



# COMUNE DI CAPALBIO

## Provincia di Grosseto

## PIANO ATTUATIVO INERENTE CENTRO SPORTIVO TURISTICO BALNEARE CHIARONE **Località Chiarone, Capalbio**



PROGETTISTA:

ARCH. DANIELE BARTOLETTI  
  
Castiglione della Pescaia  
via della Libertà n. 3  
58043 Grosseto

COMMITTENTE:

S.A.C.R.A. spa  
Strada Litoranea Burano 17  
Loc. Chiarone - 58011 Capalbio  
Grosseto - Italy  
  
P.I. 06199470151

OGGETTO:

## RELAZIONE GEOLOGICA

DATA:

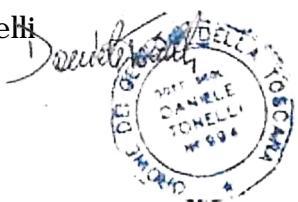
GIUGNO 2016

AGG. :

TAVOLA 18

IL TECNICO:

Dott. Geol. Daniele Tonelli



COMMITTENTE:

S.A.C.R.A. spa



Dott. Geologo **Daniele TONELLI** P. IVA 01146410533 C.F. TNL DNL 69B01 G088T

Orbetello SCALO (GR), 58015 via PANTINI, 27 - tel. e fax 0564 - 862746 - Cell. 348 - 3045395 E. mail tonellid@libero.it

## **COMUNE DI CAPALBIO (PROV. DI GROSSETO)**

**RELAZIONE GEOLOGICA DI SUPPORTO AL PIANO  
ATTUATIVO INERENTE CENTRO SPORTIVO TURISTICO  
BALNEARE IN LOCALITA' CHIARONE**

### **Attribuzione delle classi di fattibilità**

*Proprietà: S.A.C.R.A. S.p.A.*

*Il progettista: Dott. Arch. Daniele Bartoletti*

*Il Geologo  
Dott. Daniele Tonelli*



*Orbetello, aprile 2016*

## SOMMARIO

PREMESSA ..... Pag. 3

1. GENERALITA'	Pag. 4
2. GEOLOGIA	Pag. 4
3. GEOMORFOLOGIA	Pag. 5
4. IDROGEOLOGIA	Pag. 5
5. LITOTECNICA	Pag. 6
6. CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	Pag. 7
7. CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA	Pag. 8
8. CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA	Pag. 8
9. CARTA DELLA FATTIBILITA'	Pag. 9

- Indagini geognostiche (CPT e carotaggio continuo)
- Prove penetrometriche dinamiche
- Indagini masw
- Parametri sismici
- Sezione geologica-geotecnica e ubicazione indagini

## **PREMESSA**

*Il presente studio, commissionato dalla società S.A.C.R.A. S.p.A., è volto alla attribuzione della classe di fattibilità geologica per il **Piano Attuativo** inerente il centro sportivo turistico balneare in località **Chiarone**, nel Comune di Capalbio (GR).*

*La relazione geologica è stata redatta in ottemperanza a quanto disposto dalla L.R.T. 03.01.2005, n. 1 “Norme per il governo del territorio” e dalla D.P.G.R. 27/04/2007 n. 26/R e successive modificazioni ed integrazioni (**D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R**).*

*L’area in esame risulta **in parte soggetta a Vincolo Idrogeologico** ai sensi del R.D. n. 3267 del 30/12/1923.*

*Il Comune di Capalbio risulta classificato sismico ai sensi della OPCM n° 3274 del 20.03.2003 e successive modifiche ed integrazioni.*

## **1. GENERALITA'**

*L'area oggetto di studio è situata in loc. Chiarone, nel Comune di Capalbio (GR); la zona è individuabile nella Carta Topografica d'Italia, scala 1:25.000, F. 353 - Sezione IV "Pescia Romana" (v. Fig. 1 negli Allegati).*

*Si tratta di valutare la fattibilità geologica dell'intervento in oggetto sulla base della cartografia geologica allegata al P.S./R.U approvato del Comune di Capalbio (GR) integrata con apposita indagine in situ per la valutazione delle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni di fondazione e per l'individuazione di eventuali falde idriche superficiali.*

*Per una migliore descrizione delle opere in variante rimando alla relazione tecnica ed agli elaborati grafici redatti dal progettista incaricato Dott. Arch. Daniele Bartoletti.*

## **2. GEOLOGIA**

*Nell'area affiorano le seguenti litologie:*

- *Depositi di spiaggia: sabbie litorali (non interessate dalle opere progettuali)*
- *Depositi eolici: sabbie prevalenti (dune e sedimento di duna)*
- *Depositi lagunari lacustri e palustri: torbe limi e sabbie*

*In Fig. 2 (Allegati) è riportata la carta geologica (progetto CARG), alla scala 1:10.000, che meglio di ogni descrizione mostra i rapporti tra i terreni affioranti.*

### **3. GEOMORFOLOGIA**

*Il sito interessato, posto ad una quota prossima al livello del mare, è caratterizzato da pendenze massime non superiori al 3% (v. Fig. 3).*

*L'area in esame è caratterizzata dalla presenza del sistema dunale costiero e relativo arenile e si estende, verso l'entroterra, fino all'ambiente retrodunale ex palustre.*

*Nel sito in oggetto non si osservano fenomeni di erosione di suolo né indizi di più gravi movimenti gravitativi in atto o potenziali.*

*In Fig. 4 (Allegati) è riportata la carta geomorfologica.*

### **4. IDROGEOLOGIA**

*In Fig. 5(Allegati) è riportata la carta idrogeologica e della permeabilità. I terreni affioranti sono stati inseriti:*

- *nella classe **IM** a scarsa permeabilità per porosità (sedimenti retrodunali)*
- *nella classe **MP** a media permeabilità per porosità (sistema costiero e dunale)*

*Nell'area, una prima falda acquifera si rinviene in prossimità del piano di campagna (- 50/60 cm) all'interno dei sedimenti torboso-limosi affioranti.*

*Non è stata rilevata la presenza di sorgenti.*

*Le acque provenienti dalle coperture e/o da superfici pavimentate dovranno essere allontanate dai fabbricati o raccolte per il loro riutilizzo.*

*Non è stata rilevata la presenza di sorgenti.*

## **5. LITOTECNICA**

*In Fig. 6 (Allegati) è riportata la carta litotecnica. I terreni affioranti sono stati inseriti nella seguente successione:*

- Successione conglomeratica-sabbiosa-argillosa

*Allo scopo di avere una indicazione sul tipo di terreni che andranno ad essere interessati dalle opere fondazionali dei fabbricati, sempre in funzione della determinazione della classe di fattibilità degli interventi in progetto, sono state effettuate n. 3 prove penetrometriche statiche, un carotaggio continuo con prove SPT a fondo foro e prelievo di un campione analizzato in laboratorio. Sono inoltre stati utilizzati i dati di una precedente indagine geognostica finalizzata alla realizzazione di un piccolo argine per la messa in sicurezza idraulica dell'area (v. carta della fattibilità idraulica) integrati da ulteriori prove penetrometriche dinamiche leggere i cui risultati ed ubicazione vengono riportati negli allegati (v. elaborazione dati e sezione geologia geotecnica).*

*Si consiglia alla progettazione l'adozione di fondazioni profonde (**su pali**) in quanto i sedimenti ex palustri (con elevata componente organica con spessori variabili da 2-3 mt fino a oltre 10 mt dal p.c.) sono caratterizzati da modestissimi valori geomeccanici (si segnala la possibile presenza di **sacche di gas metano** individuate durante la realizzazione delle prove penetrometriche lungo la sponda dx del f. del Chiarone).*

*Il Comune di Capalbio risulta inserito nella **4<sup>a</sup> zona** di sismicità con OPCM n° 3274/03.*

*Si definisce di seguito la categoria del suolo di fondazione dei terreni retrodunali indicando la  $V_{s30}$ , cioè la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità*

delle onde di taglio  $V_s$ , in base ai parametri assunti grazie alla prova masw n. 1 eseguita (v. ubicazione indagini negli allegati).

Con i valori indicati abbiamo che i terreni di retro-duna che saranno impegnati dalle opere di fondazione ricadono nella categoria (pur presentando nei primi 9 mt dal p.c. velocità non inferiori a 100 m/s):

**S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero  $10 < cuS30 < 20 \text{ kPa}$ ) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.**

La masw n.2 eseguita sui terreni sabbiosi (sedimento di duna) ha evidenziato la seguente categoria di suolo:

**C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu30 < 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina).**

L'area è pianeggiante (T1) e il coefficiente St può essere assunto pari a 1.

## **6. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA**

In Fig. 7 (Allegati) è riportata la carta della pericolosità geomorfologica estratta dal P.S. del Comune di Capalbio; è stata individuata una classe di pericolosità per il sito in oggetto, confermata nel presente studio, ovvero:

- **CLASSE G.2 (pericolosità geomorfologica media)**

*Non sono presenti infatti segnali di dissesti di natura gravitativa e di stabilità del versante.*

## **7. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

*In Fig. 8 (Allegati) è riportata la carta della pericolosità idraulica estratta dal R.U. del Comune di Capalbio; sono state individuate tre classi di pericolosità per il sito in oggetto, ovvero:*

- **CLASSE I.4** (pericolosità idraulica molto elevata) - **PIME**
- **CLASSE I.3** (pericolosità idraulica elevata) - **PIE**
- **CLASSE I.2** (pericolosità idraulica media)

*A tal proposito è stata condotta una accurata indagine idraulica a cura del Dott. Ing. Massimo Ascoli e del Prof. Ing. Stefano Pagliara (Dip. Ing. Civile dell'Università di Pisa), con la quale sono state progettate opportune opere di messa in sicurezza idraulica, ai sensi degli artt. 5 e 6 delle NTA del PAI, dell'area (nuovo argine e cassa di espansione) alla quale si rimanda per una migliore descrizione degli interventi in progetto e per le quali si richiede il PARERE da parte dell'Ufficio del Genio Civile di Area Vasta di Grosseto - Siena e Opere Marittime.*

*Il PAI inserisce il sito di intervento in aree a sollevamento meccanico e aree PIME (V. Fig. 9).*

## **8. CARTA DELLA VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA**

*Si riporta in Fig. 10 la carta della vulnerabilità idrogeologica tratta sempre dal P.S. del Comune di Capalbio; l'area in esame, per la tipologia dei terreni affioranti e per la presenza di falde superficiali (falda a profondità entro il metro dal p.c.), è stata inserita nella classe di vulnerabilità elevata.*

## **9. CARTA DELLA FATTIBILITÀ'**

*Per l'area esaminata tenendo conto degli interventi previsti dal progetto si sono individuate due classi di fattibilità (v. tav. 11):*

*- **Fg 2-Fi 4** per le aree attualmente ricadenti in PIME (fattibilità limitata per presenza di aree classificate I.4-PIME);*

*- **Fg 2-Fi 2** per le aree attualmente ricadenti in I.2 (fattibilità con normali vincoli).*

*Gli interventi edilizi ricadenti in classe **Fi 4**, subordinatamente all'approvazione del progetto di messa in sicurezza idraulica dell'area classificata in PIME, alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza e al collaudo delle stesse, ed all'ottenimento del parere favorevole da parte del Genio Civile, potranno essere inseriti nella classe **Fg 2-Fi 2 di fattibilità** con normali vincoli progettuali.*

*Orbetello, 11 aprile 2016*

*Il Geologo  
Dott. Daniele Tonelli*



**Fig. 1**



Estratto Carta Topografica d'Italia F. 343 sez. III "Capalbio"

Scala 1:25.000



Ubicazione area, in parte soggetta al Vincolo Idrogeologico

### Legenda

- Regio Decreto Legge 30 dicembre 1923, n.3267  
(il cui Regolamento attuativo è stato dettato con Regio Decreto 6 maggio 1926, n.1126)
- Copertura boschiva (come definita dall'articolo 3 della Legge Regionale 39/2000)
- Aree percorse dal fuoco (come definite dalla Legge Regionale 39/2000)

**Fig. 2**



Estratto CARG – Carta geologica

Scala 1:10.000



Depositi di spiaggia: sabbie litorali - g2a

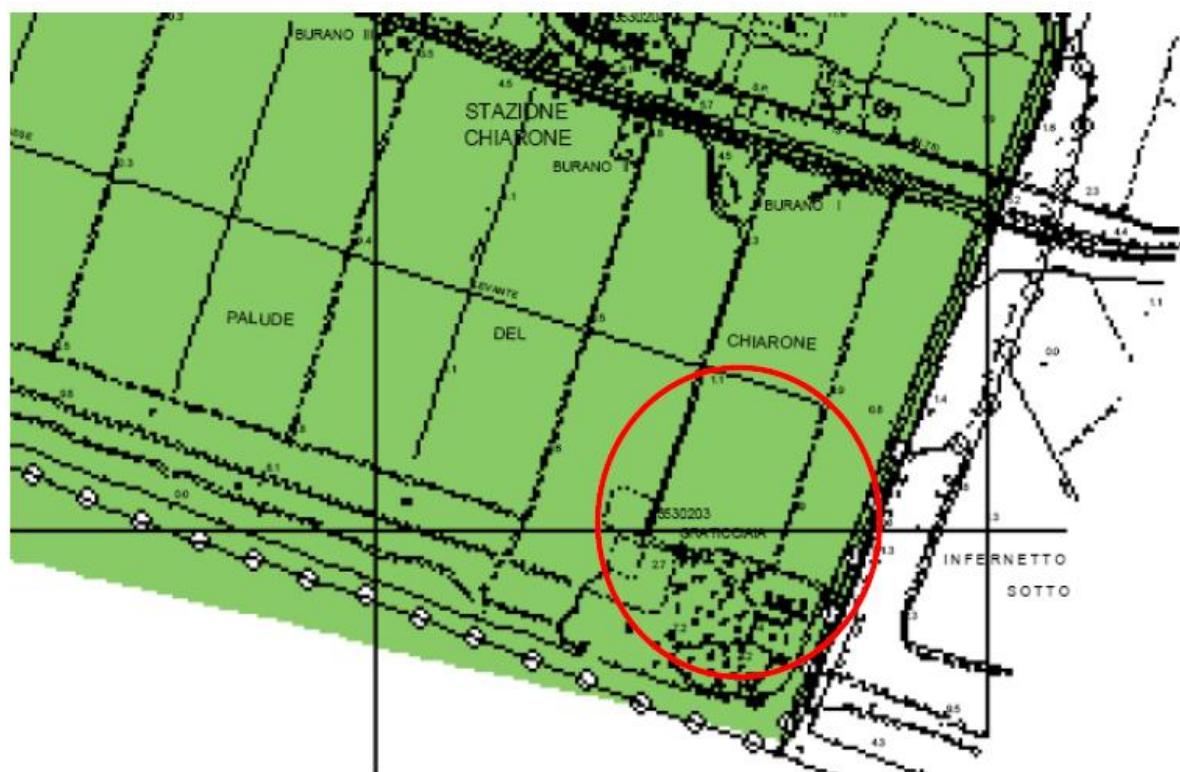


Depositi eolici: dune costiere coperte da vegetazione, sabbie prevalenti - da



Depositi lagunari, lacustri, palustri: torbe, limi e sabbie - ea

Fig. 3



Estratto P.S. – Carta dell'acclività

Scala 1:10.000

**Acclività dei suoli:  
classi prescritte nel P.T.C. della Provincia di Grosseto**

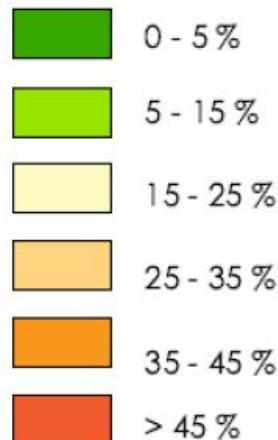
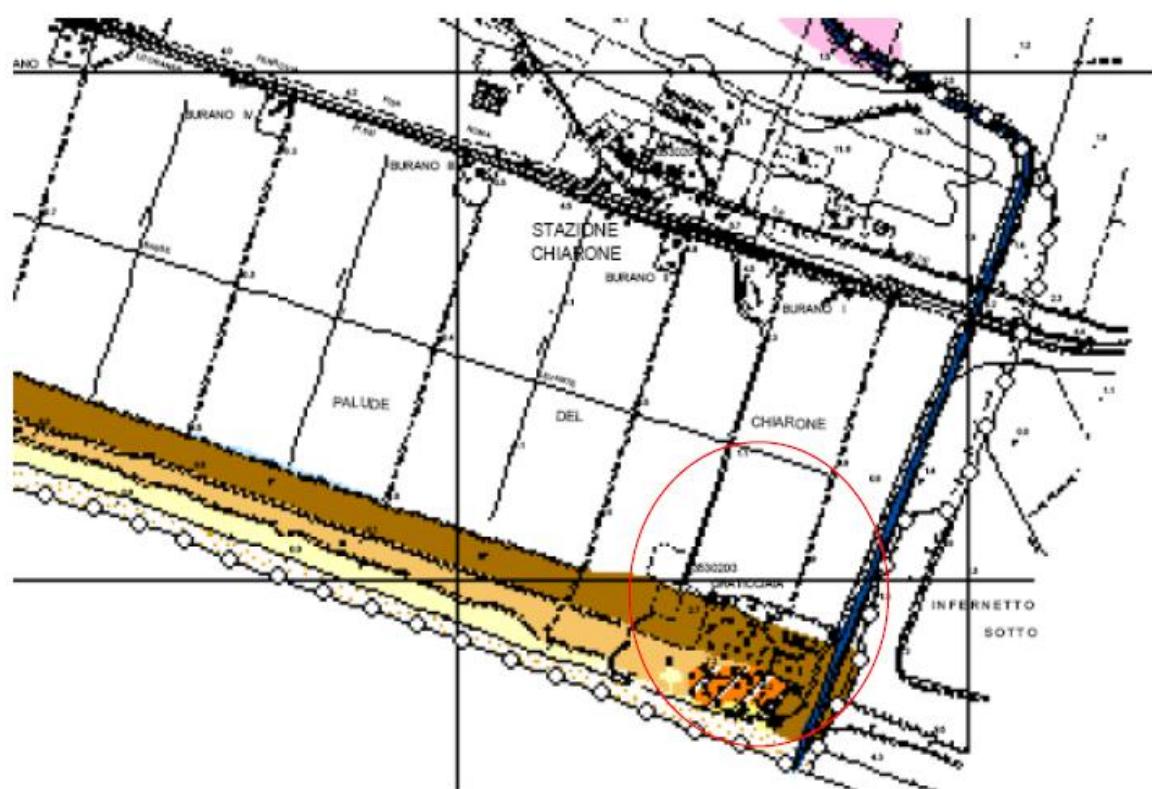


