fattore forma [Sc]	1.37
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.29
Fattore profondità [Dq]	1.08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	199.43 kN/m ²
Resistenza di progetto	86.71 kN/m ²
=====	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.43
Fattore forma [Sc]	1.36
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.28
Fattore profondità [Dq]	1.08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	171.15 kN/m ²
Resistenza di progetto	74.41 kN/m ²
=====	

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.43
Fattore forma [Sc]	1.37
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.29
Fattore profondità [Dq]	1.08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	143.93 kN/m ²
Resistenza di progetto	62.58 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.92
Fattore [Nc]	13.68
Fattore [Ng]	2.94
Fattore forma [Sc]	1.3
Fattore forma [Sg]	0.8
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	128.9 kN/m ²
Resistenza di progetto	56.04 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.37
Fattore forma [Sc]	1.35
Fattore profondità [Dc]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.18
Fattore profondità [Dq]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0

Fattore forma [Sg]	1.18
Fattore profondità [Dg]	1.04
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	131.91 kN/m ²
Resistenza di progetto	57.35 kN/m ²
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	3.06
Fattore forma [Sc]	1.37
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.29
Fattore profondità [Dq]	1.08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	148.68 kN/m ²
Resistenza di progetto	64.64 kN/m ²
=====	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.43
Fattore forma [Sc]	1.36
Fattore profondità [Dc]	1.11
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.28
Fattore profondità [Dq]	1.08
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.15
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	143.39 kN/m ²
Resistenza di progetto	62.34 kN/m ²
=====	

Pertanto riassumendo i valori delle resistenze di progetto sono:

Resistenze di progetto - Rd (SLU) - Approccio 1

Autore	Approccio 1	
	Comb 2 - A2+M2+R2 (kN/m ²)	Comb - Sisma (kN/m ²)
Hansen	62.88	55.74
Terzaghi	75.08	51.18
Meyerhof	65.52	52.0
Vesic	75.61	57.59
Brich - Hansen	64.01	55.68

Resistenze di progetto - Rd (SLU) - Approccio 2

Autore	Approccio 2	
	Comb - A1+M1+R3 (kN/m ²)	Comb - Sisma (kN/m ²)
Hansen	72.92	62.58
Terzaghi	84.33	56.04
Meyerhof	77.48	57.35
Vesic	86.71	64.64
Brich - Hansen	74.41	62.34

10. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

a. Cenni generali

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs. Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) *Metodo di Seed e Idriss (1982);*
- 2) *Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);*
- 3) *Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);*
- 4) *Metodo di Finn (1985);*
- 5) *Metodo di Cortè (1985);*
- 6) *Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);*
- 7) *Metodo di Andrus e Stokoe (1998);*
- 8) *Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);*
- 9) *Metodo basato sull'NTC 2008.*

Seed e Idriss (1971b) per poter determinare gli sforzi di taglio indotti dal sisma propongono una semplice procedura basata sull'ipotesi di terreno omogeneo. Ipotizzando la propagazione verticale di onde sismiche di taglio, una colonna di terreno di altezza z (Fig. 1) si muove rigidamente in direzione orizzontale e pertanto lo sforzo di taglio massimo alla profondità z è dato da:

$$(1.1) \tau_{\max} = \frac{a_g}{g} \times \gamma z$$

dove a_g è l'accelerazione massima in superficie, g l'accelerazione di gravità e γ il peso di volume secco del terreno.

Poiché nella realtà il terreno è deformabile, lo sforzo di taglio è minore che nell'ipotesi di corpo rigido e quindi bisogna introdurre un coefficiente riduttivo r_d . Normalizzando con la pressione verticale effettiva e riferendosi ad un valore medio τ_{av} anziché ad un valore massimo τ_{max} si ottiene:

$$(1.2) \frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d$$

espressione valida per sismi di magnitudo 7.5. Per magnitudo diverse bisogna dividere per il fattore correttivo **MSF** (Magnitudo Scaling Factor):

$$(1.3) CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

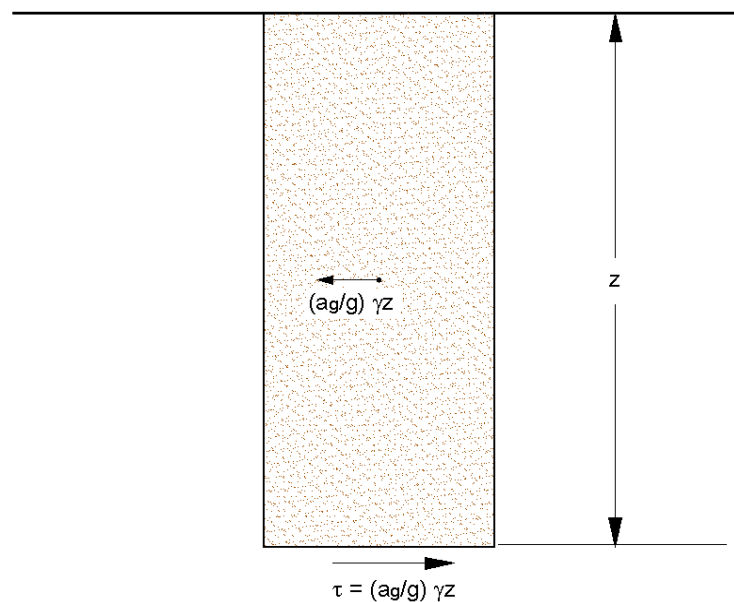


Figura 1 – Sforzo di taglio indotto dal terremoto ad una determinata quota

Il 'metodo di Seed e Idriss' (1982) è il più noto e utilizzato dei metodi semplificati e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, il numero dei colpi nella prova SPT, la densità relativa, il peso di volume. Per determinare il valore del coefficiente riduttivo r_d viene utilizzata la formula empirica proposta da Iwasaki et al. (1978):

$$(1.4) r_d = 1 - 0,015z$$

mentre per il fattore correttivo **MSF** si veda la Tabella 1 dove viene riportato il valore di questo fattore ottenuto da vari ricercatori, tra cui Seed H. B. e Idriss I. M (1982).

Tabella 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	<i>Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)</i>	<i>Ambraseys N. N. (1988)</i>	<i>NCEER (Seed R. B. et al.) (1997; 2003)</i>
5.5	1.43	2.86	2,21
6.0	1.32	2.20	1,77
6.5	1.19	1.69	1,44
7.0	1.08	1.30	1,19
7.5	1.00	1.00	1,00
8.0	0.94	0.67	0,84
8.5	0.89	0.44	0,73

Il termine a numeratore della (1.0), cioè la resistenza alla liquefazione CRR, viene calcolato in funzione della magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Si ottiene un grafico (Fig. 2) ottenuto selezionando i casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti.

Si calcola inizialmente il numero dei colpi corretto alla quota desiderata per tenere conto della pressione litostatica mediante la seguente espressione:

$$(1.5) (N_{1,60}) = C_N N_m$$

dove N_m è il numero medio dei colpi nella prova penetrometrica standard SPT e C_N un coefficiente correttivo che si calcola mediante la seguente espressione:

$$(1.6) C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

dove σ'_{vo} è la pressione verticale effettiva, Pa la pressione atmosferica espressa nelle stesse unità di σ'_{vo} ed n un'esponente che dipende dalla densità relativa del terreno (Fig. 3).

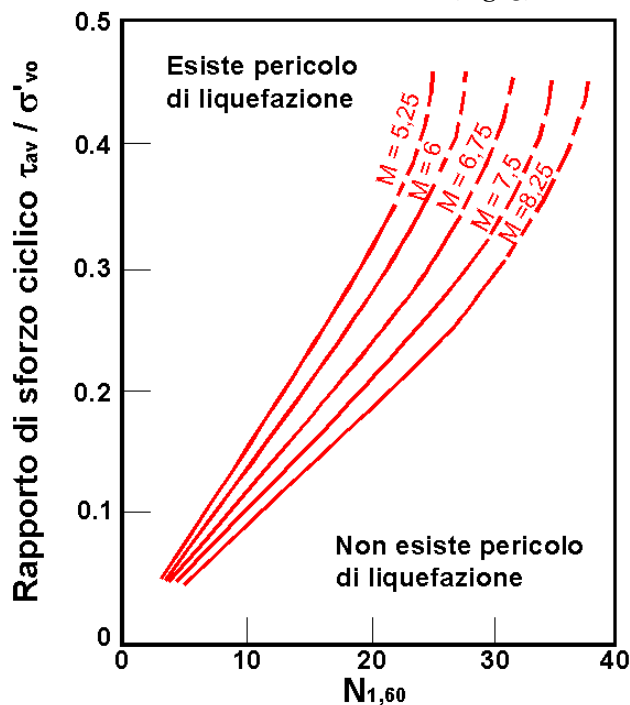


Figura 2 – Correlazione fra CSR e $N_{1,60}$

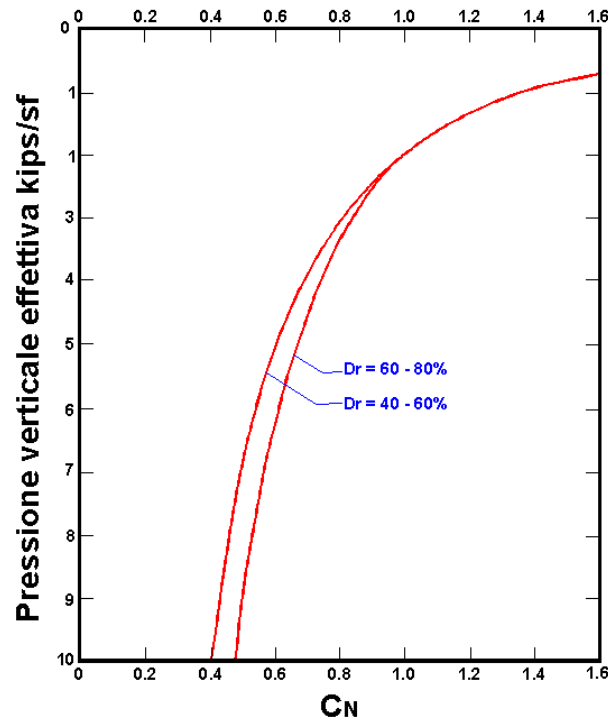


Figura 3 – Coefficiente correttivo C_N

E' stato dimostrato che per un terremoto di magnitudo pari a 7,5 CRR è:

$$(1.7) CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90}$$

Si applica quindi la (1.0); se $F_S > 1,3$ il deposito non è liquefacibile.

Gli Autori hanno precisato che questa procedura è valida per sabbie con $D_{50} > 0,25$ mm; per sabbie limose e limi suggeriscono di correggere ulteriormente il valore di $N_{1,60}$:

$$(1.8) (N_{1,60})_{cs} = N_{1,60} + 7,5$$

Il 'metodo di Iwasaki et al.' (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito.

Il metodo si basa su due quantità: il **fattore di resistenza (F_S)** e l'**indice di liquefazione (I_L)**. F_S si ottiene mediante la (1.0) e quando $F_S \leq 1$ lo strato di terreno è liquefacibile; mentre I_L , indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalla espressione

$$(1.9) I_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove

$$\begin{aligned} F &= 1 - F_S && \text{per } F_S \leq 1 \\ F &= 0 && \text{per } F_S > 1 \end{aligned}$$

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 2.

Il fattore correttivo r_d viene calcolato mediante la (1.4) e **MSF** come nel caso precedente.

Invece per la valutazione di CRR vengono proposte le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.0) \text{CRR} = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left(\frac{0,35}{D_{50}} \right)$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.1) \text{CRR} = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} - 0,05$$

dove D_{50} è il diametro dei granuli al 50% (in mm).

Tabella 2

Valori di I_L	Rischio di liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

Il 'metodo di Tokimatsu e Yoshimi' (1983) per poter tener conto della magnitudo del terremoto, a differenza dei metodi precedenti, calcola il rapporto di sforzo ciclico con la seguente espressione:

$$(2.2) \text{CSR} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d r_n$$

dove viene introdotto un coefficiente correttivo r_n funzione della magnitudo **M**.

$$(2.3) r_d = 0,1(M - 1)$$

Invece la resistenza alla liquefazione viene calcolata, confrontando risultati di prove triassali cicliche con dati di prove SPT, con la seguente espressione:

$$(2.4) \text{CRR} = a C_r \left[\frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{100} + \left(\frac{16 \sqrt{N_{1,60} + \Delta N_f}}{C_s} \right)^n \right]$$

dove

$$a = 0,45$$

$$C_r = 0,57$$

$n = 14$

$\Delta N_f = 0$ per sabbie pulite e $\Delta N_f = 5$ per sabbie limose

$N_{1,60} = [1,7 / (\sigma'_{v0} + 0,7)] N_m$

C_s è una costante empirica che dipende dall'ampiezza della deformazione di taglio.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di $F_S > 1,5$ per le sabbie medio-sciolte e $F_S > 1,3$ per le sabbie medio-dense.

Questo metodo è raccomandato nella proposta di Norme Sismiche Italiane avanzata dal CNR nel 1984.

Correlazioni della resistenza alla liquefazione con la magnitudo vengono proposte da Finn (1985) e Cortè (1985). Il primo propone un'espressione di CRR in funzione della magnitudo M e del numero dei colpi corretto $N_{1,60}$:

$$(2.5) CRR = \frac{N_{1,60}}{12,9 M - 15,7}$$

Cortè invece propone di valutare CRR mediante le seguenti espressioni:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.6) CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 70} \right]^{0,5} - 0,258 \log_{10} \left(\frac{D_{50}}{0,35} \right) \right\}$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.7) CRR = A \left\{ \left[\frac{N_m}{\sigma'_{v0} + 70} \right]^{0,5} - 0,0567 \right\}$$

Il coefficiente A assume valori che variano fra 0,50 e 0,66, a seconda della magnitudo del sisma e quindi del **numero di cicli equivalenti** che variano a loro volta fra 5 e 20.

In questi due ultimi metodi ovviamente il rapporto di sforzo ciclico è dato dalla (1.2).

Il 'metodo di Robertson e Wride' utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_C che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$(2.8a) I_C = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5}$$

$$(2.8b) Q = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{v0}} \right)^n$$

$$(2.8c) R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}} 100$$

dove

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{v0}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_C con la (2.8a).

Se $I_C > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma dato che il suolo non è liquefacibile.

Se $I_C \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata e I_C deve essere ricalcolato nuovamente con la seguente formula:

$$(2.9) Q = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Si presume che il terreno sia granulare e si assume $n = 0,5$.

Se è ancora $I_C \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $I_C > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. I_C deve essere nuovamente ricalcolato con la (2.8a) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato I_C , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$(3.0) q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

dove n è lo stesso del calcolo di I_C .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride classico:

$$(3.1a) (q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$(3.1b) K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88$$

se il metodo utilizzato è il Robertson e Wride modificato:

$$(3.2a) (q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

$$(3.2b) \Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N}$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$\begin{aligned} K_c &= 0 && \text{per } FC \leq 5 \\ K_c &= 0,0267(FC - 5) && \text{per } 5 < FC \leq 35 \\ K_c &= 0,8 && \text{per } FC > 35 \end{aligned}$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$(3.3) FC (\%) = 1,75 (I_C)^{3,25} - 3,7$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR_{7,5}**) si calcola con le espressioni seguenti:

se $(q_{c1N})_{CS} < 50$

$$(3.4) CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right] + 0,05$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{CS} < 160$

$$(3.5) CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{CS}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

Il rapporto di sforzo ciclico **CSR** si calcola con la (1.3) e **MSF** come raccomandato dal NCEER (vedi Tabella 1), mentre il coefficiente **r_d** è calcolato mediante la seguente procedura:

se $z < 9,15$ m

$$(3.6a) r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

se $9,15 \leq z < 23$ m

$$(3.6b) r_d = 1,174 - 0,00267 z$$

dove z è la profondità in metri

Si calcola il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di Iwasaki et alii.

Il 'metodo di Andrus e Stokoe' è basato su dati provenienti da prove sismiche a rifrazione (**V_s**).

La velocità delle onde di taglio viene corretta con la formula (Robertson et al., 1992):

$$(3.7) V_{S1} = V_S \left(\frac{100}{\sigma'_{v0}} \right)^{0,25}$$

La resistenza alla liquefazione è valutata mediante la formula di Andrus e Stokoe (1998):

$$(3.8) CRR = 0,03 \left(\frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{S1})_{CS} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{CS}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) è tenuta in conto mediante la seguente procedura:

$(V_{S1})_{CS} = 220$	per $FC \leq 5\%$
$220 < (V_{S1})_{CS} \leq 200$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$(V_{S1})_{CS} = 200$	per $FC > 35\%$

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** viene valutato come raccomandato dal NCEER (Tabella 1), il fattore di sicurezza alla liquefazione con la (1.0), mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono valutati con il metodo di Iwasaki et alii.

Le indicazioni della normativa europea sono contenute al punto 4.1.3 a cui si aggiungono ulteriori indicazioni che si possono trovare nell'appendice B della parte 5 dell'**Eurocodice 8 (ENV 1998-5)**.

Secondo tale normativa si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$
- frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, *la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.*

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(3.9) CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF}$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 3

Categori a suolo	Spettri di Tipo 1 S (M > 5,5)	Spettri di Tipo 2 S (M ≤ 5,5)
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys (Tabella 1).

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

$$(4.0) CRR = \frac{0,04844 - 0,004721 (N_{1,60})_{cs} + 0,0006136 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673 [(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248 (N_{1,60})_{cs} + 0,009578 [(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285 [(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714 [(N_{1,60})_{cs}]^4}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(4.1) (N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$(4.2a) N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$(4.2b) C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

$$(4.2c) C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al (rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico) x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato (Tabella 4).

Tabella 4

Attrezzatura	C_E
Safety Hammer	0,7 – 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 – 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 – 1,4
Automatic-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 – 1,4

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine FC:

$\alpha = 0$	per $FC \geq 5\%$
$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\alpha = 5$	per $FC > 35\%$
$\beta = 1,0$	per $FC \geq 5\%$
$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\beta = 1,2$	per $FC > 35\%$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (**CPT**), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la (3.0). Per poter tenere conto della eventuale presenza di fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$(4.3) \frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato $(N_{1,60})_{cs}$ dalla (4.2a), si utilizza la (4.0) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche di rifrazione, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la (3.7) e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe (3.8):

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

La normativa esclude il pericolo di liquefazione se il terreno saturo si trova ad una profondità superiore a 15 m o se $a_g S < 0,15g$ e, contemporaneamente, si verifica una delle seguenti condizioni:

- contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- contenuto di limo superiore al 35% e resistenza $N_{1,60} > 20$;
- frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Come la normativa europea, quella italiana ritiene che *la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.*

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$(4.4) CSR = 0,65 S \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF} \frac{1}{K_\sigma}$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Tabella 5

Categoria suolo	S
A	1,00
B, C, E	1,25
D	1,35

Il coefficiente riduttivo **r_d** viene valutato secondo quanto proposto da Idriss (1999):

$$(4.5a) r_d = \exp [\alpha(z) + \beta(z)M]$$

$$(4.5b) \alpha(z) = -1,012 - 1,126 \operatorname{sen} \left[\left(\frac{z}{11,73} \right) + 5,133 \right]$$

$$(4.5c) \beta(z) = 0,106 + 0,118 \operatorname{sen} \left[\left(\frac{z}{11,28} \right) + 5,142 \right]$$

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** utilizzato dal programma è quello raccomandato dal NCEER (Tabella 1).

K_σ è un fattore di correzione della tensione litostatica compreso fra 1 e 1,5 (Olsen, 1984):

$$K_\sigma = 1 \quad \text{per } \sigma'_{vo} < 100$$

$$K_\sigma = (\sigma'_{vo}/100)^f - 1 \quad \text{per } \sigma'_{vo} \geq 100$$

dove f è un parametro funzione di $(N_{1,60})$ e σ'_{vo} .

La resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$(4.6) CRR = \frac{1}{\left[34 - (N_{1,60})_{cs}\right]} \frac{(N_{1,60})_{cs}}{135} + \frac{50}{\left[10 (N_{1,60})_{cs} + 45\right]^2} - \frac{1}{200}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene calcolato mediante la (4.1), nella quale però $N_{1,60}$ è valutato nel seguente modo:

$$(4.7) N_{1,60} = C_N C_E C_R C_S C_B N_m$$

dove C_N e C_E sono calcolati mediante la (4.2b) e la (4.2c).

C_R è un fattore di correzione per la lunghezza L delle aste della prova pari a:

Tabella 6

L	C_R
≤ 3	0,75
$3 < L \leq 4$	0,80
$4 < L \leq 6$	0,85
$6 < L \leq 10$	0,95
> 10	1,00

C_S è un fattore di correzione per il tipo di campionario:

per campionatori di tipo standard C_S è sempre uguale a 1,0

per campionatori di tipo non-standard C_S è compreso fra 1,1 e 1,3

C_B è un fattore di correzione per il diametro del foro di sondaggio ed è pari a:

Tabella 7

Diametro foro	C_B
65 – 115 mm	1,00
115 – 150 mm	1,05
150 – 200 mm	1,15

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati e quindi deve essere **$F_S \leq 1,25$** .

La probabilità di liquefazione **P_L** , invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$(4.8) P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_S}{0,72}\right)^{3,1}}$$

b. Calcolo della suscettibilità di liquefazione

Dati generali

Numero di strati = 4
Profondità della falda = 3 m
Magnitudo del sisma = 6
Accelerazione massima al suolo = 0.3

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturato (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1	Argilla	0	9.2	13.5	17.5	0	0	1300	60	145
2	Limo sabbioso- argilloso	9.2	20	16	19	0	0	5100	90	240
3	Argilla	20	28	16	19	0	0	3500	130	210
4	Sabbia pulita	28	35	19	20	0	0	14300	120	358

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1.77

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normale lizzata Q	Attrito laterale normale lizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente ridotto (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale lizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza za (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischi o di liquefazione
1	3.20	51.60	49.64	25.15	4.81	2.81									NL
2	3.40	55.20	51.28	24.27	4.82	2.82									NL
3	3.60	58.80	52.92	23.45	4.83	2.83									NL
4	3.80	62.40	54.55	22.69	4.85	2.85									NL
5	4.00	66.00	56.19	21.96	4.86	2.86									NL
6	4.20	69.60	57.83	21.28	4.88	2.87									NL
7	4.40	73.20	59.47	20.63	4.89	2.88									NL
8	4.60	76.80	61.11	20.02	4.91	2.89									NL
9	4.80	80.40	62.75	19.44	4.92	2.90									NL
10	5.00	84.00	64.39	18.88	4.93	2.91									NL
11	5.20	87.60	66.03	18.36	4.95	2.92									NL
12	5.40	91.20	67.66	17.87	4.96	2.93									NL
13	5.60	94.80	69.30	17.39	4.98	2.94									NL
14	5.80	98.40	70.94	16.94	4.99	2.95									NL
15	6.00	102.00	72.58	16.51	5.01	2.96									NL
16	6.20	105.60	74.22	16.09	5.02	2.97									NL
17	6.40	109.20	75.86	15.70	5.04	2.98									NL
18	6.60	112.80	77.50	15.32	5.05	2.99									NL
19	6.80	116.40	79.13	14.96	5.07	3.00									NL
20	7.00	120.00	80.77	14.61	5.08	3.00									NL
21	7.20	123.60	82.41	14.27	5.10	3.01									NL
22	7.40	127.20	84.05	13.95	5.12	3.02									NL
23	7.60	130.80	85.69	13.64	5.13	3.03									NL
24	7.80	134.40	87.33	13.35	5.15	3.04									NL

25	8.00	138.00	88.97	13.06	5.16	3.05										NL		
26	8.20	141.60	90.61	12.78	5.18	3.05										NL		
27	8.40	145.20	92.24	12.52	5.20	3.06										NL		
28	8.60	148.80	93.88	12.26	5.21	3.07										NL		
29	8.80	152.40	95.52	12.01	5.23	3.08										NL		
30	9.00	156.00	97.16	11.77	5.24	3.09										NL		
31	9.20	159.60	98.80	11.54	5.26	3.09										NL		
32	9.40	163.40	100.64	50.84	1.82	2.30	1.00	96.37	0.92	0.16	0.17	0.99	L	0.72	Basso			
33	9.60	167.20	102.48	50.38	1.82	2.31	0.99	95.99	0.92	0.16	0.16	0.98	L	1.46	Basso			
34	9.80	171.00	104.31	49.94	1.83	2.31	0.98	95.59	0.91	0.16	0.16	0.98	L	1.48	Basso			
35	10.00	174.80	106.15	49.50	1.83	2.31	0.97	95.19	0.91	0.16	0.16	0.97	L	2.25	Basso			
36	10.20	178.60	107.99	49.08	1.83	2.32	0.96	94.77	0.90	0.16	0.16	0.97	L	2.28	Basso			
37	10.40	182.40	109.83	48.66	1.83	2.32	0.95	94.34	0.90	0.16	0.16	0.96	L	3.08	Basso			
38	10.60	186.20	111.67	48.26	1.83	2.32	0.95	94.90	0.89	0.16	0.16	0.97	L	2.34	Basso			
39	10.80	190.00	113.51	47.87	1.83	2.32	0.94	94.45	0.89	0.16	0.16	0.97	L	2.37	Basso			
40	11.00	193.80	115.35	47.49	1.83	2.33	0.93	93.99	0.88	0.16	0.16	0.96	L	3.19	Basso			
41	11.20	197.60	117.19	47.11	1.84	2.33	0.92	93.52	0.87	0.16	0.16	0.96	L	3.23	Basso			
42	11.40	201.40	119.02	46.75	1.84	2.33	0.92	94.06	0.87	0.16	0.16	0.97	L	2.45	Basso			
43	11.60	205.20	120.86	46.39	1.84	2.34	0.91	93.57	0.86	0.16	0.16	0.97	L	2.47	Basso			
44	11.80	209.00	122.70	46.04	1.84	2.34	0.90	93.07	0.86	0.15	0.16	0.96	L	3.33	Basso			
45	12.00	212.80	124.54	45.70	1.84	2.34	0.90	93.60	0.85	0.16	0.16	0.97	L	2.52	Basso			
46	12.20	216.60	126.38	45.37	1.84	2.34	0.89	93.08	0.85	0.16	0.16	0.97	L	2.54	Basso			
47	12.40	220.40	128.22	45.04	1.84	2.35	0.88	92.56	0.84	0.15	0.16	0.96	L	3.42	Basso			
48	12.60	224.20	130.06	44.72	1.85	2.35	0.88	93.08	0.84	0.15	0.16	0.97	L	2.59	Basso			
49	12.80	228.00	131.89	44.41	1.85	2.35	0.87	92.53	0.83	0.15	0.16	0.97	L	2.61	Basso			
50	13.00	231.80	133.73	44.10	1.85	2.35	0.86	91.97	0.83	0.15	0.16	0.96	L	3.51	Basso			
51	13.20	235.60	135.57	43.80	1.85	2.36	0.86	92.48	0.82	0.15	0.16	0.98	L	1.77	Basso			
52	13.40	239.40	137.41	43.51	1.85	2.36	0.85	91.91	0.82	0.15	0.16	0.97	L	2.67	Basso			
53	13.60	243.20	139.25	43.22	1.85	2.36	0.85	92.42	0.81	0.15	0.16	0.98	L	1.80	Basso			
54	13.80	247.00	141.09	42.94	1.85	2.36	0.84	91.83	0.81	0.15	0.16	0.98	L	1.81	Basso			
55	14.00	250.80	142.93	42.66	1.86	2.37	0.84	92.33	0.80	0.15	0.15	0.99	L	0.91	Basso			
56	14.20	254.60	144.77	42.39	1.86	2.37	0.83	91.73	0.79	0.15	0.15	0.99	L	0.92	Basso			
57	14.40	258.40	146.60	42.12	1.86	2.37	0.83	92.22	0.79	0.15	0.15	1.00	L	0.00	Molto basso			
58	14.60	262.20	148.44	41.86	1.86	2.37	0.82	91.60	0.78	0.15	0.15	0.99	L	0.93	Basso			
59	14.80	266.00	150.28	41.60	1.86	2.38	0.82	92.09	0.78	0.15	0.15	1.00	L	0.00	Molto basso			
60	15.00	269.80	152.12	41.35	1.86	2.38	0.81	91.46	0.77	0.15	0.15	1.00	L	0.00	Molto basso			
61	15.20	273.60	153.96	41.10	1.86	2.38	0.81	91.95	0.77	0.15	0.15	1.01	NL	o	Molto basso			
62	15.40	277.40	155.80	40.86	1.87	2.38	0.80	91.30	0.76	0.15	0.15	1.01	NL	o	Molto basso			
63	15.60	281.20	157.64	40.62	1.87	2.39	0.80	91.78	0.76	0.15	0.15	1.02	NL	o	Molto basso			
64	15.80	285.00	159.47	40.39	1.87	2.39	0.79	91.11	0.75	0.15	0.15	1.02	NL	o	Molto basso			
65	16.00	288.80	161.31	40.15	1.87	2.39	0.79	91.59	0.75	0.15	0.15	1.03	NL	o	Molto basso			
66	16.20	292.60	163.15	39.93	1.87	2.39	0.78	90.91	0.74	0.15	0.15	1.02	NL	o	Molto basso			
67	16.40	296.40	164.99	39.70	1.87	2.39	0.78	91.39	0.74	0.15	0.15	1.04	NL	o	Molto basso			
68	16.60	300.20	166.83	39.49	1.88	2.40	0.77	90.69	0.73	0.15	0.14	1.03	NL	o	Molto basso			
69	16.80	304.00	168.67	39.27	1.88	2.40	0.77	91.17	0.73	0.15	0.14	1.04	NL	o	Molto basso			
70	17.00	307.80	170.51	39.06	1.88	2.40	0.77	91.64	0.72	0.15	0.14	1.06	NL	o	Molto basso			

71	17.20	311.60 ^o	172.35	38.85	1.88	2.40	0.76	90.92	0.71	0.15	0.14	1.05	NL	o	basso Molto basso
72	17.40	315.40	174.18	38.64	1.88	2.40	0.76	91.39	0.71	0.15	0.14	1.07	NL	o	Molto basso
73	17.60	319.20	176.02	38.44	1.88	2.41	0.75	90.66	0.70	0.15	0.14	1.06	NL	o	Molto basso
74	17.80	323.0 ^o	177.86	38.24	1.88	2.41	0.75	91.13	0.70	0.15	0.14	1.08	NL	o	Molto basso
75	18.00	326.8 ^o	179.70	38.04	1.89	2.41	0.75	91.60	0.69	0.15	0.14	1.09	NL	o	Molto basso
76	18.20	330.6 ^o	181.54	37.85	1.89	2.41	0.74	90.85	0.69	0.15	0.14	1.08	NL	o	Molto basso
77	18.40	334.4 ^o	183.38	37.66	1.89	2.41	0.74	91.31	0.68	0.15	0.14	1.10	NL	o	Molto basso
78	18.60	338.2 ^o	185.22	37.47	1.89	2.42	0.73	90.54	0.68	0.15	0.14	1.09	NL	o	Molto basso
79	18.80	342.0 ^o	187.05	37.29	1.89	2.42	0.73	91.01	0.67	0.15	0.14	1.11	NL	o	Molto basso
80	19.00	345.8 ^o	188.89	37.11	1.89	2.42	0.73	91.47	0.67	0.15	0.13	1.12	NL	o	Molto basso
81	19.20	349.6 ^o	190.73	36.93	1.89	2.42	0.72	90.68	0.66	0.15	0.13	1.12	NL	o	Molto basso
82	19.40	353.40 ^o	192.57	36.75	1.90	2.42	0.72	91.15	0.66	0.15	0.13	1.13	NL	o	Molto basso
83	19.60	357.20	194.41	36.58	1.90	2.42	0.72	91.61	0.65	0.15	0.13	1.15	NL	o	Molto basso
84	19.80	361.00	196.25	36.41	1.90	2.43	0.71	90.80	0.65	0.15	0.13	1.14	NL	o	Molto basso
85	20.00	364.8 ^o	198.09	36.24	1.90	2.43	0.71	91.26	0.64	0.15	0.13	1.16	NL	o	Molto basso

11. ALLEGATI

- Certificati in originale delle indagini geognostiche fornite dalla ditta Geoprogetti s.a.s
- Interpretazioni stratigrafiche desunte dalle indagini geognostiche
- Stima dei parametri geotecnici desunti dalle indagini geognostiche
- Relazione sismica fornita dalla ditta Prove penetrometriche srl
- Certificati in originale del laboratorio geotecnico forniti da Sinergea srl
- Validazione del codice di calcolo



GEOPROGETTI S.r.L.
Laboratorio di prove geotecniche in sito
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 – 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 – Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 12/025-01/C emesso in data 06/08/2012

SETTORI DI PROVA

C) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA CPT

Prove	Normativa di Riferimento
C.P.T.	ASTM D 3441/86 Raccomandazioni AGI

Committente: PROVINCIA DI MODENA

Cantiere: FINALE EMILIA – “ISTITUTO TECNICO STATALE IGNAZIO CALVI”
E “LICEO SCIENTIFICO STATALE MORANDO MORANDI”

Data verbale di accettazione:.... 13/07/2012

N.verbale di accettazione:..... 72/12

N. commessa:..... 72/12

Data esecuzione prova: 03/08/2012

Ubicazione del punto d'indagine:

- ☒ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n.3 compresa la presente

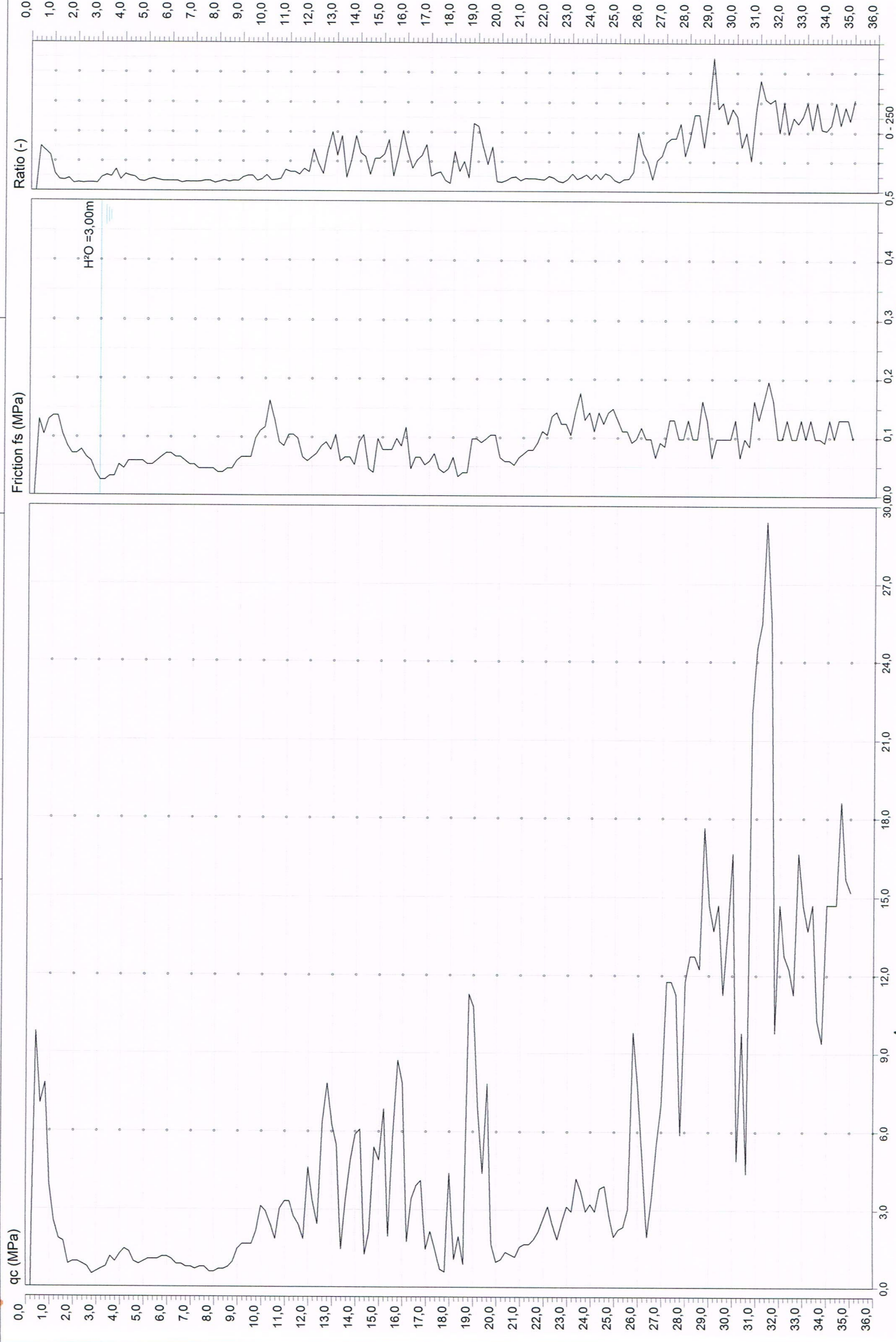
Note ed eventuali anomalie riscontrate: ---

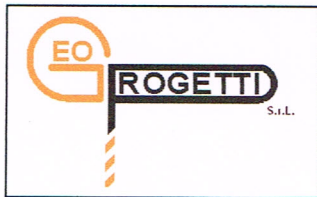
Responsabile di sito:
Dott. Geol. Paolo Cestari



Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

Iscrizione Tribunale di Modena N.26640 – R.I.: MO n. 240021 - P.I.=C.F.: 01754860367





GEOPROGETTI S.r.l.
Laboratorio di prove geotecniche in sito
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 – 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 – Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 12/025-02/C emesso in data 06/08/2012

SETTORI DI PROVA

C) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA CPT

Prove	Normativa di Riferimento
C.P.T.	ASTM D 3441/86 Raccomandazioni AGI

Committente: PROVINCIA DI MODENA

Cantiere: FINALE EMILIA – “ISTITUTO TECNICO STATALE IGNAZIO CALVI”
E “LICEO SCIENTIFICO STATALE MORANDO MORANDI”

Data verbale di accettazione:.... 13/07/2012

N.verbale di accettazione:..... 72/12

N. commessa:..... 72/12

Data esecuzione prova: 03/08/2012

Ubicazione del punto d'indagine:

- ☒ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n.3 compresa la presente

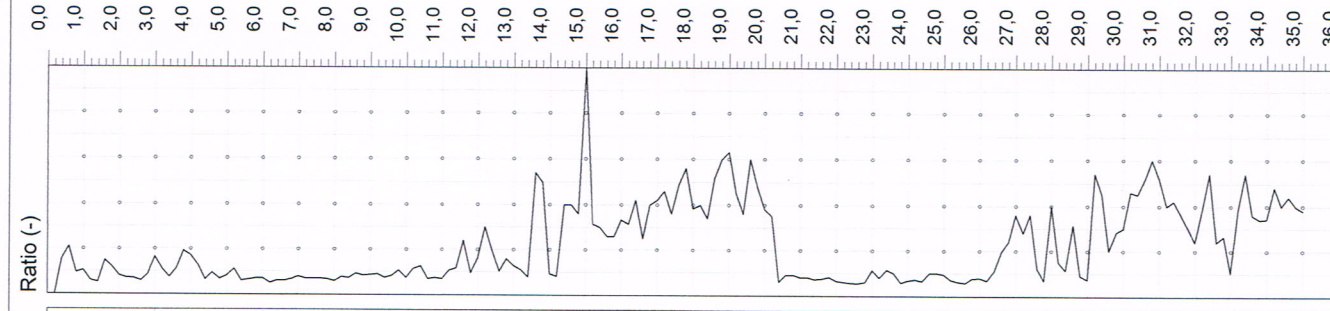
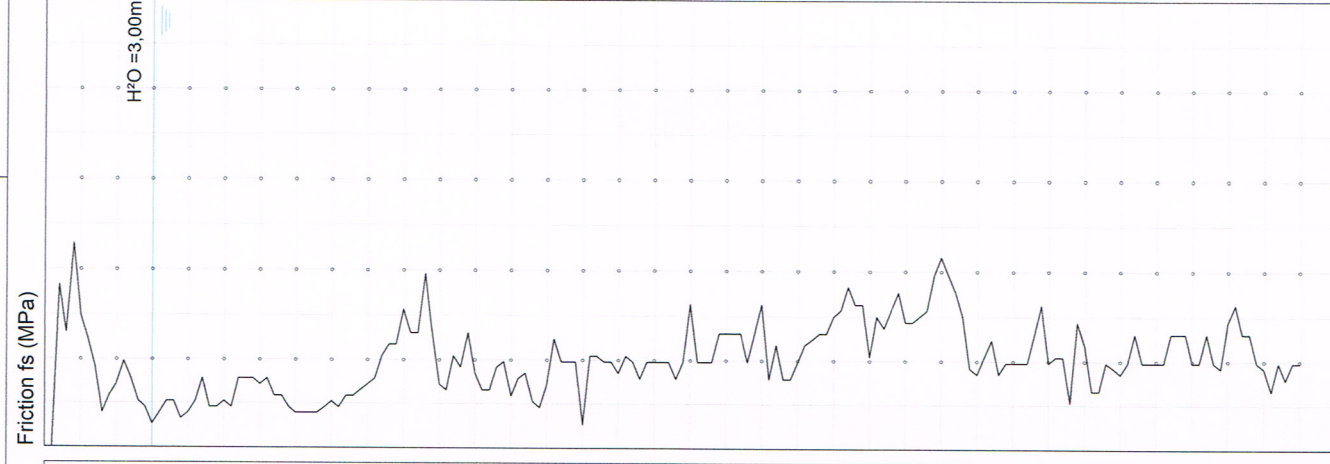
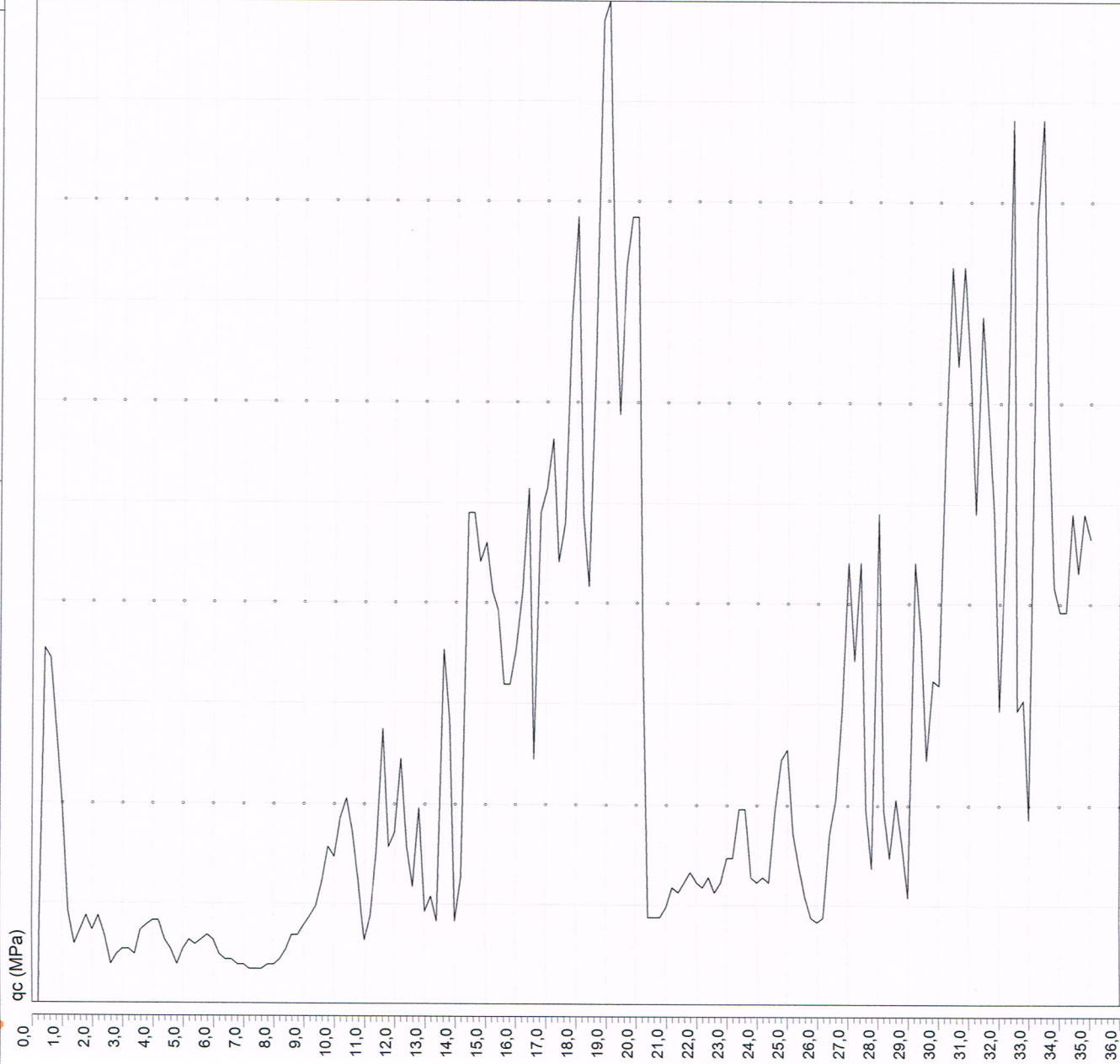
Note ed eventuali anomalie riscontrate: ---

Responsabile di sito:
Dott. Geol. Paolo Cestari



Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

Iscrizione Tribunale di Modena N.26640 – R.I.: MO n. 240021 - P.I.=C.F.: 01754860367





GEOPROGETTI S.r.L.
Laboratorio di prove geotecniche in sito
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 – 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 – Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 12/025-03/C emesso in data 06/08/2012

SETTORI DI PROVA

C) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA CPT

Prove	Normativa di Riferimento
C.P.T.	ASTM D 3441/86 Raccomandazioni AGI

Committente: PROVINCIA DI MODENA

Cantiere: FINALE EMILIA – “ISTITUTO TECNICO STATALE IGNAZIO CALVI”
E “LICEO SCIENTIFICO STATALE MORANDO MORANDI”

Data verbale di accettazione:.... 13/07/2012

N.verbale di accettazione:..... 72/12

N. commessa:..... 72/12

Data esecuzione prova: 03/08/2012

Ubicazione del punto d'indagine:

- ☒ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n.3 compresa la presente

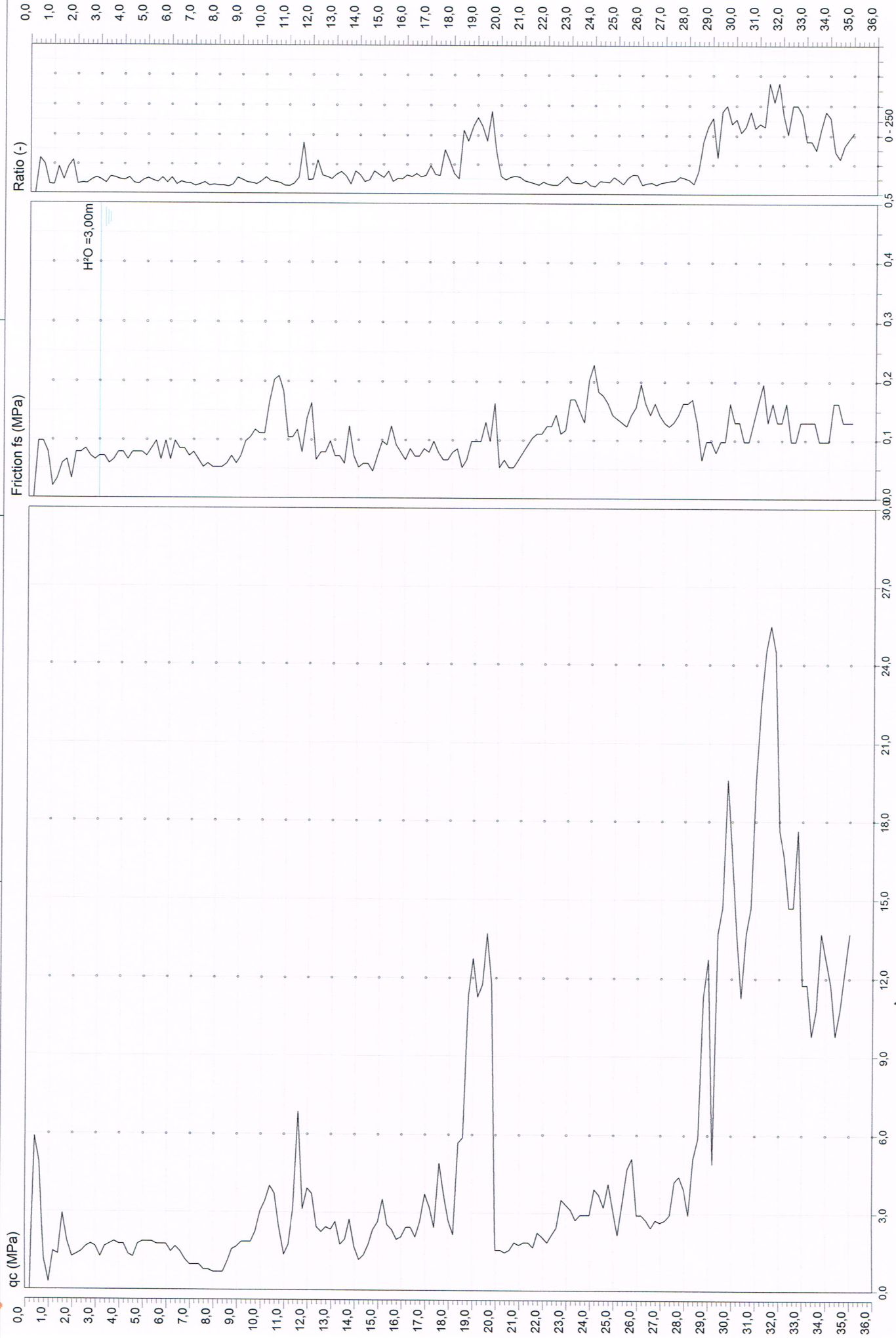
Note ed eventuali anomalie riscontrate: ---

Responsabile di sito:
Dott. Geol. Paolo Cestari



Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

Iscrizione Tribunale di Modena N.26640 – R.I.: MO n. 240021 - P.I.=C.F.: 01754860367





GEOPROGETTI S.r.l.
Laboratorio di prove geotecniche in sito
Decreto di concessione del Ministero dell' Infrastrutture e dei Trasporti
n. 54420 del 27/01/2006 ai sensi del D.P.R. 06.06.2001 n. 380
Sede legale: Via Duca D'Este n. 6 – 41036 Medolla (MO)
Tel. 0535/47170 – Fax 0535/49364
e-mail: soc.geoprogetti@tin.it

CERTIFICATO DI PROVA n. 12/025-04/C emesso in data 06/08/2012

SETTORI DI PROVA

C) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PUNTA MECCANICA CPT

Prove	Normativa di Riferimento
C.P.T.	ASTM D 3441/86 Raccomandazioni AGI

Committente: PROVINCIA DI MODENA

Cantiere: FINALE EMILIA – “ISTITUTO TECNICO STATALE IGNAZIO CALVI”
E “LICEO SCIENTIFICO STATALE MORANDO MORANDI”

Data verbale di accettazione:.... 13/07/2012

N.verbale di accettazione:..... 72/12

N. commessa:..... 72/12

Data esecuzione prova: 03/08/2012

Ubicazione del punto d'indagine:

- ☒ Planimetria di dettaglio
- ☐ Corografia
- ☐ Planimetria catastale
- ☐ C.T.R.
- ☐ Coordinate UTM: N. E.
- ☐ Coordinate Geografiche

Pagine n.3 compresa la presente

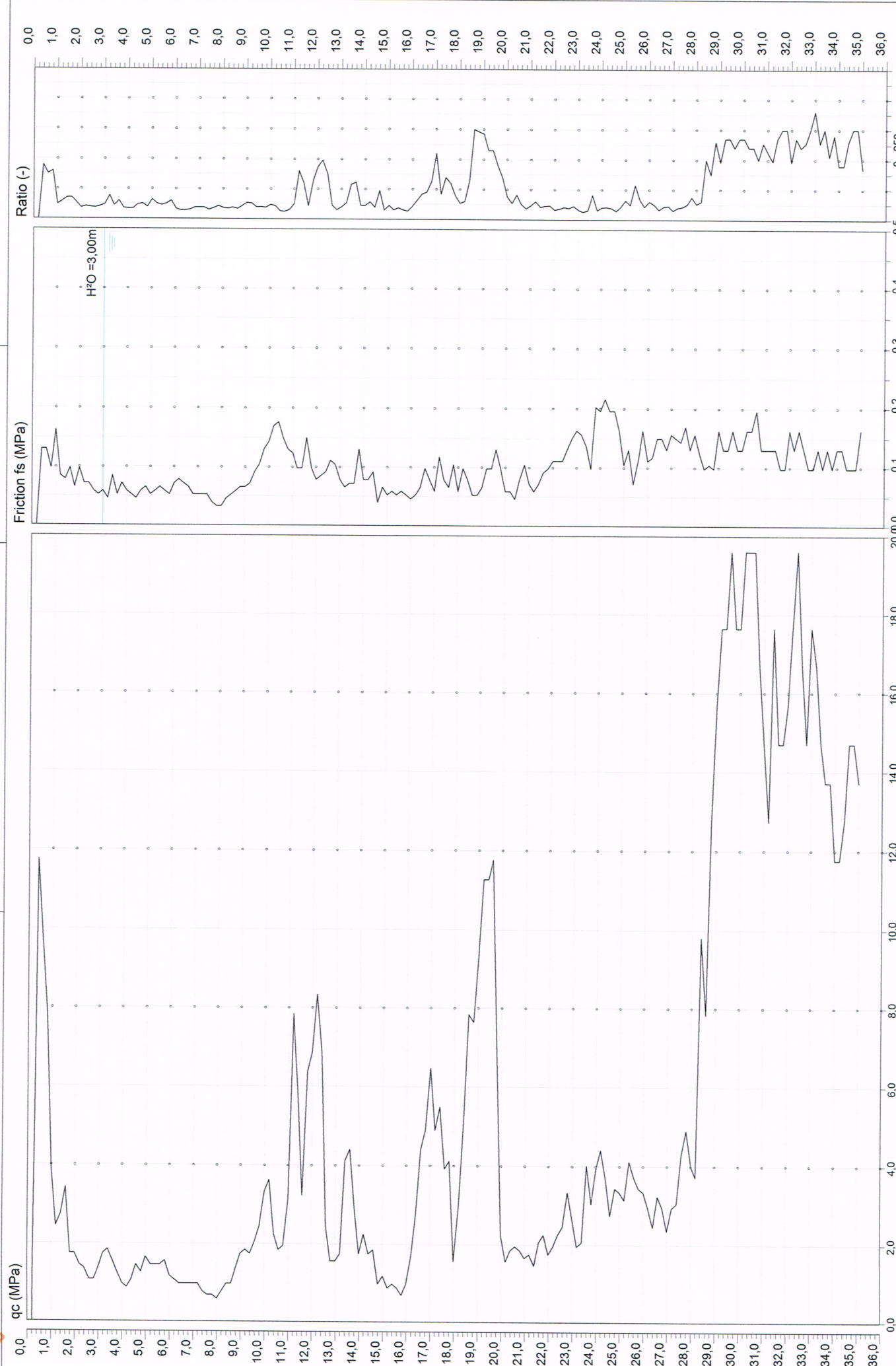
Note ed eventuali anomalie riscontrate: ---

Responsabile di sito:
Dott. Geol. Paolo Cestari



Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Rita Ballista

Iscrizione Tribunale di Modena N.26640 – R.I.: MO n. 240021 - P.I.=C.F.: 01754860367



LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE **CORRELAZIONI GENERALI**

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 1470 \text{ kPa}$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$1470 \text{ kPa} < F \leq 2940 \text{ kPa}$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$2940 \text{ kPa} < F \leq 5880 \text{ kPa}$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 5880 \text{ kPa}$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

**Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \% :$**

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
1

riferimento

072-2012

 Committente: **PROVINCIA DI MODENA**

 Cantiere: **FINALE EMILIA scuole**

 Località: **FINALE EMILIA scuole**

U.M.:

MPa

Data exec.:

16/07/2012

Scala:

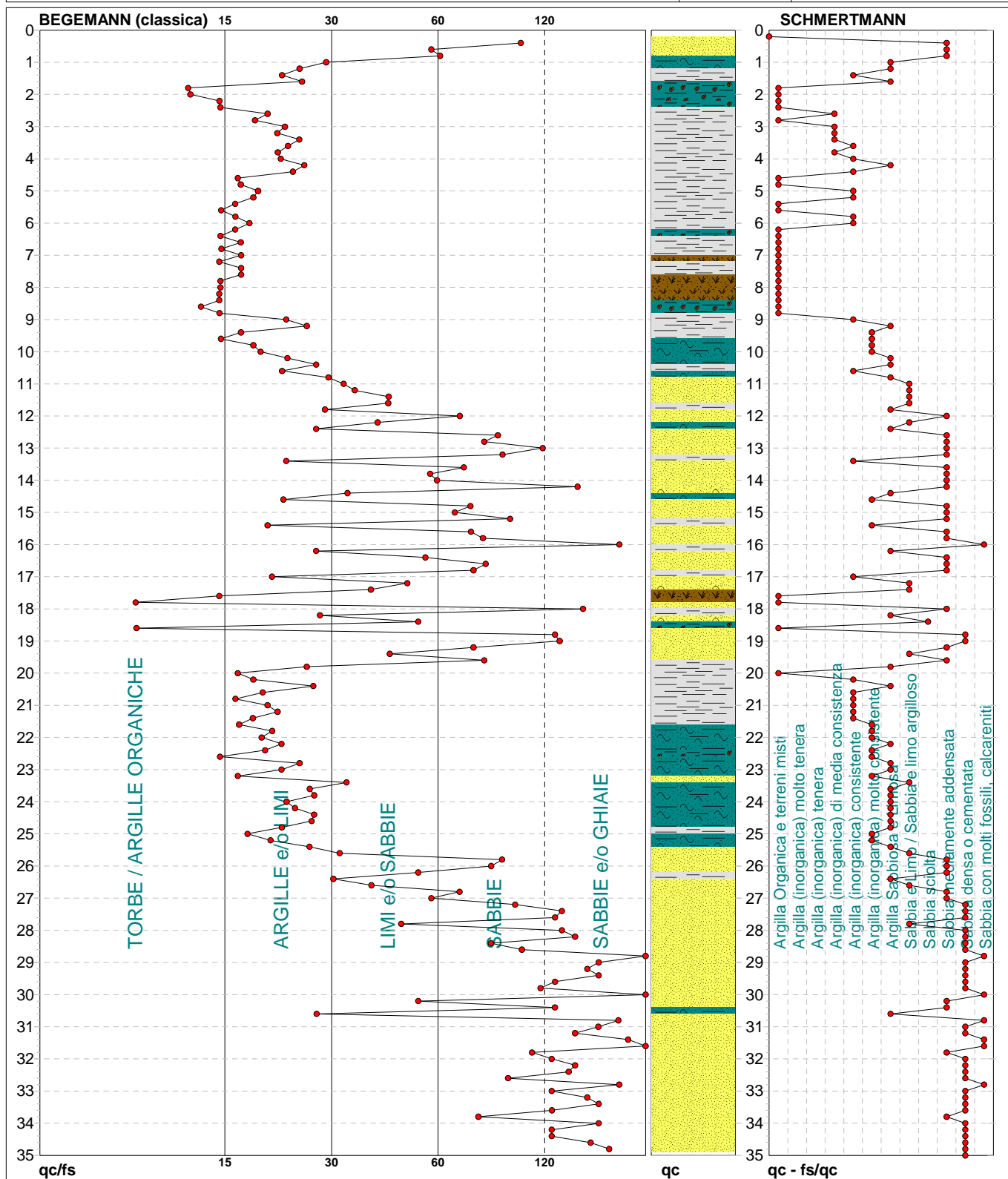
1:175

Pagina:

1

Elaborato:

Falda: -3,00 m 3.00



Torbe / Argille org. :	17 punti, 9,77%	Argilla Organica e terreni misti:	27 punti, 15,52%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	28 punti, 16,09%
Argille e/o Limi :	75 punti, 43,10%	Argilla (inorganica) media consist.:	5 punti, 2,87%	Sabbia e Limi / Sabbie e limo arg.:	12 punti, 6,90%
Limi e/o Sabbie :	22 punti, 12,64%	Argilla (inorganica) consistente:	18 punti, 10,34%	Sabbia sciolta:	1 punto, 0,57%
Sabbie:	38 punti, 21,84%	Argilla (inorganica) molto consist.:	14 punti, 8,05%	Sabbia mediamente addensata:	32 punti, 18,39%
Sabbie e/o Ghiaie :	22 punti, 12,64%			Sabbia densa o cementata:	29 punti, 16,67%
				Sabbia con molti fossili, calcareniti:	7 punti, 4,02%

nota:

FON025

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
2

riferimento

072-2012

 Committente: **PROVINCIA DI MODENA**

 Cantiere: **FINALE EMILIA scuole**

 Località: **FINALE EMILIA scuole**

U.M.:

MPa

Data exec.:

16/07/2012

Scala:

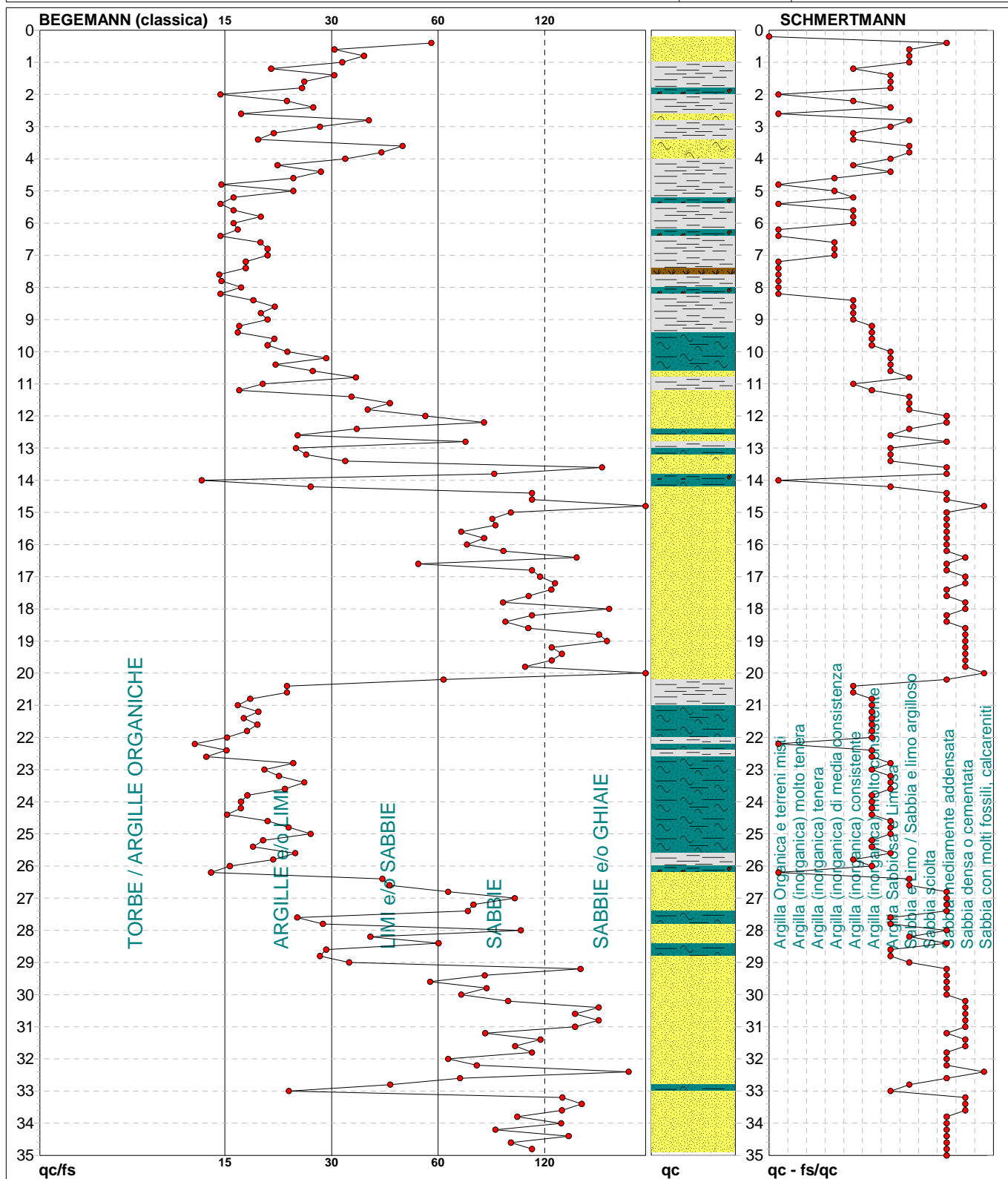
1:175

Pagina:

1

Elaborato:

Falda: -3,00 m 3.00



Torbe / Argille org. :	10 punti, 5,75%	Argilla Organica e terreni misti:	15 punti, 8,62%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	29 punti, 16,67%
Argille e/o Limi :	77 punti, 44,25%	Argilla (inorganica) media consist.:	5 punti, 2,87%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	16 punti, 9,20%
Limi e/o Sabbie :	26 punti, 14,94%	Argilla (inorganica) consistente:	17 punti, 9,77%	Sabbia mediamente addensata:	44 punti, 25,29%
Sabbie:	45 punti, 25,86%	Argilla (inorganica) molto consist.:	22 punti, 12,64%	Sabbia densa o cementata:	22 punti, 12,64%
Sabbie e/o Ghiaie :	16 punti, 9,20%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	3 punti, 1,72%

nota:

FON025

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
3

riferimento

072-2012

 Committente: **PROVINCIA DI MODENA**

 Cantiere: **FINALE EMILIA scuole**

 Località: **FINALE EMILIA scuole**

U.M.:

MPa

Data exec.:

16/07/2012

Scala:

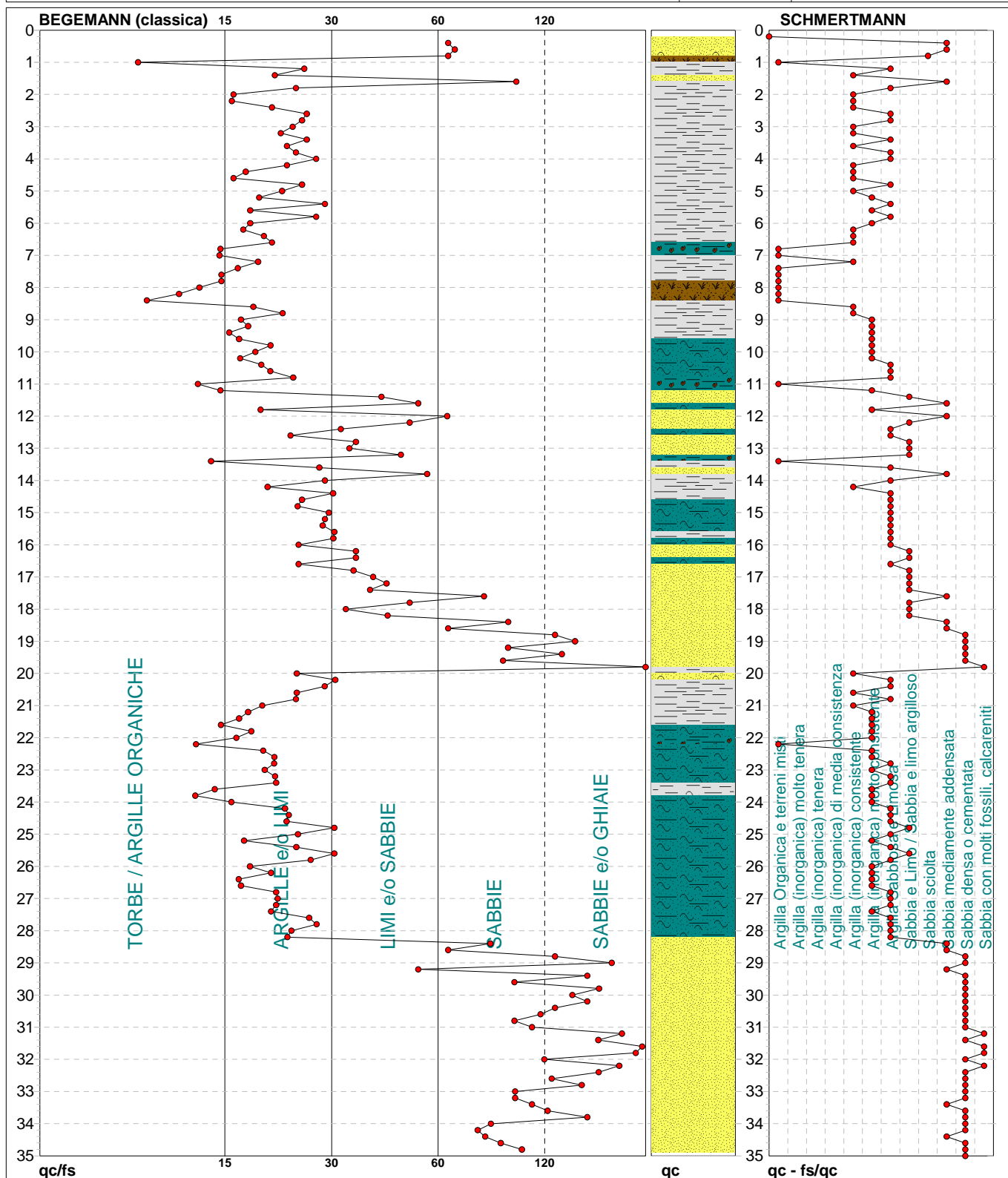
1:175

Pagina:

1

Elaborato:

Falda: -3,00 m 3.00



Torbe / Argille org. :	13 punti, 7,47%	Argilla Organica e terreni misti:	12 punti, 6,90%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	46 punti, 26,44%
Argille e/o Limi :	96 punti, 55,17%	Argilla (inorganica) consistente:	21 punti, 12,07%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	16 punti, 9,20%
Limi e/o Sabbie :	24 punti, 13,79%	Argilla (inorganica) molto consist.:	29 punti, 16,67%	Sabbia sciolta:	1 punti, 0,57%
Sabbie:	26 punti, 14,94%			Sabbia mediamente addensata:	14 punti, 8,05%
Sabbie e/o Ghiaie :	15 punti, 8,62%			Sabbia densa o cementata:	29 punti, 16,67%
				Sabbia con molti fossili, calcareniti:	5 punti, 2,87%

nota:

FON025

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT
4

riferimento

072-2012

 Committente: **PROVINCIA DI MODENA**

 Cantiere: **FINALE EMILIA scuole**

 Località: **FINALE EMILIA scuole**

U.M.:

MPa

Data exec.:

16/07/2012

Scala:

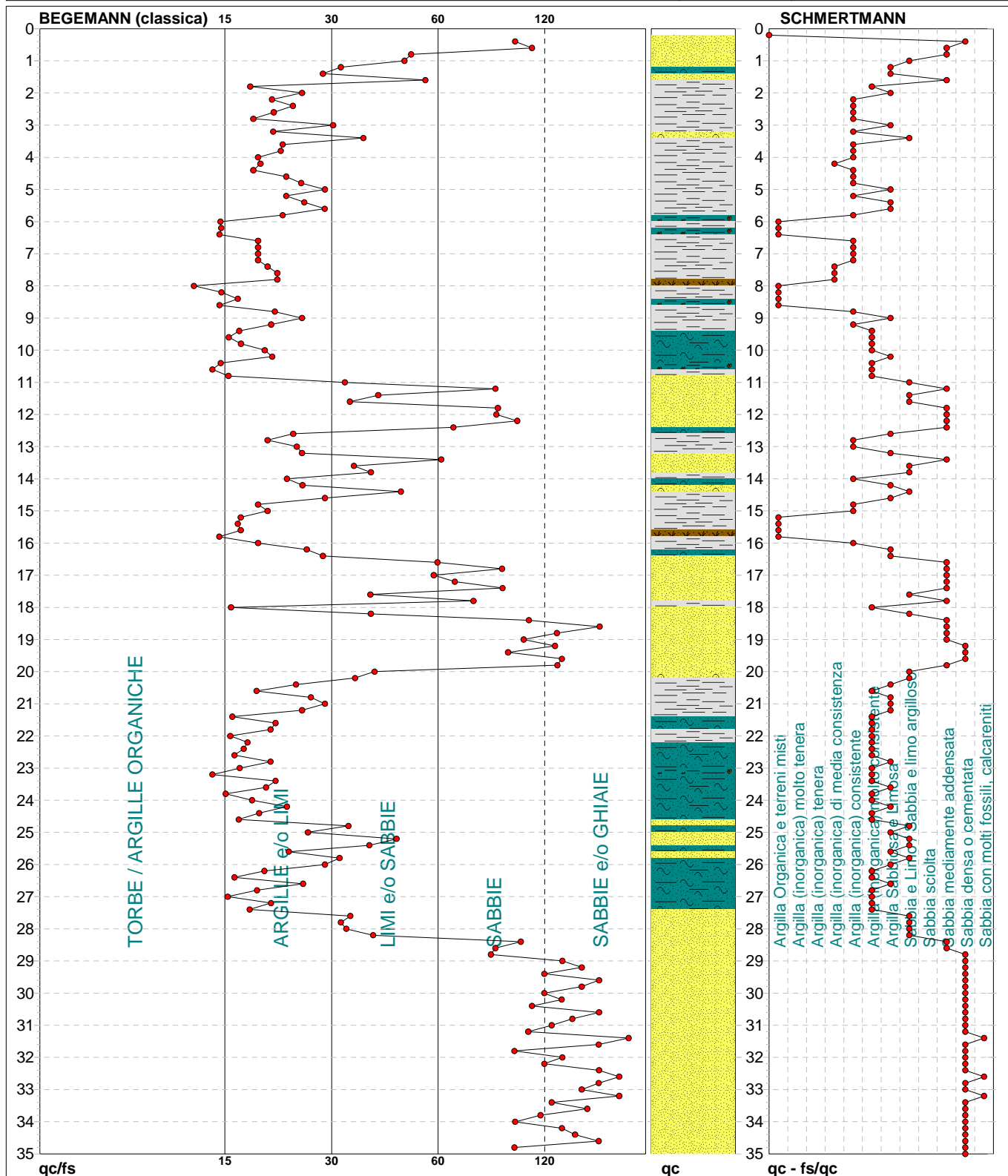
1:175

Pagina:

1

Elaborato:

Falda: -3,00 m 3.00



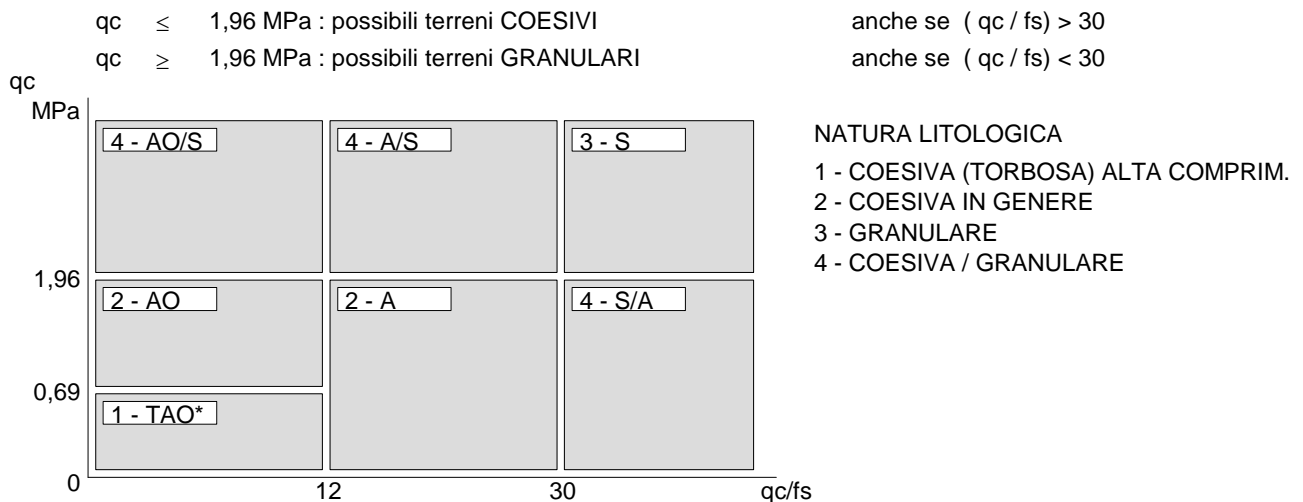
Torbe / Argille org. :	8 punti, 4,60%	Argilla Organica e terreni misti:	11 punti, 6,32%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	26 punti, 14,94%
Argille e/o Limi :	88 punti, 50,57%	Argilla (inorganica) media consist.:	4 punti, 2,30%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	20 punti, 11,49%
Limi e/o Sabbie :	26 punti, 14,94%	Argilla (inorganica) consistente:	25 punti, 14,37%	Sabbia mediamente addensata:	22 punti, 12,64%
Sabbie:	34 punti, 19,54%	Argilla (inorganica) molto consist.:	30 punti, 17,24%	Sabbia densa o cementata:	32 punti, 18,39%
Sabbie e/o Ghiaie :	18 punti, 10,34%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	3 punti, 1,72%

nota:

FON025

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - q_c - σ'_{vo})
 ϕ'_{Ca} - Caquot (1948) ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
 ϕ'_{DB} - De Beer (1965) ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - Dr]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Burrow e Stokoe 1983)

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	1
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 1	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'vo kPa	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	φSc (°)	φCa (°)	φKo (°)	φDB (°)	φDM (°)	φMe (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	
0.20	--	--		1,85	3,6	154	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	9,8	93,5		1,85	7,3	218	--	--	--	--	--	100	43	46	43	40	45	34	2,00	16,3	24,5	29,4	
0.60	7,1	54,1		1,85	10,9	200	--	--	--	--	--	100	43	42	39	37	45	32	2,00	11,8	17,6	21,2	
0.80	7,8	57,1		1,85	14,5	205	--	--	--	--	--	100	43	41	39	36	44	33	2,00	13,1	19,6	23,5	
1.00	3,9	28,6		1,85	18,1	180	130,7	74,1	22,2	33,3	11,8	82	41	36	34	31	40	30	--	6,5	9,8	11,8	
1.20	2,5	24,3		1,85	21,8	171	91,0	37,6	15,5	23,2	7,6	62	39	33	31	29	38	28	--	4,2	6,4	7,6	
1.40	1,9	21,8		1,85	25,4	166	76,0	24,7	12,9	19,4	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.60	1,8	24,7		1,85	29,0	166	73,5	20,1	12,5	18,7	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.80	0,9	12,3		1,85	32,6	160	44,1	9,1	7,8	11,6	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.00	1,0	12,5		1,85	36,3	160	49,0	9,1	8,6	12,9	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.20	1,0	14,9		1,85	39,9	160	49,0	8,1	9,5	14,3	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.40	0,9	15,0		1,85	43,5	160	44,1	6,4	11,3	16,9	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.60	0,8	20,0		1,85	47,1	159	39,2	5,0	13,0	19,5	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.80	0,5	18,5		1,85	50,8	157	24,5	2,5	12,9	19,4	2,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.00	0,6	22,2		0,82	52,4	158	29,4	3,1	14,4	21,6	2,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.20	0,7	21,2		0,84	54,0	158	34,3	3,6	15,2	22,9	3,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.40	0,8	24,2		0,86	55,7	159	39,2	4,0	15,5	23,3	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.60	1,2	22,6		0,92	57,5	162	56,0	6,1	15,2	22,7	4,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.80	1,0	21,3		0,90	59,3	160	49,0	4,9	16,4	24,6	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.00	1,3	21,7		0,93	61,1	162	59,3	6,0	16,1	24,2	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.20	1,5	25,0		0,95	63,0	164	65,3	6,6	16,2	24,2	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.40	1,4	23,3		0,94	64,8	163	62,4	6,0	17,2	25,7	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.60	1,0	16,7		0,90	66,6	160	49,0	4,3	18,6	27,9	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	0,9	17,0		0,88	68,3	160	44,1	3,6	19,3	28,9	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.00	1,0	18,9		0,90	70,1	160	49,0	4,0	19,5	29,3	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.20	1,1	18,3		0,91	71,8	161	52,6	4,3	20,1	30,1	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.40	1,1	16,4		0,91	73,6	161	52,6	4,1	20,6	30,8	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.60	1,1	15,1		0,91	75,4	161	52,6	4,0	21,0	31,5	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.80	1,2	16,4		0,92	77,2	162	56,0	4,2	21,6	32,3	4,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.00	1,2	17,9		0,92	79,0	162	56,0	4,1	22,1	33,1	4,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.20	1,1	16,4		0,91	80,8	161	52,6	3,7	22,8	34,2	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	0,9	15,0		0,88	82,5	160	44,1	2,9	22,2	33,3	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.60	0,9	17,0		0,88	84,2	160	44,1	2,8	22,5	33,7	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.80	0,8	15,1		0,86	85,9	159	39,2	2,4	21,1	31,7	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.00	0,8	17,0		0,86	87,6	159	39,2	2,3	21,3	31,9	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.20	0,7	14,9		0,46	88,5	158	34,3	1,9	4,2	6,2	1,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.40	0,8	17,0		0,86	90,2	159	39,2	2,2	21,5	32,2	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.60	0,8	17,0		0,86	91,9	159	39,2	2,2	21,6	32,4	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.80	0,6	15,0		0,46	92,8	158	29,4	1,5	3,7	5,6	0,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.00	0,6	15,0		0,46	93,7	158	29,4	1,5	3,7	5,6	0,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.20	0,7	14,9		0,46	94,6	158	34,3	1,8	4,2	6,3	1,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.40	0,7	14,9		0,46	95,5	158	34,3	1,7	4,2	6,4	1,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.60	0,8	13,3		0,86	97,2	159	39,2	2,0	21,9	32,9	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.80	1,0	14,9		0,90	98,9	160	49,0	2,6	25,6	38,4	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.00	1,5	22,4		0,95	100,8	164	65,3	3,7	28,5	42,7	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.20	1,7	25,4		0,97	102,7	165	70,9	4,0	28,7	43,1	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.40	1,7	17,0		0,97	104,6	165	70,9	3,9	29,4	44,1	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.60	1,7	15,0		0,97	106,5	165	70,9	3,8	30,0	45,0	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.80	2,2	18,3		0,93	108,3	168	82,9	4,5	30,2	45,3	6,5	18	33	25	21	20	28	28	--	3,6	5,4	6,5	
10.00	3,1	19,2		0,97	110,2	174	104,5	5,9	29,4	44,0	9,4	30	35	26	23	22	30	29	--	5,2	7,8	9,4	
10.20	2,9	22,6		0,96	112,1	173	98,0	5,3	30,6	45,9	8,8	27	35	26	23	21	30	29	--	4,9	7,4	8,8	
10.40	2,5	26,9		0,94	114,0	170	89,1	4,6	31,7	47,6	7,4	21	34	25	22	21	28	28	--	4,1	6,1	7,4	
10.60	1,9	21,8		0,99	115,9	166	76,0	3,7	32,7	49,1	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.80	3,0	29,0		0,97	117,8	174	101,3	5,2	32,3	48,5	9,1	27	35	26	23	21	29	29	--	5,1	7,6	9,1	
11.00	3,3	31,8		0,89	119,5	176	--	--	--	--	--	30	35	26	23	22	30	29	--	5,6	8,3	10,0	
11.20	3,3	34,0		0,89	121,3	176	--	--	--	--	--	30	35	26	23	22	30	29	--	5,6	8,3	10,0	
11.40	2,7	41,8		0,87	123,0	172	--	--	--	--	--	23	34	25	22	21	29	28	--	4,6	6,9	8,2	
11.60	2,5	41,7		0,86	124,7	170	--	--	--	--	--	18	33	25	21	20	28	28	--	4,1	6,1	7,4	
11.80	1,9	28,4		0,99	126,6	166	76,0	3,3	35,5	53,2	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12.00	4,6	64,4		0,91	128,4	184	--	--	--	--	--	39	36	28	24	23	31	31	--	7,7	11,5	13,8	
12.20	3,3	39,1		0,89	130,1	176	--	--	--	--	--	28	35	26	23	21	29	29	--	5,6	8,3	10,0	
12.40	2,5	26,9		0,94	132,0	170	89,1	3,8	37,1	55,7	7,4	17	33	24	21	20	28	28	--	4,1	6,1	7,4	
12.60	6,4	81,3		0,94	13																		

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	1
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data eseg.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 2	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'_{vo}	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ϕ_{Sc}	ϕ_{Ca}	ϕ_{Ko}	ϕ_{DB}	ϕ_{DM}	ϕ_{Me}	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
20,00	1,0	16,7		0,90	201,3	160	49,0	1,1	29,3	44,0	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,20	1,1	18,3		0,91	203,0	161	52,6	1,2	31,3	47,0	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,40	1,4	26,4		0,94	204,9	163	62,4	1,4	36,6	54,9	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	1,3	19,4		0,93	206,7	162	59,3	1,3	35,0	52,5	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,80	1,2	16,4		0,92	208,5	162	56,0	1,2	33,2	49,9	4,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,00	1,6	20,0		0,96	210,4	164	68,2	1,5	39,7	59,5	5,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,20	1,7	21,3		0,97	212,3	165	70,9	1,6	41,1	61,6	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,40	1,7	18,3		0,97	214,2	165	70,9	1,6	41,1	61,7	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,60	1,9	16,8		0,99	216,1	166	76,0	1,7	43,7	65,5	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,80	2,2	20,6		0,93	218,0	168	82,9	1,9	47,0	70,5	6,5	0	31	21	18	17	25	28	--	3,6	5,4	6,5
22,00	2,6	19,3		0,95	219,8	171	92,8	2,1	51,3	76,9	7,9	7	32	22	19	18	25	28	--	4,4	6,6	7,9
22,20	3,1	21,8		0,97	221,7	174	104,5	2,5	55,7	83,6	9,4	13	33	23	20	19	26	29	--	5,2	7,8	9,4
22,40	2,5	19,7		0,94	223,6	170	89,1	2,0	49,9	74,9	7,4	4	32	22	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
22,60	1,9	15,0		0,99	225,5	166	76,0	1,6	44,0	66,0	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,80	2,5	24,3		0,95	227,4	171	91,0	2,0	51,0	76,5	7,6	5	32	22	18	17	25	28	--	4,2	6,4	7,6
23,00	3,1	21,8		0,97	229,3	174	104,5	2,4	56,4	84,6	9,4	12	33	23	19	18	26	29	--	5,2	7,8	9,4
23,20	2,9	16,7		0,96	231,2	173	98,0	2,1	54,1	81,1	8,8	10	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8
23,40	4,2	32,3		0,91	232,9	182	--	--	--	--	--	22	34	24	21	20	27	30	--	7,0	10,5	12,6
23,60	3,7	25,9		0,99	234,9	178	124,1	2,8	62,9	94,3	11,2	17	33	24	20	19	27	30	--	6,2	9,3	11,2
23,80	2,9	26,5		0,96	236,8	173	98,0	2,1	54,4	81,6	8,8	9	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8
24,00	3,2	22,4		0,97	238,7	175	107,8	2,3	58,3	87,5	9,7	12	33	23	19	18	26	29	--	5,4	8,1	9,7
24,20	2,9	23,6		0,96	240,6	173	98,0	2,0	54,7	82,0	8,8	9	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8
24,40	3,8	26,5		1,00	242,5	179	127,4	2,8	64,7	97,1	11,5	18	33	23	20	19	27	30	--	6,4	9,6	11,5
24,60	3,9	26,1		1,00	244,5	180	130,7	2,9	65,8	98,7	11,8	18	33	24	20	19	27	30	--	6,5	9,8	11,8
24,80	2,8	21,8		0,96	246,3	173	96,3	1,9	54,2	81,4	8,5	7	32	22	19	18	25	29	--	4,7	7,1	8,5
25,00	2,0	17,7		0,93	248,2	167	78,4	1,5	45,8	68,7	5,9	--	31	20	17	16	25	27	--	3,3	4,9	5,9
25,20	2,3	20,4		0,94	250,0	169	85,1	1,6	49,1	73,7	6,8	--	31	21	17	16	25	28	--	3,8	5,6	6,8
25,40	2,4	25,8		0,94	251,8	169	87,1	1,7	50,2	75,3	7,1	--	31	21	17	17	25	28	--	3,9	5,9	7,1
25,60	3,0	31,0		0,88	253,5	174	--	--	--	--	--	9	32	22	19	18	25	29	--	5,1	7,6	9,1
25,80	9,8	83,3		1,00	255,5	218	--	--	--	--	--	49	37	28	25	23	32	34	--	16,3	24,5	29,4
26,00	7,6	78,0		0,96	257,4	204	--	--	--	--	--	40	36	27	23	22	30	33	--	12,7	19,1	22,9
26,20	4,9	50,0		0,92	259,2	186	--	--	--	--	--	24	34	24	21	20	28	31	--	8,2	12,3	14,7
26,40	2,0	29,9		0,93	261,0	167	78,4	1,4	46,0	69,1	5,9	--	31	20	16	15	25	27	--	3,3	4,9	5,9
26,60	3,4	37,6		0,89	262,7	176	--	--	--	--	--	12	33	23	19	18	26	29	--	5,7	8,6	10,3
26,80	5,5	64,4		0,93	264,6	190	--	--	--	--	--	28	35	25	22	20	28	31	--	9,1	13,7	16,5
27,00	7,1	54,1		0,95	266,4	200	--	--	--	--	--	36	36	26	23	21	30	32	--	11,8	17,6	21,2
27,20	11,8	90,2		1,03	268,4	231	--	--	--	--	--	54	38	29	25	24	32	35	--	19,6	29,4	35,3
27,40	11,8	120,0		1,03	270,5	231	--	--	--	--	--	53	38	29	25	24	32	35	--	19,6	29,4	35,3
27,60	11,3	115,0		1,02	272,5	228	--	--	--	--	--	52	37	28	25	24	32	35	--	18,8	28,2	33,8
27,80	5,9	45,1		0,93	274,3	192	--	--	--	--	--	29	35	25	22	20	28	32	--	9,8	14,7	17,6
28,00	11,8	120,0		1,03	276,3	231	--	--	--	--	--	53	38	28	25	24	32	35	--	19,6	29,4	35,3
28,20	12,7	130,0		1,05	278,4	237	--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	33	35	--	21,2	31,9	38,2
28,40	12,7	77,8		1,05	280,4	237	--	--	--	--	--	55	38	29	26	24	33	35	--	21,2	31,9	38,2
28,60	12,3	94,0		1,04	282,4	234	--	--	--	--	--	54	38	28	25	24	32	35	--	20,4	30,6	36,8
28,80	17,6	268,7		1,12	284,6	269	--	--	--	--	--	66	39	30	27	26	34	37	--	29,4	44,1	52,9
29,00	14,7	150,0		1,08	286,7	250	--	--	--	--	--	60	38	29	26	25	33	36	--	24,5	36,8	44,1
29,20	13,7	140,0		1,06	288,8	244	--	--	--	--	--	57	38	29	26	24	33	36	--	22,9	34,3	41,2
29,40	14,7	150,0		1,08	290,9	250	--	--	--	--	--	59	38	29	26	25	33	36	--	24,5	36,8	44,1
29,60	11,3	115,0		1,02	292,9	228	--	--	--	--	--	50	37	28	25	23	32	35	--	18,8	28,2	33,8
29,80	13,7	105,3		1,06	295,0	244	--	--	--	--	--	57	38	29	26	24	33	36	--	22,9	34,3	41,2
30,00	16,7	253,7		1,11	297,2	263	--	--	--	--	--	63	39	30	27	25	34	37	--	27,8	41,7	50,0
30,20	4,9	50,0		0,92	299,0	186	--	--	--	--	--	21	34	24	20	19	27	31	--	8,2	12,3	14,7
30,40	9,8	114,9		1,00	300,9	218	--	--	--	--	--	45	37	27	24	22	31	34	--	16,3	24,5	29,4
30,60	4,4	26,9		1,00	302,9	183	147,0	2,5	77,5	116,2	13,2	17	33	23	20	19	26	31	--	7,4	11,0	13,2
30,80	22,1	169,2		1,15	305,1	298	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	39	--	36,8	55,1	66,2
31,00	24,5	149,7		1,15	307,4	314	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	39	--	40,8	61,3	73,5
31,20	25,5	130,0		1,15	309,7	320	--	--	--	--	--	77	40	32	29	27	36	40	--	42,5	63,7	76,4
31,40	29,4	179,6		1,15	311,9	346	--	--	--	--	--	81	41	32	29	28	37	40	--	49,0	73,5	88,2
31,60	25,5	260,0		1,15	314,2	320	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	40	--	42,5	63,7	76,4
31,80	9,8	100,0		1,00	316,1	218	--	--	--	--	--	43	36	27	24	22	30	34	--	16,3	24,5	29,4
32,00	14,7	112,8		1,08	318,2	250	--	--	--	--	--	57	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1</

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	2
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 1	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'_{vo}	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ϕ_{Sc}	ϕ_{Ca}	ϕ_{Ko}	ϕ_{DB}	ϕ_{DM}	ϕ_{Me}	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0,20	--	--		1,85	3,6	154	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	7,1	54,1		1,85	7,3	200	--	--	--	--	--	100	43	44	42	39	45	32	2,00	11,8	17,6	21,2
0,60	6,9	30,0		1,85	10,9	199	--	--	--	--	--	100	43	42	39	37	45	32	2,00	11,4	17,2	20,6
0,80	5,4	35,9		1,85	14,5	189	--	--	--	--	--	98	43	39	37	34	43	31	2,00	9,0	13,5	16,2
1,00	3,9	31,5		1,85	18,1	180	--	--	--	--	--	82	41	36	34	31	40	30	2,00	6,5	9,8	11,8
1,20	1,9	20,4		1,85	21,8	166	76,0	30,0	12,9	19,4	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	1,2	30,0		1,85	25,4	162	56,0	16,9	9,5	14,3	4,4	32	35	29	26	24	33	26	--	2,0	2,9	3,5
1,60	1,5	25,0		1,85	29,0	164	65,3	17,3	11,1	16,7	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	1,8	24,7		1,85	32,6	166	73,5	17,3	12,5	18,7	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	1,5	15,0		1,85	36,3	164	65,3	13,1	11,1	16,7	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	1,8	22,5		1,85	39,9	166	73,5	13,5	12,5	18,7	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	1,4	26,4		1,85	43,5	163	62,4	9,8	10,6	15,9	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	0,8	17,0		1,85	47,1	159	39,2	5,0	13,0	19,5	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	1,0	37,0		1,85	50,8	160	49,0	6,0	13,4	20,1	3,9	9	32	24	21	20	28	26	--	1,6	2,5	2,9
3,00	1,1	27,5		0,91	52,5	161	52,6	6,3	13,7	20,6	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	1,1	20,8		0,91	54,3	161	52,6	6,0	14,4	21,5	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	1,0	18,9		0,90	56,1	160	49,0	5,3	15,3	23,0	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	1,5	45,5		0,89	57,8	164	65,3	7,3	14,3	21,4	4,9	20	34	26	23	21	29	27	--	2,5	3,7	4,4
3,80	1,6	40,0		0,90	59,6	164	68,2	7,4	14,6	22,0	5,1	21	34	26	23	21	30	27	--	2,6	3,9	4,7
4,00	1,7	32,1		0,91	61,4	165	70,9	7,5	15,0	22,5	5,3	23	34	26	23	22	30	27	--	2,8	4,2	5,0
4,20	1,7	21,3		0,97	63,3	165	70,9	7,2	15,7	23,5	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	1,3	27,7		0,93	65,1	162	59,3	5,6	17,6	26,4	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	1,1	23,4		0,91	66,9	161	52,6	4,6	18,6	27,9	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	0,8	15,1		0,86	68,6	159	39,2	3,1	19,0	28,4	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	1,1	23,4		0,91	70,4	161	52,6	4,4	19,6	29,5	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	1,3	16,3		0,93	72,2	162	59,3	4,9	20,0	30,0	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	1,2	15,0		0,92	74,0	162	56,0	4,4	20,6	31,0	4,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	1,3	16,3		0,93	75,8	162	59,3	4,6	21,1	31,7	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	1,4	19,2		0,94	77,7	163	62,4	4,8	21,6	32,3	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	1,3	16,3		0,93	79,5	162	59,3	4,3	22,2	33,3	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	1,0	16,7		0,90	81,2	160	49,0	3,3	22,8	34,2	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	0,9	15,0		0,88	83,0	160	44,1	2,8	22,3	33,4	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	0,9	19,1		0,88	84,7	160	44,1	2,8	22,5	33,8	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	0,8	20,0		0,86	86,4	159	39,2	2,3	21,2	31,8	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	0,8	20,0		0,86	88,1	159	39,2	2,3	21,3	32,0	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	0,7	17,5		0,84	89,7	158	34,3	1,9	19,4	29,1	3,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	0,7	17,5		0,84	91,4	158	34,3	1,8	19,5	29,2	3,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	0,7	14,9		0,46	92,3	158	34,3	1,8	4,2	6,3	1,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	0,8	15,1		0,86	93,9	159	39,2	2,1	21,7	32,6	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	0,8	17,0		0,86	95,6	159	39,2	2,1	21,8	32,7	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	0,9	15,0		0,88	97,4	160	44,1	2,3	23,8	35,8	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	1,1	18,3		0,91	99,1	161	52,6	2,8	26,6	39,9	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	1,4	20,9		0,94	101,0	163	62,4	3,4	28,4	42,6	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	1,4	19,2		0,94	102,8	163	62,4	3,4	28,9	43,3	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	1,6	20,0		0,96	104,7	164	68,2	3,7	29,6	44,3	5,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	1,8	16,8		0,98	106,6	166	73,5	3,9	29,8	44,8	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	2,0	16,7		0,93	108,4	167	78,4	4,2	30,3	45,4	5,9	14	33	24	21	20	27	27	--	3,3	4,9	5,9
9,60	2,5	20,8		0,94	110,3	170	89,1	4,8	30,6	45,9	7,4	21	34	25	22	21	29	28	--	4,1	6,1	7,4
9,80	3,1	20,0		0,97	112,2	174	104,5	5,7	30,1	45,1	9,4	30	35	26	23	22	30	29	--	5,2	7,8	9,4
10,00	2,9	22,6		0,96	114,1	173	98,0	5,2	31,3	46,9	8,8	27	34	26	23	21	29	29	--	4,9	7,4	8,8
10,20	3,7	28,6		0,99	116,0	178	124,1	6,8	29,4	44,1	11,2	35	35	27	24	22	31	30	--	6,2	9,3	11,2
10,40	4,1	21,0		1,00	118,0	181	137,2	7,6	28,8	43,2	12,3	38	36	27	24	23	31	30	--	6,9	10,3	12,3
10,60	3,4	26,3		0,98	119,9	176	114,3	5,9	31,9	47,8	10,3	31	35	26	23	22	30	29	--	5,7	8,6	10,3
10,80	2,5	34,2		0,86	121,6	170	--	--	--	--	--	19	34	25	21	20	28	28	--	4,1	6,1	7,4
11,00	1,3	19,4		0,93	123,4	162	59,3	2,5	31,4	47,1	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	1,8	16,8		0,98	125,3	166	73,5	3,2	34,9	52,4	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	3,0	33,3		0,88	127,0	174	--	--	--	--	--	25	34	26	22	21	29	29	--	5,1	7,6	9,1
11,60	5,5	42,1		0,93	128,9	190	--	--	--	--	--	45	37	28	25	24	32	31	--	9,1	13,7	16,5
11,80	3,1	36,8		0,88	130,6	174	--	--	--	--	--	26	34	26	22	21	29	29	--	5,2	7,8	9,4
12,00	3,4	52,2		0,89	132,3	176	--	--	--	--	--	29	35	26	23	21	29	29	--	5,7	8,6	10,3
12,20	4,9	74,6		0,92	134,1	186	--	--	--	--	--	41	36	28								

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	2
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 2	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'_{vo}	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ϕ Sc	ϕ Ca	ϕ Ko	ϕ DB	ϕ DM	ϕ Me	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
20,00	15,7	200,0		1,09	201,6	256	--	--	--	--	--	71	40	31	28	27	36	36	--	26,1	39,2	47,0
20,20	6,9	58,3		0,95	203,5	199	--	--	--	--	--	42	36	27	24	23	31	32	--	11,4	17,2	20,6
20,40	1,8	22,5		0,98	205,4	166	73,5	1,7	42,1	63,2	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	1,8	22,5		0,98	207,3	166	73,5	1,7	42,2	63,3	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,80	1,8	18,0		0,98	209,2	166	73,5	1,7	42,3	63,4	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,00	2,0	16,7		0,93	211,1	167	78,4	1,8	44,6	66,9	5,9	--	31	21	17	17	25	27	--	3,3	4,9	5,9
21,20	2,4	18,9		0,94	212,9	169	87,1	2,1	48,5	72,8	7,1	4	32	22	18	17	25	28	--	3,9	5,9	7,1
21,40	2,3	17,3		0,94	214,7	169	85,1	2,0	47,8	71,6	6,8	2	32	21	18	17	25	28	--	3,8	5,6	6,8
21,60	2,5	18,8		0,94	216,6	170	89,1	2,1	49,6	74,3	7,4	5	32	22	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
21,80	2,6	17,6		0,95	218,5	171	92,8	2,2	51,2	76,8	7,9	7	32	22	19	18	25	28	--	4,4	6,6	7,9
22,00	2,5	15,6		0,94	220,3	170	89,1	2,0	49,8	74,7	7,4	5	32	22	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
22,20	2,4	12,8		0,94	222,1	169	87,1	1,9	49,0	73,5	7,1	3	32	22	18	17	25	28	--	3,9	5,9	7,1
22,40	2,5	15,6		0,95	224,0	171	91,0	2,0	50,8	76,2	7,6	6	32	22	18	17	25	28	--	4,2	6,4	7,6
22,60	2,3	13,8		0,94	225,8	169	85,1	1,9	48,3	72,4	6,8	1	31	21	18	17	25	28	--	3,8	5,6	6,8
22,80	2,5	23,4		0,94	227,7	170	89,1	1,9	50,2	75,2	7,4	4	32	22	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
23,00	2,9	19,6		0,96	229,6	173	98,0	2,2	54,0	81,0	8,8	10	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8
23,20	2,9	21,4		0,96	231,5	173	98,0	2,1	54,1	81,1	8,8	10	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8
23,40	3,9	25,0		1,00	233,4	180	130,7	3,0	64,0	96,1	11,8	19	34	24	20	19	27	30	--	6,5	9,8	11,8
23,60	3,9	22,2		1,00	235,4	180	130,7	3,0	64,4	96,6	11,8	19	34	24	20	19	27	30	--	6,5	9,8	11,8
23,80	2,5	17,7		0,95	237,2	171	91,0	1,9	51,5	77,2	7,6	4	32	22	18	17	25	28	--	4,2	6,4	7,6
24,00	2,5	17,0		0,94	239,1	170	89,1	1,8	50,7	76,0	7,4	3	32	21	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
24,20	2,5	17,0		0,95	241,0	171	91,0	1,9	51,6	77,4	7,6	4	32	21	18	17	25	28	--	4,2	6,4	7,6
24,40	2,5	15,6		0,94	242,8	170	89,1	1,8	50,8	76,2	7,4	2	32	21	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
24,60	3,9	20,0		1,00	244,8	180	130,7	2,9	65,8	98,8	11,8	18	33	24	20	19	27	30	--	6,5	9,8	11,8
24,80	4,9	22,7		1,01	246,7	186	163,3	3,7	69,6	104,4	14,7	26	34	25	21	20	28	31	--	8,2	12,3	14,7
25,00	5,1	26,0		1,01	248,7	187	169,9	3,9	69,8	104,7	15,3	27	34	25	22	20	28	31	--	8,5	12,7	15,3
25,20	3,4	19,4		0,98	250,6	176	114,3	2,4	61,7	92,5	10,3	13	33	23	19	18	26	29	--	5,7	8,6	10,3
25,40	2,7	18,3		0,96	252,5	172	94,6	1,8	53,8	80,6	8,2	5	32	22	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2
25,60	2,2	23,7		0,93	254,3	168	82,9	1,5	48,2	72,3	6,5	--	31	20	17	16	25	28	--	3,6	5,4	6,5
25,80	1,8	20,7		0,98	256,3	166	73,5	1,3	43,4	65,1	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26,00	1,7	15,9		0,97	258,2	165	70,9	1,2	42,0	63,0	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26,20	1,8	14,2		0,98	260,1	166	73,5	1,3	43,4	65,2	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26,40	3,4	40,2		0,89	261,8	176	--	--	--	--	--	12	33	23	19	18	26	29	--	5,7	8,6	10,3
26,60	4,1	42,0		0,90	263,6	181	--	--	--	--	--	18	33	23	20	19	27	30	--	6,9	10,3	12,3
26,80	5,9	60,0		0,93	265,4	192	--	--	--	--	--	30	35	25	22	21	29	32	--	9,8	14,7	17,6
27,00	8,8	90,0		0,98	267,4	212	--	--	--	--	--	44	37	27	24	23	31	33	--	14,7	22,1	26,5
27,20	6,9	70,0		0,95	269,2	199	--	--	--	--	--	35	35	26	23	21	29	32	--	11,4	17,2	20,6
27,40	8,8	67,7		0,98	271,2	212	--	--	--	--	--	44	36	27	24	22	31	33	--	14,7	22,1	26,5
27,60	3,9	24,0		1,00	273,1	180	130,7	2,5	69,3	103,9	11,8	15	33	23	20	19	26	30	--	6,5	9,8	11,8
27,80	2,7	28,0		0,96	275,0	172	94,6	1,7	54,6	81,9	8,2	3	32	21	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2
28,00	9,8	93,5		1,00	276,9	218	--	--	--	--	--	47	37	27	24	23	31	34	--	16,3	24,5	29,4
28,20	3,9	37,4		0,90	278,7	180	--	--	--	--	--	15	33	23	20	18	26	30	--	6,5	9,8	11,8
28,40	2,9	56,6		0,88	280,4	173	--	--	--	--	--	5	32	21	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8
28,60	4,1	28,6		1,00	282,4	181	137,2	2,5	72,3	108,4	12,3	16	33	23	20	19	26	30	--	6,9	10,3	12,3
28,80	3,2	27,5		0,97	284,3	175	107,8	1,9	61,1	91,7	9,7	8	32	22	18	17	25	29	--	5,4	8,1	9,7
29,00	2,2	32,8		0,86	286,0	168	--	--	--	--	--	--	31	20	16	16	25	28	--	3,6	5,4	6,5
29,20	8,8	134,3		0,98	287,9	212	--	--	--	--	--	42	36	27	24	22	30	33	--	14,7	22,1	26,5
29,40	7,4	75,0		0,96	289,8	202	--	--	--	--	--	36	36	26	23	21	29	32	--	12,3	18,4	22,1
29,60	4,9	53,8		0,92	291,6	186	--	--	--	--	--	22	34	24	20	19	27	31	--	8,2	12,3	14,7
29,80	6,5	75,9		0,94	293,4	196	--	--	--	--	--	31	35	25	22	21	29	32	--	10,8	16,2	19,4
30,00	6,4	65,0		0,94	295,3	196	--	--	--	--	--	30	35	25	22	21	28	32	--	10,6	15,9	19,1
30,20	11,3	86,5		1,02	297,3	228	--	--	--	--	--	50	37	28	25	23	32	35	--	18,8	28,2	33,8
30,40	14,7	150,0		1,08	299,4	250	--	--	--	--	--	59	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1
30,60	12,7	130,0		1,05	301,4	237	--	--	--	--	--	54	38	28	25	24	32	35	--	21,2	31,9	38,2
30,80	14,7	150,0		1,08	303,5	250	--	--	--	--	--	58	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1
31,00	12,7	130,0		1,05	305,6	237	--	--	--	--	--	53	38	28	25	24	32	35	--	21,2	31,9	38,2
31,20	9,8	75,2		1,00	307,5	218	--	--	--	--	--	44	37	27	24	22	31	34	--	16,3	24,5	29,4
31,40	13,7	105,3		1,06	309,6	244	--	--	--	--	--	55	38	29	26	24	32	36	--	22,9	34,3	41,2
31,60	11,8	90,2		1,03	311,6	231	--	--	--	--	--	50	37	28	25	23	32	35	--	19,6	29,4	35,3
31,80	9,8	100,0		1,00	313,6	218	--	--	--	--	--	44	36	27	24	22	30	34	--	16,3	24,5	29,4