Fig. 4



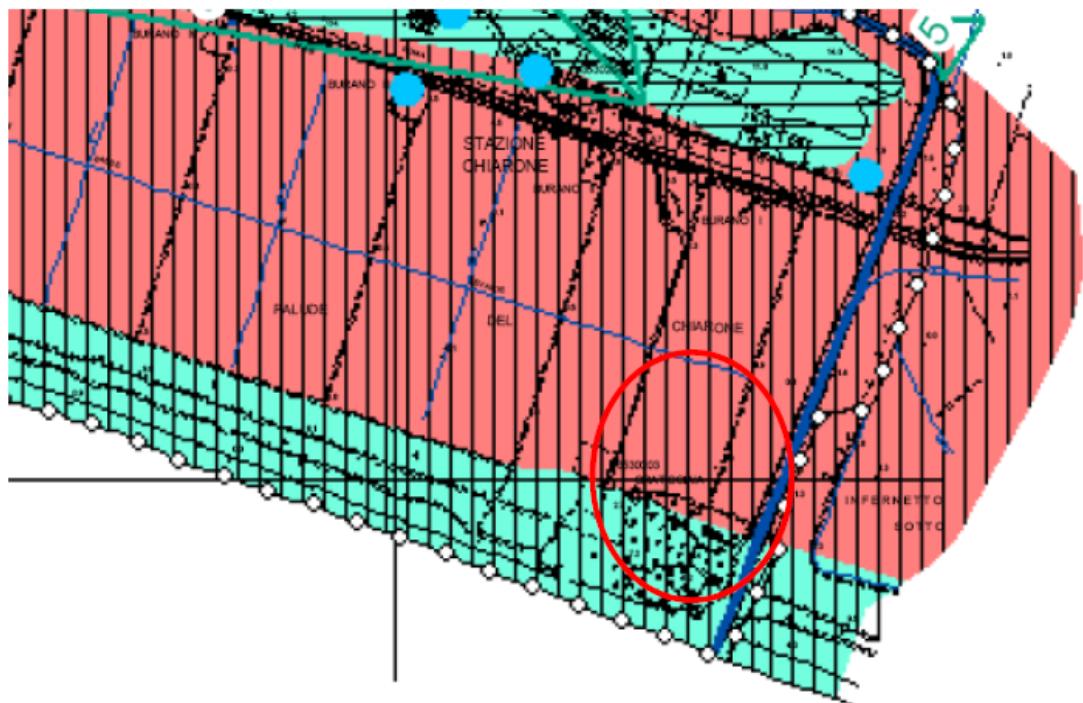
Estratto P.S. – Carta geomorfologica

Scala 1:10.000

#### Sistema costiero e dunale

- Arenile - Spiaggia
- Duna consolidata
- Duna consolidata largamente antropizzata
- Duna mobile
- Duna mobile largamente antropizzata
- Sedimenti di Duna

Fig. 5



Estratto P.S. – Carta idrogeologica e della permeabilità

Scala 1:10.000

### Permeabilità

#### Tipologia

- Permeabilità per fessurazione
- Permeabilità per fessurazione e carsismo
- Permeabilità per porosità
- Permeabilità per porosità e fessurazione
- Permeabilità per porosità fessurazione e carsismo

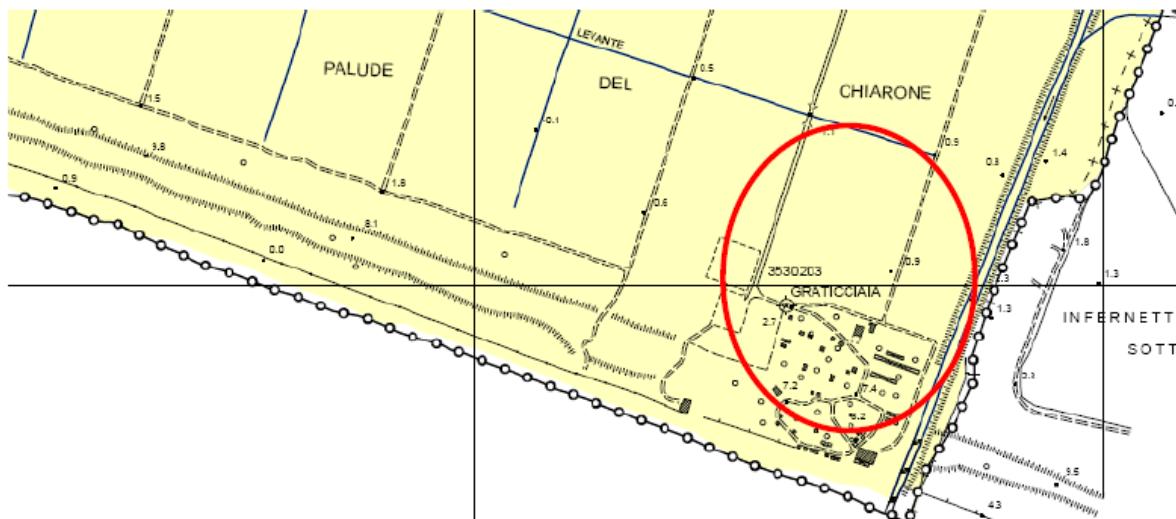
#### Intensità

- AP - altamente permeabile  
coefficiente di permeabilità  $K > 10 \text{ cm/s}$
- MP - mediamente permeabile  
coefficiente di permeabilità da  $K = 10 \text{ cm/s}$  a  $10 \text{ cm/s}$
- PP - poco permeabile  
coefficiente di permeabilità da  $K = 10 \text{ cm/s}$  a  $10 \text{ cm/s}$
- IM - impermeabile  
coefficiente di permeabilità  $K < 10 \text{ cm/s}$

isopiezometriche

direzioni di flusso principali

Fig. 7



Estratto P.S. – Carta della pericolosità geologica Classe G.2 media

Scala 1:10.000

#### CLASSE 2 PERICOLOSITA' GEOLOGICA BASSA

In questa classe ricadono le aree in cui la situazione geologica del versante appare stabile e con assenza di fenomeni erosivi. Risulta tuttavia necessaria la conoscenza dei dati del sottosuolo che potrà essere verificata in sede di progettazione specifica. Generalmente versanti a pendenza media o medio bassa costituiti da litotipi con assetti strutturali e caratteristiche di stabilità sufficientemente buone testimoniate anche dalla assenza di paleofrane, di fenomeni gravitativi locali in atto o relitti.

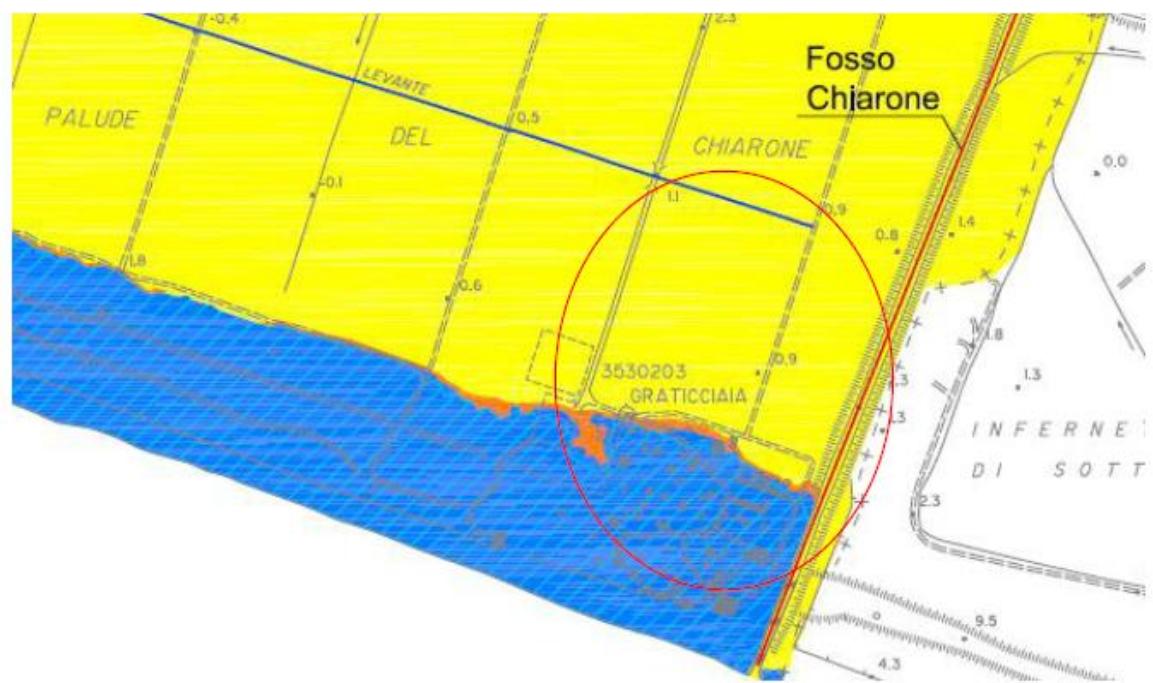
#### CLASSE 3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA ELEVATA (PFE art.14 PAI)

In questa classe ricadono le aree nelle quali le condizioni geologiche risultano sfavorevoli ma non si ha la presenza di dissesti in atto e i fenomeni erosivi sono di debole intensità: rappresentano quella porzione di territorio con una potenziale propensione al dissesto. Tale classe è rappresentata da terreni ad acclività estremamente variabile caratterizzati da una stabilità medio bassa o da terreni con litologie generalmente a buona stabilità ma in situazioni strutturali sfavorevoli come versanti a franapoggio e/o con intensa tectonizzazione.

#### CLASSE 4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA MOLTO ELEVATA (PFME art.13 PAI)

In questa classe ricadono aree interessate da fenomeni di dissesto in atto quali: frane, fenomeni di subsidenza, zone interessate da creeping, scarpate di degradazione attive, aree con evidenti sintomi premonitori di fenomeni gravitativi, zone in forte erosione e arretramento. Tale classe dovrà essere rappresentata dai singoli fenomeni sopradetti e comprendere le possibili zone di evoluzione o influenza del fenomeno; come le aree al piede di scarpate che possono essere coinvolte dal crollo di massi e blocchi, arretramento di nicchie di distacco, evoluzione degli accumuli di frana, possibile estensione di aree calanchive ecc.

**Fig. 8**

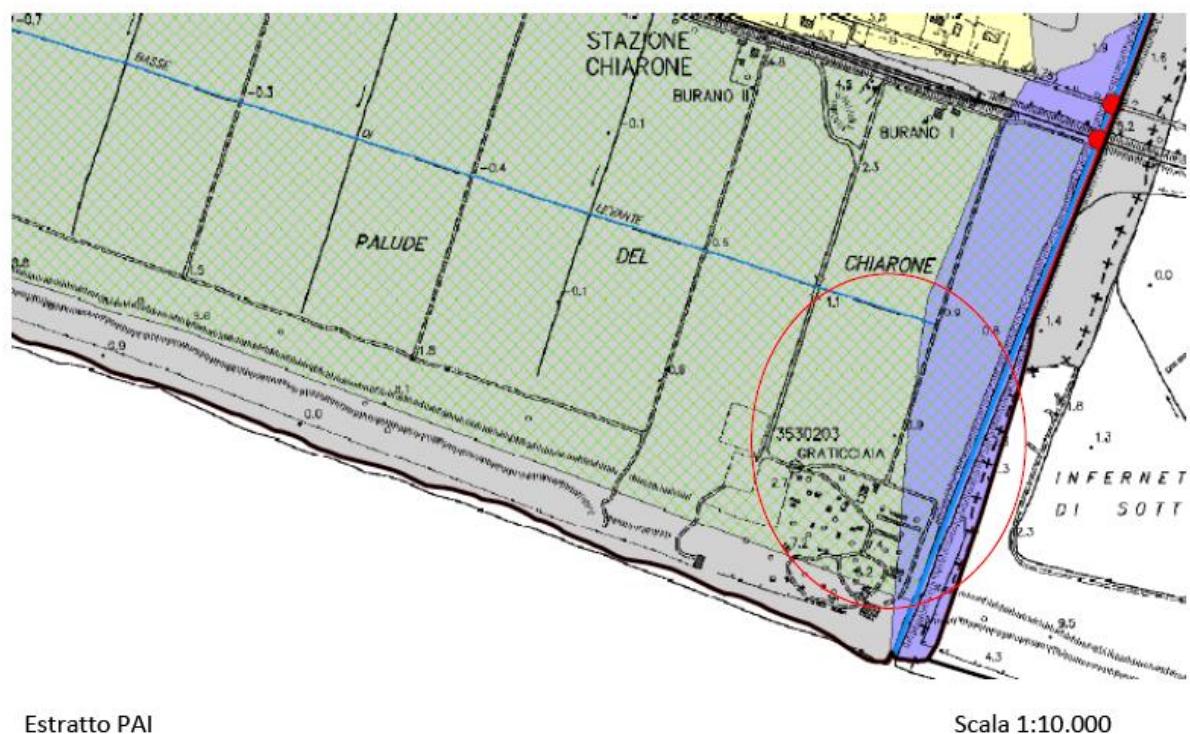


Estratto R.U. – Carta della pericolosità idraulica Classe I.2 (media) I.3 (PIE) e I.4 (PIME)

Scala 1:10.000

LEGENDA	
	Reticolo di riferimento PAI
	Reticolo oggetto di studio
	I.4 Pericolosità idraulica molto elevata
	I.3 Pericolosità idraulica elevata
	I.2 Pericolosità idraulica media
	I.2 * Aree allagate per Tr > 500 anni
	I.1 Pericolosità idraulica bassa

**Fig. 9**

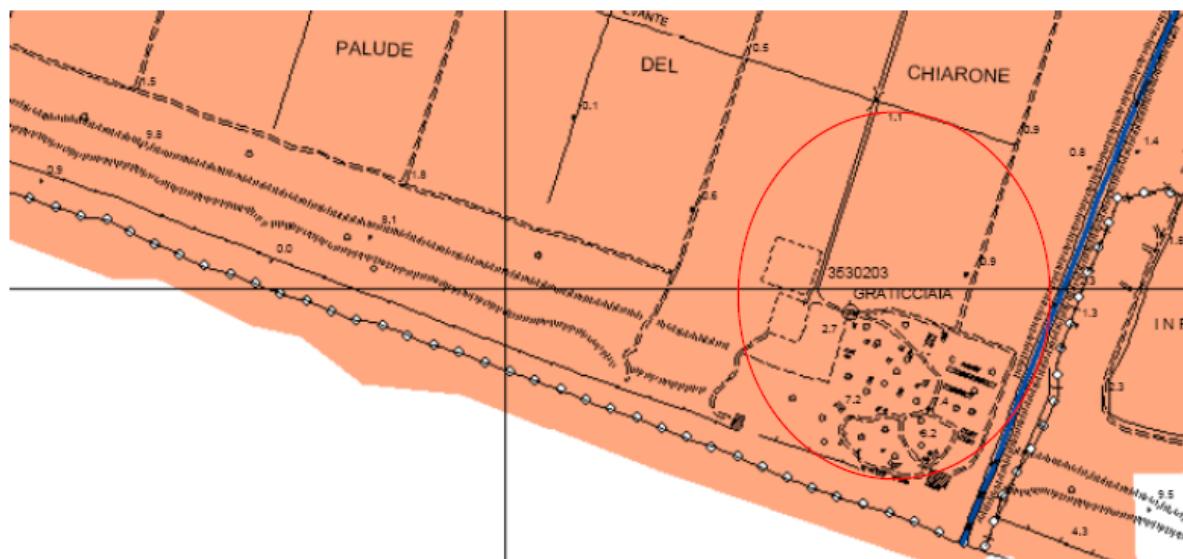


Estratto PAI

Scala 1:10.000

- Dominio Idraulico
- Area P.I.M.E.
- Area a sollevamento meccanico
- Dominio costiero

**Fig. 10**



Estratto P.S. – Carta della vulnerabilità idrogeologica Classe 4<sup>a</sup> elevata

Scala 1:10.000

- Irilevante: complessi prevalentemente marnosi ed argillosi (flysch, argille sovraconsolidate) particolarmente privi di circolazione sotterranea. Complessi sedimentari metamorfosati e/o tectonizzati (argille varicolori), complessi metamorfici di epizoma (filladi) privi di circolazione idrica.
  - Bassa: rete acquifera in rocce ignee intrusive normalmente fessurate. Falda idrica nei depositi miopliocenici argilosì.
  - Media: rete acquifera in dolomie fessurate e scarsamente carsificate, con piezometria media profonda (maggiore di 50 metri rispetto al piano di campagna). Falda acquifera in sabbie più o meno fessurate ed in conglomerati a cemento non carbonatico. Rete acquifera e/o corpi idrici multifalda (alternanze o flysch arenacei e calcarei) con propagazione variabile da membro a membro. Falda idrica in depositi miopliocenici prevalentemente grossolani. Corpi idrici multifalda in piroclastiti sciolti.
  - Elevata: falde libere in materiali alluvionali (da grossolani a medi) senza alcuna protezione. Falde libere in materiali alluvionali con corsi d'acqua sospesi rispetto alla piezometria media della falda (alimentazione naturale), campi pozzi deprimenti la piezometria al disotto del livello dei corsi d'acqua (realimentazione indotta). Rete acquifera in materiali carbonatici a carsismo completo ed altamente sviluppato. Rete acquifera in calcari fessurati ma scarsamente o per niente carsificati, con piezometria media poco profonda (minore di 50 metri rispetto al piano di campagna). Rete acquifera in calcari fessurati ma scarsamente o per niente carsificati, con piezometria media profonda (maggiore di 50 metri rispetto al piano di campagna). Rete acquifera in dolomie fessurate e scarsamente carsificate, con piezometria media poco profonda (minore di 50 metri rispetto al piano di campagna). Rete e falda acquifera in vulcaniti (basalti, trachiti ecc...) ed in rocce ignee intrusive molto tectonizzate.

**Fig. 11**



Carta della Fattibilità

Scala 1:2.000

## **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**Per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state eseguite le seguenti indagini :**

**N. 1 Carotaggio continuo, n. 3 prove CPT, n. 10 prove penetrometriche dinamiche leggere**

### **Carotaggio continuo C - eseguito dalla ditta Gamma Geoservizi srl**

#### **- stratigrafia rilevata**

dal p. c. a – 0,60 mt terreni vegetali soggetti a lavorazione agricola - terreni coesivi

da – 0,60 mt a – 2,80 mt torbe passanti verso il basso a torbe limoso sabbiose (presenza **falda a – 0,8 mt dal p.c.**) - terreni coesivi

**SPT1 1,65-1,95 (0-0-1)**

**SPT2 2,25-2,55 (2-2-3)**

da – 2,80 mt a – 7,20 mt sabbie limose nere con sporadici ciottoli di spiaggia - terreni granulari

**SPT3 3,65-3,95 (1-1-1)**

da – 7,20 mt a – 10 mt sabbie limose – terreni granulari

**campione G1 (8,15-8,65 mt)**

**Si riportano di seguito le analisi di laboratorio eseguite sul campione G1 e l'elaborazione delle prove tre prove SPT eseguite a fondo foro durante il carotaggio.**

LABORATORIO  
GEOTECNOLOGICO **GEOTEC**  
CHIANTINI e C. s.a.s. esperienze su materiali da costruzione, terreni e rocce,  
ricerca scientifica e controllo prodotti e impianti industriali  
LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE - DPR n° 380/2001 art. 59  
*Authorizzato con D.M. II.TT. 11-10-04 n° 52486 e succ. AA.*  
Via Sicilia 25/2 - Belverde di Monteriggioni 53100 SIENA (I)  
Tel. 0577-58411 - Fax 0577-52610 - E-mail: info@labgeotec.it - www.labgeotec.it  
Sede legale: Via Sicilia, 29 - Belverde di Monteriggioni - 53100 SIENA



Cliente 1380 GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.

ALIG Associazione Laboratori di Ingegneria e Geotecnica

### CERTIFICATO N. 0027G/00056 DEL 10-03-2016

Riferimenti: V.A. del 25-02-16 n. 15/X

Nota del 25-02-16 n. C/45

#### PROVE DI LABORATORIO SUL TERRENI

(GRANDEZZE FISICHE - ANALISI GRANULOMETRICA - TAGLIO DIRETTO)

Intestatario .....: **GAMMA GEOSERVIZI S.r.l.**  
Via Giusti, 124 - GROSSETO  
Impresa .....: **GAMMA GEOSERVIZI S.r.l. - GROSSETO**  
Cantiere .....: **LOCALITA' CHIARONE**  
**CAPALBIO (GR)**  
Proprietà .....: **SACRA S.p.a.**  
Direttore dei Lavori...: **Dott. Geol. DANIELE TONELLI**  
Natura dei campioni ..: Campione di terreno indisturbato in fustella Sigla "G1" Profondità 8,15 ± 8,65 m  
Data della prova .....: 09-03-2016 (fine prova)  
Questo documento viene rilasciato con timbro a secco e con bollino rosso GEOTEC 1972 ed è costituito da n. 8 pagine.

#### RELAZIONE

In data 25-02-2016 è stato consegnato al Laboratorio un campione di terreno indisturbato in fustella, dichiarato prelevato dal Cantiere "Località Chiarone – CAPALBIO (GR)", per essere sottoposto alle seguenti prove di Laboratorio:

- Umidità naturale, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-1 ;
- Peso di volume naturale, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-2 ;
- Peso di volume secco, secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-2;
- Analisi granulometrica, secondo la norma CNR 23/1971 e la norma ASTM D422/63;
- Prova di taglio diretto CD, secondo le Raccomandazioni AGI 1994.

#### RISULTATI DELLE PROVE

**CAMPIONE "G1" Profondità da ml 8,15 a ml 8,65.**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE .....: All'apertura del campione di terreno quest'ultimo si presentava in condizioni moderatamente buone. Da una prima osservazione il campione risulta essere sabbia di colore grigio scuro (Munsell Soil Color Charts 1 For Gley 3/1 10Y Very Dark Greenish Gray), contenente sporadici frammenti fossiliferi, (v. foto pagina " 3 ").

J,

Lo Sperimentatore  
(Geol. Fabio Salvi)  
*Fabio*

Il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)  
*Biancamaria Chiantini*

Settori: a) Prove di laboratorio sui terreni b) Prove di laboratorio sulle rocce c) Prove in situ

Partita I.V.A. 00523580520 E' vietata la riproduzione anche parziale di questo documento senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Geotec S.a.s. AG T.01.b Rev.02 01.12

.J.

UMIDITA' NATURALE .....: **28 %** (ventottopercento)

PESO DI VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) .....: **17,88 kN/m<sup>3</sup>** (diciassettevirgolaottantottochiloneutronalmetrocubo)

PESO DI VOLUME SECCO ( $\gamma_d$ ) .....: **13,98 kN/m<sup>3</sup>** (tredicivirgolanovantottochiloneutronalmetrocubo)

### ANALISI GRANULOMETRICA

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA PER VIA UMIDA .....: La prova eseguita secondo la norma CNR 23/1971, ha fornito i dati riportati nella pagina 4 unitamente alla curva granulometrica riportata a pag. 5.

ANALISI GRANULOMETRICA DELLA FRAZIONE FINE PER SEDIMENTAZIONE ....: La prova eseguita secondo la norma ASTM D422/63 ha fornito i dati riportati nella pagina 4 unitamente alla curva granulometrica riportata nella pag. 5

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO DIRETTO .....: Eseguita secondo le Raccomandazioni AGI 1994 su tre provini con apparecchio di Casagrande ha fornito le curve  $\tau - S_h$ , le curve  $S_h - \Delta H$  e il grafico  $\sigma - \tau$ , come riportato nelle pagine 6 e 7 e i relativi tabulati riportati nella pagina 8.

----ooooOoooo----

OSSERVAZIONI: Campione e dati forniti dalla GAMMA GEOSERVIZI s.r.l.

Lo Sperimentatore  
(Geol. Fabio Salvi)  
*Fabio Salvi*

Il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)  
*Biancamaria Chiantini*

Partita I.V.A. 00523580520 E' vietata la riproduzione anche parziale di questo documento senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Geotec S.a.s. AG T.01.b Rev.02 01.12

Committente: GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.  
 Cantiere: LOCALITA' CHIARONE  
 CAPALBIO (GR)

## CARATTERISTICHE FISICHE - TERRENI

VA 0015/ X del 25/02/2016

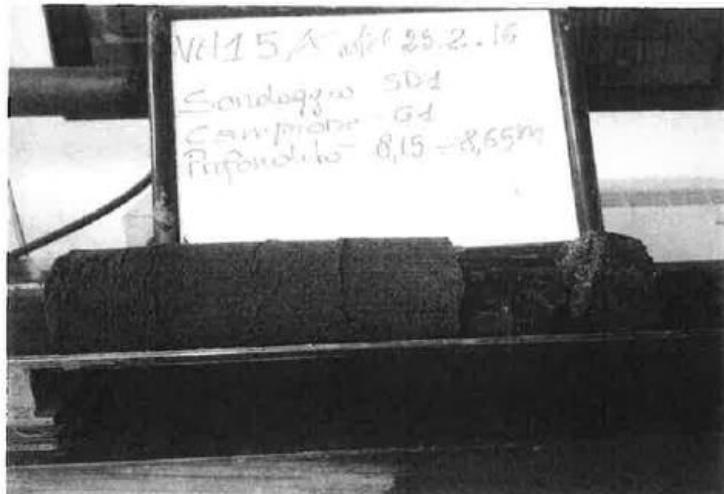
Sigla Campione: G1

Profondità: 8,15 + 8,65 m

Peso Volume Naturale e Secco			
Numero Tara		A	B
Altezza tara	mm	20	20
Sezione Tara	cm <sup>2</sup>	40.00	40.00
Massa Tara	g	91.86	91.82
Massa Umida + Tara	g	237.32	238.04
Massa Umida	g	145.46	146.22
Massa Secca + tara	g	205.10	206.62
Massa Secca	g	113.24	114.80
			MEDIA:
$\gamma_a$	kN/m <sup>3</sup>	17.84	17.93
$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	13.89	14.08
			17.88
			13.98

Contenuto d'acqua			
Numero tara		C	D
Massa umida + tara	g	1213.75	1494.73
Massa secca + tara	g	948.93	1164.51
Massa tara	g	12.50	11.49
Massa umida	g	1201.25	1483.24
Massa secca	g	936.43	1153.02
Umidità naturale	%	28.28	28.64
			MEDIA: 28

## FOTOGRAFIA DEL CAMPIONE



Lo Sperimentatore  
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio  
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiarini)

Partita I.V.A. 00523580520 E' vietata la riproduzione anche parziale di questo documento senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Geotec S.a.s.

Committente **GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.**  
 Cantiere **LOCALITA' CHIARONE**  
**CAPALBIO (GR)**

**ANALISI GRANULOMETRICA**

Riferimento VA 0015 X del 25/02/2016

Sigla Campione: G1

Profondità: 8,15 ÷ 8,65 m

**Analisi con vagli**

Setaccio	Apertura (mm)	Massa grani (g)	Tratt. progr. (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
Setaccio	100.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	71.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	60.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	40.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	25.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	15.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	10.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	5.0	0.0	0.00	0.0	100.0
Setaccio	2.0	2.8	2.80	0.6	99.4
Setaccio	1.0	5.6	8.35	1.9	98.1
Setaccio	0.425	8.9	17.21	3.9	96.1
Setaccio	0.180	183.4	200.62	45.4	54.6
Setaccio	0.075	136.7	337.29	76.4	23.6
	< 0.075	104.2		23.6	passante al 200
Somma (g)		441.45	441.5		
Massa iniziale (g)		441.45			
Perdita (g)		0.0			

**Analisi con densimetro****correzioni**

Dispersivo	Cd	-2.00
Menisco	Cm	0.00
Temperatura	intercetta	-5.00
Temperatura	pendenza	0.25

**caratteristiche fisiche**

Massa campione secco g	40.82
Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	26.72

**taratura densimetro**

Intercetta	19.57
Pendenza	-0.35396

**Analisi con densimetro**

	Data	Ora	Tempo	Temperatura	Lettura	Lettura	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
			min	°C	R	R'		mm	%	%
			0.5	15.4	24.70	24.70	-1.15	0.075	100.00	23.6
			1.0	15.4	17.00	17.00	-1.15	0.05205	83.42	19.7
			2.0	15.4	11.00	11.00	-1.15	0.03958	53.61	12.6
			4.0	15.4	8.00	8.00	-1.15	0.02892	30.39	7.2
			8.0	15.4	6.00	6.00	-1.15	0.02088	18.77	4.4
			15.0	15.4	5.50	5.50	-1.15	0.01533	11.03	2.6
			30.0	15.4	5.00	5.00	-1.15	0.01089	9.10	2.1
			60.0	15.4	4.70	4.70	-1.15	0.00772	7.16	1.7
			120.0	15.4	4.50	4.50	-1.15	0.00547	6.00	1.4
			253.0	15.4	4.20	4.20	-1.15	0.00378	5.23	1.2
			503.0	15.4	4.20	4.20	-1.15	0.00268	4.06	1.0
			1567.0	14.5	4.20	4.20	-1.38	0.00154	3.19	0.8

Lo Sperimentatore  
 (Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio  
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiaritini)

Partita I.V.A. 00523580520 / E' vietata la riproduzione anche parziale di questo documento senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Geotec S.a.s.

**Committente** GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.  
**Cantiere** LOCALITA' CHIARONE  
**Campione:** CAPALBIO (GR)

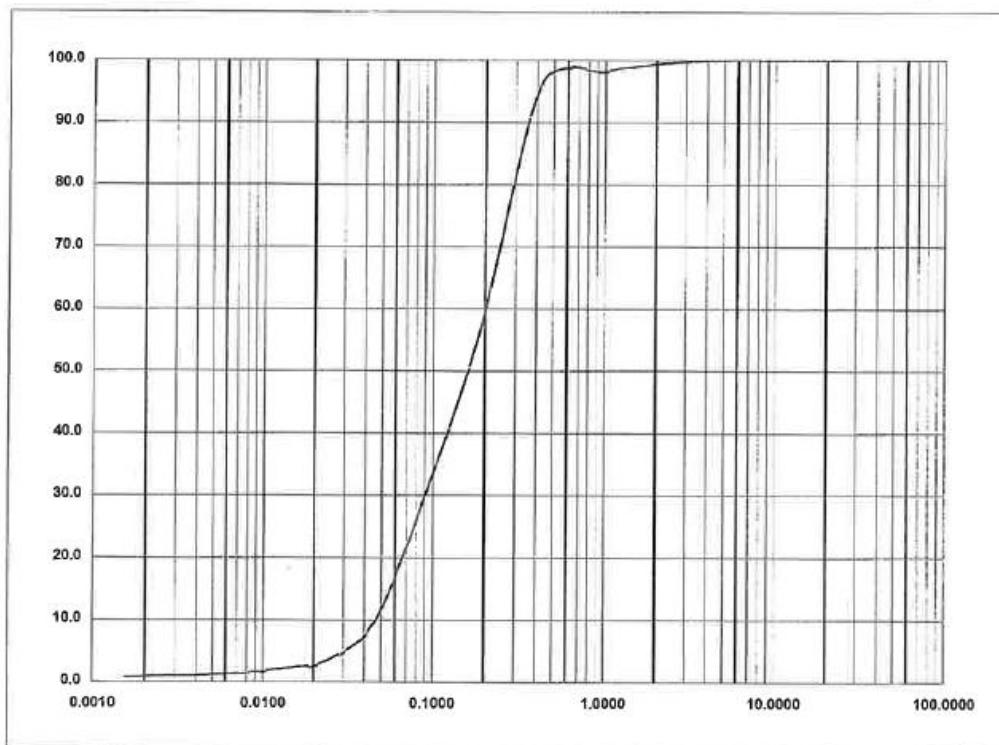
**ANALISI GRANULOMETRICA**

Diagramma

Riferimento V. A. 0117/X del 19/11/2015

0	0	Campione: G1			Profondità: 8,15 ± 8,65 m		
---	---	--------------	--	--	---------------------------	--	--

argilla	limo			sabbia			ghiaia			ciottoli		
	F	M	G	F	M	G	F	M	G	F	M	G
	0.002	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6	2	6	20	60		



%	Ciottoli	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
-	1	82	16	1	

Lo Sperimentatore  
 (Geol. Fausto Salvi)

Il Direttore del Laboratorio  
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiantini)

Riferimento: VA 0013/ X del 16/02/2016  
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.  
 Cantiere: LOCALITA' CHIARONE  
 CAPALBIO (GR)

Campione: G1  
 Profondità: 8,15 ± 8,65 m

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA - DRENATA

Caratteristiche dei provini

Provino	H <sub>0</sub> mm	A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>	W <sub>0</sub> %	W <sub>f</sub> %	γ <sub>n</sub> kN/m <sup>3</sup>	γ <sub>d</sub> kN/m <sup>3</sup>
1	22.00	40.00	37.80	30.34	19.89	14.43
2	22.00	40.00	41.86	47.02	19.38	13.66
3	22.00	40.00	34.04	29.17	19.01	14.19

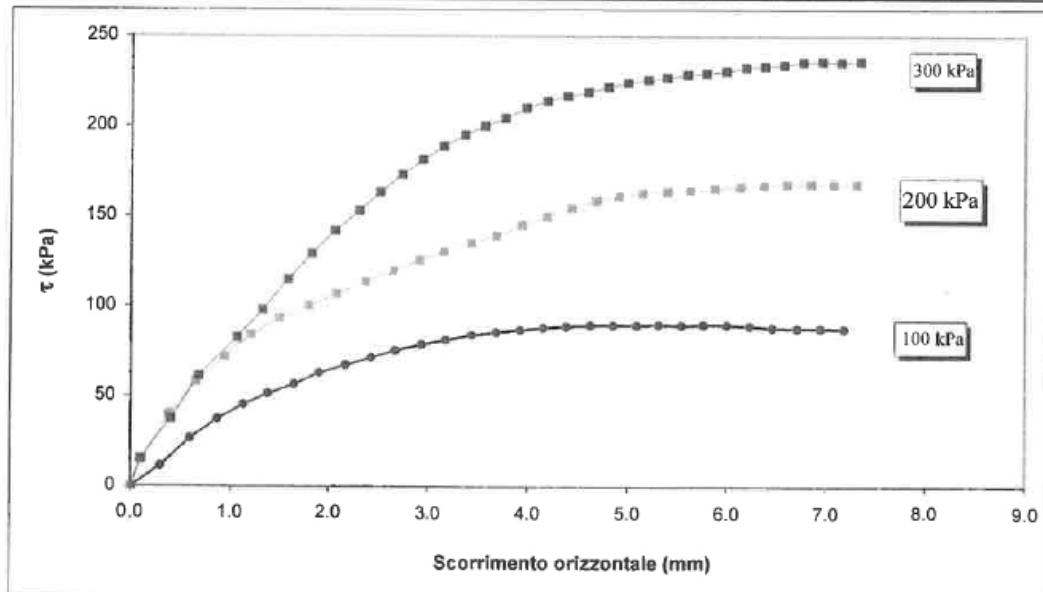
Caratteristiche fasi di consolidazione

Provino	σ kPa	H <sub>c</sub> mm	Δt ore
1	100	21.61	24
2	200	21.24	24
3	300	21.16	24

Caratteristiche fasi di rottura

Provino	σ kPa	v mm/min
1	100	0.008
2	200	0.008
3	300	0.008

## CURVE SFORZI - DEFORMAZIONI



Lo Sperimentatore  
 (Geol. Fabio Salvi)

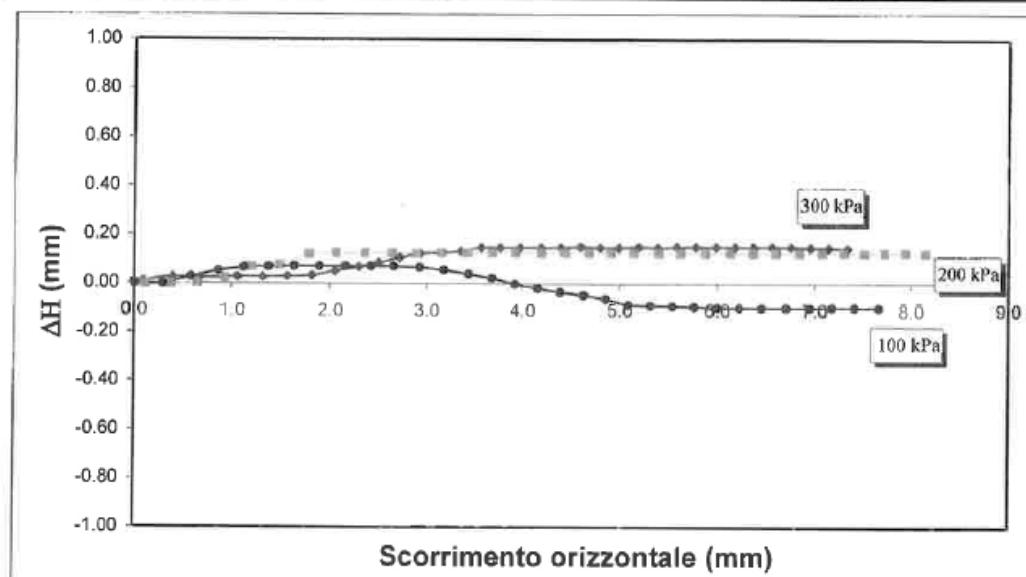
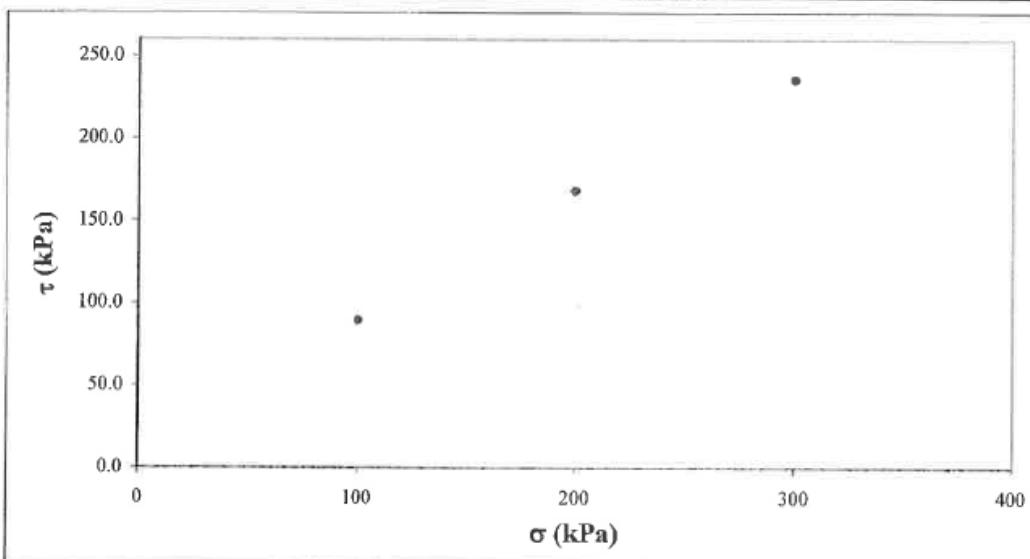
Partita I.V.A. 00523580520 E' vietata la riproduzione anche parziale di questo documento senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Geotec S.a.s.