072-2012

Falda: -3,00 m 3.00

FON025

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	3
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 2	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{vo} kPa	Vs m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	ϕ_{Sc} (°)	ϕ_{Ca} (°)	ϕ_{Ko} (°)	ϕ_{DB} (°)	ϕ_{DM} (°)	ϕ_{Me} (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	
20,00	1,6	23,9		0,96	208,6	164	68,2	1,6	39,6	59,4	5,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,20	1,6	30,2		0,90	210,4	164	68,2	1,5	39,7	59,5	5,1	--	31	20	16	15	25	27	--	2,6	3,9	4,7	
20,40	1,5	28,3		0,95	212,3	164	65,3	1,4	38,3	57,4	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
20,60	1,6	23,9		0,96	214,1	164	68,2	1,5	39,8	59,6	5,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
20,80	1,9	23,8		0,99	216,1	166	76,0	1,7	43,7	65,5	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
21,00	1,8	19,4		0,98	218,0	166	73,5	1,6	42,5	63,8	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
21,20	1,9	17,8		0,99	220,0	166	76,0	1,7	43,8	65,7	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
21,40	1,9	16,8		0,99	221,9	166	76,0	1,6	43,9	65,8	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
21,60	1,7	15,0		0,97	223,8	165	70,9	1,5	41,4	62,1	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
21,80	2,3	18,1		0,94	225,6	169	85,1	1,9	48,3	72,4	6,8	1	31	21	18	17	25	28	--	3,8	5,6	6,8	
22,00	2,1	16,5		0,93	227,4	167	80,7	1,7	46,3	69,5	6,2	--	31	21	17	16	25	27	--	3,4	5,1	6,2	
22,20	1,9	12,9		0,99	229,4	166	76,0	1,6	44,1	66,1	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
22,40	2,2	19,5		0,93	231,2	168	82,9	1,7	47,5	71,3	6,5	--	31	21	17	17	25	28	--	3,6	5,4	6,5	
22,60	2,5	20,8		0,94	233,1	170	89,1	1,9	50,4	75,6	7,4	3	32	21	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4	
22,80	3,5	20,8		0,99	235,0	177	117,6	2,6	61,2	91,8	10,6	16	33	23	20	19	26	30	--	5,9	8,8	10,6	
23,00	3,3	19,7		0,98	236,9	176	111,1	2,4	59,3	89,0	10,0	13	33	23	20	18	26	29	--	5,6	8,3	10,0	
23,20	3,1	20,9		0,97	238,8	174	104,5	2,2	57,2	85,7	9,4	11	33	23	19	18	26	29	--	5,2	7,8	9,4	
23,40	2,7	21,1		0,96	240,7	172	94,6	2,0	53,2	79,8	8,2	6	32	22	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2	
23,60	2,9	14,5		0,96	242,6	173	98,0	2,0	54,8	82,1	8,8	8	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
23,80	2,9	12,9		0,96	244,5	173	98,0	2,0	54,9	82,3	8,8	8	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
24,00	2,9	16,0		0,96	246,3	173	98,0	2,0	55,0	82,4	8,8	8	32	22	19	18	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
24,20	3,9	22,2		1,00	248,3	180	130,7	2,8	66,3	99,5	11,8	18	33	23	20	19	27	30	--	6,5	9,8	11,8	
24,40	3,7	22,8		0,99	250,2	178	124,1	2,6	64,8	97,2	11,2	16	33	23	20	19	26	30	--	6,2	9,3	11,2	
24,60	3,2	22,4		0,97	252,2	175	107,8	2,2	59,3	89,0	9,7	11	33	22	19	18	26	29	--	5,4	8,1	9,7	
24,80	4,1	30,0		1,00	254,1	181	137,2	2,9	68,7	103,1	12,3	19	34	24	20	19	27	30	--	6,9	10,3	12,3	
25,00	3,1	24,1		0,97	256,0	174	104,5	2,0	58,3	87,4	9,4	9	32	22	19	18	25	29	--	5,2	7,8	9,4	
25,20	2,2	17,3		0,93	257,8	168	82,9	1,5	48,3	72,5	6,5	--	31	20	17	16	25	28	--	3,6	5,4	6,5	
25,40	3,4	23,8		0,98	259,8	176	114,3	2,3	62,4	93,6	10,3	12	33	23	19	18	26	29	--	5,7	8,6	10,3	
25,60	4,7	30,0		1,01	261,7	185	156,8	3,3	73,3	109,9	14,1	23	34	24	21	20	27	31	--	7,8	11,8	14,1	
25,80	5,1	26,0		1,01	263,7	187	169,9	3,6	74,5	111,7	15,3	25	34	24	21	20	28	31	--	8,5	12,7	15,3	
26,00	2,9	18,0		0,96	265,6	173	98,0	1,8	55,8	83,8	8,8	6	32	22	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
26,20	2,9	20,4		0,96	267,5	173	98,0	1,8	55,9	83,9	8,8	6	32	22	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
26,40	2,7	16,8		0,96	269,4	172	94,6	1,7	54,4	81,6	8,2	4	32	21	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2	
26,60	2,5	17,0		0,94	271,2	170	89,1	1,6	51,7	77,6	7,4	--	31	21	17	16	25	28	--	4,1	6,1	7,4	
26,80	2,7	21,1		0,96	273,1	172	94,6	1,7	54,5	81,8	8,2	3	32	21	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2	
27,00	2,6	21,3		0,95	274,9	171	92,8	1,6	53,7	80,6	7,9	2	31	21	18	17	25	28	--	4,4	6,6	7,9	
27,20	2,7	21,1		0,96	276,8	172	94,6	1,6	54,6	82,0	8,2	3	32	21	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2	
27,40	2,9	20,4		0,96	278,7	173	98,0	1,7	56,3	84,5	8,8	5	32	21	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
27,60	4,2	25,7		1,00	280,7	182	140,5	2,6	73,1	109,6	12,6	17	33	23	20	19	26	30	--	7,0	10,5	12,6	
27,80	4,4	26,9		1,00	282,6	183	147,0	2,8	75,1	112,6	13,2	19	33	23	20	19	27	31	--	7,4	11,0	13,2	
28,00	3,9	23,1		1,00	284,6	180	130,7	2,4	70,3	105,5	11,8	14	33	23	19	18	26	30	--	6,5	9,8	11,8	
28,20	2,9	22,6		0,96	286,5	173	98,0	1,6	56,6	84,9	8,8	4	32	21	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8	
28,40	5,1	77,6		0,92	288,3	187	--	--	--	--	--	23	34	24	21	20	27	31	--	8,5	12,7	15,3	
28,60	5,9	60,0		0,93	290,1	192	--	--	--	--	--	28	35	25	21	20	28	32	--	9,8	14,7	17,6	
28,80	11,3	115,0		1,02	292,1	228	--	--	--	--	--	50	37	28	25	23	32	35	--	18,8	28,2	33,8	
29,00	12,7	162,5		1,05	294,1	237	--	--	--	--	--	54	38	28	25	24	32	35	--	21,2	31,9	38,2	
29,20	4,9	50,0		0,92	295,9	186	--	--	--	--	--	21	34	24	20	19	27	31	--	8,2	12,3	14,7	
29,40	13,7	140,0		1,06	298,0	244	--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	33	36	--	22,9	34,3	41,2	
29,60	14,7	89,8		1,08	300,1	250	--	--	--	--	--	59	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1	
29,80	19,6	150,4		1,15	302,4	282	--	--	--	--	--	68	39	30	27	26	35	38	--	32,7	49,0	58,8	
30,00	16,7	127,8		1,11	304,5	263	--	--	--	--	--	63	39	30	27	25	34	37	--	27,8	41,7	50,0	
30,20	13,7	140,0		1,06	306,6	244	--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	32	36	--	22,9	34,3	41,2	
30,40	11,3	115,0		1,02	308,6	228	--	--	--	--	--	49	37	28	25	23	31	35	--	18,8	28,2	33,8	
30,60	13,7	105,3		1,06	310,7	244	--	--	--	--	--	55	38	29	25	24	32	36	--	22,9	34,3	41,2	
30,80	14,7	89,8		1,08	312,8	250	--	--	--	--	--	58	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1	
31,00	19,6	100,0		1,15	315,1	282	--	--	--	--	--	67	39	30	27	26	34	38	--	32,7	49,0	58,8	
31,20	22,5	172,9		1,15	317,3	301	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	39	--	37,6	56,4	67,6	
31,40	24,5	149,7		1,15	319,6	314	--	--	--	--	--	75	40	31	28	27	35	39	--	40,8	61,3	73,5	
31,60	25,5	195,5		1,15	321,8	320	--	--	--	--	--	76	40	31	29	27	36	40	--	42,5	63,7	76,4	
31,80	24,5	188,0		1,15	324,1	314	--	--	--	--	--	74	40	31	2								

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	4
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 1	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'_{vo}	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ϕ_{Sc}	ϕ_{Ca}	ϕ_{Ko}	ϕ_{DB}	ϕ_{DM}	ϕ_{Me}	F.L.	E'50	E'25	Mo
m	U.M.			t/m³	kPa	m/s	kPa	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.
0.20	--	--		1,85	3,6	154	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	11,8	90,2		1,85	7,3	231	--	--	--	--	--	100	43	46	44	41	45	35	2,00	19,6	29,4	35,3
0.60	9,8	100,0		1,85	10,9	218	--	--	--	--	--	100	43	44	41	38	45	34	2,00	16,3	24,5	29,4
0.80	7,8	47,9		1,85	14,5	205	--	--	--	--	--	100	43	41	39	36	44	33	2,00	13,1	19,6	23,5
1.00	3,9	46,0		1,85	18,1	180	--	--	--	--	--	82	41	36	34	31	40	30	2,00	6,5	9,8	11,8
1.20	2,5	31,3		1,85	21,8	170	--	--	--	--	--	61	39	33	30	28	38	28	2,00	4,1	6,1	7,4
1.40	2,7	28,0		1,85	25,4	172	94,6	32,5	16,1	24,1	8,2	61	39	33	30	28	37	28	--	4,6	6,9	8,2
1.60	3,4	52,2		1,85	29,0	176	--	--	--	--	--	66	39	33	31	29	38	29	2,00	5,7	8,6	10,3
1.80	1,8	18,0		1,85	32,6	166	73,5	17,3	12,5	18,7	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.00	1,8	24,7		1,85	36,3	166	73,5	15,2	12,5	18,7	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	1,5	20,5		1,85	39,9	164	65,3	11,6	11,1	16,7	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.40	1,4	23,3		1,85	43,5	163	62,4	9,8	10,6	15,9	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.60	1,1	20,8		1,85	47,1	161	52,6	7,2	11,7	17,6	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.80	1,1	18,3		1,85	50,8	161	52,6	6,6	13,0	19,6	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	1,4	29,8		0,94	52,6	163	62,4	7,8	12,7	19,1	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	1,8	20,7		0,98	54,5	166	73,5	9,1	13,0	19,4	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	1,9	35,8		0,92	56,3	166	76,0	9,1	13,4	20,1	5,7	28	35	27	24	23	31	27	--	3,1	4,7	5,6
3.60	1,6	21,9		0,96	58,2	164	68,2	7,6	14,2	21,2	5,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.80	1,3	21,7		0,93	60,0	162	59,3	6,2	15,7	23,6	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	1,0	18,9		0,90	61,8	160	49,0	4,7	17,2	25,8	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	0,9	19,1		0,88	63,5	160	44,1	4,0	17,7	26,6	3,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	1,1	18,3		0,91	65,3	161	52,6	4,8	18,1	27,2	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	1,5	22,4		0,95	67,2	164	65,3	6,1	17,7	26,6	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	1,3	24,5		0,93	69,0	162	59,3	5,2	18,9	28,4	4,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.00	1,7	28,3		0,97	70,9	165	70,9	6,3	18,5	27,7	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.20	1,5	22,4		0,95	72,8	164	65,3	5,5	19,7	29,6	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.40	1,5	25,0		0,95	74,6	164	65,3	5,3	20,4	30,6	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	1,5	28,3		0,95	76,5	164	65,3	5,2	21,0	31,5	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.80	1,6	21,9		0,96	78,4	164	68,2	5,3	21,4	32,1	5,1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.00	1,2	15,0		0,92	80,2	162	56,0	4,0	22,4	33,5	4,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.20	1,1	15,1		0,91	81,9	161	52,6	3,6	23,1	34,7	4,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.40	1,0	14,9		0,90	83,7	160	49,0	3,2	23,3	35,0	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.60	1,0	18,9		0,90	85,5	160	49,0	3,1	23,6	35,5	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6.80	1,0	18,9		0,90	87,2	160	49,0	3,1	24,0	35,9	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.00	1,0	18,9		0,90	89,0	160	49,0	3,0	24,3	36,4	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.20	1,0	18,9		0,90	90,8	160	49,0	2,9	24,5	36,8	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.40	0,8	20,0		0,86	92,5	159	39,2	2,1	21,6	32,4	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.60	0,7	21,2		0,84	94,1	158	34,3	1,8	19,6	29,4	3,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.80	0,7	21,2		0,84	95,7	158	34,3	1,7	19,7	29,5	3,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.00	0,6	12,8		0,46	96,6	158	29,4	1,4	3,7	5,6	0,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.20	0,8	15,1		0,86	98,3	159	39,2	2,0	22,0	33,0	3,4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.40	1,0	16,7		0,90	100,1	160	49,0	2,6	25,7	38,6	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.60	1,0	14,9		0,90	101,9	160	49,0	2,5	25,9	38,9	3,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8.80	1,4	20,9		0,94	103,7	163	62,4	3,3	29,1	43,6	4,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.00	1,8	24,7		0,98	105,6	166	73,5	4,0	29,5	44,2	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.20	1,9	20,4		0,99	107,6	166	76,0	4,1	30,0	45,0	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.40	1,8	16,8		0,98	109,5	166	73,5	3,8	30,8	46,2	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9.60	2,1	15,8		0,93	111,3	167	80,7	4,2	31,1	46,6	6,2	15	33	24	21	20	28	27	--	3,4	5,1	6,2
9.80	2,5	17,0		0,94	113,2	170	89,1	4,7	31,5	47,2	7,4	21	34	25	22	21	28	28	--	4,1	6,1	7,4
10.00	3,3	19,7		0,98	115,1	176	111,1	6,0	30,4	45,7	10,0	31	35	26	23	22	30	29	--	5,6	8,3	10,0
10.20	3,6	20,6		0,99	117,0	178	120,9	6,5	30,1	45,2	10,9	33	35	27	24	22	30	30	--	6,0	9,1	10,9
10.40	2,3	15,0		0,94	118,9	169	85,1	4,1	33,2	49,8	6,8	17	33	24	21	20	28	28	--	3,8	5,6	6,8
10.60	1,9	14,3		0,99	120,8	166	76,0	3,5	34,1	51,1	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10.80	2,0	15,7		0,93	122,6	167	78,4	3,6	34,6	51,9	5,9	11	33	24	20	19	27	27	--	3,3	4,9	5,9
11.00	3,1	32,0		0,88	124,3	174	--	--	--	--	--	27	34	26	23	21	29	29	--	5,2	7,8	9,4
11.20	7,8	80,0		0,97	126,2	205	--	--	--	--	--	58	38	30	27	26	34	33	--	13,1	19,6	23,5
11.40	5,9	39,2		0,93	128,1	192	--	--	--	--	--	48	37	29	26	24	33	32	--	9,8	14,7	17,6
11.60	3,2	33,0		0,88	129,8	175	--	--	--	--	--	27	34	26	23	21	29	29	--	5,4	8,1	9,7
11.80	6,4	81,3		0,94	131,6	196	--	--	--	--	--	50	37	29	26	24	33	32	--	10,6	15,9	19,1
12.00	6,9	80,5		0,95	133,5	199	--	--	--	--	--	52	38	29	26	25	33	32	--	11,4	17,2	20,6
12.20	8,3	91,4		0,98	135,4	208	--	--	--	--	--	59	38	30	27	26	34	33	--	13,9	20,8	25,0
12.40																						

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	4
	riferimento	072-2012

Committente: PROVINCIA DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 16/07/2012
Cantiere: FINALE EMILIA scuole	Pagina: 2	
Località: FINALE EMILIA scuole	Elaborato:	Falda: -3,00 m 3.00

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{vo} kPa	Vs m/s	Cu kPa	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	ϕ Sc (°)	ϕ Ca (°)	ϕ Ko (°)	ϕ DB (°)	ϕ DM (°)	ϕ Me (°)	F.L.	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
20,00	2,3	38,3		0,86	208,4	169	--	--	--	--	--	3	32	22	18	17	25	28	--	3,8	5,6	6,8
20,20	1,6	34,0		0,90	210,2	164	68,2	1,5	39,7	59,5	5,1	--	31	20	16	15	25	27	--	2,6	3,9	4,7
20,40	1,9	23,8		0,99	212,2	166	76,0	1,7	43,5	65,3	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	2,0	18,7		0,93	214,0	167	78,4	1,8	44,7	67,1	5,9	--	31	21	17	16	25	27	--	3,3	4,9	5,9
20,80	1,9	26,0		0,99	215,9	166	76,0	1,7	43,7	65,5	5,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,00	1,7	28,3		0,97	217,8	165	70,9	1,5	41,2	61,8	5,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,20	1,8	24,7		0,98	219,7	166	73,5	1,6	42,6	63,9	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,40	1,5	16,1		0,95	221,6	164	65,3	1,4	38,5	57,7	4,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,60	2,1	21,0		0,93	223,4	167	80,7	1,8	46,2	69,3	6,2	--	31	21	17	16	25	27	--	3,4	5,1	6,2
21,80	2,3	20,4		0,94	225,2	169	85,1	1,9	48,3	72,4	6,8	1	31	21	18	17	25	28	--	3,8	5,6	6,8
22,00	1,8	15,9		0,98	227,2	166	73,5	1,5	42,8	64,2	5,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
22,20	2,0	17,7		0,93	229,0	167	78,4	1,6	45,3	67,9	5,9	--	31	20	17	16	25	27	--	3,3	4,9	5,9
22,40	2,3	17,3		0,94	230,8	169	85,1	1,8	48,5	72,7	6,8	1	31	21	18	17	25	28	--	3,8	5,6	6,8
22,60	2,5	16,3		0,94	232,7	170	89,1	1,9	50,4	75,6	7,4	3	32	21	18	17	25	28	--	4,1	6,1	7,4
22,80	3,3	20,4		0,98	234,6	176	111,1	2,5	59,1	88,7	10,0	14	33	23	20	19	26	29	--	5,6	8,3	10,0
23,00	2,6	16,9		0,95	236,4	171	92,8	2,0	52,2	78,3	7,9	6	32	22	18	17	25	28	--	4,4	6,6	7,9
23,20	2,0	14,3		0,93	238,3	167	78,4	1,6	45,5	68,3	5,9	--	31	20	17	16	25	27	--	3,3	4,9	5,9
23,40	2,1	21,0		0,93	240,1	167	80,7	1,6	46,7	70,1	6,2	--	31	20	17	16	25	27	--	3,4	5,1	6,2
23,60	4,0	19,8		1,00	242,0	180	133,9	3,0	66,1	99,2	12,1	19	34	24	20	19	27	30	--	6,7	10,0	12,1
23,80	3,0	15,5		0,97	243,9	174	101,3	2,1	56,2	84,3	9,1	9	32	22	19	18	25	29	--	5,1	7,6	9,1
24,00	3,9	18,2		1,00	245,9	180	130,7	2,8	66,0	99,0	11,8	18	33	24	20	19	27	30	--	6,5	9,8	11,8
24,20	4,4	22,5		1,00	247,9	183	147,0	3,3	69,2	103,8	13,2	22	34	24	21	20	27	31	--	7,4	11,0	13,2
24,40	3,7	19,0		0,99	249,8	178	124,1	2,6	64,8	97,2	11,2	16	33	23	20	19	26	30	--	6,2	9,3	11,2
24,60	2,7	16,8		0,96	251,7	172	94,6	1,8	53,7	80,6	8,2	5	32	22	18	17	25	28	--	4,6	6,9	8,2
24,80	3,4	32,7		0,89	253,4	176	--	--	--	--	--	13	33	23	19	18	26	29	--	5,7	8,6	10,3
25,00	3,3	25,6		0,98	255,3	176	111,1	2,2	60,8	91,3	10,0	12	33	23	19	18	26	29	--	5,6	8,3	10,0
25,20	3,1	43,8		0,88	257,1	174	--	--	--	--	--	9	32	22	19	18	25	29	--	5,2	7,8	9,4
25,40	4,1	37,2		0,90	258,8	181	--	--	--	--	--	18	33	24	20	19	27	30	--	6,9	10,3	12,3
25,60	3,7	22,8		0,99	260,8	178	124,1	2,5	65,9	98,9	11,2	15	33	23	20	19	26	30	--	6,2	9,3	11,2
25,80	3,4	31,0		0,89	262,5	176	--	--	--	--	--	12	33	23	19	18	26	29	--	5,7	8,6	10,3
26,00	3,3	28,3		0,98	264,4	176	111,1	2,1	61,4	92,2	10,0	11	33	22	19	18	25	29	--	5,6	8,3	10,0
26,20	2,9	19,6		0,96	266,3	173	98,0	1,8	55,9	83,8	8,8	6	32	22	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8
26,40	2,5	16,3		0,94	268,2	170	89,1	1,6	51,7	77,5	7,4	--	31	21	17	16	25	28	--	4,1	6,1	7,4
26,60	3,2	24,8		0,97	270,1	175	107,8	2,0	60,4	90,6	9,7	9	32	22	19	18	25	29	--	5,4	8,1	9,7
26,80	2,9	18,8		0,96	272,0	173	98,0	1,8	56,1	84,1	8,8	6	32	22	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8
27,00	2,4	15,7		0,94	273,8	169	87,1	1,5	50,8	76,2	7,1	--	31	20	17	16	25	28	--	3,9	5,9	7,1
27,20	2,9	20,4		0,96	275,7	173	98,0	1,7	56,2	84,3	8,8	5	32	22	18	17	25	29	--	4,9	7,4	8,8
27,40	3,0	17,9		0,97	277,6	174	101,3	1,8	57,8	86,7	9,1	6	32	22	18	17	25	29	--	5,1	7,6	9,1
27,60	4,3	33,1		0,91	279,3	182	--	--	--	--	--	18	33	23	20	19	27	31	--	7,2	10,8	12,9
27,80	4,9	31,3		0,92	281,1	186	--	--	--	--	--	22	34	24	21	20	27	31	--	8,2	12,3	14,7
28,00	4,0	32,3		0,90	282,9	180	--	--	--	--	--	15	33	23	20	19	26	30	--	6,7	10,0	12,1
28,20	3,7	38,0		0,90	284,7	178	--	--	--	--	--	13	33	23	19	18	26	30	--	6,2	9,3	11,2
28,40	9,8	93,5		1,00	286,6	218	--	--	--	--	--	46	37	27	24	23	31	34	--	16,3	24,5	29,4
28,60	7,8	80,0		0,97	288,5	205	--	--	--	--	--	38	36	26	23	22	30	33	--	13,1	19,6	23,5
28,80	12,7	77,8		1,05	290,6	237	--	--	--	--	--	54	38	29	25	24	32	35	--	21,2	31,9	38,2
29,00	15,7	120,3		1,09	292,7	256	--	--	--	--	--	61	39	30	27	25	33	36	--	26,1	39,2	47,0
29,20	17,6	135,3		1,12	294,9	269	--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	--	29,4	44,1	52,9
29,40	17,6	107,8		1,12	297,1	269	--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	--	29,4	44,1	52,9
29,60	19,6	150,4		1,15	299,3	282	--	--	--	--	--	69	39	31	28	26	35	38	--	32,7	49,0	58,8
29,80	17,6	135,3		1,12	301,5	269	--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	--	29,4	44,1	52,9
30,00	17,6	107,8		1,12	303,7	269	--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	--	29,4	44,1	52,9
30,20	19,6	119,8		1,15	306,0	282	--	--	--	--	--	68	39	30	27	26	34	38	--	32,7	49,0	58,8
30,40	19,6	100,0		1,15	308,2	282	--	--	--	--	--	68	39	30	27	26	34	38	--	32,7	49,0	58,8
30,60	19,6	150,4		1,15	310,5	282	--	--	--	--	--	68	39	30	27	26	34	38	--	32,7	49,0	58,8
30,80	16,7	127,8		1,11	312,6	263	--	--	--	--	--	62	39	30	26	25	33	37	--	27,8	41,7	50,0
31,00	14,7	112,8		1,08	314,8	250	--	--	--	--	--	57	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1
31,20	12,7	97,7		1,05	316,8	237	--	--	--	--	--	52	38	28	25	23	32	35	--	21,2	31,9	38,2
31,40	17,6	180,0		1,12	319,0	269	--	--	--	--	--	63	39	30	27	25	34	37	--	29,4	44,1	52,9
31,60	14,7	150,0		1,08	321,1	250	--	--	--	--	--	57	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1
31,80	14,7	89,8		1,08	323,2	250	--	--	--	--	--	57	38	29	26	24	33	36	--	24,5	36,8	44,1
32,00	15,7	120,3		1,09	325,4	256	--	--	--	--	--	--										



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: provepenetrometriche@alice.it
www.provepenetrometriche.com

35.00

Indagine sismica Re.Mi. n. 1

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. R03411

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Finale Emilia (MO), via Digione**

Cantiere: **Polo Scolastico**

Data prova: **13/07/2012**

Data emissione rapporto di prova: **16/07/2012**

Lunghezza stendimento (m): **115**

Sostegni in acciaio: **no**

N. geofoni: **24**

Spaziatura geofoni: **5 m**

Offset (m): **1 m**

Attrezzatura utilizzata

- Sismografo Geode a 24 canali, le cui caratteristiche compaiono nella scheda allegata;
- N. 24 Geofoni "Geospace" a 14 Hz;
- Stendimento di lunghezza 115 m, costituito da 24 geofoni da 14 Hz, distanziati 5,0 m.

Metodologia di indagine

L'analisi dei microtremori viene effettuata utilizzando la strumentazione per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno con array lineare, di 24 geofoni a bassa frequenza di risonanza (14 Hz), con tempo di registrazione (15-30s).

Nello specifico si realizza uno stendimento da 115 m, costituito da 24 geofoni da 14 Hz, distanziati 5,0 m, utilizzando un tempo di registrazione pari a 30 secondi, per un totale di 8 campionamenti.

Si sono registrate onde di superficie il cui contenuto in frequenza copre un range da 35 Hz fino a 2 Hz.

L'elaborazione del segnale acquisito in campagna consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica mediante apposito software SeisOptim ReMi Versione 5.0.