Il Direttore del Laboratorio  
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiadini)

Riferimento: VA 0013/ X del 16/02/2016  
Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.  
Cantiere: LOCALITA' CHIARONE  
CAPALBIO (GR)

Campione: G1  
Profondità: 8,15 ± 8,65 m

## CURVE SPOSTAMENTO ORIZZONTALE - SPOSTAMENTO VERTICALE

DIAGRAMMA  $\sigma - \tau$ 

Lo Sperimentatore  
(Geol. Fabio Salvi)

Il Direttore del Laboratorio  
(Dott. Geol. Biancamaria Chiarone)

Riferimento: VA 0013/ X del 16/02/2016  
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.  
 Cantiere: LOCALITA' CHIARONE  
 CAPALBIO (GR)

Campione: G1  
 Profondità: 8,15 ÷ 8,65 m

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
PRESSIONE VERTICALE		100	kPa	PRESSIONE VERTICALE		200	kPa	PRESSIONE VERTICALE		300	kPa
Spostamento	Carico	Pressione		Spostamento	Carico	Pressione		Spostamento	Carico	Pressione	
Verticale mm	Orizzontale mm	N	kPa	Verticale mm	Orizzontale mm	N	kPa	Verticale mm	Orizzontale mm	N	kPa
0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00
-0.002	0.298	45.69	11.42	-0.003	0.102	60.34	15.09	0.010	0.093	61.60	15.40
0.027	0.588	107.05	26.76	-0.003	0.376	161.33	40.33	0.027	0.393	150.00	37.50
0.052	0.863	150.13	37.53	0.003	0.638	232.75	58.19	0.025	0.673	246.00	61.50
0.067	1.126	181.46	45.36	0.022	0.926	288.17	72.04	0.027	1.059	330.26	82.56
0.070	1.377	206.27	51.57	0.070	1.200	336.20	84.05	0.027	1.316	391.18	97.79
0.072	1.639	227.15	56.79	0.077	1.483	373.15	93.29	0.030	1.569	458.51	114.63
0.072	1.895	251.96	62.99	0.122	1.778	401.47	100.37	0.035	1.812	517.03	129.26
0.072	2.163	268.93	67.23	0.124	2.061	427.34	106.84	0.052	2.052	566.73	141.68
0.072	2.423	285.90	71.47	0.124	2.357	454.43	113.61	0.070	2.293	612.42	153.10
0.072	2.664	301.57	75.39	0.127	2.637	479.06	119.77	0.088	2.508	652.50	163.12
0.067	2.932	314.62	78.65	0.124	2.899	502.46	125.62	0.108	2.727	692.58	173.14
0.057	3.182	325.07	81.27	0.127	3.152	522.16	130.54	0.125	2.938	725.45	181.36
0.040	3.438	335.51	83.88	0.127	3.423	540.64	135.16	0.128	3.152	755.11	188.78
0.022	3.683	342.04	85.51	0.127	3.680	556.65	139.16	0.136	3.360	780.76	195.19
-0.002	3.926	347.26	86.81	0.127	3.930	580.04	145.01	0.151	3.564	800.80	200.20
-0.019	4.162	352.48	88.12	0.127	4.189	598.52	149.63	0.151	3.771	818.43	204.61
-0.034	4.392	355.09	88.77	0.127	4.435	616.99	154.25	0.151	3.977	841.68	210.42
-0.047	4.628	357.70	89.42	0.127	4.675	634.23	158.56	0.151	4.192	856.91	214.23
-0.062	4.856	357.70	89.42	0.127	4.901	645.32	161.33	0.151	4.394	868.13	217.03
-0.087	5.092	357.70	89.42	0.127	5.139	651.47	162.87	0.153	4.595	876.15	219.04
-0.089	5.313	359.01	89.75	0.127	5.394	655.17	163.79	0.151	4.794	888.17	222.04
-0.092	5.543	357.70	89.42	0.127	5.620	658.86	164.72	0.151	4.990	896.99	224.25
-0.094	5.764	359.01	89.75	0.127	5.868	662.56	165.64	0.153	5.195	903.40	225.85
-0.097	6.000	359.01	89.75	0.127	6.125	666.25	166.56	0.151	5.388	909.01	227.25
-0.099	6.230	356.40	89.10	0.127	6.363	669.95	167.49	0.153	5.587	915.43	228.86
-0.099	6.461	352.48	88.12	0.127	6.598	671.18	167.80	0.153	5.780	918.63	229.66
-0.099	6.711	351.18	87.79	0.127	6.839	671.18	167.80	0.153	5.983	922.64	230.66
-0.099	6.947	351.18	87.79	0.127	7.072	671.18	167.80	0.153	6.181	930.66	232.66
-0.097	7.185	349.87	87.47	0.129	7.300	671.18	167.80	0.153	6.373	933.06	233.26
-0.097	7.413	348.56	87.14	0.127	7.510	673.64	168.41	0.153	6.566	937.07	234.27
-0.099	7.664	348.56	87.14	0.127	7.717	672.41	168.10	0.153	6.756	942.68	235.67
				0.129	7.931	673.64	168.41	0.151	6.954	943.48	235.87
				0.127	8.141	671.18	167.80	0.151	7.145	942.68	235.67
								0.148	7.339	944.28	236.07

Lo Sperimentatore  
 (Geol. Fabio Salvi)

Partita I.V.A. 00525580526 E' vietata la riproduzione anche parziale di questo documento senza l'autorizzazione scritta del Laboratorio Geotec S.a.s.

I Direttore del Laboratorio  
 (Dott. Geol. Biancamaria Chiarutti)

LABORATORIO GEOTECNOLOGICO **GEOTEC**  
CHIANTINI e C. s.a.s. esperienze su materiali da costruzione, terreni e rocce,  
ricerca scientifica e controllo prodotti e impianti industriali  
Sede legale e amministrativa:  
Via Sicilia 29 - Belverde di Monteriggioni 53100 SIENA (I)  
Tel. 0577-58411 - Fax 0577-52610 E-mail: info@labgeotec.it www.labgeotec.it

AG T.01.c Rev.02 01.12

Spett.le GAMMA GEOSERVIZI  
Via Giusti, 124  
58100 GROSSETO (GR)

Prot. n° 1830/0027G-a

Siena, 10-03-2016

Allegati: n°1 elaborato

OGGETTO: Prove di Laboratorio sui terreni: Campione di terreno indisturbato in fustella  
Sigla "G1" Profondità da ml 8,15 a ml 8,65.

Cantiere: LOCALITA' CHIARONE  
CAPALBIO (GR)

Proprietà: SACRA S.p.a.

#### RELAZIONE INTEGRATIVA

Con riferimento al Verbale di Accettazione n° 015/X del 25-02-2016 e a seguito delle prove di Laboratorio eseguite sul campione di terreno in oggetto, è stato emesso il Certificato n° 0027G/00056 del 10-03-2016 con l'esposizione dei soli risultati ottenuti e senza la loro interpretazione, a norma della Circolare Ministeriale del 08-09-2010 n° 7618/STC.

Si ritiene utile trasmettere l'allegato elaborato relativo alla prova certificata eseguita sul campione in oggetto, da cui risultano i sottoriportati parametri per le prove di Taglio diretto CD.:

Allegato: elaborato di n° 1 pagina – Campione di terreno indisturbato in fustella  
Siglato "G1" Prof. da ml 8,15 a ml 8,65

#### Prova di Taglio CD:

- \* C' = 15 kPa
- \* φ' = 37 Gradi

Nella fiducia di aver fornito utili indicazioni interpretative, non vincolanti per il Laboratorio, ci è gradito porgere cordiali saluti.

(Bernardino Chiantini)

BC/dm

Riferimento: VA 0013/ X del 16/02/2016  
 Intestatario: GAMMA GEOSERVIZI S.R.L.  
 Cantiere: LOCALITA' CHIARONE  
 CAPALBIO (GR)

Campione: G1  
 Profondità: 8,15 + 8,65 m

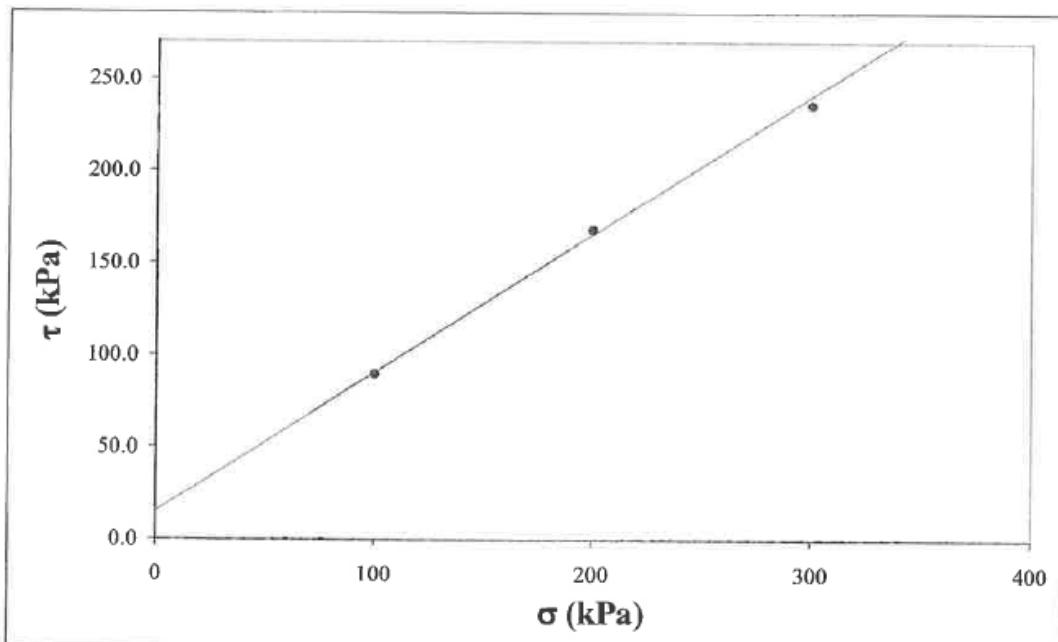
#### PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

**Caratteristiche dei provini**

Provino	H <sub>0</sub> mm	A <sub>0</sub> cm <sup>2</sup>	W <sub>0</sub> %	W <sub>f</sub> %	γ <sub>n</sub> kN/m <sup>3</sup>	γ <sub>d</sub> kN/m <sup>3</sup>
1	22.00	40.00	37.80	30.34	19.89	14.43
2	22.00	40.00	41.86	47.02	19.38	13.66
3	22.00	40.00	34.04	29.17	19.01	14.19

**Caratteristiche fasi di consolidazione e rottura**

Provino	σ kPa	H mm	Δt ore	τ kPa	S <sub>h</sub> mm	v mm/min
1	100	21.61	24	89.8	4.8	0.008
2	200	21.24	24	168.4	5.9	0.008
3	300	21.16	24	236.1	6.0	0.008



Risultati:

Φ' :	37	Gradi
C' :	15	kPa

V.A. 0015/X del 25/02/2016 PROVA N° 0027G del 09/03/2016

Pag.1

GEOTEC s.a.s. LABORATORIO PROVE GEOTECNICHE - Via Sicilia, 25/2 - Belverde di Monteriggioni (SI)

Lo sperimentatore

(*Salvatore*)

Il Direttore del Laboratorio

(*Francesco*)

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

**Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

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

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**penetrometri in uso in Italia**

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60\text{--}90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica ( $\alpha=60\text{--}90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta$ =30 cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)  
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta$ =20-30 cm, punta conica conica ( $\alpha = 60^\circ\text{--}90^\circ$ ) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

#### Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- $\delta$  = passo di avanzamento.

#### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );

M = peso massa battente (altezza caduta H);  
P = peso totale aste e sistema battuta.

### Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = C_N \times N_{60} \text{ con } C_N = \sqrt{(Pa/\sigma'_v)} \quad C_N < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (Liao e Whitman 1986)$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_r \times C_d$$

ER/60: Rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.

$C_s$ : Parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).

$C_d$ : Funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).

$C_r$ : Parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

### Valutazioni statistiche e correlazioni

#### Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

### **Distribuzione normale R.C.**

Il valore di  $Nspt,k$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$Nspt_{,k} = Nspt_{,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt})$$

dove  $sNspt$  è la deviazione standard di  $Nspt$

### **Distribuzione normale R.N.C.**

Il valore di  $Nspt,k$  viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di  $Nspt$  distribuiti normalmente:

$$Nspt_{,k} = Nspt_{,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{Nspt}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento d = 1 mt..

## **Correlazioni geotecniche terreni incoerenti**

### **Liquefazione**

Permette di calcolare utilizzando dati  $Nspt$  il potenziale di liquefazione dei suoli (prevolentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se  $Nspt$  dello strato considerato risulta inferiore a  $Nspt$  critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

### **Correzione $Nspt$ in presenza di falda**

$Nspt$  corretto =  $15 + 0.5 \times (Nspt - 15)$

$Nspt$  è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### **Angolo di Attrito**

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argilosì ed argilosì-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma>5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma>15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $s>15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### *Densità relativa (%)*

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### *Modulo Di Young ( $E_y$ )*

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### *Modulo Edometrico*

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### *Stato di consistenza*

- Classificazione A.G.I. 1977

#### *Peso di Volume Gamma*

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### *Peso di volume saturo*

- Terzaghi-Peck 1948-1967

#### *Modulo di poisson*

- Classificazione A.G.I.

#### *Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)*

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### *Velocità onde di taglio $V_s$ (m/sec)*

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### *Modulo di deformazione di taglio ( $G$ )*

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cm<sup>2</sup>.

#### *Modulo di reazione ( $K_o$ )*

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

#### *Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )*

- Robertson 1983  $Q_c$

### **Correlazioni geotecniche terreni coesivi**

#### *Coesione non drenata*

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con  $N_{sp} < 8$  , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948).  $C_u$  min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività  $> 5$ , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche  $< 10$  colpi, per resistenze penetrometriche  $> 10$  l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , ( $C_u$ - $N_{sp}$ -grado di plasticità).
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori medi), valida per argille e limi argilosì con  $N_c=20$  e  $Q_c/N_{sp}=2$ .
- Schmertmann 1975  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata  $C_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begeemann.
- De Beer.

#### *Resistenza alla punta del Penetrometro Statico ( $Q_c$ )*

- Robertson 1983  $Q_c$

#### *Modulo Edometrico-Confinato ( $M_o$ )*

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cm<sup>2</sup>)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argilosì (rapporto  $Qc/Nspt=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ( $Nspt < 30$ ) medie e molli ( $Nspt < 4$ ) e argille sabbiose ( $Nspt=6-12$ ).

#### *Modulo Di Young ( $E_Y$ )*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con  $IP > 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

#### *Stato di consistenza*

- Classificazione A.G.I. 1977

#### *Peso di Volume*

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

#### *Peso di volume saturo*

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda non rilevata

RAYMOND HOLE  
16/03/2016

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
1,65	0
1,80	0
1,95	1
2,25	2
2,40	2
2,55	3
3,65	1
3,80	1
3,95	1

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (KPa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Strato	0,926	1,95	5,69	11,38	0,00	3,73	8,63	0,00	8,34	49,92	4,51	0,00	11,38
[2] - Strato	4,63	2,55	28,34	56,78	24,52	18,44	44,13	0,00	41,09	76,30	22,65	56,29	56,78
[3] - Strato	1,852	3,95	11,38	22,65	0,00	7,45	17,46	0,00	16,67	56,39	9,12	0,00	22,65

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
[1] - Strato	0,926	1,95	Robertson (1983)	0,18
[2] - Strato	4,63	2,55	Robertson (1983)	0,91
[3] - Strato	1,852	3,95	Robertson (1983)	0,36

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Strato	0,926	1,95	0,42	1,36	1,10	1,14
[2] - Strato	4,63	2,55	2,08	6,81	4,81	5,68
[3] - Strato	1,852	3,95	0,83	2,72	2,03	2,27

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Strato	0,926	1,95	-0,96	0,91
[2] - Strato	4,63	2,55	3,22	4,54
[3] - Strato	1,852	3,95	0,09	1,82

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
[1] - Strato	0,926	1,95	Meyerhof ed altri	14,51
[2] - Strato	4,63	2,55	Meyerhof ed altri	17,06
[3] - Strato	1,852	3,95	Meyerhof ed altri	15,20

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
[1] - Strato	0,926	1,95	Meyerhof ed altri	18,04
[2] - Strato	4,63	2,55	Meyerhof ed altri	18,44
[3] - Strato	1,852	3,95	Meyerhof ed altri	18,14

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Intestazione NSPT \$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Strato	0,926	1,95	0	22,11	27,85	9,13
[2] - Strato	4,63	2,55	19,68	44,9	48,28	19,84
[3] - Strato	1,852	3,95	3,35	26,63	28,3	11,94

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1961)	Sowers (1964)	Malcev (1964)	Meyerhoff (1965)	Schmidt & Katti (1977)	Sabbie	Mitchell (1977)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDG E SPECIFICATIION)	Japanese Nationale Railway	De Mello	Owasaki i & Iwasaki
[1] - Strato	0,926	1,95	0,926	27,26	20,26	28,26	29,22	29,89	0	<30	18,73	27,28	17,81	19,3	
[2] - Strato	4,63	2,55	4,63	28,32	21,32	29,3	30,01	31,51	0	<30	23,33	28,39	31,19	24,62	
[3] - Strato	1,852	3,95	1,852	27,53	20,53	28,52	27,72	30,31	0	<30	20,27	27,56	22,66	21,09	

**Modulo di Young (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Strato	0,926	1,95	0,926	---	0,73	---	---	---
[2] - Strato	4,63	2,55	4,63	---	3,63	---	---	---
[3] - Strato	1,852	3,95	1,852	---	1,45	---	---	---

**Modulo Edometrico (Mpa)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farell 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Strato	0,926	1,95	0,926	---	2,88	0,64	4,13
[2] - Strato	4,63	2,55	4,63	---	3,63	3,22	5,75
[3] - Strato	1,852	3,95	1,852	---	3,07	1,29	4,54

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
[1] - Strato	0,926	1,95	0,926	Meyerhof ed altri	13,24
[2] - Strato	4,63	2,55	4,63	Meyerhof ed altri	14,91
[3] - Strato	1,852	3,95	1,852	Meyerhof ed altri	13,63

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Sastro (KN/m³)
[1] - Strato	0,926	1,95	0,926	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
[2] - Strato	4,63	2,55	4,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,44
[3] - Strato	1,852	3,95	1,852	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34



Cassetta catalogatrice n. 1 con carote estratte da 0 a -5 mt



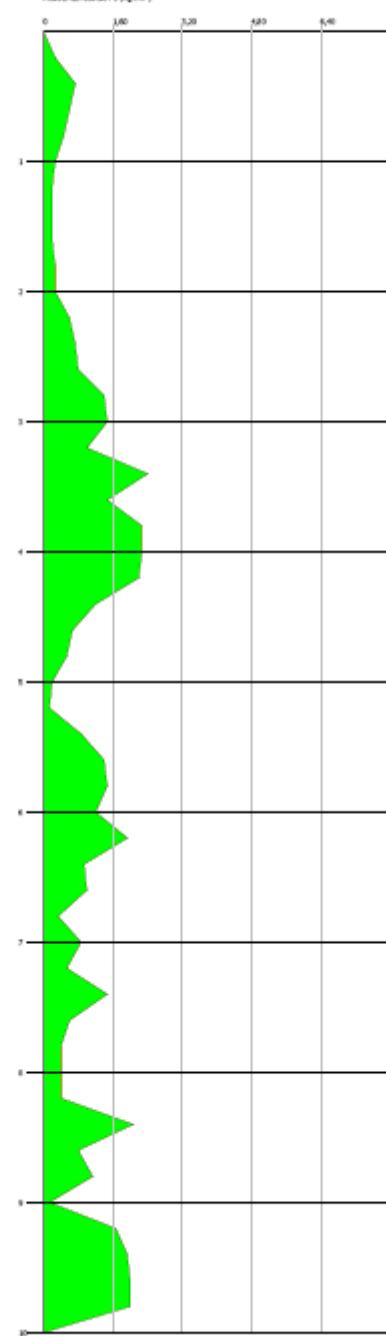
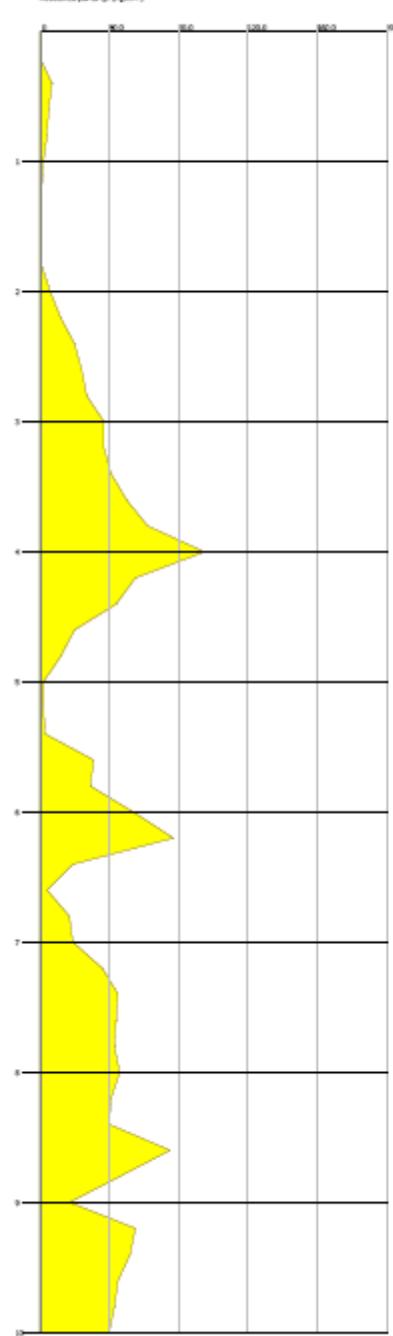
Cassetta catalogatrice n. 2 con carote estratte da -5 a -10 mt

Gemeinde Gersweiler SG  
HSA-Gesamt-IDH  
Bauwerk-Gesamts

Dražba CPT – České Povodí aktiva č. 2  
Dokumenty učebnice (PAC) AHO 10/03 (308 MB)

Commissioner:  
Chairman:  
Secretary:  
Treasurer:  
Auditor:

Resistance parties (p. 81)



## SINTESI CPT 1

### STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Edometri co [kN/m²]
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	17,61	18,4	0,0	34,3233	3453,64
0,2	17,05	17,83	0,0	24,5166	2688,08
0,2	16,66	17,45	0,0	19,6133	2238,94
0,2	15,45	16,24	0,0	9,8067	1207,94
0,2	14,16	14,95	0,0	4,9033	626,09
0,2	14,15	14,93	0,0	4,9033	626,09
0,2	14,13	14,92	0,0	4,9033	626,09
0,2	14,12	14,9	0,0	4,9033	626,09
0,2	17,32	18,1	0,0	29,42	3092,98
0,2	18,48	19,26	0,0	58,8399	4593,4
0,2	19,33	20,12	35,5	98,0665	4116,65
0,2	19,63	20,42	36,09	117,6798	4707,12
0,2	19,83	20,61	0,0	132,3898	5295,51
0,2	20,35	21,13	37,7	181,423	7256,81
0,2	17,65	20,59	37,41	0,0	10885,38
0,2	20,52	21,3	0,0	201,0363	8041,33
0,2	17,65	20,59	38,43	0,0	7354,99
0,2	17,65	20,59	39,28	0,0	9120,19
0,2	17,65	20,59	41,23	0,0	13974,48
0,2	21,0	21,79	38,21	269,6829	10787,14
0,2	17,65	20,59	36,87	0,0	12944,78
0,2	19,31	20,1	32,65	98,0665	4116,65
0,2	18,44	19,23	0,0	58,8399	4593,4
0,2	15,1	15,88	0,0	9,8067	1207,94
0,2	15,09	15,87	0,0	9,8067	1207,94

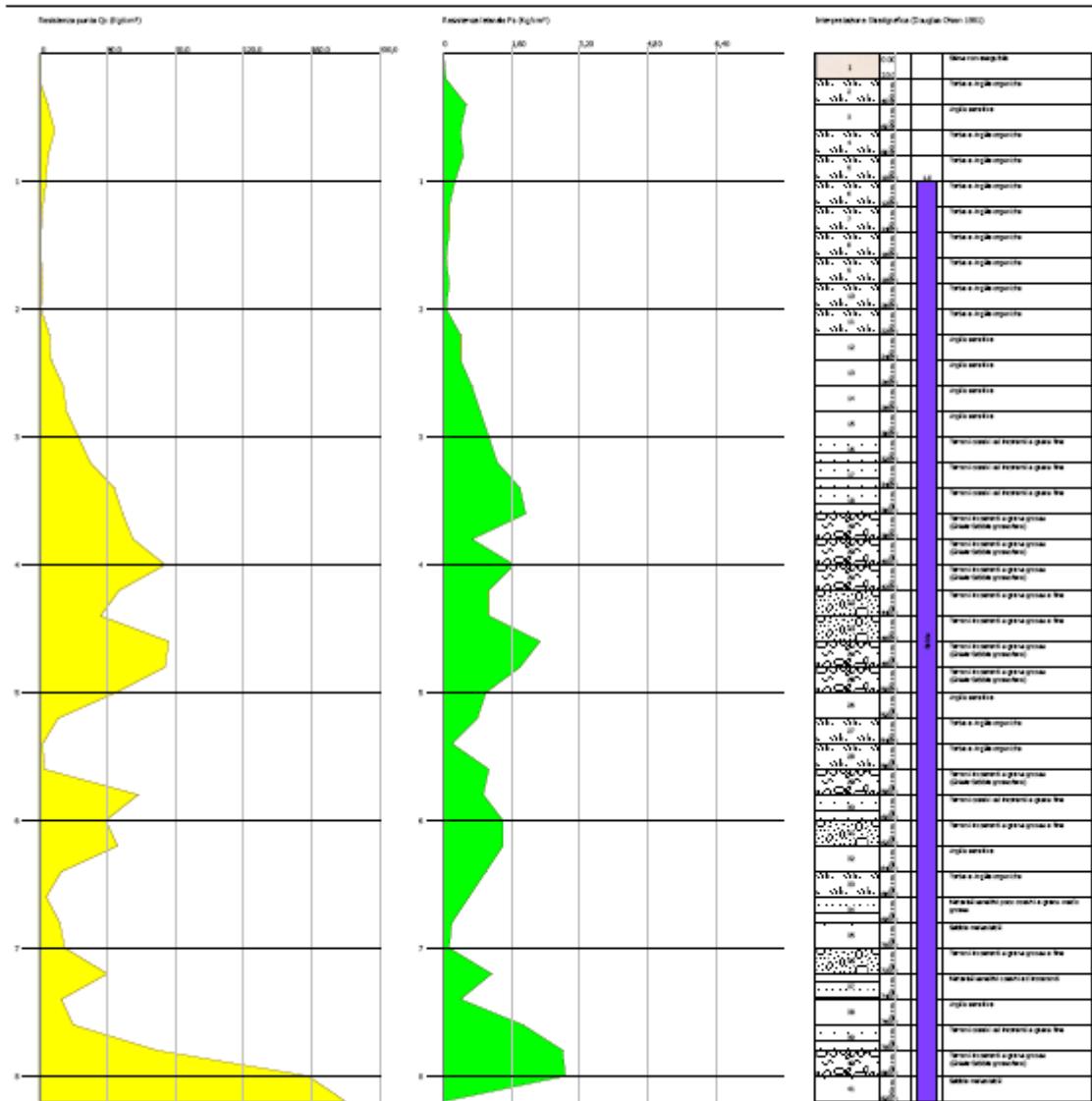
0,2	15,92	16,7	0,0	14,71	1745,56
0,2	20,04	20,83	34,35	152,0031	6080,03
0,2	19,93	20,71	0,0	142,1964	5687,77
0,2	17,65	20,59	36,91	0,0	7943,39
0,2	17,65	20,59	38,58	0,0	11326,68
0,2	19,21	19,99	0,0	93,1632	4331,08
0,2	16,42	17,2	0,0	19,6133	2238,94
0,2	19,02	19,8	30,51	83,3565	4627,21
0,2	19,21	19,99	0,0	93,1632	4331,08
0,2	18,63	21,57	34,13	0,0	10591,18
0,2	17,65	20,59	35,15	0,0	13238,98
0,2	18,63	21,57	34,92	0,0	12944,78
0,2	18,63	21,57	34,69	0,0	12650,58
0,2	18,63	21,57	34,92	0,0	6766,59
0,2	18,63	21,57	34,23	0,0	12062,18
0,2	20,46	21,24	0,0	196,133	7845,2
0,2	18,63	21,57	37,11	0,0	11032,48
0,2	17,65	20,59	34,51	0,0	6766,59
0,2	18,63	21,57	29,32	0,0	8335,65
0,2	17,65	20,59	35,25	0,0	8090,49
0,2	20,89	21,68	34,87	254,9729	10198,75
0,2	20,65	21,43	34,04	220,6496	8825,85
0,2	20,57	21,36	33,72	210,843	8433,58
0,2	0,0	0,0	33,27	0,0	11767,98

Silvana Gómez-Aviléz  
MIA Guest IDH  
Sociedad General de

Bruker CPT - Data Processing Ver. 2

Connivenza:  
Cantante: Dario Sozzi  
Cantante: Inni, genitorialis  
Guitarr: Chiarom, regalino

Datum: 26.03.2018

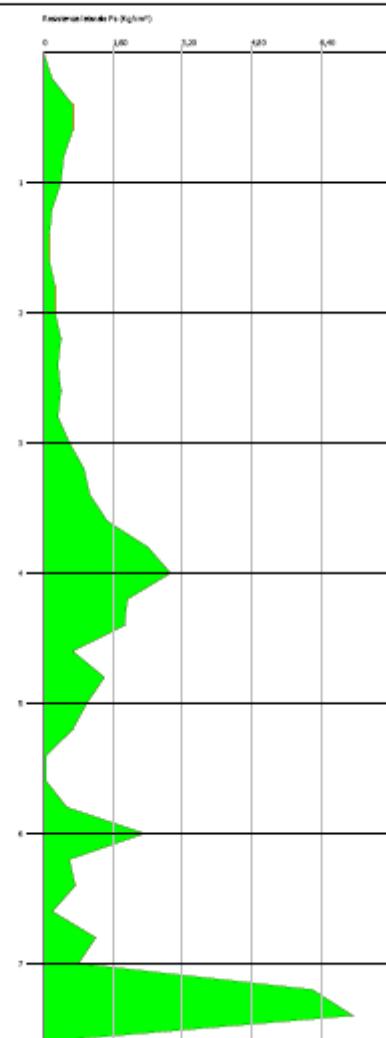
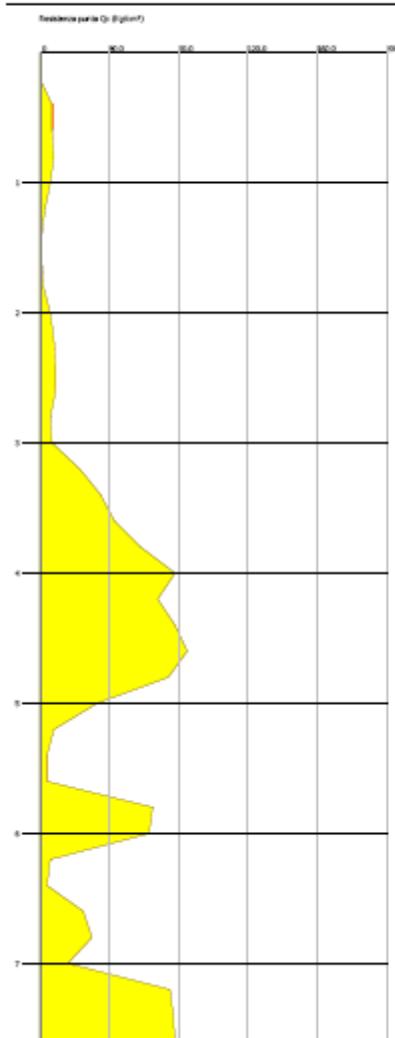


## CPT 2

### STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]
0,2	19,0	21,0	30,0	0,0	0,0
0,2	17,06	17,84	0,0	24,5166	2688,08
0,2	18,02	18,81	0,0	44,1299	4042,26
0,2	17,04	17,82	0,0	24,5166	2688,08
0,2	16,65	17,43	0,0	19,6133	2238,94
0,2	15,43	16,22	0,0	9,8067	1207,94
0,2	14,14	14,92	0,0	4,9033	626,09
0,2	14,12	14,91	0,0	4,9033	626,09
0,2	15,41	16,19	0,0	9,8067	1207,94
0,2	14,08	14,87	0,0	4,9033	626,09
0,2	17,31	18,1	0,0	29,42	3092,98
0,2	17,57	18,35	0,0	34,3233	3453,64
0,2	18,73	19,52	0,0	68,6466	4739,64
0,2	18,96	19,74	0,0	78,4532	4708,93
0,2	19,56	20,34	0,0	112,7765	4510,99
0,2	20,0	20,79	36,48	147,0997	5883,9
0,2	20,64	21,42	38,17	215,7463	8629,72
0,2	20,81	21,6	38,46	240,2629	9610,36
0,2	18,63	21,57	38,81	0,0	8090,49
0,2	17,65	20,59	40,09	0,0	10885,38
0,2	17,65	20,59	37,53	0,0	6913,69
0,2	17,65	20,59	35,96	0,0	10591,18
0,2	17,65	20,59	39,59	0,0	11179,58
0,2	17,65	20,59	39,25	0,0	10885,38

0,2	17,65	20,59	36,52	0,0	13238,98
0,2	18,29	19,07	0,0	53,9366	4453,92
0,2	15,06	15,84	0,0	9,8067	1207,94
0,2	15,9	16,69	0,0	14,71	1745,56
0,2	18,63	21,57	37,37	0,0	8531,79
0,2	20,42	21,21	35,19	191,2297	7649,07
0,2	17,65	20,59	35,89	0,0	6766,59
0,2	18,56	19,34	0,0	63,7432	4688,64
0,2	16,42	17,2	0,0	19,6133	2238,94
0,2	18,42	19,2	28,7	58,8399	4593,4
0,2	18,63	21,57	29,74	0,0	7354,99
0,2	17,65	20,59	34,66	0,0	11767,98
0,2	18,55	19,33	28,79	63,7432	4688,64
0,2	19,29	20,07	0,0	98,0665	4116,65
0,2	21,37	22,16	37,13	338,3294	13532,96
0,2	17,65	20,59	41,25	0,0	23241,76
0,2	0,0	0,0	41,79	0,0	26477,96



Interpretation Descriptions (Draeger-Dienst 1990)

Layer	Description
1	Non-informative
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
2	Light sandstone
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
3	Light sandstone
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
4	Medium sandstone
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
5	Medium sandstone
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
6	Medium sandstone
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits
7	Medium sandstone
M1, M2, N1, S1, Sh1	Very light deposits
S1, Sh1	Very light deposits
N1, Sh1	Very light deposits

### CPT 3

#### STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometri co [kN/m <sup>2</sup> ]
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	17,61	18,4	0,0	34,3233	3453,64
0,2	17,61	18,39	0,0	34,3233	3453,64
0,2	17,82	18,6	0,0	39,2266	3770,07
0,2	17,33	18,11	0,0	29,42	3092,98
0,2	16,14	16,92	0,0	14,71	1745,56
0,2	14,13	14,91	0,0	4,9033	626,09
0,2	14,11	14,89	0,0	4,9033	626,09
0,2	15,4	16,19	0,0	9,8067	1207,94
0,2	17,31	18,1	0,0	29,42	3092,98
0,2	17,8	18,58	0,0	39,2266	3770,07
0,2	17,99	18,78	0,0	44,1299	4042,26
0,2	17,99	18,77	0,0	44,1299	4042,26
0,2	17,29	18,08	0,0	29,42	3092,98
0,2	17,55	18,34	0,0	34,3233	3453,64
0,2	19,56	20,34	35,04	112,7765	4510,99
0,2	17,65	20,59	36,92	0,0	10296,98
0,2	17,65	20,59	37,72	0,0	12650,58
0,2	21,09	21,88	39,0	284,3929	11375,53
0,2	17,65	20,59	40,28	0,0	11473,78
0,2	17,65	20,59	39,34	0,0	10002,78
0,2	17,65	20,59	39,83	0,0	11473,78
0,2	18,63	21,57	40,06	0,0	12503,48
0,2	17,65	20,59	39,16	0,0	10885,38