Norme di riferimento

- ASTM D5777-00 "Standard guide for using refraction method for sub-surfaces investigations";
- Louie J. N. (2001) – "Faster, better: shear-waves velocity to 100 meters depth from refraction microtremors arrays"

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

-

Annotazioni, anomalie riscontrate e/o incertezze nelle misure

Nel corso della prova non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **10%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

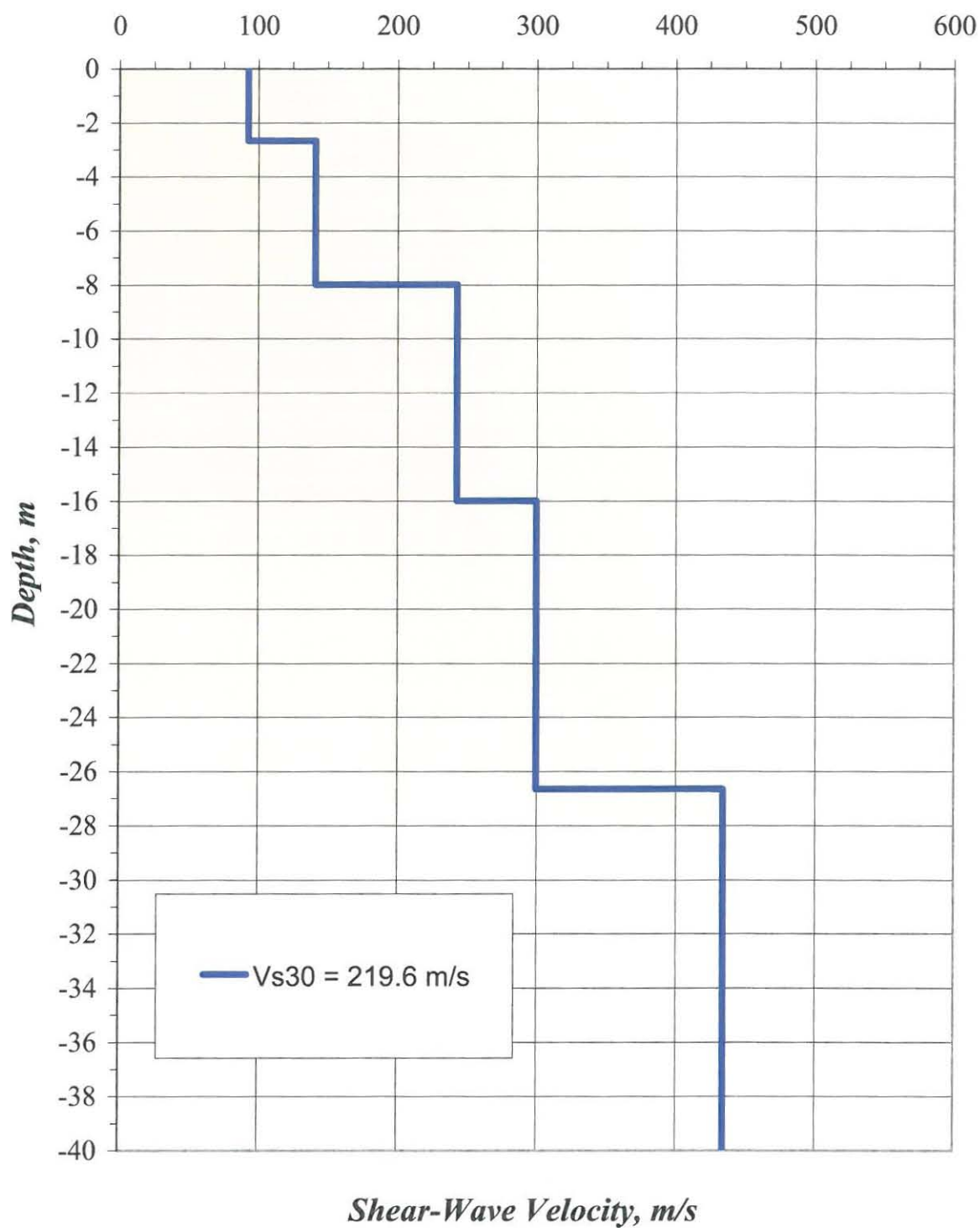
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

I TECNICI DI CANTIERE

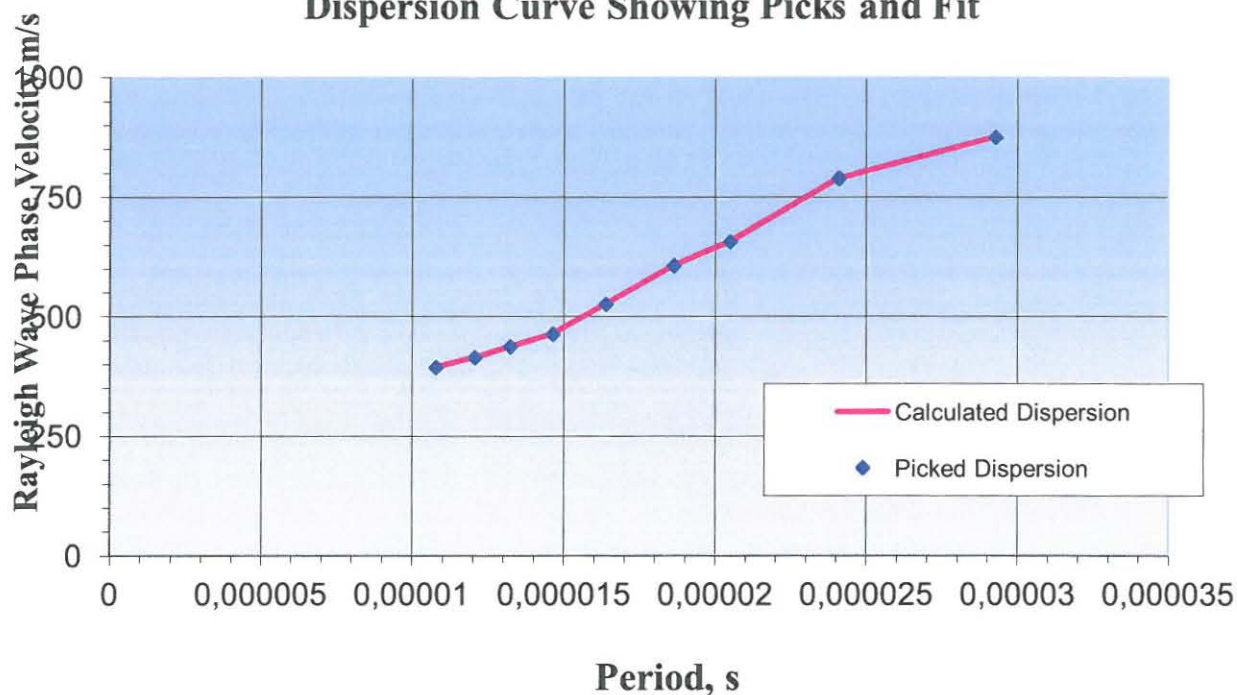
Dott.ssa Silvia Baraldi – Dott. Paolo Calicetti

Finale Emilia (MO), via Digione

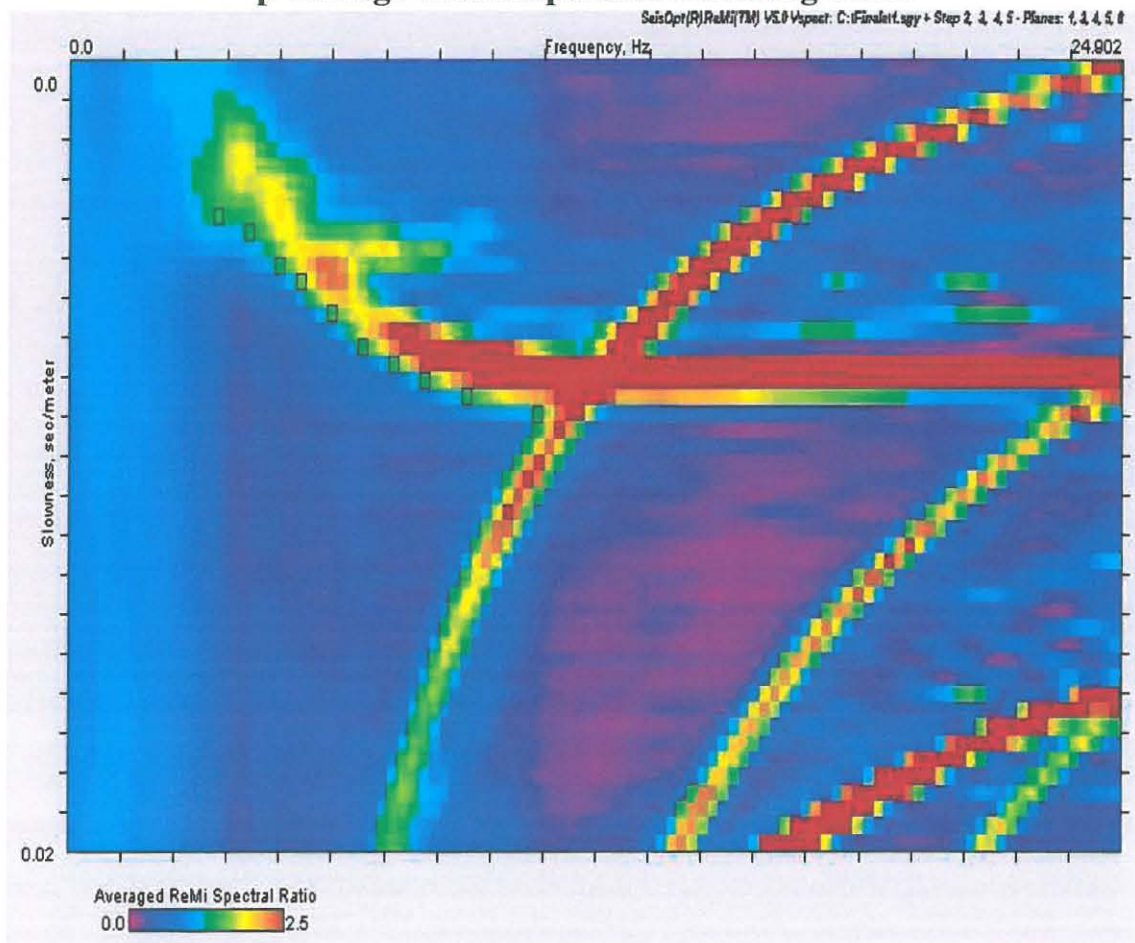


Finale Emilia (MO), via Digione

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image with Dispersion Modeling Picks





PROVE PENETROMETRICHE s.r.l.
41051 Castelnuovo Rangone (MO)

Sede legale: Via per Modena, 8 - Sede operativa Via Per Modena, 12

Tel. 059 - 535046 / Fax 059 - 539166

www.provepenetrometriche.com - e-mail:

prove_penetrometriche@virgilio.it

1. RILIEVO SISMICO A RIFRAZIONE CON TECNICA TOMOGRAFICA

In data Venerdì 13 Luglio 2012 si è eseguito n. 1 stendimento di sismica a rifrazione. Il rilievo sismico a rifrazione consiste nel misurare i tempi impiegati dalle onde elastiche di compressione, generalmente definite di tipo P (primarie), e/o dalle onde elastiche di taglio, dette anche onde di tipo S (secondarie), per arrivare dal punto di energizzazione (in superficie) ai vari punti di ricezione (geofoni), allineati sulla superficie topografica. Tale metodo di indagine si basa sul principio fisico che le onde elastiche che incidono su un piano di discontinuità vengono rifratte con un "angolo critico" (*legge di Snell*) (**fig. 6**).

Dall'analisi delle velocità di propagazione nel sottosuolo delle onde sismiche longitudinali (V_s) e/o trasversali (V_p), ottenute dal rapporto fra la distanza punto di energizzazione-ricevitore ed il tempo di arrivo delle onde elastiche, è possibile risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale e alla profondità a cui si trova il substrato roccioso (bedrock), ma funziona solo nei casi in cui vi sia un progressivo incremento di velocità sismica con la profondità ($v_1 < v_2$).

In questo modo è stato possibile non solo distinguere i terreni di copertura dal substrato di fondo, ma anche valutarne i relativi spessori.

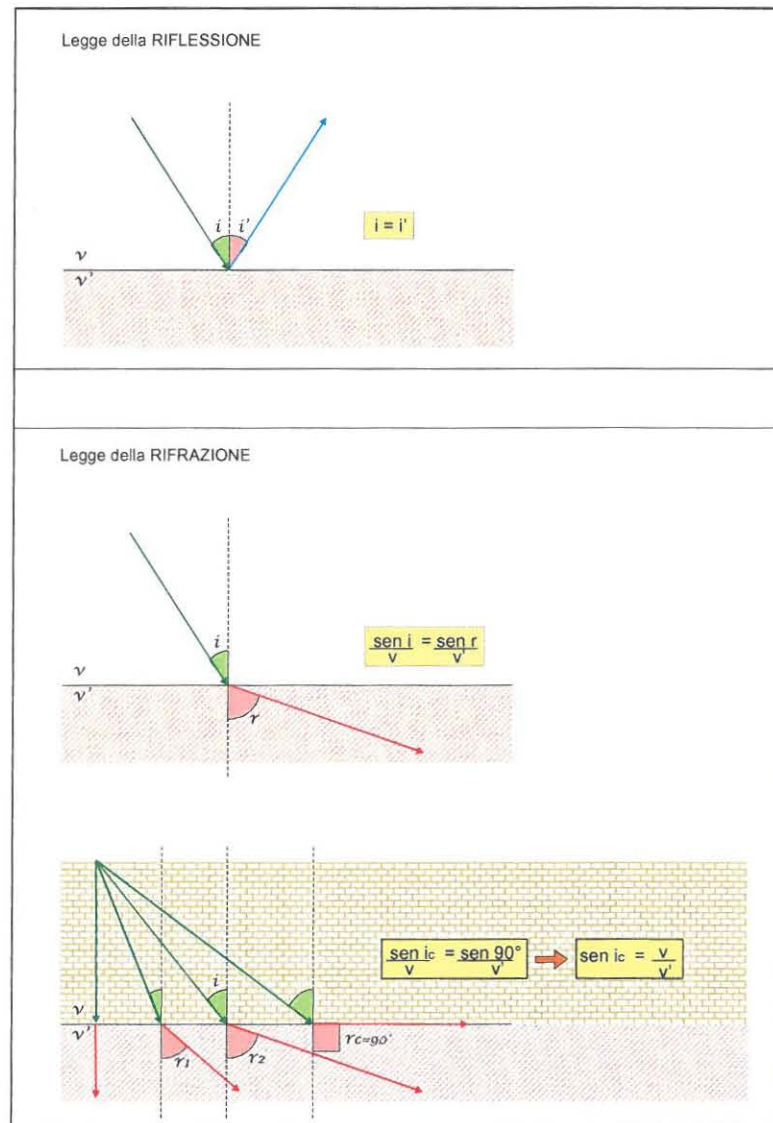


Fig. 6 – Legge della riflessione (in alto); Legge della rifrazione (in basso): in corrispondenza del punto critico “c” si ha un raggio incidente con un angolo i_c ; questo origina un raggio rifratto con un angolo $r_c = 90^\circ$ (Snell).

2 Strumentazione utilizzata e modalità di acquisizione ed elaborazione dei dati

La strumentazione utilizzata è la seguente:

- un sismografo digitale “Geode-Geometrics” a 24 canali di acquisizione;
- una linea principale di geofoni (da 12 o 24) di marca “Oyo Geo Space” a 14 Hz di frequenza naturale, distanziati fra loro di 5 m;
- un geofono del “time break” (tempo “zero” di inizio registrazione) prossimo alla sorgente di energia;



- una sorgente di energizzazione costituita da una massa battente collegata¹ mediante trigger al sismografo.

I dati acquisiti sono stati interpretati secondo un **metodo sismico-tomografico**. La procedura di elaborazione ha comportato una prima fase di lettura dei tempi di primo arrivo, analogamente a quanto realizzato per la metodologia a rifrazione. In seguito, tramite un apposito programma di calcolo, sono stati ricostruiti i percorsi dei raggi sismici tramite un algoritmo di “ray-tracing”.

Successivamente la sezione indagata è stata suddivisa in celle di dimensioni regolari (circa 2.5x2.5 m) che sono attraversate dai molteplici raggi sismici compresi tra i punti di sparo e i punti di ricezione. La prima fase di “processing” prevede il calcolo, a partire da un semplice modello iniziale, di un modello “diretto” che risolve l'equazione d'onda mediante il calcolo dell'equazione “eikonale”. La successiva inversione è basata su un algoritmo di ottimizzazione e regolarizzazione basata sul metodo di Tikonov. La routine di “inversione” bidimensionale assegna quindi una velocità teorica ad ogni singola cella e per iterazioni successive calcola la velocità “reale” calcolata da assegnare alla stesse. Le iterazioni vengono ripetute fino al raggiungimento di del minor scarto possibile tra i valori di velocità teorica e calcolata espresso come “errore RMS”, errore quadratico medio.

Nel caso specifico, il calcolo delle sezioni presentate è stato raggiunto fino al raggiungimento di un errore RMS di 8 %, tramite tre cicli di iterazione.

Il risultato finale dell'elaborazione consiste in una sezione di velocità sismica nella quale ad ogni cella è stato assegnato un valore di velocità “reale”. Tali valori sono stati in seguito elaborati tramite routine di “gridding” e “countoring” allo scopo di ottenere la rappresentazione finale. In questa fase è stato applicato un filtro “low-pass” tipo “moving-average” su una griglia a 3x7 nodi.



3 Array lineare

La linea sismica è di tipo ad array lineare con interdistanza geofonica di 5,0 m (spacing) per un totale di 24 geofoni del tipo a 14 HZ verticale. Sono state effettuate n°5 energizzazioni interlineari + n°2 energizzazioni esterne alla distanza di 20,0 m dal primo geofono di linea. L'energizzazione è avvenuta mediante mazza battente da 8,0 kg, disinserendo i filtri di campionamento.

4 Descrizione dei risultati ottenuti dall'elaborazione dello stendimento sismico

In **allegato** sono riportate le sezioni sismografiche, alla scala 1:500, rappresentanti i rifrattori dei 4 principali livelli sismici individuati, ovvero:

- 1° strato = **terreno vegetale aerato superficiale** : $V_p < 800$ m/s;
- 2° strato = **limi argillosi a media consolidazione**: $800 < V_p < 1400$ m/s;
- 3° strato = **limi argillosi consolidati**: $1400 < V_p < 1700$ m/s;
- 4° strato = **limi sabbiosi e sabbie limose addensate** : $1700 < V_p < 1830$ m/s;
- 5° strato = **limi sabbiosi e argille sovra consolidate**: > 1830 m/s



Geode Specifications:



Configurations: 3, 6, 8, 12, 16 or 24 channels in weatherproof field deployable Geode module. Geode is operated from either Windows 98/NT4/ME/W2K/XP based laptop¹ or by Geometrics' ruggedized StrataVisor NZ field computer/seismograph. Basic operating software controls one Geode and can be optionally expanded to control multiple Geodes, do marine surveying, continuous recording, repeaters, sub-bottom profiling, VSP, GPS synchronization, blast and vibration monitoring and surveillance.

A/D Conversion: 24 bit result using Crystal Semiconductor sigma-delta converters and Geometrics proprietary oversampling.

Dynamic Range: 144 dB (system), 110 dB (instantaneous, measured) at 2 ms, 24 dB.

Distortion: 0.0005% @ 2 ms, 1.75 to 208 Hz.

Bandwidth: 1.75 Hz to 20 kHz. 0.6 and DC low frequency option available.

Common Mode Rejection: > 100dB at ≤ 100 Hz, 36 dB.

Crosstalk: -125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms.

Noise Floor: 0.20 uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz.

Stacking Trigger Accuracy: 1/32 of sample interval.

Maximum Input Signal: 2.8V PP, 0 dB.

Input Impedance: 20 kOhm, 0.02 uF.

Preamplifier Gains: Standard factory configuration is 24 and 36 dB, selectable in software. Optionally, can be jumpered for software selectable 12 and 24 dB or can be jumpered in four channel blocks as a single fixed gain of 0 dB for high-voltage devices.

Anti-alias Filters: -3 dB at 83% of Nyquist frequency, down 90 dB.

Acquisition and Display Filters:

Low Cut: OUT, 10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz, 24 or 48 dB/octave, Butterworth. Notch: 50, 60, 150, 180 Hz and OUT, with the 50 dB rejection bandwidth 2% of center frequency. High Cut: OUT, 32, 64, 125, 250, 500 or 1000 Hz, 24 or 48 dB/octave.

Sample Interval: 0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 ms.

Correlation: Optional high-speed hardware correlator available in each Geode for fast cycle time with vibrators and pseudo-random (MiniSosie) sources². Correlates 16K record, unlimited channels in under 1 sec.

Record Length: 16,384 samples standard, 65,536 samples optional².

Pre-trigger Data: Up to full record length.

Delay: 0 to 100 sec in steps of 1 sample interval.

Data Transmission: Uses Ethernet transmission standard over CAT 5 copper or multimode fiber-optic cable. Distance between boxes: CAT 5 cable up to 0.25 km; fiber optic cable up to 1.5 km.

Intelligent Self-Trigger: Earthquake, blasting and vibration monitoring²

Continuous Recording: Available for vibration monitoring. ²

Auxiliary Channels: All Geode channels can be programmed as either AUX or DATA. Fixed data and aux channels available in StrataVisor NZ.



Roll Along: Built-in, no external roll box required²

Line Testing: Real time noise monitor displays real-time output from geophones. Optional geophone pulse test helps identify bad geophones and shorted or broken cables².

Instrument Tests: Optional built-in daily, weekly and monthly testing available². External laboratory quality test system available to measure noise, crosstalk, dynamic range, gain similarity and trigger accuracy to factory specification.

Data Formats: SEG-2 standard. SEG-D and SEG-Y available².

System Software: Basic operating software includes full compliment of acquisition, display, plotting, filtering and storage features. Other functions available as options to control multiple Geodes, add additional preamp gains, high-speed correlation, expanded record length, tape writing, geophone pulse test, expanded test and diagnostics, roll along capability, marine surveying, sub-bottom profiling, blast and vibration monitoring, continuous recording and surveillance.

Bundled Applications Software:

SIPQC delay time refraction software from Rimrock Geophysics

SeisImager/2D Lite refraction analysis software from OYO

WinSeis Lite reflection processing software from Kansas GS.

Upgrades of SeisImager/2D are available; please contact the factory with your requirements.

Data Storage: Stores data locally in SEG2 on laptop/PC media. Drivers available for tape/disk storage in SEG2/D/Y2.

Plotters: Drives a variety of WindowsTM compatible printers including Printrex 4, 8 and 12 inch plotters. Consult factory.

Triggering: Positive, negative or contact closure, software adjustable threshold. Will self-trigger on continuous data using threshold detecting STA/LTA-like algorithm.

Power: Requires 12V external battery. Uses 0.65 W/channel during acquisition, sleep mode reduces power consumption by 70% while in standby.

Environmental: -30 to 70 degrees C. Waterproof and submersible. Withstands a 1 m drop onto concrete on 6 sides and 8 corners. Passes MIL810E/F vibration.

Physical: 10"L x 12"W x 7"D (25.4cm L x 30.5cmW x 17.75cmD). Weighs 8 lb. (3.6 kg). Uses waterproof Bendix 61 pin connector for geophone input.

Operating System: Windows 98/ME/NT4/W2K/XP.

Warranty: Three year standard, extended warranty available.

1- **Most laptop computers are NOT field devices.** They are easily damaged by harsh treatment or exposure to extreme environments Geometrics StrataVisor NZ/Cs designed to operate in harsh conditions for extended periods and should be used with the Geode for surveys where reliability is important.

	PROVE PENETROMETRICHE SRL Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO) Tel. 059/535046 – Fax 059/539166 e-mail: provepenetrometriche@alice.it www.provepenetrometriche.com	35.00
--	---	--------------

**Indagine sismica a rifrazione ed elaborazione con tecnica
tomografica n. 1**

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. R

Committente: **Provincia di Modena**

Località: **Finale Emilia (MO), via Digione**

Cantiere: **Polo Scolastico**

Data prova: 13/07/2012

Data emissione rapporto di prova: 16/07/2012

Lunghezza stendimento (m): **135**

Sostegni in acciaio: **no**

N. geofoni: **24**

Interdistanza geofonica (m): **5 m**

Attrezzatura utilizzata

- Sismografo Geode a 24 canali, le cui caratteristiche compaiono nella scheda allegata;
- N. 24 Geofoni "Geospace" da 14 Hz;
- Prolunga cavo di trasmissione Trigger – Sismografo Geode Geometrics;
- Cavi elettrici avvolti in due carrelli gommati, provvisti di take-out.

Metodologia di indagine

L'analisi sismica a rifrazione viene effettuata utilizzando un array lineare, di 24 geofoni a frequenza di risonanza (14 Hz), con tempo di registrazione di 0.25 sec. Nello specifico si realizza uno stendimento, di lunghezza pari a 115 m, con interdistanza geofonica di 5 m. Si effettuano battute poste ad offset diversi lungo lo stendimento. Il software utilizzato per l'elaborazione in tecnica tomografica dei dati acquisiti è SeisImager ver. 2.9.1.9 (2010).

Norme di riferimento

- ASTM D5777 "Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation".

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

-

Annotazioni, anomalie riscontrate e/o incertezze nelle misure

Nel corso della prova non si sono riscontrate anomalie nelle misure.

Incertezza associata alle misure: **10%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

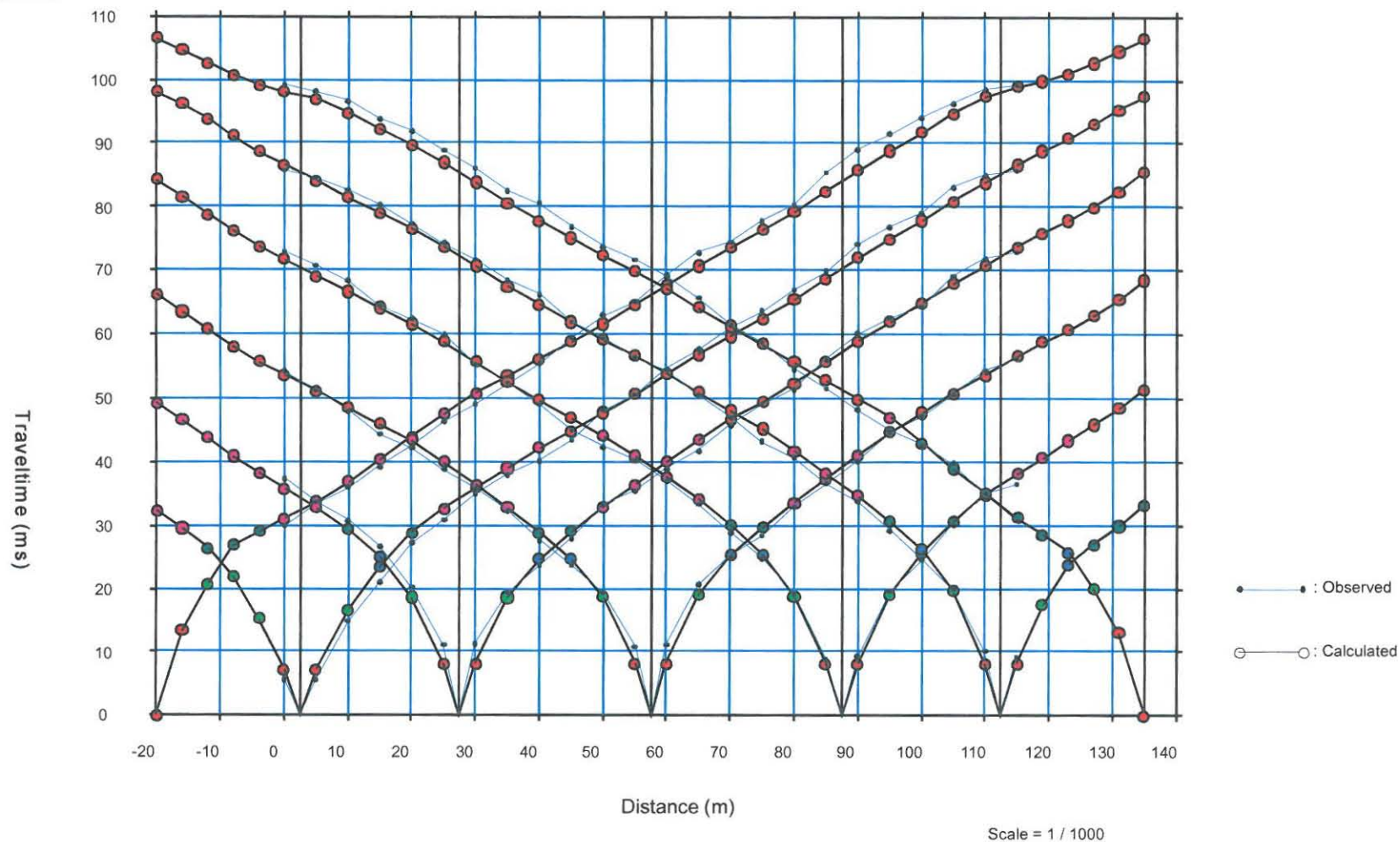
TECNICI DI CANTIERE

Dott.ssa Silvia Baraldi – Dott. Paolo Calicetti



PROVE PENETROMETRICHE s.r.l.
41051 Castelnuovo Rangone (MO)
Sede legale: Via per Modena, 8 - Sede operativa Via Per Modena, 12
Tel. 059 - 535046 / Fax 059 - 539166
www.provepenetrometriche.com - e-mail:
prove_penetrometriche@virgilio.it
N° iscrizione registro imprese di Modena - P.IVA - C. F.

Linea sismica - Sezione 1
Località: Finale Emilia (MO) - via Digione
Dromocrone

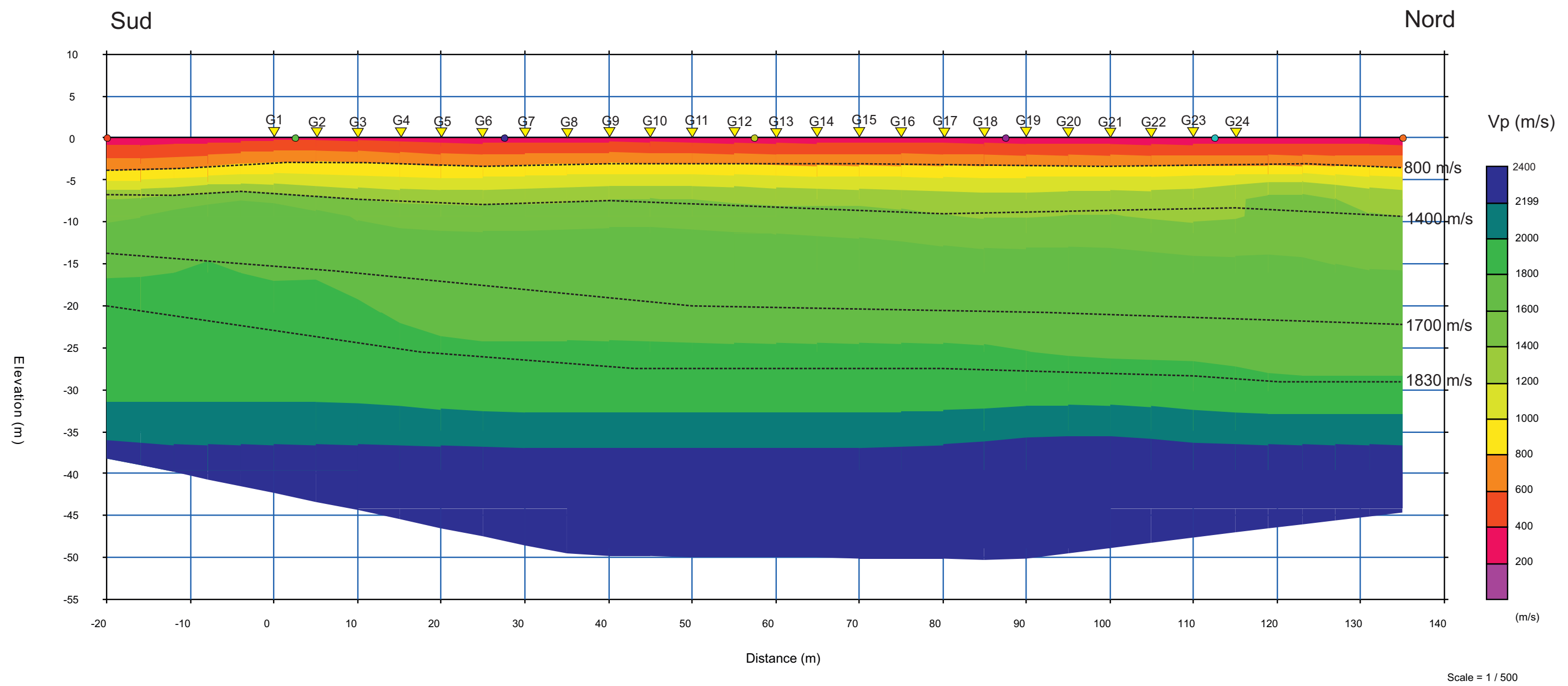




PROVE PENETROMETRICHE s.r.l.
41051 Castelnovo Rangone (MO)
Sede legale: Via per Modena, 8 - **Sede operativa** Via Per Modena, 12
Tel. 0 5 9 - 5 3 5 0 4 6 / Fax 0 5 9 - 5 3 9 1 6 6
www.provepenetrometriche.com - e-mail:
prove_penetrometriche@virgilio.it

LEGENDA:
G1 ▽ Geofoni verticali
● Energizzazioni

Linea sismica - **Sezione 1** - Polo Scolatico
Località: Finale Emilia (MO) - via Digione



CERTIFICATO n° :**CSP_12/0487-01****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0487_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1 **Campione :** C 1 **Profondità :** 2.00 - 2.40 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 31/07/2012

DATA TERMINE PROVA: 31/07/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_12/0487-01
DATA EMISSIONE
03/08/2012

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** C 1 **PROFONDITA' :** 2.00 ÷ 2.40 m

Data descrizione : 31/07/12 Forma del campione : cilindrica

Qualità del campione (AGI): Q.5. Dimensioni del campione : L = 27 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
2.13	2.25	A L di colore oliva (HUE 5Y 4/4). Da 2.24m a 2.25m livello di sabbia media. A con L di colore oliva. Tracce di S fine. Presenza di puntature nerastre e brunastre e mica. Media reazione a contatto con HCl al 5%.
2.25	2.40	

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)				
2.00						CNW, MVT, LIM, GRT, CLA, TDR
			2.13			
			2.25	0.14 ^		
				0.16 ^		
2.40			2.40			

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0487-01

DATA EMISSIONE

03/08/2012

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': 2.00 - 2.40 m



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

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0487-02****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0487_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1 **Campione :** C 1 **Profondità :** 2.00 - 2.40 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
GRA	Analisi granulometrica	1	CNR BU n° 23-71

DATA INIZIO PROVA: 01/08/2012

DATA TERMINE PROVA: 02/08/2012

RISULTATI DELLA PROVA**Massa provino:** 209.88 g **Profondità provino :** 2.27 - 2.4 m

VAGLI	APERTURA (mm)	PASSANTE (%)	TRATTENUTO (%)
10	2.00	97.79	2.21
40	0.42	97.63	0.16
200	0.075	91.16	6.47

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0487-03****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0487_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	C 1	Profondità :	2.00 - 2.40	m
--------------------	----	-------------------	-----	---------------------	-------------	---

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	CNR-UNI 10014

DATA INIZIO PROVA: 01/08/12

DATA TERMINE PROVA: 02/08/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_12/0487-03

DATA EMISSIONE

03/08/2012

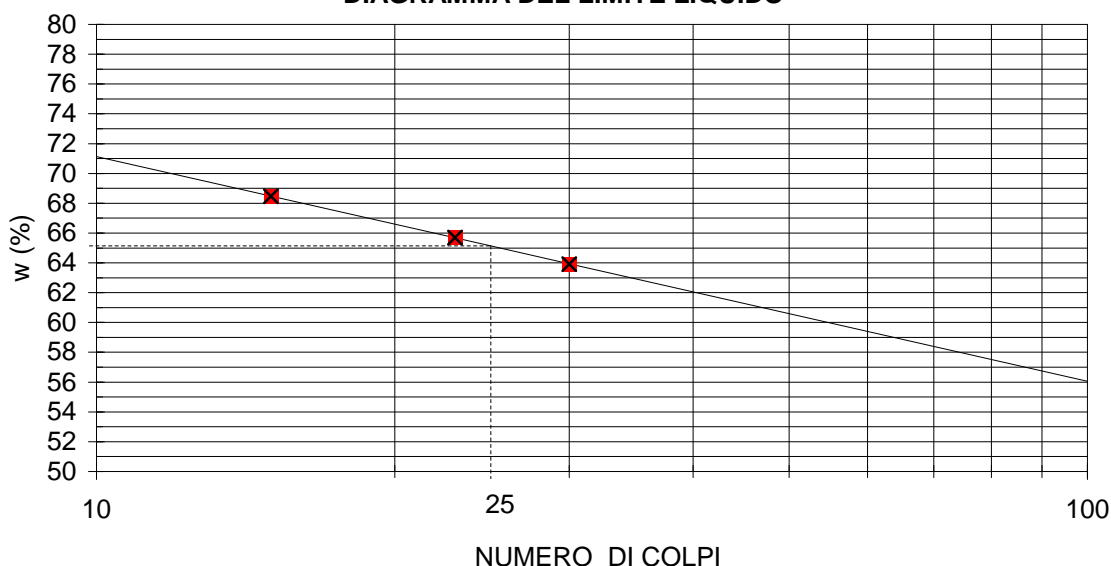
Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE:** C 1 **PROFONDITA':** 2.00 ÷ 2.40 m

Profondità provino	m	2.27-2.40			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.6350	47.8114	41.2260	-
Numero colpi	-	15	30	23	-
Massa provino umido + tara	g	63.7830	76.5505	70.1899	-
Massa provino secco + tara	g	52.3432	65.3432	58.7057	-
Contenuto in acqua	%	68.5	63.9	65.7	-
Limite Liquido w_L	%	65			

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.3658	13.9164	-	-
Massa provino umido + tara	g	15.1594	15.8925	-	-
Massa provino secco + tara	g	14.7838	15.4908	-	-
Contenuto in acqua	%	26.5	25.5	-	-
Limite Plastico w_P	%	26			

Indice di Plasticità ($w_L - w_P$)

I_P

39

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° :

CSP_12/0487-04

COMMESSA : 12/125

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0487_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

DATA DI ACCETTAZIONE :

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	C 1	Profondità :	2.00 - 2.40	m
-------------	----	------------	-----	--------------	-------------	---

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
TDR	Prova di taglio diretto CD	3	ASTM D 3080 / p.i.