0,2	17,65	20,59	34,84	0,0	9708,58
0,2	17,73	18,51	0,0	39,2266	3770,07
0,2	16,46	17,25	28,7	19,6133	2238,94
0,2	16,45	17,24	28,7	19,6133	2238,94
0,2	18,63	21,57	37,84	0,0	9561,48
0,2	21,22	22,01	37,52	308,9095	12356,18
0,2	17,19	17,97	0,0	29,42	3092,98
0,2	16,42	17,2	0,0	19,6133	2238,94
0,2	18,63	21,57	32,47	0,0	12258,31
0,2	19,98	20,76	33,29	147,0997	5883,9
0,2	18,91	19,69	0,0	78,4532	4708,93
0,2	21,51	22,3	0,0	367,7494	14709,74
0,2	21,55	22,34	0,0	377,556	15102,0
0,2	0,0	0,0	37,71	0,0	11473,78

GEOSTRU Software  
Via Lungo Ferrovia 22  
Tel 0339 0964 911624 FAX 0339 0964 992341 [gastro@gastro.com](mailto:gastro@geastru.com)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1**  
Strumento utilizzato: PENNY 20

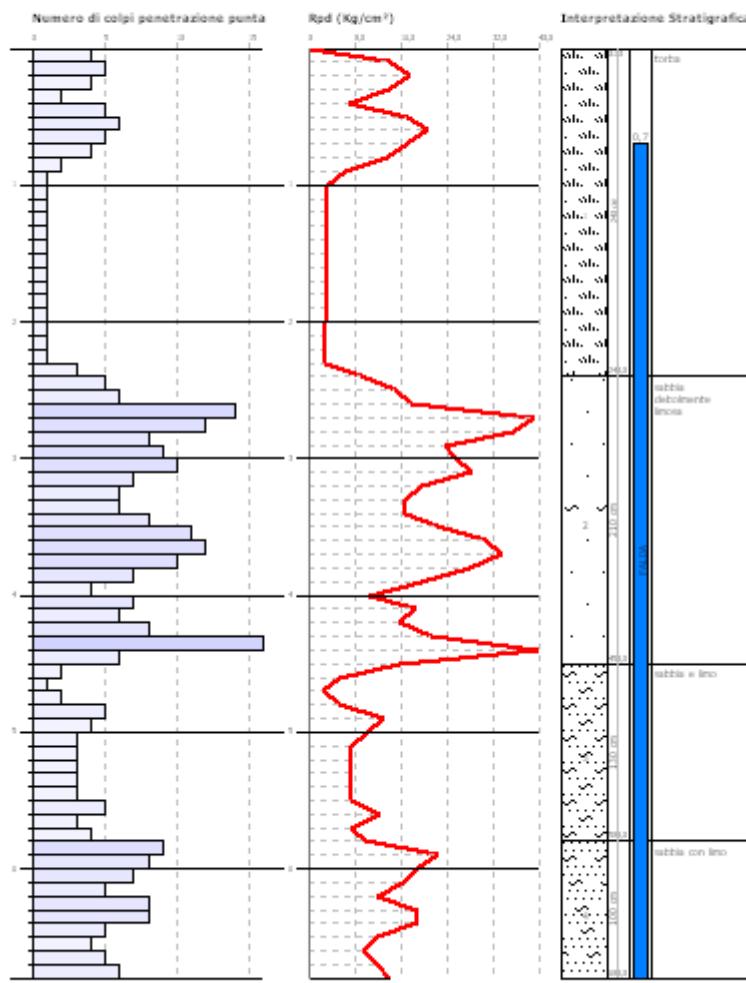
Strumento utilizzato... PENNY 3D  
DIAGRAMMA NUMERO COLIBRI

#### DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : S.A.C.R.A. S.p.A.  
Città : Campoglio Chiavara  
Località : Comune di Capalbio (GR)

Data: 30/03/2016

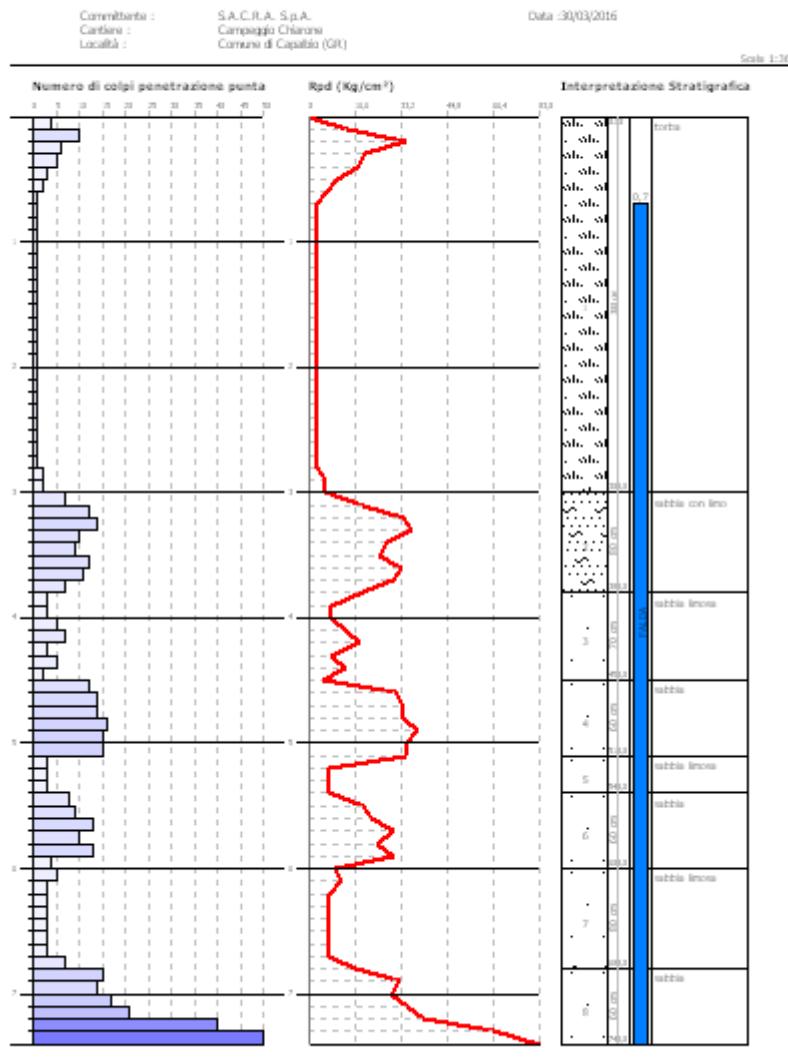
Scale 1:33



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2

Strumento utilizzato... PENNY 30

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd



GEOSTRU Software  
Via Lungo Ferrovia 22  
Tel 0339 0964 911624 FAX 0339 0964 992341 [gastro@gastro.com](mailto:gastro@geastru.com)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3**

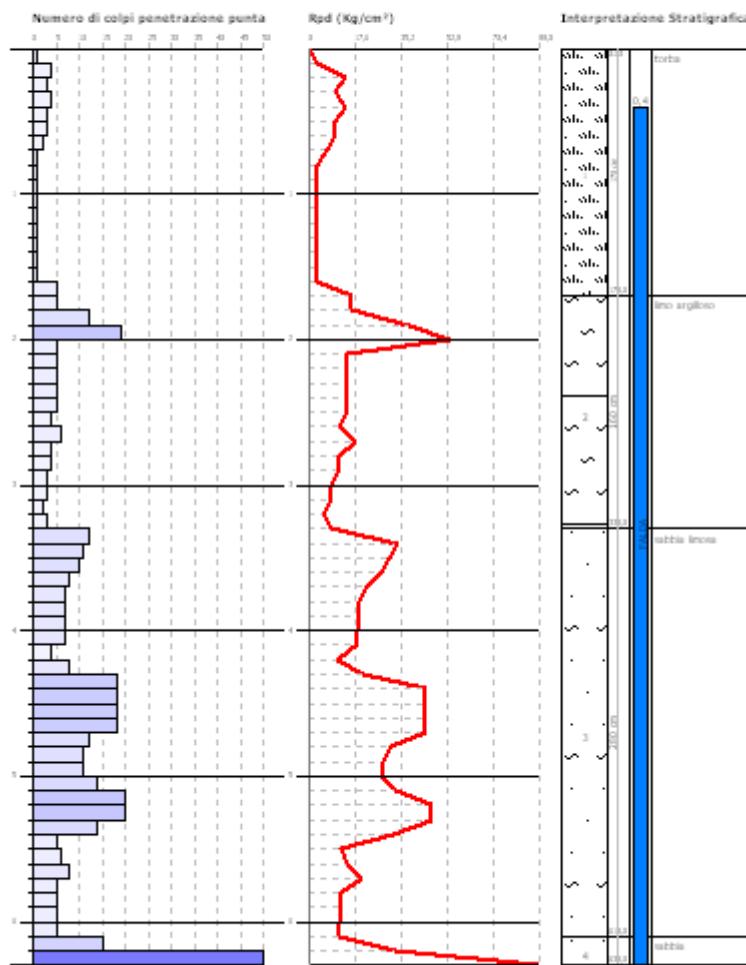
Strumento utilizzato... PENNY 3D  
DIAGRAMMA NUMERO COL RIBU

#### DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : S.A.C.R.I.A. S.p.A.  
Cantina : Campaglio Chiarone  
Località : Comune di Capalbio (GR)

Data: 30/03/2016

Scale 1:33

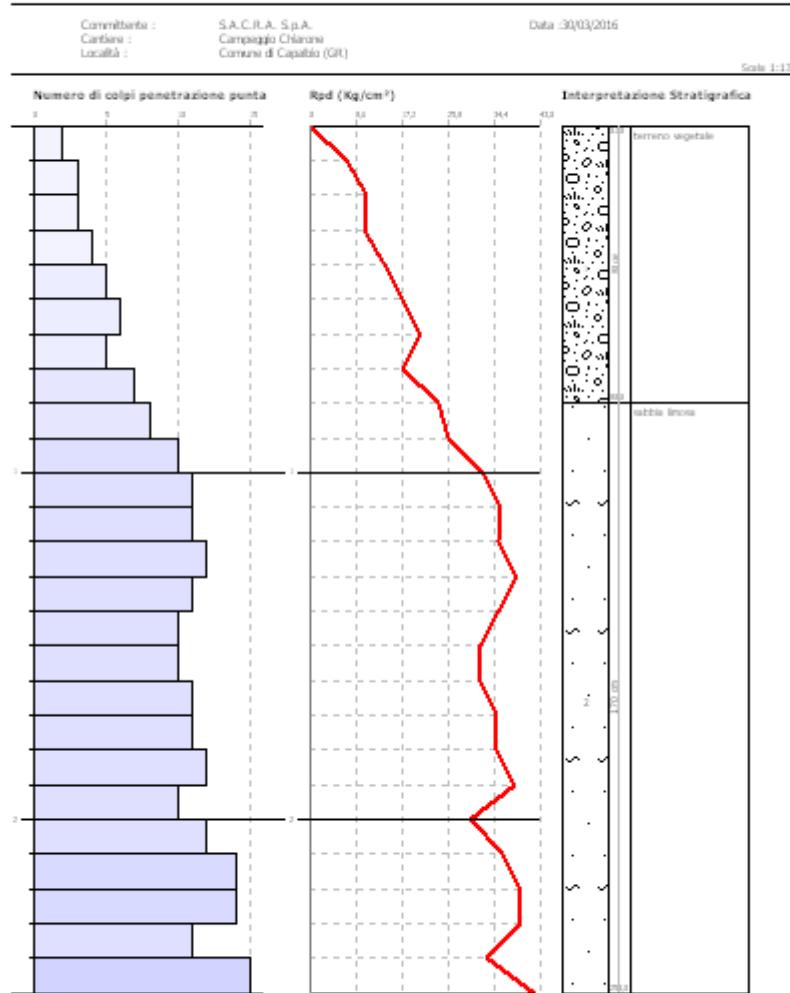


GEOSTRU Software  
Vita Lungo Ferrovia 22  
Tel 0339 0964 911624 FAX 0339 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4

Strumento utilizzato... PENNY 30

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd



GEOSTRU Software  
Via Lungo Ferrovia 22  
Tel 0339 0964 911624 FAX 0339 0964 992341 [gastro@gastro.com](mailto:gastro@gastro.com)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5**  
Strumento utilizzato: PENNY 20

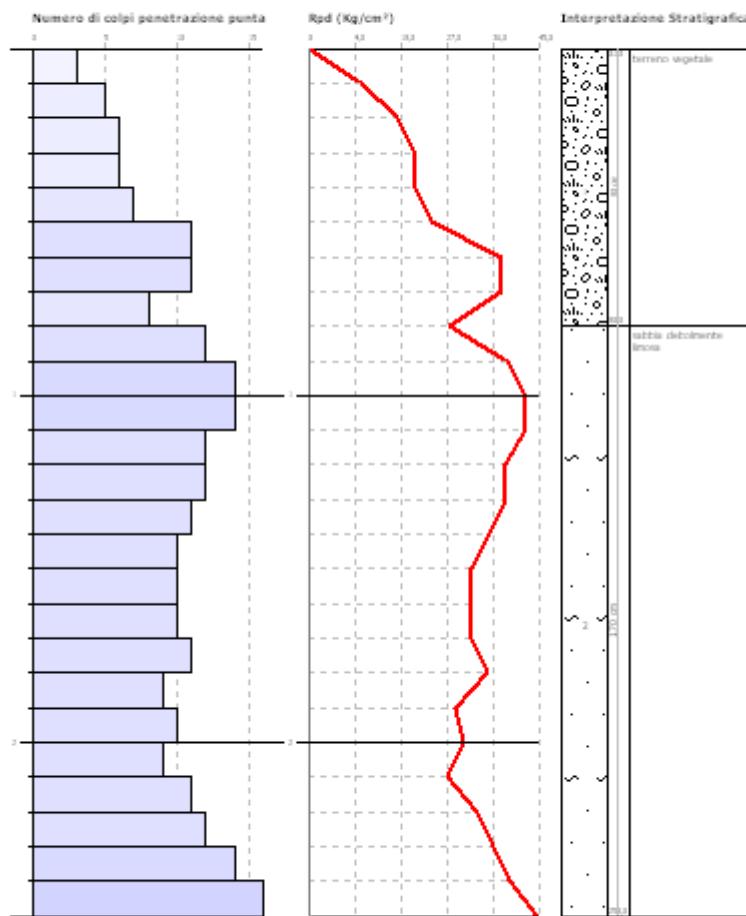
Strumento utilizzato... PENNY 3D  
DIAGRAMMA NUMERO COL RIBU

#### DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committerà : S.A.C.R.A. S.p.A.  
Cartiera : Campagnò Chiarone  
Località : Comune di Capalbio (GR)

Data 30/03/2016

Scale 1:12

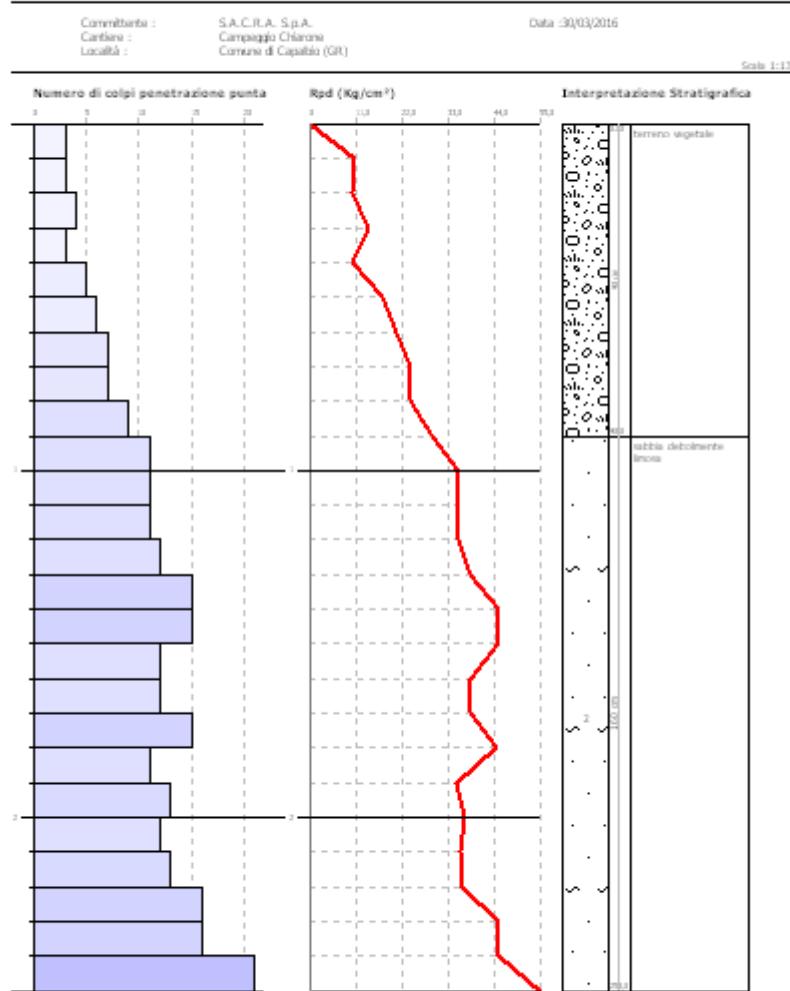


GEOSTRU Software  
Vita Lungo Ferrovia 22  
Tel 0339 0964 911624 FAX 0339 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6

Strumento utilizzato... PENNY 30

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd



## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

### (DYNAMIC PROBING)

#### DPSH – DPM (... scpt ecc.)

##### **Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

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

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipos	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	<b>M ≤10</b>	8
Medio	DPM (Medium)	10<M <40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40≤M <60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M≥60	25

### penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica

( $\alpha=60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora

previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento  $\delta$  = 10 cm, punta conica

( $\alpha= 60-90^\circ$ ), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm<sup>2</sup> rivestimento / fango bentonitico : talora

previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta$ =30 cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ),

diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm<sup>2</sup> rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento  $\delta$ =20-30 cm, punta conica conica ( $\alpha =$

60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm<sup>2</sup>, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

### Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt. Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>SPT</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

## **Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd**

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo ( $\delta / N$ );

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

## **Metodologia di Elaborazione.**

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

## **Valutazioni statistiche e correlazioni**

### **Elaborazione Statistica**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

#### **Media**

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Scarto quadratico medio**

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media deviata**

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media + s**

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Media - s**

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

#### **Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento d = 1 mt..

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione Nspt in presenza di falda

$$\text{Nspt corretto} = 15 + 0.5 \times (\text{Nspt} - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argilosì-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38° ).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### **Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### **Modulo Edometrico**

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### **Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

#### **Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65 \text{ t/mc}$  e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

#### **Modulo di poisson**

- Classificazione A.G.I.

#### **Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### **Velocità onde di taglio Vs (m/sec)**

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

#### **Modulo di deformazione di taglio (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cm<sup>2</sup>.

#### ***Modulo di reazione (K<sub>o</sub>)***

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

#### ***Resistenza alla punta del Penetometro Statico (Q<sub>c</sub>)***

- Robertson 1983 Q<sub>c</sub>

### Correlazioni geotecniche terreni coesivi

#### ***Coesione non drenata***

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con Nc=20 e Q<sub>c</sub>/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cm<sup>2</sup>) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cm<sup>2</sup>), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

#### ***Resistenza alla punta del Penetometro Statico (Q<sub>c</sub>)***

- Robertson 1983 Q<sub>c</sub>

#### ***Modulo Edometrico-Confinato (M<sub>o</sub>)***

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.

- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ), valida per litotipi argilosì a medio-bassa plasticità ( $IP < 20$ ) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) ( $\text{Kg/cm}^2$ ), valida per litotipi argilosì e limosi-argilosì (rapporto  $Qc/Nspt=1.5-2.0$ ).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (  $Nspt < 30$  ) medie e molli (  $Nspt < 4$  ) e argille sabbiose (  $Nspt=6-12$  ).

**Modulo Di Young ( $E_y$ )**

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argilosì con I.P.  $> 15$
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

**Stato di consistenza**

- Classificazione A.G.I. 1977

**Peso di Volume Gamma**

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

**Peso di volume saturo**

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa  $G=2,70$  ( $t/mc$ ) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ( $Nspt=0$ ) a 0,545 ( $Nspt=28$ )

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda rilevata

PENNY 30  
 30/03/2016  
 6,80 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	4	0,857	13,89	16,22	0,69	0,81
0,20	5	0,855	17,32	20,27	0,87	1,01
0,30	4	0,853	13,83	16,22	0,69	0,81
0,40	2	0,851	6,90	8,11	0,34	0,41
0,50	5	0,849	17,21	20,27	0,86	1,01
0,60	6	0,847	20,60	24,32	1,03	1,22
0,70	5	0,845	17,13	20,27	0,86	1,01
0,80	4	0,843	13,68	16,22	0,68	0,81
0,90	2	0,842	6,82	8,11	0,34	0,41
1,00	1	0,840	3,23	3,85	0,16	0,19
1,10	1	0,838	3,22	3,85	0,16	0,19
1,20	1	0,836	3,22	3,85	0,16	0,19
1,30	1	0,835	3,21	3,85	0,16	0,19
1,40	1	0,833	3,20	3,85	0,16	0,19
1,50	1	0,831	3,20	3,85	0,16	0,19
1,60	1	0,830	3,19	3,85	0,16	0,19
1,70	1	0,828	3,18	3,85	0,16	0,19
1,80	1	0,826	3,18	3,85	0,16	0,19
1,90	1	0,825	3,17	3,85	0,16	0,19
2,00	1	0,823	3,01	3,66	0,15	0,18
2,10	1	0,822	3,01	3,66	0,15	0,18
2,20	1	0,820	3,00	3,66	0,15	0,18
2,30	1	0,819	2,99	3,66	0,15	0,18
2,40	3	0,817	8,97	10,98	0,45	0,55
2,50	5	0,816	14,92	18,29	0,75	0,91
2,60	6	0,814	17,87	21,95	0,89	1,10
2,70	14	0,763	39,07	51,22	1,95	2,56
2,80	12	0,811	35,62	43,90	1,78	2,20
2,90	8	0,810	23,71	29,27	1,19	1,46
3,00	9	0,809	25,39	31,40	1,27	1,57
3,10	10	0,807	28,16	34,88	1,41	1,74
3,20	7	0,806	19,68	24,42	0,98	1,22
3,30	6	0,805	16,84	20,93	0,84	1,05
3,40	6	0,803	16,82	20,93	0,84	1,05
3,50	8	0,802	22,38	27,91	1,12	1,40
3,60	11	0,801	30,73	38,37	1,54	1,92
3,70	12	0,800	33,47	41,86	1,67	2,09
3,80	10	0,798	27,85	34,88	1,39	1,74
3,90	7	0,797	19,47	24,42	0,97	1,22
4,00	4	0,796	10,61	13,33	0,53	0,67
4,10	7	0,795	18,55	23,33	0,93	1,17
4,20	6	0,794	15,87	20,00	0,79	1,00
4,30	8	0,793	21,13	26,67	1,06	1,33
4,40	16	0,741	39,54	53,33	1,98	2,67
4,50	6	0,790	15,81	20,00	0,79	1,00
4,60	2	0,789	5,26	6,67	0,26	0,33
4,70	1	0,788	2,63	3,33	0,13	0,17
4,80	2	0,787	5,25	6,67	0,26	0,33
4,90	5	0,786	13,10	16,67	0,66	0,83
5,00	4	0,785	10,02	12,77	0,50	0,64
5,10	3	0,784	7,51	9,57	0,38	0,48
5,20	3	0,783	7,50	9,57	0,37	0,48
5,30	3	0,782	7,49	9,57	0,37	0,48

5,40	3	0,781	7,48	9,57	0,37	0,48
5,50	3	0,780	7,47	9,57	0,37	0,48
5,60	5	0,779	12,43	15,96	0,62	0,80
5,70	3	0,778	7,45	9,57	0,37	0,48
5,80	4	0,777	9,92	12,77	0,50	0,64
5,90	9	0,776	22,30	28,72	1,12	1,44
6,00	8	0,775	18,99	24,49	0,95	1,22
6,10	7	0,775	16,60	21,43	0,83	1,07
6,20	5	0,774	11,84	15,31	0,59	0,77
6,30	8	0,773	18,93	24,49	0,95	1,22
6,40	8	0,772	18,91	24,49	0,95	1,22
6,50	5	0,771	11,80	15,31	0,59	0,77
6,60	4	0,770	9,43	12,24	0,47	0,61
6,70	5	0,770	11,78	15,31	0,59	0,77
6,80	6	0,769	14,12	18,37	0,71	0,92

#### Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 2	6,585	10,975	17,56	26,34	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 3	7,17	11,95	19,12	28,68	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 4	7,62	12,7	20,32	30,48	Liquefazione possibile al VII° Mercalli

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

##### TERRENI COESIVI

###### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
Strato 1	1,71	2,40	0,11	0,21	0,00	0,07	0,16	0,22	0,16	0,57	0,09	0,04	0,21

###### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,71	2,40	Robertson (1983) 3,42

###### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
Strato 1	1,71	2,40	7,85	25,65	19,23	21,38

###### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
Strato 1	1,71	2,40	-0,74	17,10

##### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,71	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

##### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	2,40	Meyerhof ed altri	1,54

##### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,71	2,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 2	6,45	4,50	26,36	53,92	52,79	24,6
Strato 3	2,4	5,80	7,71	31	45,39	13,56
Strato 4	4,95	6,80	18,38	42,97	49,7	20,7

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schermertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
Strato 2	6,45	4,50	6,45	28,84	21,84	29,81	30,04	32,27	0	<30	24,84	28,93	35,12	26,36
Strato 3	2,4	5,80	2,4	27,69	20,69	28,67	27,98	30,55	0	<30	21	27,72	26,46	21,93
Strato 4	4,95	6,80	4,95	28,41	21,41	29,39	28,74	31,65	0	<30	23,62	28,49	32,74	24,95

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 2	6,45	4,50	6,45	---	51,60	---	---	---
Strato 3	2,4	5,80	2,4	---	19,20	---	---	---
Strato 4	4,95	6,80	4,95	---	39,60	---	---	---

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 2	6,45	4,50	6,45	---	40,71	45,79	66,77
Strato 3	2,4	5,80	2,4	---	32,39	17,04	48,70
Strato 4	4,95	6,80	4,95	---	37,63	35,15	60,08

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda		Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	6,45	4,50	4,50	6,45	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	2,4	5,80	5,80	2,4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	4,95	6,80	6,80	4,95	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda		Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6,45	4,50	6,45	Meyerhof ed altri		1,60
Strato 3	2,4	5,80	2,4	Meyerhof ed altri		1,42
Strato 4	4,95	6,80	4,95	Meyerhof ed altri		1,54

### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda		Correlazione	Gamma Sastro (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	6,45	4,50	6,45	Terzaghi-Peck 1948-1967		1,90
Strato 3	2,4	5,80	2,4	Terzaghi-Peck 1948-1967		1,87
Strato 4	4,95	6,80	4,95	Terzaghi-Peck 1948-1967		1,89

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	6,45	4,50	6,45	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	2,4	5,80	2,4	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	4,95	6,80	4,95	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 2	6,45	4,50	6,45	374,89	390,44
Strato 3	2,4	5,80	2,4	148,02	213,41
Strato 4	4,95	6,80	4,95	292,31	332,13

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 2	6,45	4,50	6,45	Ohta & Goto (1978) Limi	119,943
Strato 3	2,4	5,80	2,4	Ohta & Goto (1978) Limi	109,214
Strato 4	4,95	6,80	4,95	Ohta & Goto (1978) Limi	128,695

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	6,45	4,50	6,45	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 3	2,4	5,80	2,4	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 4	4,95	6,80	4,95	Seed e Idriss (1971)	---

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	6,45	4,50	6,45	Navfac 1971-1982	1,32
Strato 3	2,4	5,80	2,4	Navfac 1971-1982	0,37
Strato 4	4,95	6,80	4,95	Navfac 1971-1982	0,98

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	6,45	4,50	6,45	Robertson 1983	12,90
Strato 3	2,4	5,80	2,4	Robertson 1983	4,80
Strato 4	4,95	6,80	4,95	Robertson 1983	9,90

**PROVA ... Nr.2**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda rilevata

PENNY 30  
 30/03/2016  
 7,40 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	4	0,857	13,89	16,22	0,69	0,81
0,20	10	0,855	34,65	40,54	1,73	2,03
0,30	6	0,853	20,74	24,32	1,04	1,22
0,40	5	0,851	17,25	20,27	0,86	1,01
0,50	3	0,849	10,32	12,16	0,52	0,61
0,60	2	0,847	6,87	8,11	0,34	0,41
0,70	1	0,845	3,43	4,05	0,17	0,20
0,80	1	0,843	3,42	4,05	0,17	0,20
0,90	1	0,842	3,41	4,05	0,17	0,20
1,00	1	0,840	3,23	3,85	0,16	0,19
1,10	1	0,838	3,22	3,85	0,16	0,19
1,20	1	0,836	3,22	3,85	0,16	0,19
1,30	1	0,835	3,21	3,85	0,16	0,19
1,40	1	0,833	3,20	3,85	0,16	0,19
1,50	1	0,831	3,20	3,85	0,16	0,19
1,60	1	0,830	3,19	3,85	0,16	0,19
1,70	1	0,828	3,18	3,85	0,16	0,19
1,80	1	0,826	3,18	3,85	0,16	0,19
1,90	1	0,825	3,17	3,85	0,16	0,19
2,00	1	0,823	3,01	3,66	0,15	0,18
2,10	1	0,822	3,01	3,66	0,15	0,18
2,20	1	0,820	3,00	3,66	0,15	0,18
2,30	1	0,819	2,99	3,66	0,15	0,18
2,40	1	0,817	2,99	3,66	0,15	0,18
2,50	1	0,816	2,98	3,66	0,15	0,18
2,60	1	0,814	2,98	3,66	0,15	0,18
2,70	1	0,813	2,97	3,66	0,15	0,18
2,80	1	0,811	2,97	3,66	0,15	0,18
2,90	2	0,810	5,93	7,32	0,30	0,37
3,00	2	0,809	5,64	6,98	0,28	0,35
3,10	7	0,807	19,71	24,42	0,99	1,22
3,20	12	0,806	33,74	41,86	1,69	2,09
3,30	14	0,755	36,86	48,84	1,84	2,44
3,40	10	0,803	28,03	34,88	1,40	1,74
3,50	9	0,802	25,18	31,40	1,26	1,57
3,60	12	0,801	33,52	41,86	1,68	2,09
3,70	11	0,800	30,68	38,37	1,53	1,92
3,80	7	0,798	19,50	24,42	0,97	1,22
3,90	3	0,797	8,34	10,47	0,42	0,52
4,00	3	0,796	7,96	10,00	0,40	0,50
4,10	5	0,795	13,25	16,67	0,66	0,83
4,20	7	0,794	18,52	23,33	0,93	1,17
4,30	3	0,793	7,93	10,00	0,40	0,50
4,40	5	0,791	13,19	16,67	0,66	0,83
4,50	2	0,790	5,27	6,67	0,26	0,33
4,60	12	0,789	31,57	40,00	1,58	2,00
4,70	14	0,738	34,45	46,67	1,72	2,33
4,80	14	0,737	34,40	46,67	1,72	2,33
4,90	16	0,736	39,26	53,33	1,96	2,67
5,00	15	0,735	35,19	47,87	1,76	2,39
5,10	15	0,734	35,14	47,87	1,76	2,39
5,20	3	0,783	7,50	9,57	0,37	0,48
5,30	3	0,782	7,49	9,57	0,37	0,48
5,40	3	0,781	7,48	9,57	0,37	0,48
5,50	8	0,780	19,92	25,53	1,00	1,28
5,60	9	0,779	22,38	28,72	1,12	1,44
5,70	13	0,728	30,21	41,49	1,51	2,07
5,80	10	0,777	24,81	31,91	1,24	1,60
5,90	13	0,726	30,14	41,49	1,51	2,07
6,00	4	0,775	9,50	12,24	0,47	0,61
6,10	5	0,775	11,86	15,31	0,59	0,77

6,20	3	0,774	7,11	9,18	0,36	0,46
6,30	3	0,773	7,10	9,18	0,35	0,46
6,40	3	0,772	7,09	9,18	0,35	0,46
6,50	3	0,771	7,08	9,18	0,35	0,46
6,60	3	0,770	7,07	9,18	0,35	0,46
6,70	3	0,770	7,07	9,18	0,35	0,46
6,80	7	0,769	16,47	21,43	0,82	1,07
6,90	15	0,718	32,97	45,92	1,65	2,30
7,00	14	0,717	29,53	41,18	1,48	2,06
7,10	17	0,716	35,82	50,00	1,79	2,50
7,20	21	0,666	41,11	61,76	2,06	3,09
7,30	40	0,565	66,46	117,65	3,32	5,88
7,40	50	0,564	82,96	147,06	4,15	7,35

#### Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 2	6,27	10,45	16,72	25,08	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
Strato 3	6,585	10,975	17,56	26,34	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 4	6,855	11,425	18,28	27,42	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
Strato 5	6,99	11,65	18,64	27,96	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 6	7,26	12,1	19,36	29,04	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 7	7,62	12,7	20,32	30,48	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 8	7,89	13,15	21,04	31,56	Liquefazione possibile al IX° Mercalli

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

##### TERRENI COESIVI

###### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi- Peck	Sanglerat	Terzaghi- Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
Strato 1	1,42	3,00	0,09	0,18	0,00	0,06	0,14	0,18	0,13	0,54	0,07	0,00	0,18

###### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	
Strato 1	1,42	3,00	Robertson (1983)	2,84

###### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
Strato 1	1,42	3,00	6,52	21,30	16,28	17,75

###### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
Strato 1	1,42	3,00	-4,07	14,20

###### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,42	3,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA

###### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,42	3,00	Meyerhof ed altri	1,52

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	1,42	3,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 2	7,8	3,80	30,48	59,95	54,44	27,92
Strato 3	3,04	4,50	12,58	36,38	48	15,42
Strato 4	10,91	5,10	35,47	67,31	55,39	34,96
Strato 5	2,28	5,40	7	30,28	45,3	13,21
Strato 6	7,23	6,00	26,04	53,12	52,48	26,54
Strato 7	2,85	6,80	9,35	32,63	45,98	14,87
Strato 8	19,92	7,40	42,73	78,91	56,71	47,27

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schermertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
Strato 2	7,8	3,80	7,8	29,23	22,23	30,18	30,68	32,81	0	<30	25,82	29,34	36,8	27,49
Strato 3	3,04	4,50	3,04	27,87	20,87	28,85	28,89	30,83	0	<30	21,75	27,91	28,56	22,8
Strato 4	10,91	5,10	10,91	30,12	23,12	31,05	30,54	34,01	37,42	<30	27,79	30,27	39,69	29,77
Strato 5	2,28	5,40	2,28	27,65	20,65	28,64	28,05	30,5	0	<30	20,85	27,68	26,02	21,75
Strato 6	7,23	6,00	7,23	29,07	22,07	30,02	29,58	32,59	0	<30	25,41	29,17	36,07	27,02
Strato 7	2,85	6,80	2,85	27,81	20,81	28,8	27,9	30,75	0	<30	21,54	27,85	27,92	22,55
Strato 8	19,92	7,40	17,46	31,99	24,99	32,89	30,35	36,28	39,05	30-32	31,18	32,24	43,69	33,69

**Modulo di Young (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 2	7,8	3,80	7,8	---	62,40	---	---	---
Strato 3	3,04	4,50	3,04	---	24,32	---	---	---
Strato 4	10,91	5,10	10,91	235,77	87,28	129,44	261,83	129,55
Strato 5	2,28	5,40	2,28	---	18,24	---	---	---
Strato 6	7,23	6,00	7,23	---	57,84	---	---	---
Strato 7	2,85	6,80	2,85	---	22,80	---	---	---
Strato 8	19,92	7,40	17,46	298,26	139,68	206,73	310,95	162,30

**Modulo Edometrico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 2	7,8	3,80	7,8	---	43,49	55,38	72,79
Strato 3	3,04	4,50	3,04	---	33,71	21,58	51,56
Strato 4	10,91	5,10	10,91	65,46	49,87	77,46	86,66
Strato 5	2,28	5,40	2,28	---	32,15	16,19	48,17
Strato 6	7,23	6,00	7,23	---	42,32	51,33	70,25
Strato 7	2,85	6,80	2,85	---	33,32	20,23	50,71
Strato 8	19,92	7,40	17,46	104,76	63,33	123,97	115,87

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

Strato 6	7,23	6,00	7,23	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Meyerhof ed altri	1,65
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Meyerhof ed altri	1,45
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Meyerhof ed altri	1,76
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Meyerhof ed altri	1,41
Strato 6	7,23	6,00	7,23	Meyerhof ed altri	1,63
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Meyerhof ed altri	1,44
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Meyerhof ed altri	1,94

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Sastro (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 6	7,23	6,00	7,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 2	7,8	3,80	7,8	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	3,04	4,50	3,04	(A.G.I.)	0,35
Strato 4	10,91	5,10	10,91	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	2,28	5,40	2,28	(A.G.I.)	0,35
Strato 6	7,23	6,00	7,23	(A.G.I.)	0,34
Strato 7	2,85	6,80	2,85	(A.G.I.)	0,35
Strato 8	19,92	7,40	17,46	(A.G.I.)	0,32

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 2	7,8	3,80	7,8	448,21	438,51
Strato 3	3,04	4,50	3,04	184,85	246,57
Strato 4	10,91	5,10	10,91	614,42	538,30
Strato 5	2,28	5,40	2,28	141,05	206,83
Strato 6	7,23	6,00	7,23	417,35	418,64
Strato 7	2,85	6,80	2,85	173,97	237,04
Strato 8	19,92	7,40	17,46	955,95	717,46