DATA INIZIO PROVA: 01/08/12

DATA TERMINE PROVA: 03/08/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO

CSP_12/0487-04

DATA EMISSIONE:

03/08/2012

Pagina 2 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080

SONDAGGIO :

S1

CAMPIONE : C 1

PROFONDITA':

2.00

÷

2.40

m

Provino	1	2	3	4	LEGENDA	
condizione	CR	CR	CR	-	CR	= come ricevuto
Classe AGI	Q.5.	Q.5.	Q.5.	-	R T99	= ricostruito AAHSTO T99
sezione	quadrata 36 cm ²	quadrata 36 cm ²	quadrata 36 cm ²	quadrata 36 cm ²	R T180	= ricostruito AAHSTO T180
Z (m)	2.27-2.32	2.36-2.40	2.32-2.36	-	Z	= profondità del provino
h ₀ (mm)	20.00	20.00	20.00	-	h ₀	= altezza iniziale provino
w _i (%)	28.34	39.08	36.17	-	w _i	= contenuto in acqua iniziale
Rifer. Certificato					w _f	= contenuto in acqua a fine prova
γ (Mg/m ³)	1.726	1.815	1.849	-	γ	= massa volumica totale
Rifer. Certificato					γ _d	= massa volumica provino secco
γ _d (Mg/m ³)	1.345	1.305	1.358	-	γ _s	= massa volumica della parte solida
G _s (-) assunto	2.750	2.750	2.750	-	γ _w	= massa volumica dell' acqua alla temperatura T°
Rifer. Certificato					G _s	= peso specifico dei grani
γ _s (Mg/m ³)	2.738	2.738	2.738	-	T	= temperatura dell' acqua
T (°C)	30	30	30	-	e	= indice dei vuoti
γ _w (Mg/m ³)	0.99567	0.99567	0.99567	-	n	= porosità
e (-)	1.036	1.098	1.017	-	S	= grado di saturazione
n (%)	50.89	52.34	50.41	-	σ _v	= pressione verticale
S (%)	74.88	97.44	97.42	-	τ _{max}	= massima tensione di taglio misurata
S _v (kN/m ²)	49.0	100.0	200.0	-	D _o τ _{max}	= deformazione orizzontale alla massima tensione
t _{max} (kN/m ²)	33.7	62.0	87.7	-	τ _r	= resistenza al taglio residua
D _o τ _{max} (mm)	3.34	1.24	3.07	-	D _{oc}	= deformazione orizzontale cumulativa
h _{dc} (mm)	19.81	19.49	19.03	-	v _p	= velocità avanzamento apparecchiatura - picco
t ₅₀ (min)	-	-	0.8	-	v _r	= velocità avanzamento apparecchiatura - residuo
t _f stim. (min)	-	-	39	-	h _{dc}	= altezza provino a fine consolidazione
v _p (mm/min)	0.005	0.005	0.005	-	t _f stim	= tempo di rottura stimato
t _f eff. (min)	668	248	614	-	t _f eff.	= tempo di rottura effettivo
v _r (mm/min)	-	-	-	-		
t _r (kN/m ²)	-	-	-	-		
D _{oc} (mm)	-	-	-	-		
w _f (%)	34.59	39.92		-		
Rifer. Certificato						

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

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_12/0487-04

DATA EMISSIONE:

03/08/2012

Pagina 3 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. _ ASTM D3080

SONDAGGIO :

S1

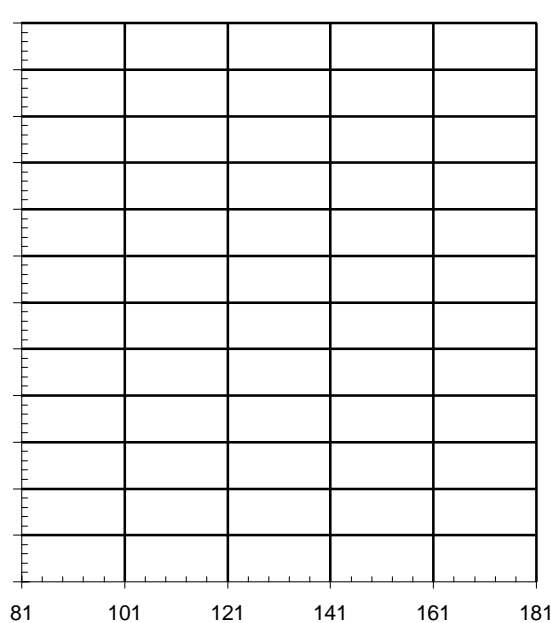
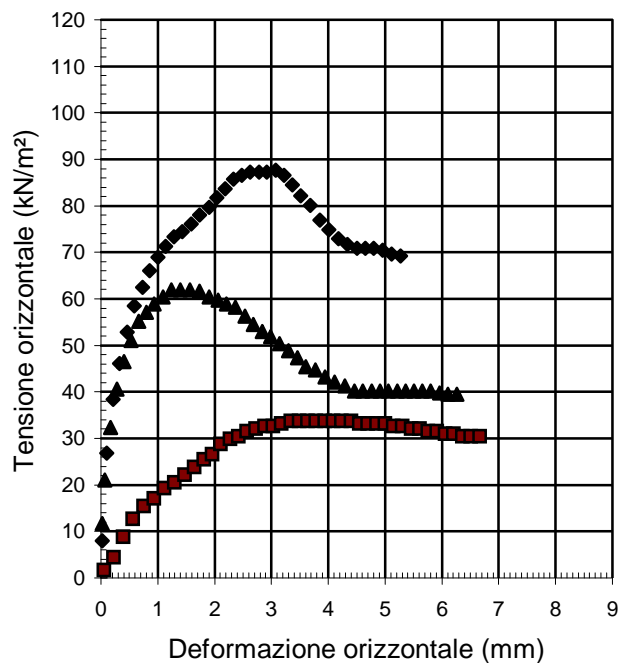
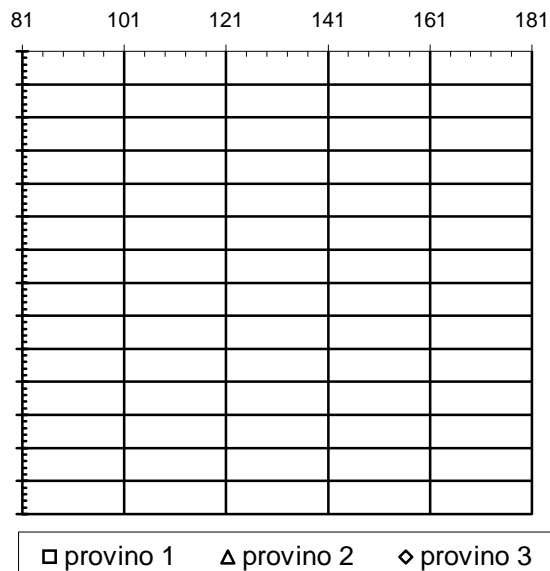
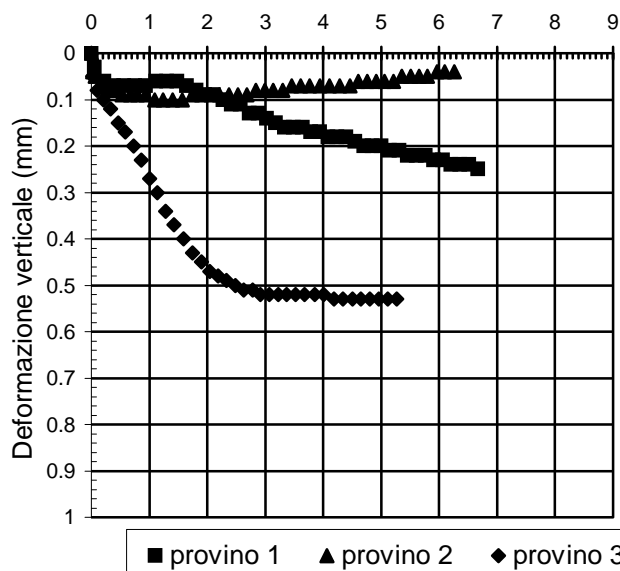
CAMPIONE : C 1

PROFONDITA':

2.00 ÷ 2.40 m

PICCO

RESIDUO



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_12/0487-04

DATA EMISSIONE:

03/08/2012

Pagina 4 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

ASTM D3080

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** C 1 **PROFONDITA':** 2.00 ÷ 2.40 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

RELATIVI ALL' INTERVALLO DI PRESSIONE

da **98** kPa a **196** kPa

PROVINO n. **3** PROFONDITA'

da 2.32 m a 2.36 m

VALORI MISURATI

Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.580	960	0.968
0.25	0.609	1306	0.973
0.4	0.622	1800	-
0.5	0.630	2880	-
1	0.652	3600	-
2	0.681	5760	-
4	0.710		
8	0.750		
17	0.797		
32	0.832		
66	0.871		
119	0.898		
252	0.922		
565	0.958		

VALORI CALCOLATI

t_{90} (min) = 3.24

d_{90} (mm) = 0.70

t_{50} (min) = 0.77

d_{50} (mm) = 0.64

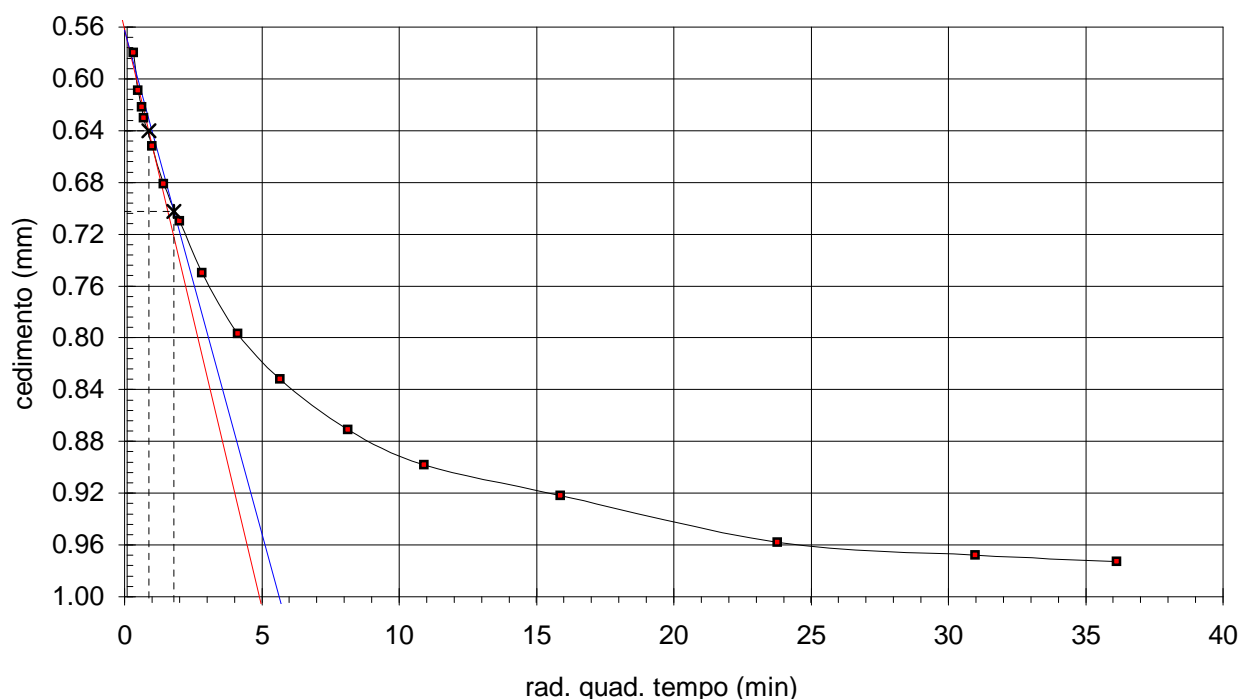
Tempo per il raggiungimento della rottura

t_f (min) = 39

c_v (m²/sec) = 4.087E-07

m_v (m²/kN) = 3.192E-04

k_v (m/sec) = 1.274E-09



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

Pagina 1 di 1

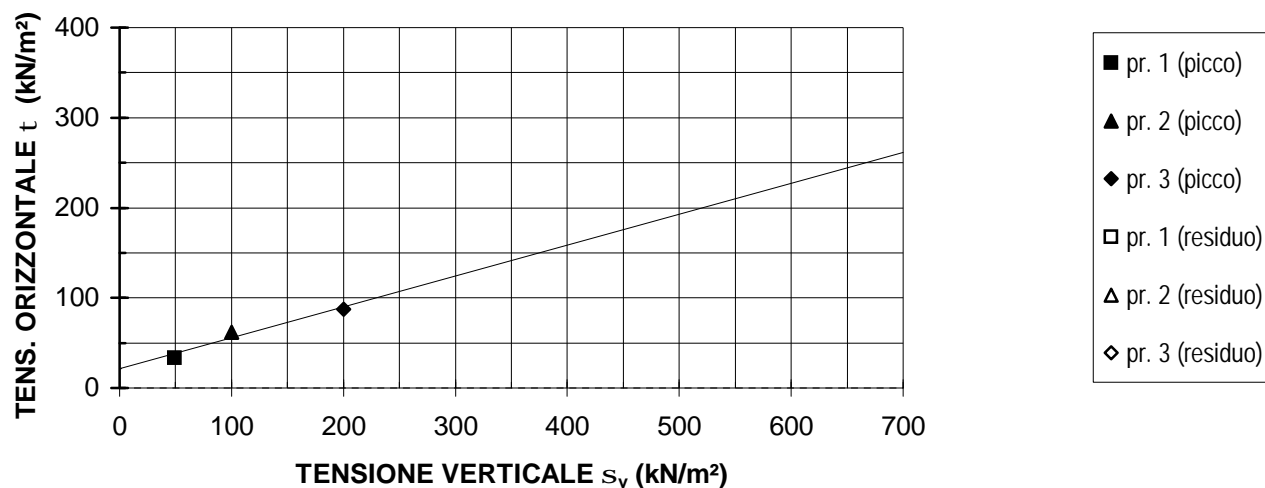
LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE : C 1

PROFONDITA': 2.00 ÷ 2.40 m



Risultati della regressione lineare			
		Valori di picco	Valori residui
Intercetta sull' asse y	=	21.12 kN/m ²	= - kN/m ²
inclinazione retta	=	18.97 ° sess.	= - ° sess.

L'interpretazione sopra 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.

NOTE:

RAPPORTO DI PROVA n° :

RSP_12/0439-01

COMMESSA : 12/125

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0439_SP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

DATA DI ACCETTAZIONE :

30/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1

Campione : C 1

Profondità : 2.00 - 2.40

m

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del Committente

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 2487

0	Prima emissione	Sperimentatore Dott. Geol. Paolo COLLI	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER
REV.	DESCRIZIONE		

RAPPORTO DI PROVA

RSP_12/0439-01

DATA EMISSIONE:

03/08/12

Pagina 2 di 2

CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 2487

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': 2.00 ÷ 2.40 m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(CNR BU n° 23-71)

profondità 2.27 ÷ 2.40 m

Rif. Certificato di Prova: CSP_12/0487-02

% in peso < 2.00 mm = 97.79

% in peso < 0.42 mm = 97.63

% in peso < 0.075 mm = 91.16

% in peso < 0.002 mm = -

CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità - ÷ - m

Rif. Certificato di Prova:

w = - %

LIMITI DI CONSISTENZA

(CNR-UNI 10014)

profondità 2.27 ÷ 2.40 m

Rif. Certificato di Prova: CSP_12/0487-03

Limite Liquido LL (%) = 65

Limite Plastico LP (%) = 26

Indice Plastico IP (%) = 39

Indice di Liquidità IL = -

Indice di Consistenza IC = -

Attività A = -

CLASSIFICAZIONE U.S.C.S - ASTM D 2487

CH o OH

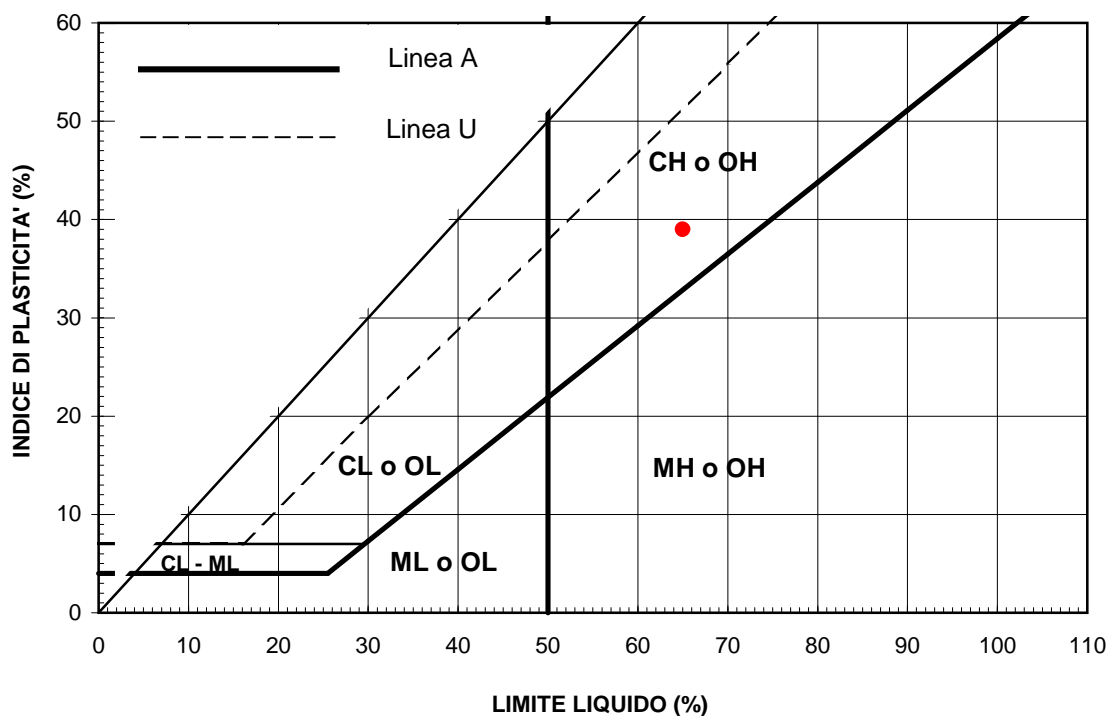
$Cu = D_{60}/D_{10} = -$

$Cc = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60}) = -$

Cu = coefficiente di uniformità

Cc = coefficiente di curvatura

CARTA DI PLASTICITA' - U.S.C.S.



Sperimentatore

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0488-01****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0488_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1 **Campione :** C 2 **Profondità :** 7.50 - 8.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO :

a cura del 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
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 31/07/2012

DATA TERMINE PROVA: 31/07/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_12/0488-01

DATA EMISSIONE

03/08/2012

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** C 2 **PROFONDITA' :** 7.50 ÷ 8.10 m

Data descrizione : 31/07/12

Forma del campione : cilindrica

Qualità del campione (AGI): Q.3.

Dimensioni del campione : L = 70 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
7.40	8.10	A con L di colore grigio scuro (D1fG 4/N). Presenza di veli e puntinature nerastre, frustoli e bioclasti.

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)			
7.50	7.40	0.05 ^		CNW, MVT, LIM, GRT, CLA, TDR
		0.06 ^		
		0.03 ^		
8.10	8.10			

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0488-01

DATA EMISSIONE

03/08/2012

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1 **CAMPIONE:** C2 **PROFONDITA':** 7.50 - 8.10 m



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0488-02****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0488_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1 **Campione :** C 2 **Profondità :** 7.50 - 8.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO :

a cura del 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
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

DATA INIZIO PROVA: 01/08/2012

DATA TERMINE PROVA: 03/08/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_12/0488-02
DATA EMISSIONE
03/08/2012

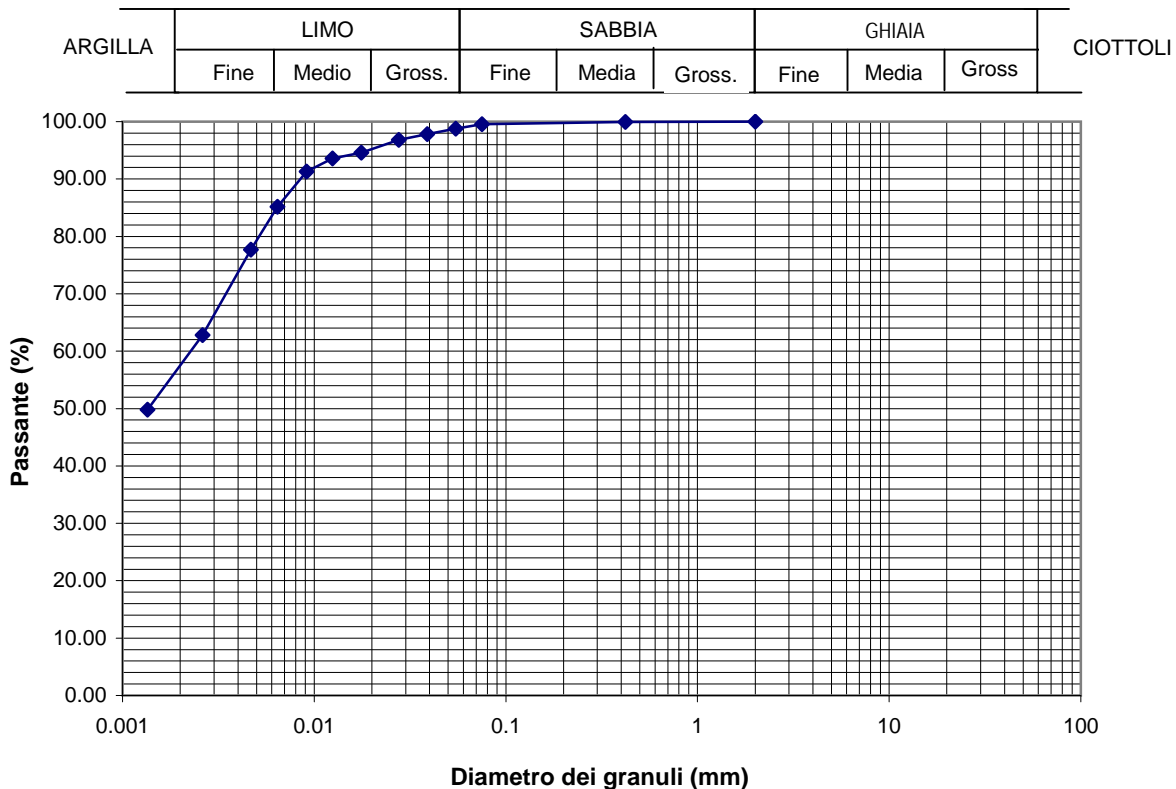
Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA
ASTM D 422
SONDAGGIO : S1

CAMPIONE: C 2

PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino -		205.12 g		massa provino	48.22 g
profondità provino		7.60 ÷ 7.75 m		profondità provino	7.60 ÷ 7.75 m
VAGLI	APERTUI	PASSANTE	TRATTENUTO	G_s 2.750 - assunto	
	mm	% in peso	% in peso	Riferimento: -	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	-	-	-	DIAMETRO EQUIVALENTE D (mm)	
3/8 "	9.525	-	-		
5	4	-	-	0.05473	98.78
10	2	100.00	0.00	0.03885	97.81
20	0.85	-	-	0.02757	96.84
30	0.59	-	-	0.01759	94.57
40	0.42	99.97	0.03	0.01248	93.59
50	0.297	-	-	0.00913	91.32
80	0.177	-	-	0.00643	85.16
100	0.149	-	-	0.00467	77.70
140	0.105	-	-	0.00262	62.77
200	0.075	99.55	0.42	0.00135	49.80



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0488-03****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0488_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	C 2	Profondità :	7.50 - 8.10	m
--------------------	----	-------------------	-----	---------------------	-------------	---

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	CNR-UNI 10014

DATA INIZIO PROVA: 01/08/12

DATA TERMINE PROVA: 02/08/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_12/0488-03

DATA EMISSIONE

03/08/2012

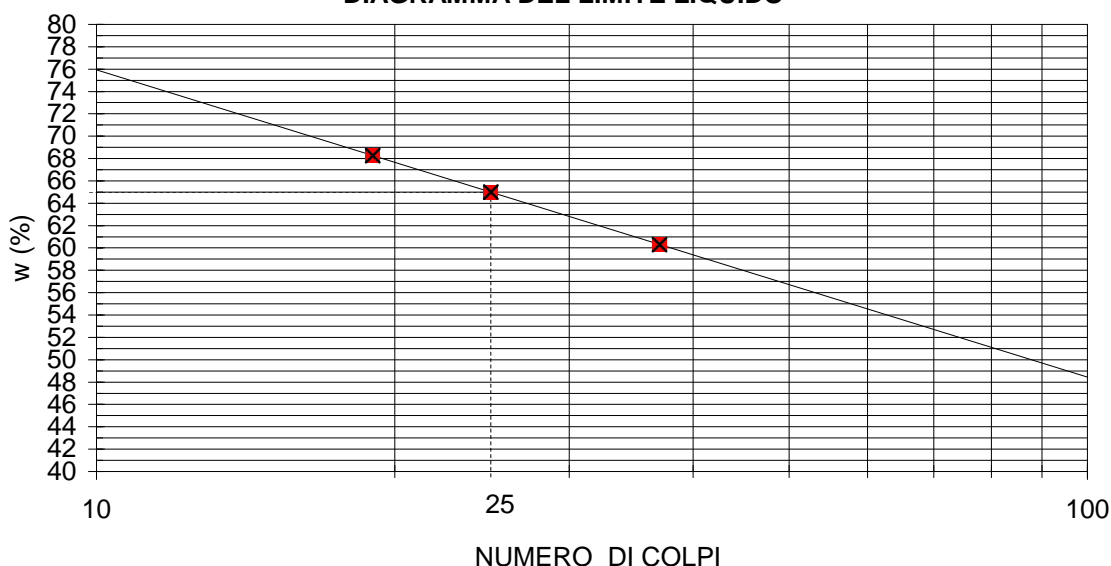
Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE:** C 2 **PROFONDITA':** 7.50 ÷ 8.10 m

Profondità provino	m	7.60-7.75			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	35.3001	52.3990	40.5341	-
Numero colpi	-	19	25	37	-
Massa provino umido + tara	g	64.3070	77.2499	69.7803	-
Massa provino secco + tara	g	52.5398	67.4596	58.7787	-
Contenuto in acqua	%	68.3	65.0	60.3	-
Limite Liquido w_L	%	65			

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	13.4226	19.9985	-	-
Massa provino umido + tara	g	15.6395	22.063	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.1491	21.6251	-	-
Contenuto in acqua	%	28.4	26.9	-	-
Limite Plastico w_P	%	28			

Indice di Plasticità ($w_L - w_P$)

I_P

37

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° :
CSP_12/0488-04
COMMESSA : 12/125

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :
12/0488_CSP
RICHIEDENTE : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

DATA DI ACCETTAZIONE :

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1 **Campione :** C 2 **Profondità :** 7.50 - 8.10 m

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
TDR	Prova di taglio diretto CD	3	ASTM D 3080 / p.i.

DATA INIZIO PROVA: 01/08/12

DATA TERMINE PROVA: 03/08/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO

CSP_12/0488-04

DATA EMISSIONE:

03/08/2012

Pagina 2 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C 2 PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m

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

Provino	1	2	3	4	LEGENDA	
condizione	CR	CR	CR	-	CR	= come ricevuto
Classe AGI	Q.3.	Q.3.	Q.3.	-	R T99	= ricostruito AAHSTO T99
sezione	quadrata 36 cm²	quadrata 36 cm²	quadrata 36 cm²	quadrata 36 cm²	R T180	= ricostruito AAHSTO T180
z (m)	7.72-7.75	7.69-7.72	7.65-7.69	-	Z	= profondità del provino
h ₀ (mm)	20.00	20.00	20.00	-	h ₀	= altezza iniziale provino
w _i (%)	41.32	41.82	37.75	-	W _i	= contenuto in acqua iniziale
Rifer. Certificato					W _f	= contenuto in acqua a fine prova
γ (Mg/m³)	1.795	1.755	1.828	-	γ	= massa volumica totale
Rifer. Certificato					γ _d	= massa volumica provino secco
γ _d (Mg/m³)	1.270	1.238	1.327	-	γ _s	= massa volumica della parte solida
G _s (-) assunto	2.750	2.750	2.750	-	γ _w	= massa volumica dell' acqua alla temperatura T°
Rifer. Certificato					G _s	= peso specifico dei grani
γ _s (Mg/m³)	2.738	2.738	2.738	-	T	= temperatura dell' acqua
T (°C)	30	30	30	-	e	= indice dei vuoti
γ _w (Mg/m³)	0.99567	0.99567	0.99567	-	n	= porosità
e (-)	1.156	1.212	1.064	-	S	= grado di saturazione
n (%)	53.62	54.80	51.55	-	σ _v	= pressione verticale
S (%)	97.87	94.47	97.15	-	τ _{max}	= massima tensione di taglio misurata
s _v (kN/m²)	49.0	98.1	196.1	-	D _o τ _{max}	= deformazione orizzontale alla massima tensione
t _{max} (kN/m²)	24.4	37.0	75.7	-	τ _r	= resistenza al taglio residua
D _o τ _{max} (mm)	2.27	2.06	3.93	-	D _{oc}	= deformazione orizzontale cumulativa
h _{dc} (mm)	19.55	18.67	17.97	-	v _p	= velocità avanzamento apparecchiatura - picco
t ₅₀ (min)	-	-	6.0	-	v _r	= velocità avanzamento apparecchiatura - residuo
t _f stim. (min)	-	-	300	-	h _{dc}	= altezza provino a fine consolidazione
v _p (mm/min)	0.005	0.005	0.005	-	t _f stim	= tempo di rottura stimato
t _f eff. (min)	454	412	786	-	t _f eff.	= tempo di rottura effettivo
v _r (mm/min)	-	-	-	-		
t _r (kN/m²)	-	-	-	-		
D _{oc} (mm)	-	-	-	-		
w _f (%)	40.43			-		
Rifer. Certificato						

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_12/0488-04

DATA EMISSIONE:

03/08/2012

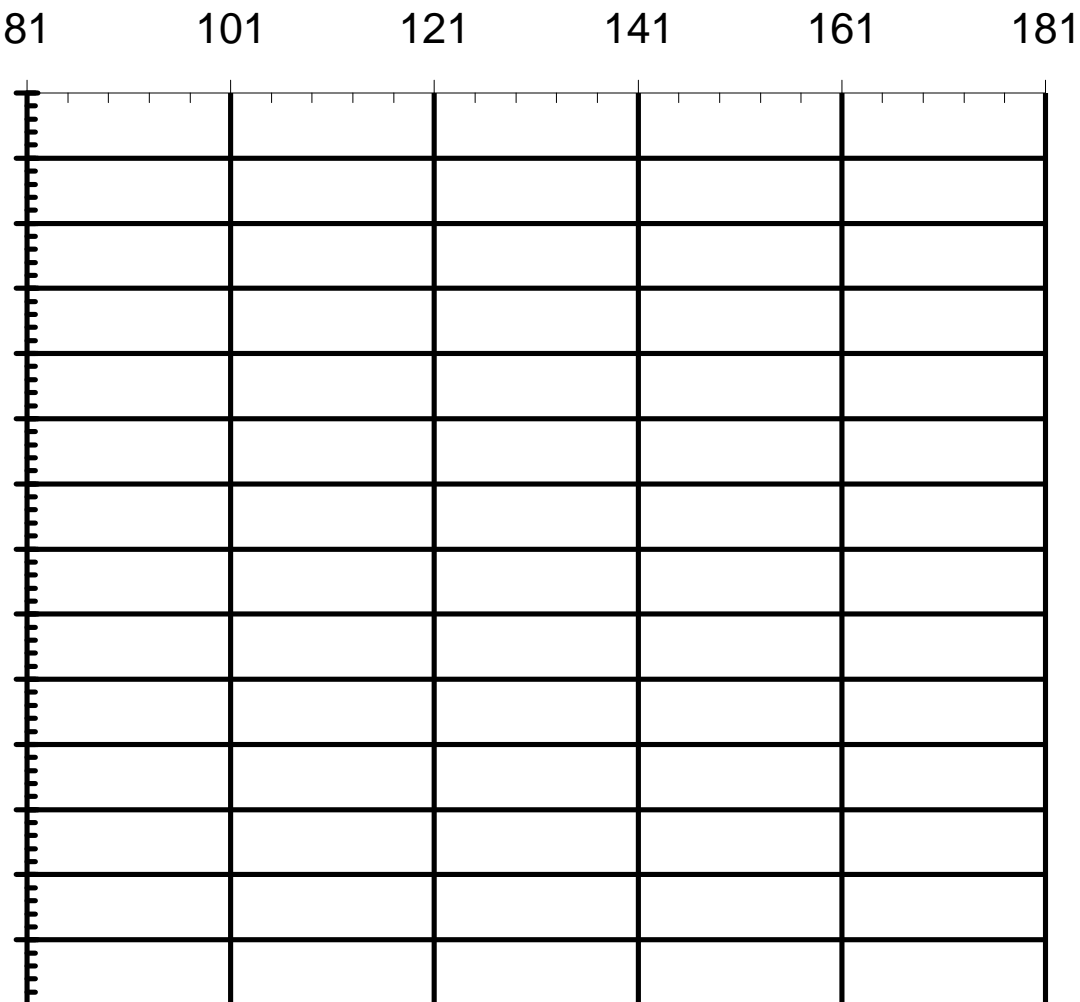
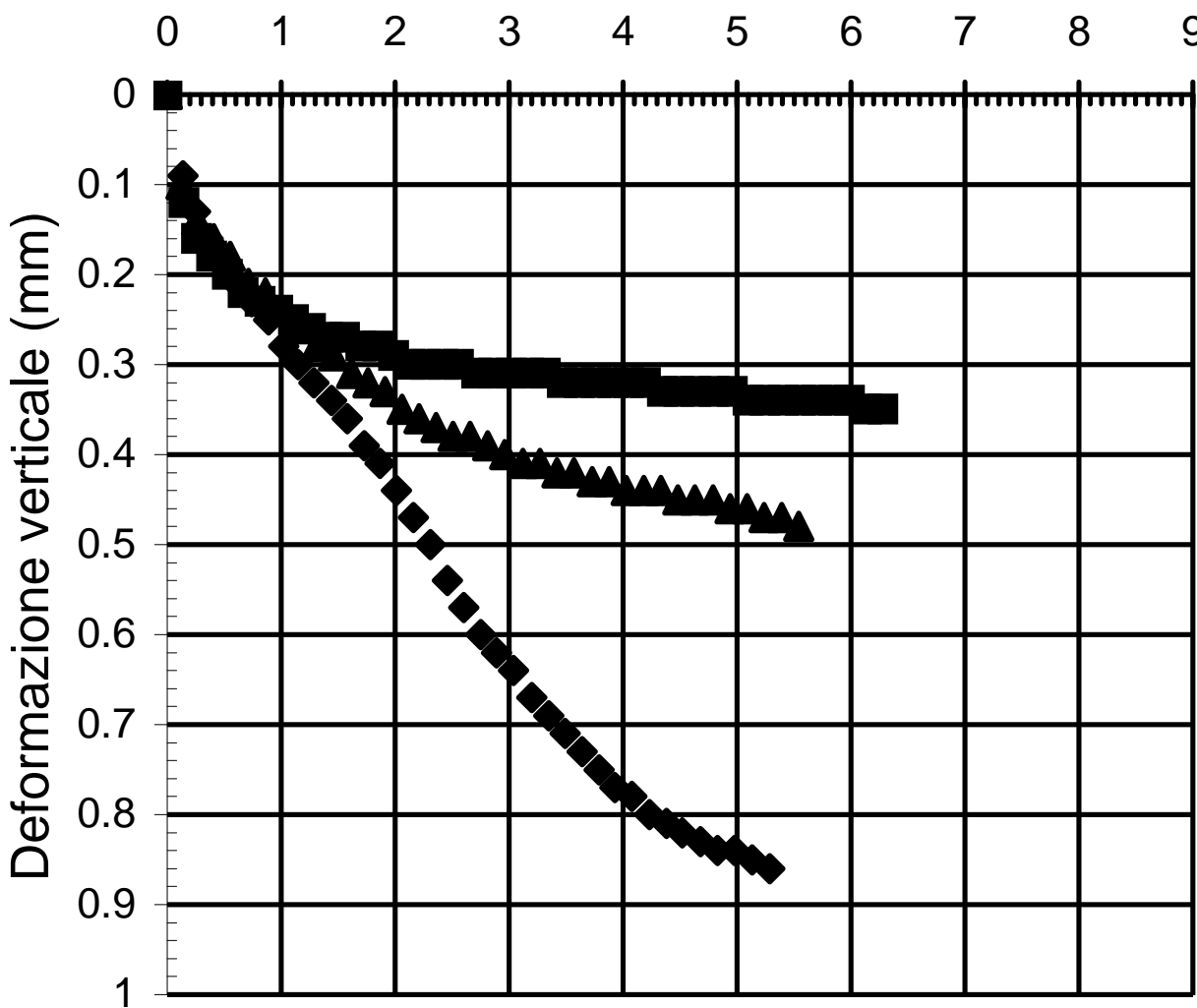
Pagina 3 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. _ ASTM D3080

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : C 2 PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m

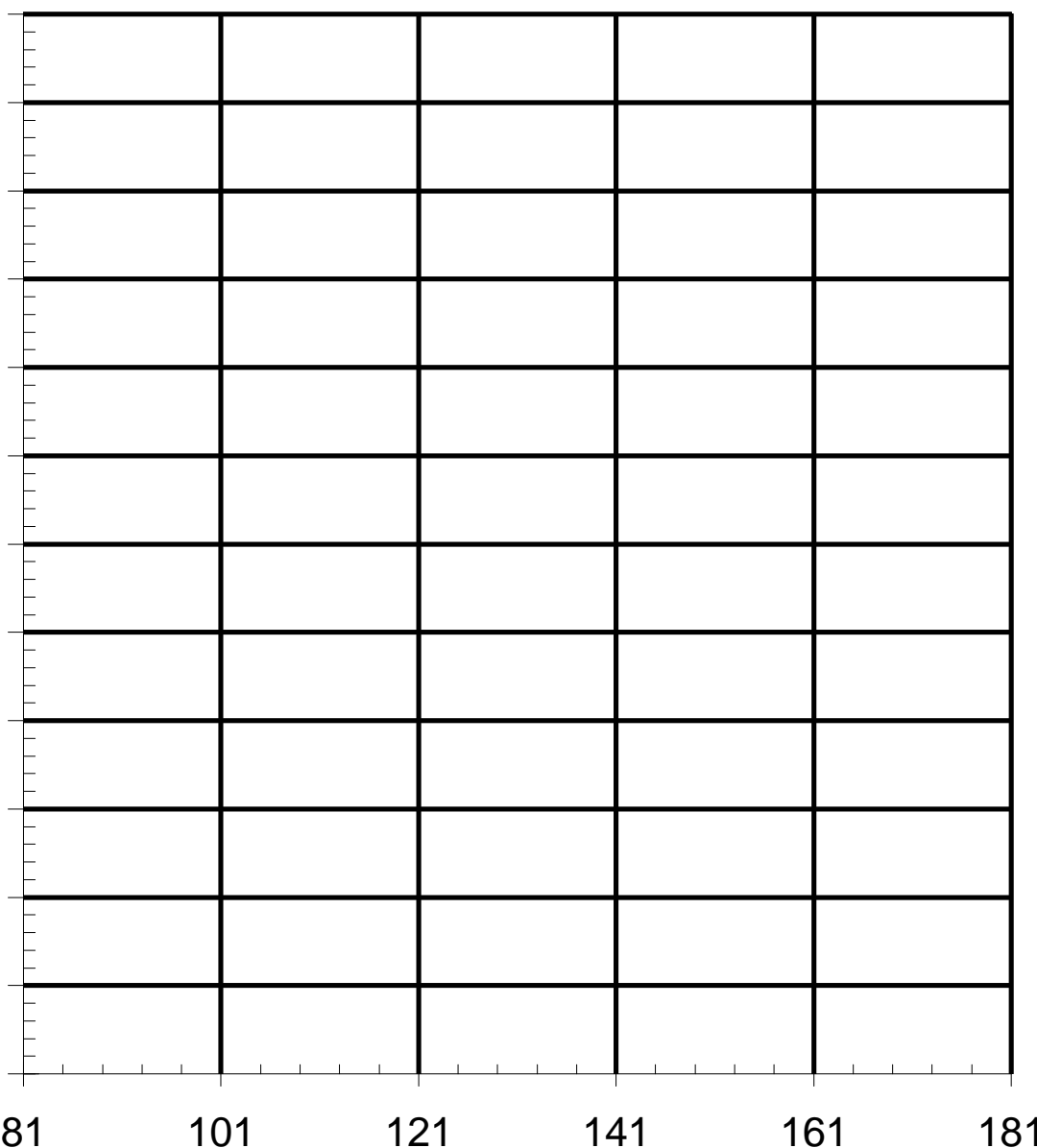
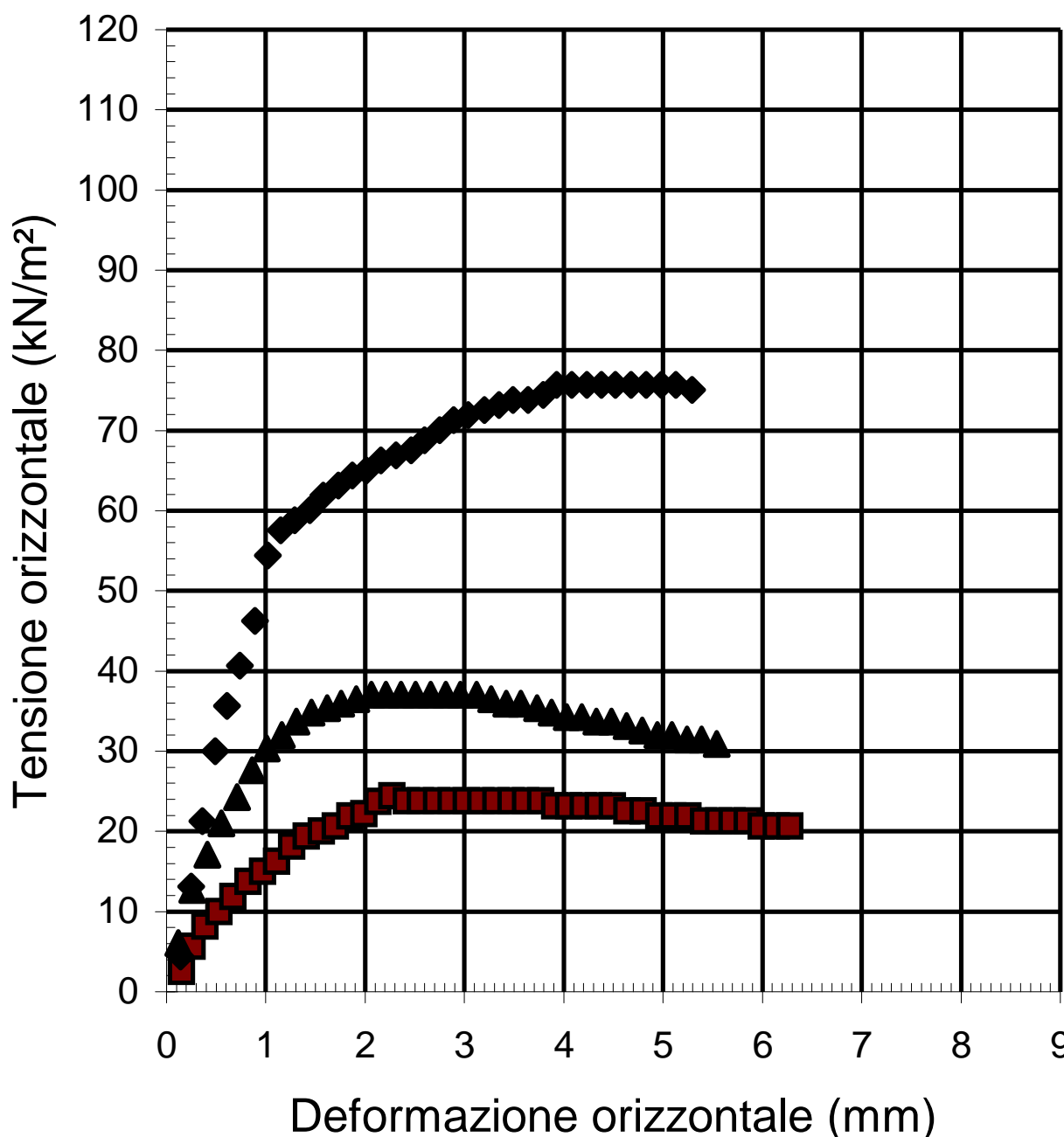
PICCO

RESIDUO



■ provino 1 ▲ provino 2 ◆ provino 3

□ provino 1 △ provino 2 ◇ provino 3



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_12/0488-04

DATA EMISSIONE:

03/08/2012

Pagina 4 di 4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

ASTM D3080

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE : C 2

PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

RELATIVI ALL' INTERVALLO DI PRESSIONE

da **98** kPa a **196** kPa

PROVINO n. **3**

PROFONDITA'

da 2.32 m a 2.36 m

VALORI MISURATI

Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	1.060	960	-
0.25	1.140	1306	-
0.4	1.180	1800	-
0.5	1.200	2880	-
1	1.250	3600	-
2	1.330	5760	-
4	1.420		
8	1.560		
15	1.710		
30	1.860		
60	1.950		
120	2.000		
240	2.030		
565	-		

VALORI CALCOLATI

t_{90} (min) = 26.01

d_{90} (mm) = 1.84

t_{50} (min) = 6.00

d_{50} (mm) = 1.50

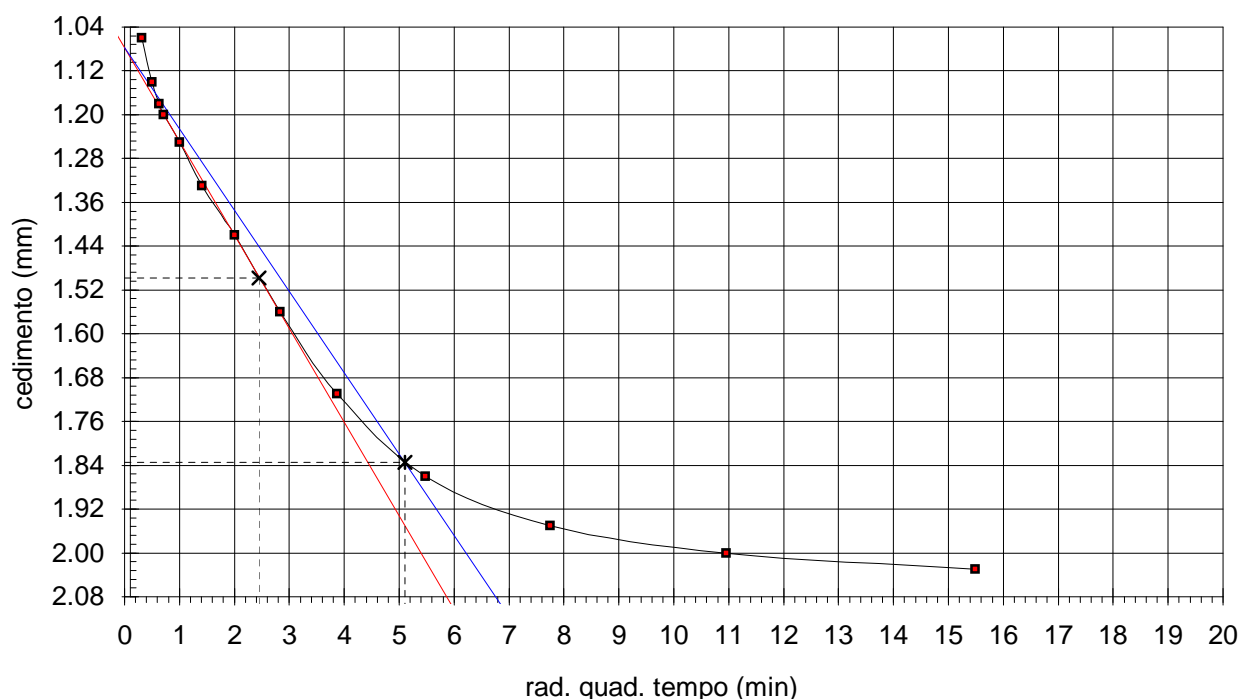
Tempo per il raggiungimento della rottura

t_f (min) = **300**

c_v (m²/sec) = **4.650E-08**

m_v (m²/kN) = 5.896E-04

k_v (m/sec) = 2.677E-10



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

Pagina 1 di 1

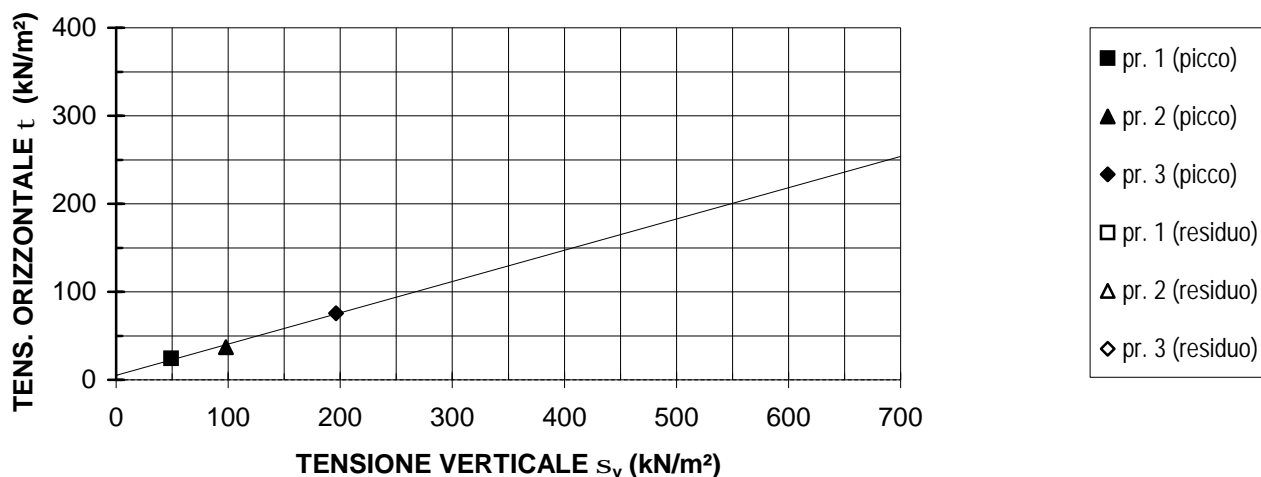
LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE : C 2

PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m



Risultati della regressione lineare			
		Valori di picco	Valori residui
Intercetta sull' asse y	=	5.06 kN/m ²	= - kN/m ²
inclinazione retta	=	19.55 ° sess.	= - ° sess.

L'interpretazione sopra 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.

NOTE:

RAPPORTO DI PROVA n° :

RSP_12/0440-01

COMMESSA : 12/125

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0440_SP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

DATA DI ACCETTAZIONE :

30/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S1

Campione : C 2

Profondità : 7.50 - 8.10

m

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del Committente

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 2487

0	Prima emissione	Sperimentatore Dott. Geol. Paolo COLLI	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER
REV.	DESCRIZIONE		

RAPPORTO DI PROVA

RSP_12/0440-01

DATA EMISSIONE:

03/08/12

Pagina 2 di 2

CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 2487

SONDAGGIO : S1

CAMPIONE: C 2

PROFONDITA': 7.50 ÷ 8.10 m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(ASTM D 422)

profondità 7.60 ÷ 7.75 m

Rif. Certificato di Prova: CSP_12/0488-02

% in peso < 2.00 mm = 100.00

% in peso < 0.42 mm = 99.97

% in peso < 0.075 mm = 99.55

% in peso < 0.002 mm = 57.50

CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità - ÷ - m

Rif. Certificato di Prova:

w = - %

LIMITI DI CONSISTENZA

(CNR-UNI 10014)

profondità 7.60 ÷ 7.75 m

Rif. Certificato di Prova: CSP_12/0488-03

Limite Liquido LL (%) = 65

Limite Plastico LP (%) = 28

Indice Plastico IP (%) = 37

Indice di Liquidità IL = -

Indice di Consistenza IC = -

Attività A = 0.64

CLASSIFICAZIONE U.S.C.S - ASTM D 2487

CH o OH

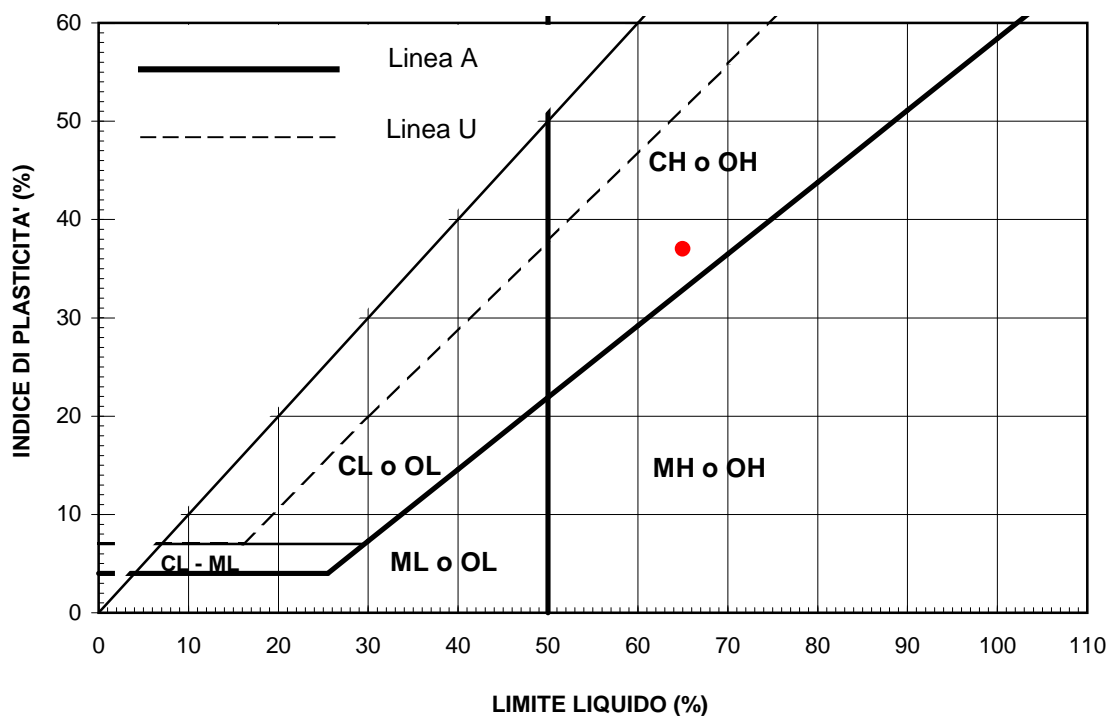
$Cu = D_{60}/D_{10} = -$

$Cc = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60}) = -$

Cu = coefficiente di uniformità

Cc = coefficiente di curvatura

CARTA DI PLASTICITA' - U.S.C.S.



Sperimentatore

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0489-01****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0489_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S2 **Campione :** C 1 **Profondità :** 4.00 - 4.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO :

a cura del 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
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 31/07/2012

DATA TERMINE PROVA: 31/07/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_12/0489-01
DATA EMISSIONE
03/08/2012

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S2 **CAMPIONE :** C 1 **PROFONDITA' :** 4.00 ÷ 4.60 m

Data descrizione : 31/07/12 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): Q.5. Da 4.11m Dimensioni del campione : L = 53 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
4.07	4.11	Campione rimaneggiato
4.11	4.34	A con L di colore grigio verdastro scuro (HUE 10Y 5/4). Presenza di striature di colore bruno giallastro (HUE 2.5Y 6/4)
4.34	4.38	Torba di colore grigio molto scuro (HUE 10YR 3/1).
4.38	4.60	A con L di colore grigio verdastro scuro (HUE 10Y 5/1). Presenza di puntinature nerastre Media reazione a contatto con HCl al 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)			
4.00				
	4.07			
	4.11			
		0.1 ^		CNW, MVT, TCU (2 provini)
		0.08 ^		CNW, MVT, TCU (1 provino)
	4.35			
	4.38			
		0.08 ^		
		0.13 ^		
4.60	4.60			

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0489-01

DATA EMISSIONE

03/08/2012

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S2

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': 4.00 - 4.60 m



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

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0489-02****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0489_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S2 **Campione :** C 1 **Profondità :** 4.00 - 4.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
GRA	Analisi granulometrica	1	CNR BU n° 23-71

DATA INIZIO PROVA: 01/08/2012

DATA TERMINE PROVA: 02/08/2012

RISULTATI DELLA PROVA**Massa provino:** 241.97 g **Profondità provino :** 4.11 - 4.3 m

VAGLI	APERTURA (mm)	PASSANTE (%)	TRATTENUTO (%)
10	2.00	100.00	0.00
40	0.42	100.00	0.00
200	0.075	99.93	0.06

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0489-03****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0489_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S2 **Campione :** C 1 **Profondità :** 4.00 - 4.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	CNR-UNI 10014

DATA INIZIO PROVA: 01/08/12

DATA TERMINE PROVA: 02/08/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_12/0489-03

DATA EMISSIONE

03/08/2012

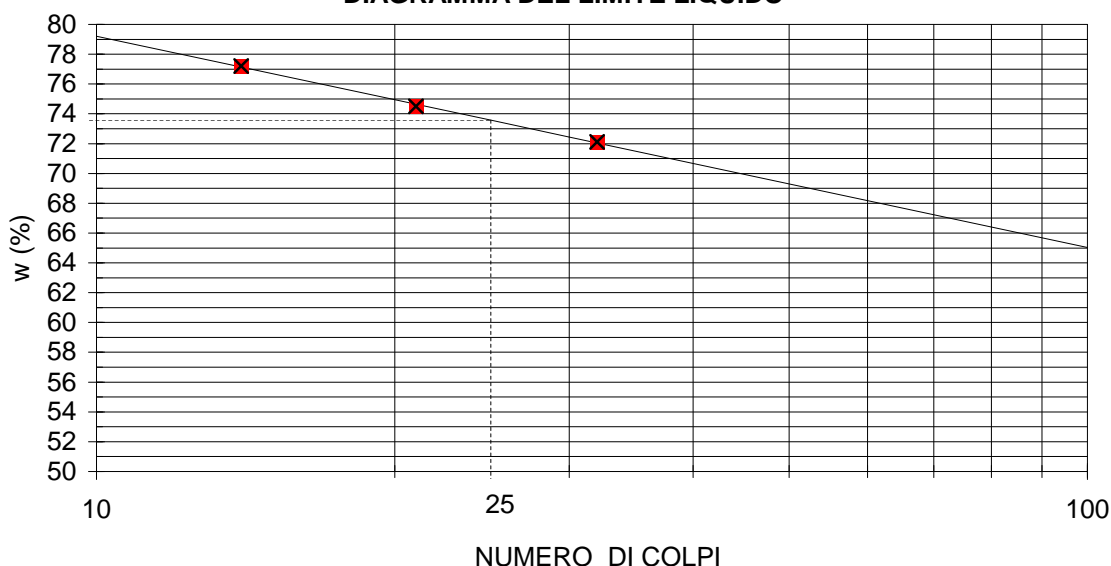
Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014

SONDAGGIO : S2 **CAMPIONE:** C 1 **PROFONDITA':** 4.00 ÷ 4.60 m

Profondità provino	m	4.11-4.30			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	33.0789	47.2468	42.8950	-
Numero colpi	-	14	32	21	-
Massa provino umido + tara	g	57.8466	73.2545	71.0003	-
Massa provino secco + tara	g	47.0548	62.3567	59.0011	-
Contenuto in acqua	%	77.2	72.1	74.5	-
Limite Liquido w_L	%	74			

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	14.03	14.2315	-	-
Massa provino umido + tara	g	15.8208	15.9053	-	-
Massa provino secco + tara	g	15.4030	15.5297	-	-
Contenuto in acqua	%	30.4	28.9	-	-
Limite Plastico w_P	%	30			

Indice di Plasticità ($w_L - w_P$)

I_P

44

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° :

CSP_12/0489-04

COMMESSA : 12/125

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0489_CSP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

DATA DI ACCETTAZIONE :

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

-

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S 2 **Campione :** C 1 **Profondità :** 4.00 - 4.60 m

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
TCU	Prova triassiale consolidata isotropicamente non drenata	3	ASTM D 4767
CTX	Calcolo tempi di consolidazione su provini per prova triassiale	2	ASTM D 2435

DATA INIZIO PROVA: 31/07/2012

DATA TERMINE PROVA: 02/08/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLI

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_12/0489-04

DATA EMISSIONE





-

Pag. 2 di 6

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S 2 **CAMPIONE** : C 1 **PROFONDITA'**: 4.00 ÷ 4.60 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	4.11	4.11	4.20	-
Profondità provino	a m	4.20	4.20	4.29	-
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	-
σ'_3 iniziale	kPa	200.00	101.30	400.00	-
massimo valore ($\sigma_1 - \sigma_3$)	kN/m²	178.01	112.93	270.91	-
Correzione per filtro e membrana su ($\sigma_1 - \sigma_3$) max	kN/m²	1	1	1	-
massimo valore σ'_1/σ'_3	kN/m²	2.73	3.03	2.25	-
Correzione per filtro e membrana su (σ'_1/σ'_3) max	kN/m²	1	1	1	-
MODALITA' DI ROTTURA					
Inclinazione sup. di rottura	°sess.	29	30	30	-
Foto o rappresentazione schematica del provino					

■ provino 1 (t. efficaci)

◆ provino 2 (t. efficaci)

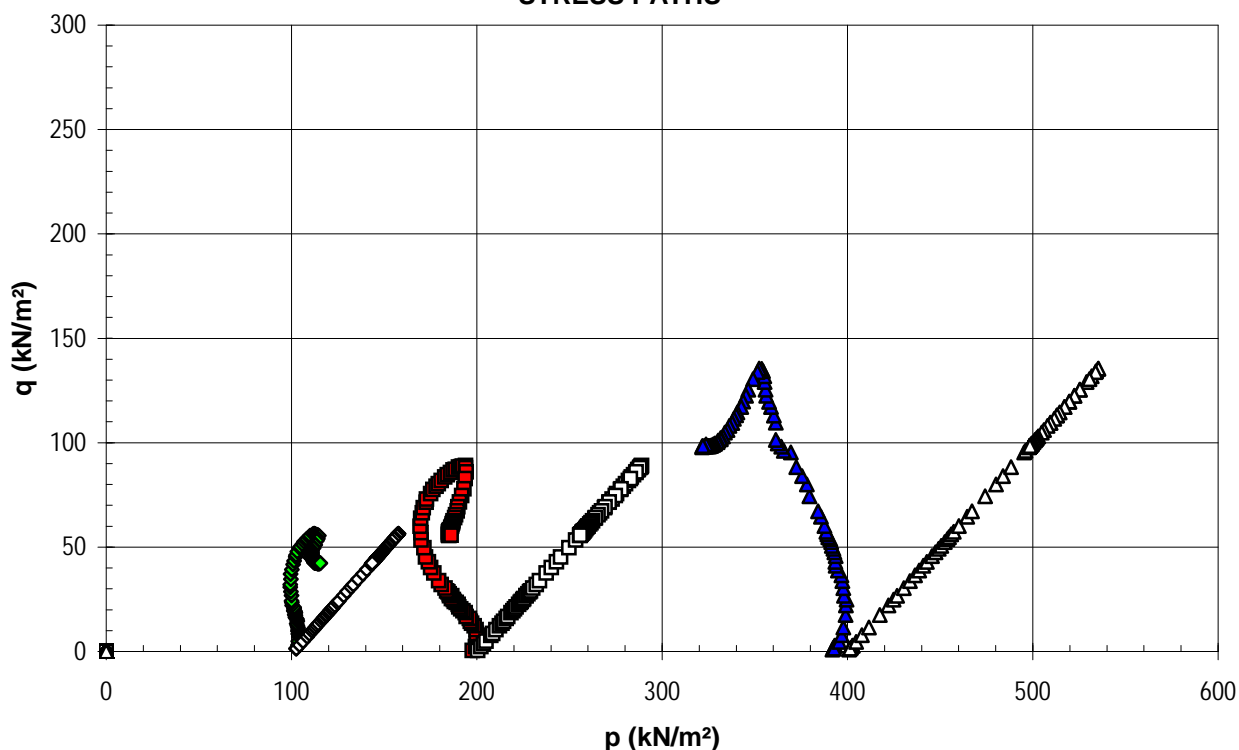
▲ provino 3 (t. efficaci)

□ provino 1 (t. totali)

◇ provino 2 (t. totali)

△ provino 3 (t. totali)

STRESS PATHS



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0489-04

DATA EMISSIONE

-

Pag. 3 di 6

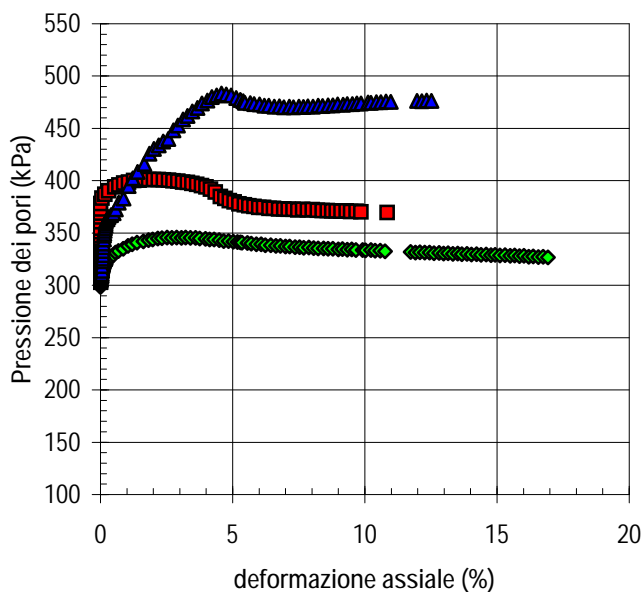
PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

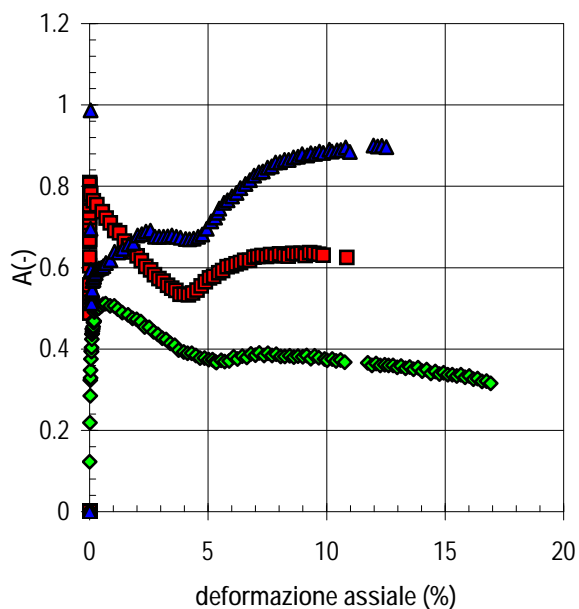
SONDAGGIO : S 2 CAMPIONE : C 1

PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.60 m

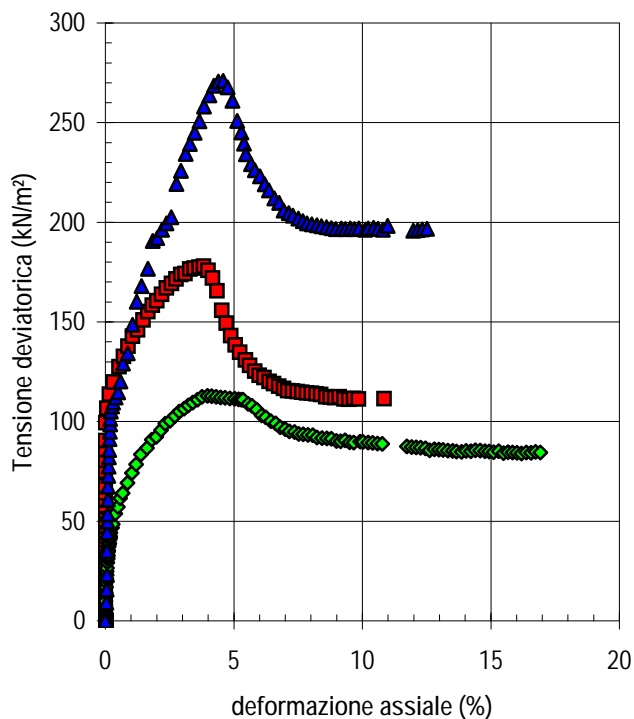
PRESSIONE DEI PORI/DEFORMAZIONE ASSIALE



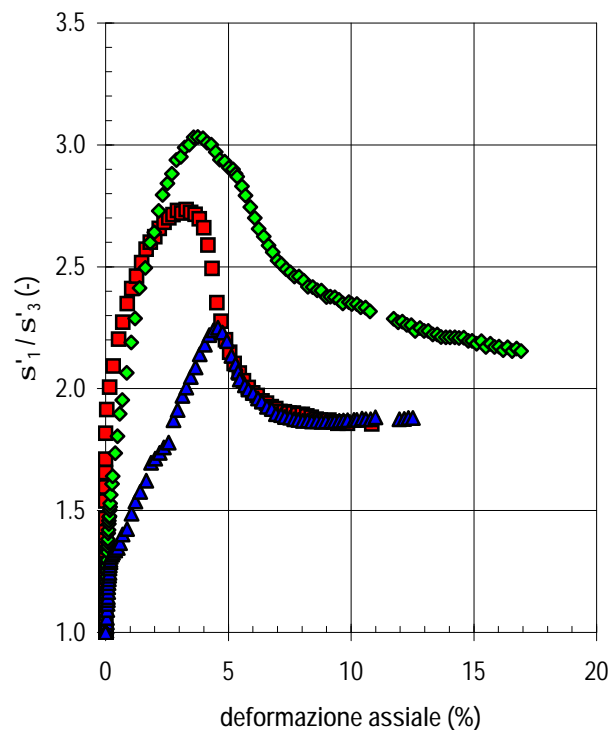
PARAMETRO "A"/DEFORMAZIONE ASSIALE



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_12/0489-04

DATA EMISSIONE

-

Pag. 4 di 6

PROVA TRIASSIALE C.I.U.

ASTM D 4767

SONDAGGIO : S 2 CAMPIONE : C 1 PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.60 m

PROVINO	n°	1	2	3	-
Profondità provino	da m	4.11	4.11	4.20	-
Profondità provino	a m	4.20	4.20	4.29	-
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	17.79	17.57	17.09	-
Riferimento Certificato					
Contenuto in acqua iniziale	%	39.83	40.43	46.89	-
Riferimento Certificato					
Massa volumica secca	kN/m³	12.72	12.51	11.63	-
Peso sp. dei grani (assunto)	-	2.750	2.750	2.750	-
Riferimento Certificato					
Indice dei vuoti iniziale	-	1.110	1.146	1.308	-
Grado si saturazione iniziale	%	98.22	96.61	98.12	-
Pressione pori iniziale	kPa	-4.6	-3.9	-3.8	-
Valore di B iniziale	-	0.71	0.80	0.53	-
Pressione pori a saturazione	kPa	348.6	349	595	-
Pressione in cella finale	kPa	500	400	700	-
Valore di B a saturazione	-	0.97	0.98	0.98	-
Durata consolidazione	min	240	1020	240	-
Pressione in cella	kPa	500	400	700	-
Contropressione	kPa	300	300	300	-
Pressione pori iniziale	kPa	348.6	300	595	-
Pressione pori finale	kPa	300	300	300	-
Variazione altezza provino	mm	1.13	0.41	1.92	-
Variazione volume provino	cm³	3.87	1.39	6.57	-
t ₁₀₀	min	11.7	-	38.4	-
Tempo di rottura stimato	min	20.6	-	67.9	-
Pressione in cella	kPa	500	400	700	-
Pressione pori iniziale	kPa	300	299	300	-
σ'3 iniziale	kPa	200	101.3	400	-
Velocità pressa	mm/min	0.0100	0.0100	0.0100	-
massimo valore (σ ₁ - σ ₃)	kN/m²	178	113	271	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ ₁ -σ ₃)max	%	3.82	3.97	4.58	-
Tempo per il raggiungimento di (σ ₁ -σ ₃)max	min	440	398	385	-
Correzione per filtro e membrana su (σ ₁ -σ ₃)max	kN/m²	1	1	1	-
Pressione pori a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max	kPa	395	344	483	-
Valore di A a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max	-	0.53	0.39	0.68	-
p' a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max	kN/m²	194	112	352	-
q a rottura a (σ ₁ -σ ₃)max	kN/m²	89	56	135	-
massimo valore σ' ₁ σ' ₃	kN/m²	3	3	2	-
Deformaz. assiale percentuale a (σ' ₁ /σ' ₃)max	%	3.29	3.76	4.58	-
Correzione per filtro e membrana su (σ' ₁ /σ' ₃)max	kN/m²	1	1	1	-
Pressione pori a rottura a (σ' ₁ /σ' ₃)max	kPa	398	345	483	-
Valore di A a rottura a (σ' ₁ /σ' ₃)max	-	0.56	0.40	0.68	-
p' a rottura a (σ' ₁ /σ' ₃)max	kN/m²	190	111	352	-
q a rottura a (σ' ₁ /σ' ₃)max	kN/m²	88	56	135	-
Massa volumica totale finale	kN/m³	18.21	17.78	17.70	-
Contenuto in acqua finale	%	36.77	39.81	40.93	-
Riferimento Certificato					
Massa volumica secca finale	kN/m³	13.31	12.72	12.56	-
Indice dei vuoti finale	-	1.017	1.112	1.138	-
Grado si saturazione finale	%	98.99	98.04	98.50	-

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

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

CERTIFICATO n°
CSP_12/0489-04
DATA EMISSIONE

Pag. 5 di 6

PROVA TRIASSIALE
CIU
SONDAGGIO : S 2 **CAMPIONE :** C 1 **PROFONDITA':** 4.00 ÷ 4.60 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)

RELATIVI ALL' INCREMENTO DI s'_3 da 150 kPa a 200 kPa

PROVINO n. 1 PROFONDITA' da 4.11 m a 4.20 m

Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

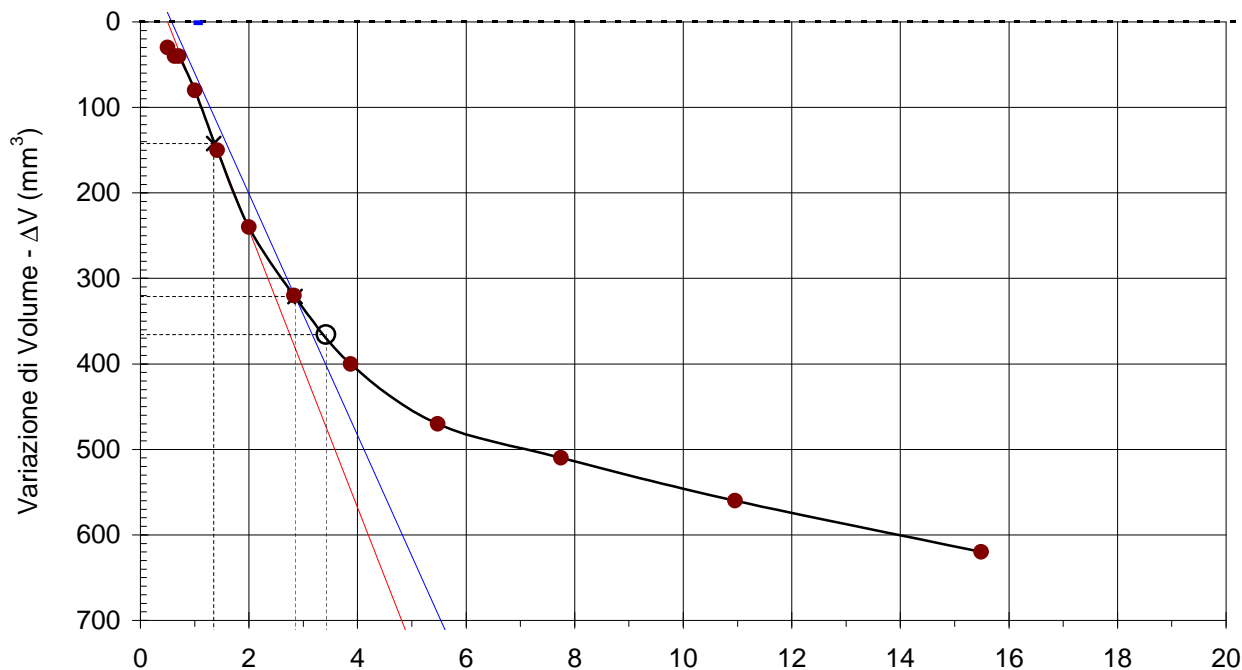
VALORI MISURATI

Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)	Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)
0.1	-	-	0	-	-
0.25	30	0.008	0	-	-
0.4	40	0.018	0	-	-
0.5	40	0.023	0	-	-
1	80	0.040	0	-	-
2	150	0.069	0	-	-
4	240	0.110			
8	320	0.148			
15	400	0.176			
30	470	0.207			
60	510	0.226			
120	560	0.240			
240	620	0.250			
0	-	-			

VALORI CALCOLATI

t_{90}	(min)	=	8.1
u_{vi90}	(mm)	=	321
t_{50}	(min)	=	1.8
u_{vi50}	(mm)	=	142
t_{100}	(min)	=	11.7
d_{vi100}	(mm)	=	366
Tempo per il raggiungimento della rottura			
t_r	(min)	=	20.6
deformazione a rottura ipotizzata			
def.	(mm)	=	6.0
velocità di rottura calcolata			
v	(mm/min)	=	0.29059
m_{vi}	(m ² /kN)	=	8.914E-01

rad. quad. tempo (min)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°
CSP_12/0489-04
DATA EMISSIONE

-

Pag. 6 di 6

PROVA TRIASSIALE
CIU
SONDAGGIO : S 2 **CAMPIONE :** C 1 **PROFONDITA':** 4.00 ÷ 4.60 m

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)
RELATIVI ALL' INCREMENTO DI s'_3 da **100** kPa a **400** kPa

PROVINO n. 3 **PROFONDITA'** da 4.20 m a 4.29 m

Condizioni di drenaggio del provino: 2 estremità e radiale

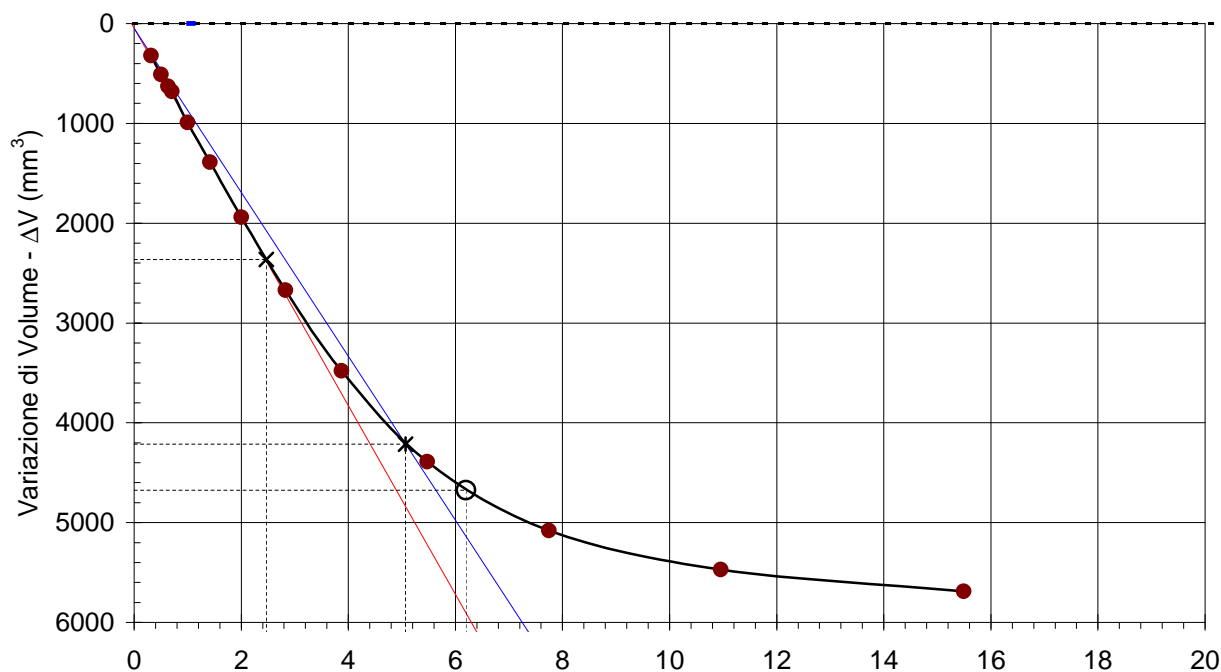
VALORI MISURATI

Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)	Tempo (min)	ΔV (mm ³)	ΔH (mm)
0.1	320.00	0.096	0	-	-
0.25	510.00	0.164	0	-	-
0.4	630.00	0.213	0	-	-
0.5	680.00	0.240	0	-	-
1	990.00	0.355	0	-	-
2	1390.00	0.500	0	-	-
4	1940.00	0.722			
8	2670.00	1.007			
15	3480.00	1.290			
30	4390.00	1.632			
60	5080.00	1.880			
120	5470.00	2.029			
240	5690.00	2.086			
0	-	-			

VALORI CALCOLATI

t_{90}	(min)	=	25.7
u_{vi90}	(mm)	=	4214
t_{50}	(min)	=	6.1
u_{vi50}	(mm)	=	2362
t_{100}	(min)	=	38.4
d_{vi100}	(mm)	=	4677
Tempo per il raggiungimento della rottura			
t_f	(min)	=	67.9
deformazione a rottura ipotizzata			
def.	(mm)	=	6.0
velocità di rottura calcolata			
v	(mm/min)	=	0.08842
m_{vi}	(m ² /kN)	=	2.522E-01

rad. quad. tempo (min)



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

SPERIMENTATORE

PROVA TRIASSIALE CIU (ASTM D 4767) - INTERPOLAZIONE DATI

COMMITTENTE: PROVINCIA DI MODENA

Pag. 1 di 1

LOCALITA': SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE: POLO SCOLASTICO

DATA EMISSIONE: -

SONDAGGIO: S 2

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': da m 4.00 a m 4.60

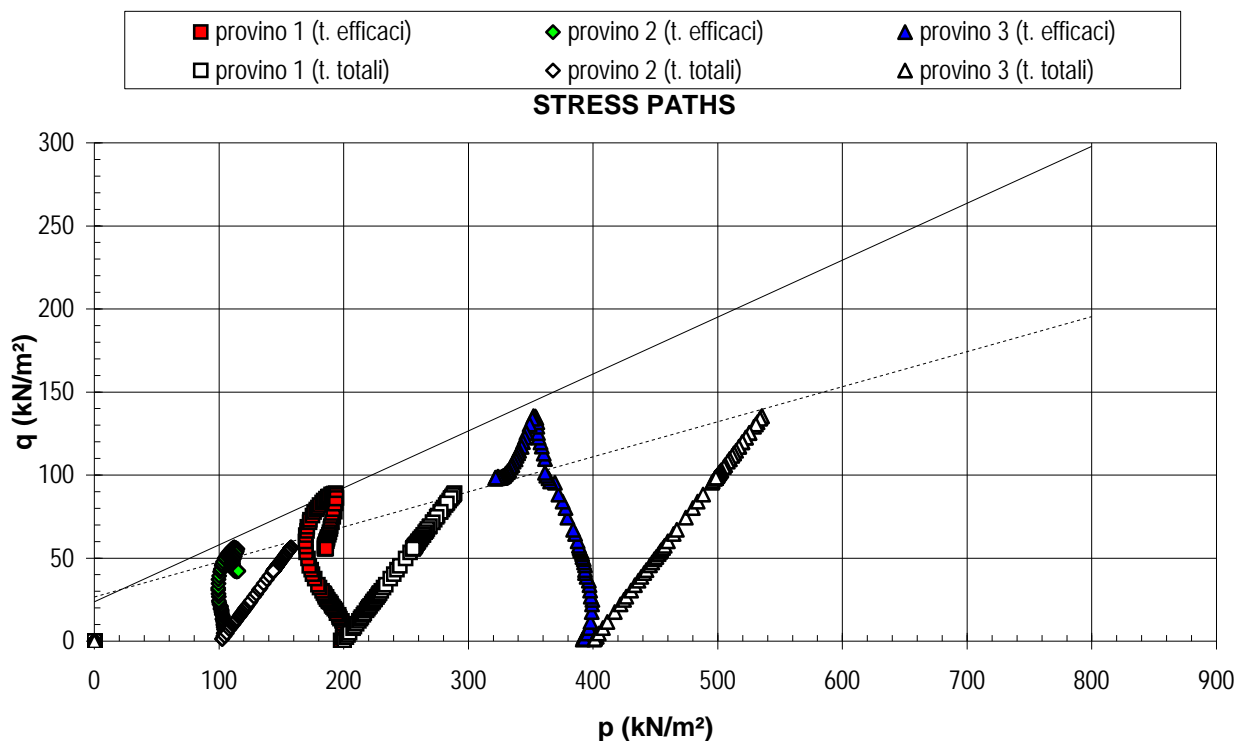
L'interpretazione sotto riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio: la scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alle finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato.

Risultati della regressione lineare

Risultati della regressione lineare	Tensioni efficaci ————		Tensioni totali - - - - -	
	Intercetta asse y	inclinaz. retta	Intercetta asse y	inclinaz. retta
	(kN/m ²)	(° sess.)	(kN/m ²)	(° sess.)
	23.79	18.91	26.61	11.92

Regressione lineare eseguita utilizzando tutti i provini

z:



NOTE:

RAPPORTO DI PROVA n° :

RSP_12/0441-01

COMMESSA : 12/125

VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :

12/0441_SP

RICHIEDENTE : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

CONSEGNATARIO : Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO

COMMITTENTE : PROVINCIA DI MODENA

LOCALITA' : SAN FELICE SUL PANARO (MO)

CANTIERE : POLO SCOLASTICO

DATA DI ACCETTAZIONE :

30/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S2

Campione : C 1

Profondità : 4.00 - 4.60

m

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del Committente

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 2487

0	Prima emissione	Sperimentatore Dott. Geol. Paolo COLLI	Il Direttore di Laboratorio Dott. Geol. Dario GRUNDLER
REV.	DESCRIZIONE		

RAPPORTO DI PROVA

RSP_12/0441-01

DATA EMISSIONE:

03/08/12

Pagina 2 di 2

CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA

ASTM D 2487

SONDAGGIO : S2

CAMPIONE: C 1

PROFONDITA': 4.00 ÷ 4.60 m

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

(CNR BU n° 23-71)

profondità 4.11 ÷ 4.30 m

Rif. Certificato di Prova: CSP_12/0489-02

% in peso < 2.00 mm = 100.00

% in peso < 0.42 mm = 100.00

% in peso < 0.075 mm = 99.93

% in peso < 0.002 mm = -

CONTENUTO IN ACQUA

(CNR-UNI 10008)

profondità - ÷ - m

Rif. Certificato di Prova:

w = - %

LIMITI DI CONSISTENZA

(CNR-UNI 10014)

profondità 4.11 ÷ 4.30 m

Rif. Certificato di Prova: CSP_12/0489-03

Limite Liquido LL (%) = 74

Limite Plastico LP (%) = 30

Indice Plastico IP (%) = 44

Indice di Liquidità IL = -

Indice di Consistenza IC = -

Attività A = -

CLASSIFICAZIONE U.S.C.S. - ASTM D 2487

CH o OH

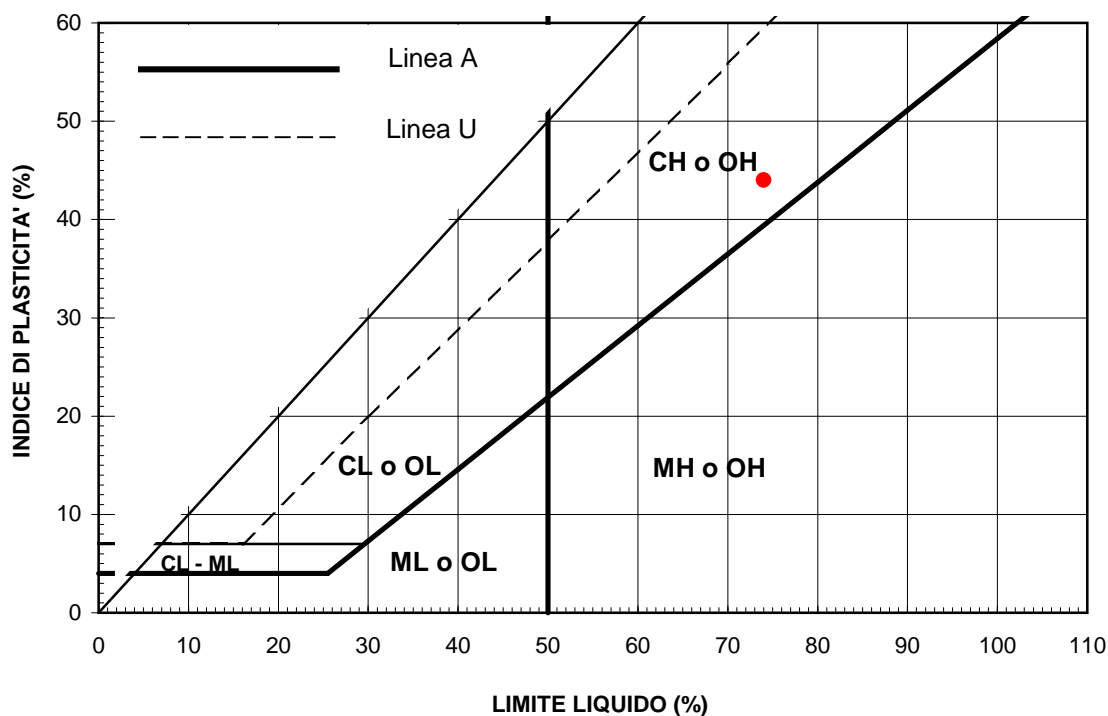
$Cu = D_{60}/D_{10} = -$

$Cc = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60}) = -$

Cu = coefficiente di uniformità

Cc = coefficiente di curvatura

CARTA DI PLASTICITA' - U.S.C.S.



Sperimentatore

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0490-01****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0490_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio : S2 **Campione :** C 2 **Profondità :** 11.50 - 12.00 m**DATA PRELIEVO :**

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
DSC	Descrizione geotecnica del campione	1	ASTM D 2488-84

DATA INIZIO PROVA: 31/07/2012

DATA TERMINE PROVA: 31/07/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_12/0490-01
DATA EMISSIONE
03/08/2012

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S2 **CAMPIONE :** C 2 **PROFONDITA' :** 11.50 ÷ 12.00 m

Data descrizione : 31/07/12 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): Q.5. Da 11.75m Dimensioni del campione : L = 50 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
11.50	11.75	Campione rimaneggiato
11.75	11.95	LA debolmente S di colore grigio verdastro (HUE 10Y 6/1) con striature di colore giallo oliva (HUE 5Y
11.95	12.00	S fine L di colore grigio verdastro con striature giallo oliva,

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)			
11.50		11.50			
		11.75			
		11.95			
12.00		12.00			
			0.35 ^		LIM, GRT, CLA
					GRT

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_12/0490-01

DATA EMISSIONE

03/08/2012

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S2

CAMPIONE: C 2

PROFONDITA': 11.50 - 12.00 m



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

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0490-02****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0490_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio :	S2	Campione :	C 2	Profondità :	11.50 - 12.00	m
--------------------	-----------	-------------------	------------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO :

a cura del 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
GRA	Analisi granulometrica	1	ASTM D 422

DATA INIZIO PROVA: 01/08/2012

DATA TERMINE PROVA: 03/08/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_12/0490-02
DATA EMISSIONE
03/08/2012

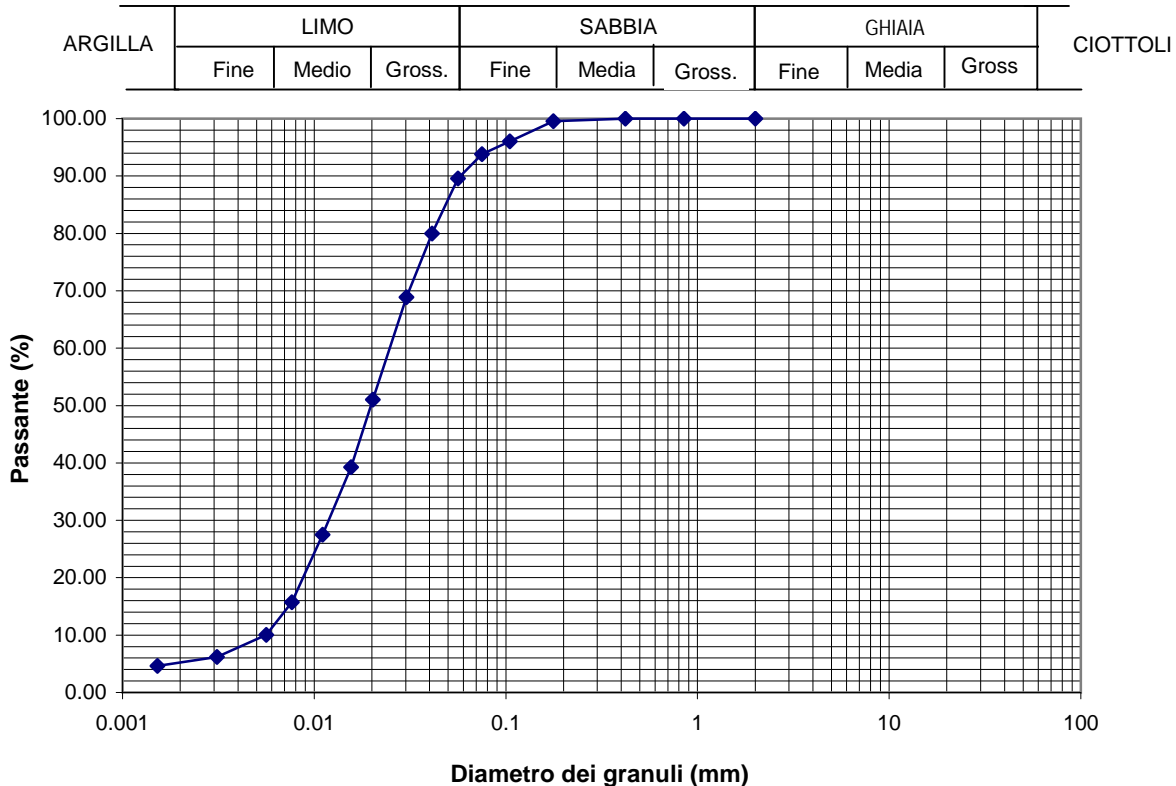
Pagina 2 di 2

ANALISI GRANULOMETRICA
ASTM D 422
SONDAGGIO : S2

CAMPIONE: C 2

PROFONDITA': 11.50 ÷ 12.00 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino -		302.70 g		massa provino	46.33 g
profondità provino		11.75 ÷ 11.82 m		profondità provino	11.75 ÷ 11.82 m
VAGLI	APERTUI	PASSANTE	TRATTENUTO	G_s 2.750 - assunto	
	mm	% in peso	% in peso	Riferimento: -	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200 aerometro ASTM 151H	
1 "	25.4	-	-		
3/4 "	-	-	-		
3/8 "	9.525	-	-	DIAMETRO EQUIVALENTE % IN PESO PIU' FINE DI D	
5	4	-	-		
10	2	100.00	0.00	D (mm)	
20	0.85	99.99	0.01	0.05629	89.55
30	0.59	-	-	0.04119	80.00
40	0.42	99.98	0.01	0.03023	68.87
50	0.297	-	-	0.02019	51.06
80	0.177	99.55	0.43	0.01555	39.29
100	0.149	-	-	0.01104	27.52
140	0.105	96.02	3.54	0.00765	15.75
200	0.075	93.79	2.23	0.00562	10.02
				0.00311	6.20
				0.00152	4.61



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0490-03****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0490_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio :	S2	Campione :	C 2	Profondità :	11.50 - 12.00	m
--------------------	----	-------------------	-----	---------------------	---------------	---

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
LIM	Determinazione del limite liquido e plastico	1	CNR-UNI 10014

DATA INIZIO PROVA: 01/08/12

DATA TERMINE PROVA: 02/08/12

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_12/0490-03

DATA EMISSIONE

03/08/2012

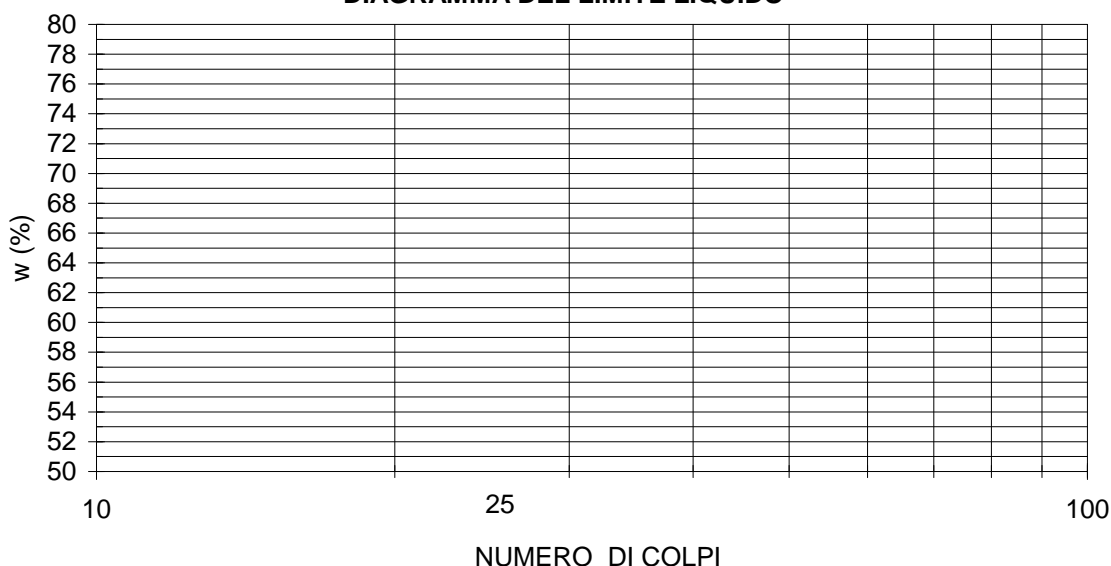
Pagina 2 di 2

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014

SONDAGGIO : S2 **CAMPIONE:** C 2 **PROFONDITA':** 11.50 ÷ 12.00 m

Profondità provino	m	11.75-11.82			
Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	-	-	-	-
Numero colpi	-	-	-	-	-
Massa provino umido + tara	g	-	-	-	-
Massa provino secco + tara	g	-	-	-	-
Contenuto in acqua	%	-	-	-	-
Limite Liquido w_L	%	non determinabile			

DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO



Determinazione	n°	1	2	3	4
Massa tara	g	-	-	-	-
Massa provino umido + tara	g	-	-	-	-
Massa provino secco + tara	g	-	-	-	-
Contenuto in acqua	%	-	-	-	-
Limite Plastico w_P	%	non plastico			

Indice di Plasticità ($w_L - w_P$)

I_P

0

DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

CERTIFICATO n° :**CSP_12/0490-04****COMMESSA :** 12/125**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****12/0490_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**CONSEGNATARIO :** Dott. Geol. Lorenzo DEL MASCHIO**COMMITTENTE :** PROVINCIA DI MODENA**LOCALITA' :** SAN FELICE SUL PANARO (MO)**CANTIERE :** POLO SCOLASTICO**DATA DI ACCETTAZIONE :**

20/07/12

DATA DI EMISSIONE :

03/08/12

DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :

Fustella di acciaio

Sondaggio :	S2	Campione :	C 2	Profondità :	11.50 - 12.00	m
--------------------	-----------	-------------------	------------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO :

-

PRELIEVO EFFETTUATO : a cura del 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
GRA	Analisi granulometrica	1	CNR BU n° 23-71

DATA INIZIO PROVA: 01/08/2012

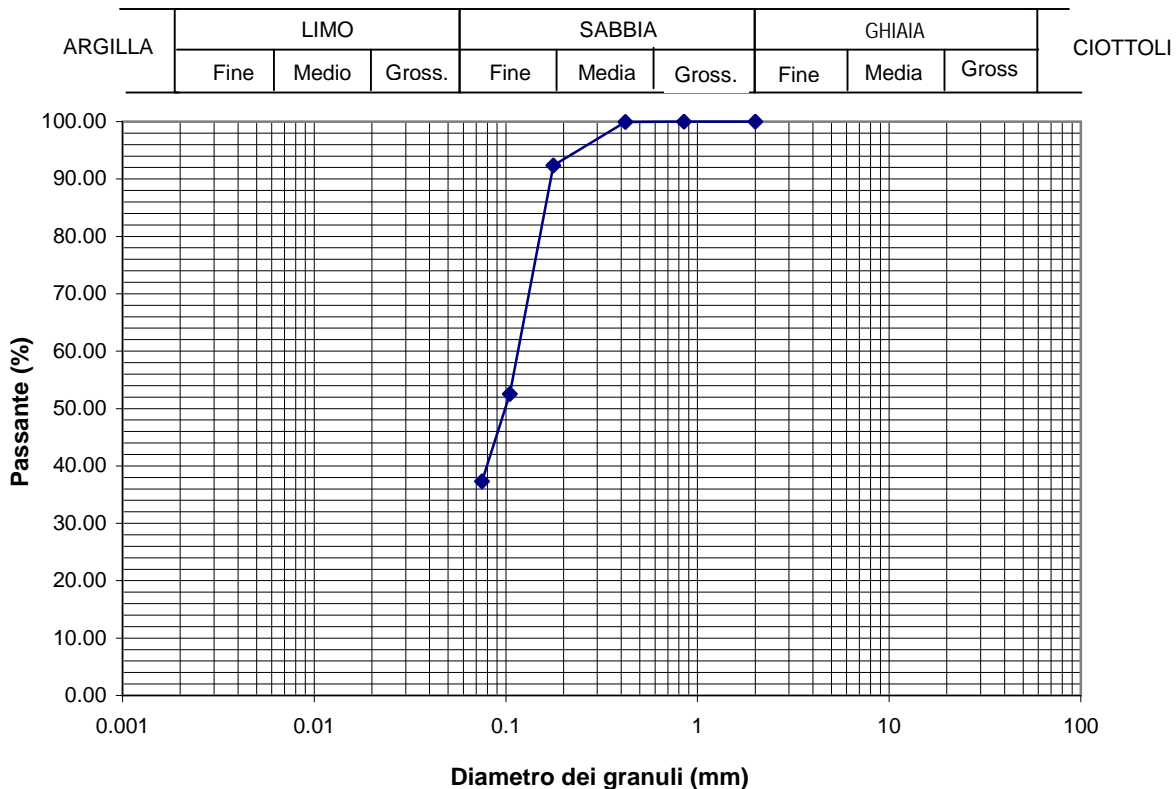
DATA TERMINE PROVA: 02/08/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_12/0490-04
DATA EMISSIONE
03/08/2012
Pagina 2 di 2
ANALISI GRANULOMETRICA
CNR BU n° 23-71-
SONDAGGIO : S2
CAMPIONE: C 2
PROFONDITA': 11.50 ÷ 12.00 m

ANALISI PER VAGLIATURA				ANALISI PER SEDIMENTAZIONE	
massa provino -		329.12 g		massa provino -	g
profondità provino		11.95 ÷ 12.00 m		profondità provino	11.95 ÷ 12.00 m
VAGLI	APERTUI	PASSANTE	TRATTENUTO	G _s	
	mm	% in peso	% in peso	Riferimento: -	
1 1/2 "	38.1	-	-	eseguita sul passante al vaglio 200	
1 "	25.4	-	-	aerometro ASTM 151H	
3/4 "	-	-	-	DIAMETRO EQUIVALENTE	
3/8 "	9.525	-	-	D (mm)	% IN PESO PIU' FINE DI D
5	4	-	-	-	-
10	2	100.00	0.00	-	-
20	0.85	100.00	0.00	-	-
30	0.59	-	-	-	-
40	0.42	99.96	0.04	-	-
50	0.297	-	-	-	-
80	0.177	92.37	7.59	-	-
100	0.149	-	-	-	-
140	0.105	52.55	39.82	-	-
200	0.075	37.32	15.23	-	-



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

Validazione del codice di calcolo

Informativa sull'affidabilità dei codici di calcolo D.M. 14-01-2008 paragrafo 10.2.

Le fasi di progettazione e sviluppo dei software **GeoStru** sono sottoposti al controllo gestione di qualità aziendale ISO (*International Organization for Standardization*) 9001:2000 certificato da CVI ITALIA srl - **Certificato nr. 7007 1 04**.

Sono stati forniti degli esempi di calcolo, in allegato a questo documento, al fine di verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le procedure di controllo con altri strumenti di calcolo.

I software **GeoStru** sono dotati di sistemi di controllo dei dati di input e di output molto sofisticati i quali sono in grado di rilevare errori gravi tali da non consentire le corrette elaborazioni.

Bianco 15/09/2010

GeoStru Software

Web: www.geostru.com Email: geostru@geostru.com

Skype Nick: **geostru_support_it-eng-spa**