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Ohta & Goto (1978) Limi	123,603
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Ohta & Goto (1978) Limi	109,129
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Ohta & Goto (1978) Limi	140,005
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Ohta & Goto (1978) Limi	108,651
Strato 6	7,23	6,00	7,23	Ohta & Goto (1978) Limi	134,783
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Ohta & Goto (1978) Limi	117,328
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Ohta & Goto (1978) Limi	163,79

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 6	7,23	6,00	7,23	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Seed e Idriss (1971)	---

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Navfac 1971-1982	1,62
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Navfac 1971-1982	0,52
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Navfac 1971-1982	2,30
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Navfac 1971-1982	0,34
Strato 6	7,23	6,00	7,23	Navfac 1971-1982	1,50
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Navfac 1971-1982	0,48
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Navfac 1971-1982	3,59

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	7,8	3,80	7,8	Robertson 1983	15,60
Strato 3	3,04	4,50	3,04	Robertson 1983	6,08
Strato 4	10,91	5,10	10,91	Robertson 1983	21,82
Strato 5	2,28	5,40	2,28	Robertson 1983	4,56
Strato 6	7,23	6,00	7,23	Robertson 1983	14,46
Strato 7	2,85	6,80	2,85	Robertson 1983	5,70
Strato 8	19,92	7,40	17,46	Robertson 1983	34,92

**PROVA ... Nr.3**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda rilevata

PENNY 30  
 30/03/2016  
 6,30 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	1	0,857	3,47	4,05	0,17	0,20
0,20	4	0,855	13,86	16,22	0,69	0,81
0,30	3	0,853	10,37	12,16	0,52	0,61
0,40	4	0,851	13,80	16,22	0,69	0,81
0,50	3	0,849	10,32	12,16	0,52	0,61
0,60	3	0,847	10,30	12,16	0,52	0,61
0,70	2	0,845	6,85	8,11	0,34	0,41
0,80	1	0,843	3,42	4,05	0,17	0,20
0,90	1	0,842	3,41	4,05	0,17	0,20
1,00	1	0,840	3,23	3,85	0,16	0,19
1,10	1	0,838	3,22	3,85	0,16	0,19
1,20	1	0,836	3,22	3,85	0,16	0,19
1,30	1	0,835	3,21	3,85	0,16	0,19
1,40	1	0,833	3,20	3,85	0,16	0,19
1,50	1	0,831	3,20	3,85	0,16	0,19
1,60	1	0,830	3,19	3,85	0,16	0,19
1,70	5	0,828	15,92	19,23	0,80	0,96
1,80	5	0,826	15,89	19,23	0,79	0,96
1,90	12	0,825	38,07	46,15	1,90	2,31
2,00	19	0,773	53,75	69,51	2,69	3,48
2,10	5	0,822	15,03	18,29	0,75	0,91
2,20	5	0,820	15,00	18,29	0,75	0,91
2,30	5	0,819	14,97	18,29	0,75	0,91
2,40	5	0,817	14,95	18,29	0,75	0,91
2,50	5	0,816	14,92	18,29	0,75	0,91
2,60	4	0,814	11,92	14,63	0,60	0,73
2,70	6	0,813	17,84	21,95	0,89	1,10
2,80	4	0,811	11,87	14,63	0,59	0,73
2,90	4	0,810	11,85	14,63	0,59	0,73
3,00	3	0,809	8,46	10,47	0,42	0,52
3,10	3	0,807	8,45	10,47	0,42	0,52
3,20	2	0,806	5,62	6,98	0,28	0,35
3,30	3	0,805	8,42	10,47	0,42	0,52
3,40	12	0,803	33,63	41,86	1,68	2,09
3,50	11	0,802	30,78	38,37	1,54	1,92
3,60	10	0,801	27,94	34,88	1,40	1,74
3,70	8	0,800	22,32	27,91	1,12	1,40
3,80	7	0,798	19,50	24,42	0,97	1,22
3,90	7	0,797	19,47	24,42	0,97	1,22
4,00	7	0,796	18,57	23,33	0,93	1,17
4,10	7	0,795	18,55	23,33	0,93	1,17
4,20	4	0,794	10,58	13,33	0,53	0,67
4,30	8	0,793	21,13	26,67	1,06	1,33
4,40	18	0,741	44,49	60,00	2,22	3,00
4,50	18	0,740	44,42	60,00	2,22	3,00
4,60	18	0,739	44,35	60,00	2,22	3,00
4,70	18	0,738	44,29	60,00	2,21	3,00
4,80	12	0,787	31,48	40,00	1,57	2,00
4,90	11	0,786	28,82	36,67	1,44	1,83
5,00	11	0,785	27,56	35,11	1,38	1,76
5,10	14	0,734	32,80	44,68	1,64	2,23
5,20	20	0,733	46,79	63,83	2,34	3,19
5,30	20	0,732	46,72	63,83	2,34	3,19
5,40	14	0,731	32,66	44,68	1,63	2,23
5,50	5	0,780	12,45	15,96	0,62	0,80
5,60	6	0,779	14,92	19,15	0,75	0,96
5,70	8	0,778	19,87	25,53	0,99	1,28
5,80	5	0,777	12,40	15,96	0,62	0,80
5,90	5	0,776	12,39	15,96	0,62	0,80
6,00	5	0,775	11,87	15,31	0,59	0,77
6,10	5	0,775	11,86	15,31	0,59	0,77

6,20	15	0,724	33,23	45,92	1,66	2,30
6,30	50	0,573	87,68	153,06	4,38	7,65

#### Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 3	7,215	12,025	19,24	28,86	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
Strato 4	7,305	12,175	19,48	29,22	Liquefazione possibile al X° Mercalli

#### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

##### TERRENI COESIVI

###### Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi- Peck	Sanglerat	Terzaghi- Peck (1948)	U.S.D.M. S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
Strato 1	1,52	1,70	0,10	0,19	0,00	0,06	0,15	0,20	0,14	0,55	0,08	0,09	0,19
Strato 2	4,28	3,30	0,27	0,54	0,25	0,17	0,42	0,51	0,39	0,75	0,21	0,36	0,54

###### Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	
Strato 1	1,52	1,70	Robertson (1983)	3,04
Strato 2	4,28	3,30	Robertson (1983)	8,56

###### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
Strato 1	1,52	1,70	6,97	22,80	17,30	19,00
Strato 2	4,28	3,30	19,64	64,20	45,45	53,50

###### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
Strato 1	1,52	1,70	-2,92	15,20
Strato 2	4,28	3,30	28,82	42,80

###### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,52	1,70	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	4,28	3,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

###### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,52	1,70	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 2	4,28	3,30	Meyerhof ed altri	1,72

###### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,52	1,70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85
Strato 2	4,28	3,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,87

##### TERRENI INCOERENTI

###### Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 3	7,99	6,10	29,54	58,32	53,26	28,38
Strato 4	24,73	6,30	47,51	87,7	57,72	51,03

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schermann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
Strato 3	7,99	6,10	7,99	29,28	22,28	30,24	29,84	32,89	0	<30	25,95	29,4	36,95	27,64
Strato 4	24,73	6,30	19,865	32,68	25,68	33,56	30,77	37,03	40,28	30-32	32,26	32,96	44,85	34,93

#### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 3	7,99	6,10	7,99	---	63,92	---	---	---
Strato 4	24,73	6,30	19,865	318,14	158,92	235,11	328,99	174,32

#### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrant 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 3	7,99	6,10	7,99	---	43,88	56,73	73,64
Strato 4	24,73	6,30	19,865	119,19	68,27	141,04	126,60

#### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 3	7,99	6,10	7,99	7,99	Classificazione A.G.I. 1977
Strato 4	24,73	6,30	19,865	19,865	Classificazione A.G.I. 1977

#### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 3	7,99	6,10	7,99	Meyerhof ed altri	1,66
Strato 4	24,73	6,30	19,865	Meyerhof ed altri	1,99

#### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Sastro (t/m <sup>3</sup> )
Strato 3	7,99	6,10	7,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 4	24,73	6,30	19,865	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

#### Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 3	7,99	6,10	7,99	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	24,73	6,30	19,865	(A.G.I.)	0,32

#### Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 3	7,99	6,10	7,99	458,47	445,01
Strato 4	24,73	6,30	19,865	1079,24	776,32

#### Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 3	7,99	6,10	7,99	Ohta & Goto (1978) Limi	132,122
Strato 4	24,73	6,30	19,865	Ohta & Goto (1978) Limi	163,163

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 3	7,99	6,10	7,99		
Strato 4	24,73	6,30	19,865		

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 3	7,99	6,10	7,99		---
Strato 4	24,73	6,30	19,865		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 3	7,99	6,10	7,99		---
Strato 4	24,73	6,30	19,865		---

**PROVA ... Nr.4**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

PENNY 30  
 30/03/2016  
 2,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	2	0,857	6,95	8,11	0,35	0,41
0,20	3	0,855	10,39	12,16	0,52	0,61
0,30	3	0,853	10,37	12,16	0,52	0,61
0,40	4	0,851	13,80	16,22	0,69	0,81
0,50	5	0,849	17,21	20,27	0,86	1,01
0,60	6	0,847	20,60	24,32	1,03	1,22
0,70	5	0,845	17,13	20,27	0,86	1,01
0,80	7	0,843	23,93	28,38	1,20	1,42
0,90	8	0,842	27,29	32,43	1,36	1,62
1,00	10	0,840	32,30	38,46	1,61	1,92
1,10	11	0,838	35,45	42,31	1,77	2,12
1,20	11	0,836	35,38	42,31	1,77	2,12
1,30	12	0,835	38,52	46,15	1,93	2,31
1,40	11	0,833	35,24	42,31	1,76	2,12
1,50	10	0,831	31,97	38,46	1,60	1,92
1,60	10	0,830	31,91	38,46	1,60	1,92
1,70	11	0,828	35,03	42,31	1,75	2,12
1,80	11	0,826	34,96	42,31	1,75	2,12
1,90	12	0,825	38,07	46,15	1,90	2,31
2,00	10	0,823	30,12	36,59	1,51	1,83
2,10	12	0,822	36,07	43,90	1,80	2,20
2,20	14	0,770	39,45	51,22	1,97	2,56
2,30	14	0,769	39,37	51,22	1,97	2,56
2,40	11	0,817	32,89	40,24	1,64	2,01
2,50	15	0,766	42,02	54,88	2,10	2,74

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 1	3,43	0,80	18,87	44,65	55,25	16,53
Strato 2	8,89	2,50	33,06	63,86	56,68	30,49

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck- Hanson- Thornbur- n- Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmert- mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFI CATION )	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
Strato 1	3,43	0,80	3,43	27,98	20,98	28,96	0	31	0	<30	22,17	28,03	29,74	23,28
Strato 2	8,89	2,50	8,89	29,54	22,54	30,49	31,92	33,24	0	<30	26,55	29,67	37,99	28,33

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 1	3,43	0,80	3,43	---	27,44	---	---	---
Strato 2	8,89	2,50	8,89	---	71,12	105,60	---	---

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	3,43	0,80	3,43	---	34,51	24,35	53,30
Strato 2	8,89	2,50	8,89	---	45,72	63,12	77,65

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Meyerhof ed altri	1,47
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Meyerhof ed altri	1,69

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Sastro (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,43	0,80	3,43	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	8,89	2,50	8,89	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 1	3,43	0,80	3,43	207,06	265,45
Strato 2	8,89	2,50	8,89	506,85	474,99

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Ohta & Goto (1978) Limi	70,945
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Ohta & Goto (1978) Limi	109,965

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Seed e Idriss (1971)	---
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Seed e Idriss (1971)	---

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Navfac 1971-1982	0,62
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Navfac 1971-1982	1,86

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	3,43	0,80	3,43	Robertson 1983	6,86
Strato 2	8,89	2,50	8,89	Robertson 1983	17,78

**PROVA ... Nr.5**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

PENNY 30  
 30/03/2016  
 2,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	3	0,857	10,42	12,16	0,52	0,61
0,20	5	0,855	17,32	20,27	0,87	1,01
0,30	6	0,853	20,74	24,32	1,04	1,22
0,40	6	0,851	20,69	24,32	1,03	1,22
0,50	7	0,849	24,09	28,38	1,20	1,42
0,60	11	0,847	37,77	44,59	1,89	2,23
0,70	11	0,845	37,69	44,59	1,88	2,23
0,80	8	0,843	27,35	32,43	1,37	1,62
0,90	12	0,842	40,94	48,65	2,05	2,43
1,00	14	0,790	42,53	53,85	2,13	2,69
1,10	14	0,788	42,43	53,85	2,12	2,69
1,20	12	0,836	38,60	46,15	1,93	2,31
1,30	12	0,835	38,52	46,15	1,93	2,31
1,40	11	0,833	35,24	42,31	1,76	2,12
1,50	10	0,831	31,97	38,46	1,60	1,92
1,60	10	0,830	31,91	38,46	1,60	1,92
1,70	10	0,828	31,84	38,46	1,59	1,92
1,80	11	0,826	34,96	42,31	1,75	2,12
1,90	9	0,825	28,55	34,62	1,43	1,73
2,00	10	0,823	30,12	36,59	1,51	1,83
2,10	9	0,822	27,05	32,93	1,35	1,65
2,20	11	0,820	33,00	40,24	1,65	2,01
2,30	12	0,819	35,94	43,90	1,80	2,20
2,40	14	0,767	39,29	51,22	1,96	2,56
2,50	16	0,766	44,82	58,54	2,24	2,93

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 1	5,57	0,80	27,75	56,76	57,8	22,34
Strato 2	9,07	2,50	33,32	64,24	56,78	30,9

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck- Hanson- Thornbur- n- Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmert- mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFI CATION )	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
Strato 1	5,57	0,80	5,57	28,59	21,59	29,56	0	31,91	0	<30	24,14	28,67	33,97	25,55
Strato 2	9,07	2,50	9,07	29,59	22,59	30,54	31,94	33,31	0	<30	26,66	29,72	38,17	28,47

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 1	5,57	0,80	5,57	---	44,56	---	---	---
Strato 2	9,07	2,50	9,07	---	72,56	107,73	---	---

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrant 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	5,57	0,80	5,57	---	38,91	39,55	62,84
Strato 2	9,07	2,50	9,07	---	46,09	64,40	78,45

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,57	0,80	5,57	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	9,07	2,50	9,07	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,57	0,80	5,57	Meyerhof ed altri	1,56
Strato 2	9,07	2,50	9,07	Meyerhof ed altri	1,70

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	5,57	0,80	5,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	9,07	2,50	9,07	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,57	0,80	5,57	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	9,07	2,50	9,07	(A.G.I.)	0,34

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 1	5,57	0,80	5,57	326,60	356,97
Strato 2	9,07	2,50	9,07	516,49	480,85

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 1	5,57	0,80	5,57	Ohta & Goto (1978) Limi	77,153
Strato 2	9,07	2,50	9,07	Ohta & Goto (1978) Limi	110,347

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	5,57	0,80	5,57		
Strato 2	9,07	2,50	9,07		

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	5,57	0,80	5,57		---
Strato 2	9,07	2,50	9,07		---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	5,57	0,80	5,57		---
Strato 2	9,07	2,50	9,07		---

**PROVA ... Nr.6**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

PENNY 30  
 30/03/2016  
 2,50 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,10	3	0,857	10,42	12,16	0,52	0,61
0,20	3	0,855	10,39	12,16	0,52	0,61
0,30	4	0,853	13,83	16,22	0,69	0,81
0,40	3	0,851	10,35	12,16	0,52	0,61
0,50	5	0,849	17,21	20,27	0,86	1,01
0,60	6	0,847	20,60	24,32	1,03	1,22
0,70	7	0,845	23,98	28,38	1,20	1,42
0,80	7	0,843	23,93	28,38	1,20	1,42
0,90	9	0,842	30,70	36,49	1,54	1,82
1,00	11	0,840	35,53	42,31	1,78	2,12
1,10	11	0,838	35,45	42,31	1,77	2,12
1,20	11	0,836	35,38	42,31	1,77	2,12
1,30	12	0,835	38,52	46,15	1,93	2,31
1,40	15	0,783	45,17	57,69	2,26	2,88
1,50	15	0,781	45,07	57,69	2,25	2,88
1,60	12	0,830	38,29	46,15	1,91	2,31
1,70	12	0,828	38,21	46,15	1,91	2,31
1,80	15	0,776	44,79	57,69	2,24	2,88
1,90	11	0,825	34,89	42,31	1,74	2,12
2,00	13	0,773	36,77	47,56	1,84	2,38
2,10	12	0,822	36,07	43,90	1,80	2,20
2,20	13	0,770	36,63	47,56	1,83	2,38
2,30	16	0,769	44,99	58,54	2,25	2,93
2,40	16	0,767	44,91	58,54	2,25	2,93
2,50	21	0,716	54,99	76,83	2,75	3,84

**TERRENI INCOERENTI**

**Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 1	4,09	0,90	21,83	48,48	55,83	18,37
Strato 2	10,57	2,50	36,44	69,14	57,54	34,23

**Angolo di resistenza al taglio**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck- Hanson- Thornbur- n- Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmert- mann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi- Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFI CATION )	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
Strato 1	4,09	0,90	4,09	28,17	21,17	29,15	0	31,28	0	<30	22,83	28,23	31,27	24,04
Strato 2	10,57	2,50	10,57	30,02	23,02	30,96	32,12	33,89	37,68	<30	27,59	30,17	39,5	29,54

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze- Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 1	4,09	0,90	4,09	---	32,72	---	---	---
Strato 2	10,57	2,50	10,57	232,06	84,56	125,43	259,27	127,85

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	4,09	0,90	4,09	---	35,87	29,04	56,24
Strato 2	10,57	2,50	10,57	63,42	49,18	75,05	85,14

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,09	0,90	4,09	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	10,57	2,50	10,57	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	4,09	0,90	4,09	Meyerhof ed altri	1,50
Strato 2	10,57	2,50	10,57	Meyerhof ed altri	1,75

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Sastro (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	4,09	0,90	4,09	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	10,57	2,50	10,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,09	0,90	4,09	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	10,57	2,50	10,57	(A.G.I.)	0,33

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 1	4,09	0,90	4,09	244,31	295,58
Strato 2	10,57	2,50	10,57	596,41	527,98

**Velocità onde**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 1	4,09	0,90	4,09	Ohta & Goto (1978) Limi	74,82
Strato 2	10,57	2,50	10,57	Ohta & Goto (1978) Limi	113,963

**Liquefazione**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	4,09	0,90	4,09	---	---
Strato 2	10,57	2,50	10,57	---	---

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	4,09	0,90	4,09	---	---
Strato 2	10,57	2,50	10,57	---	---

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	4,09	0,90	4,09	---	---
Strato 2	10,57	2,50	10,57	---	---

## INDAGINE GEOFISICA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulle caratteristiche sismiche di un terreno che sarà interessato dalla costruzione di strutture ricettive sportive e balneari in località Chiarone, nel Comune di Capalbio (GR).

### ANALISI SVOLTA CON LE ONDE SUPERFICIALI - MASW

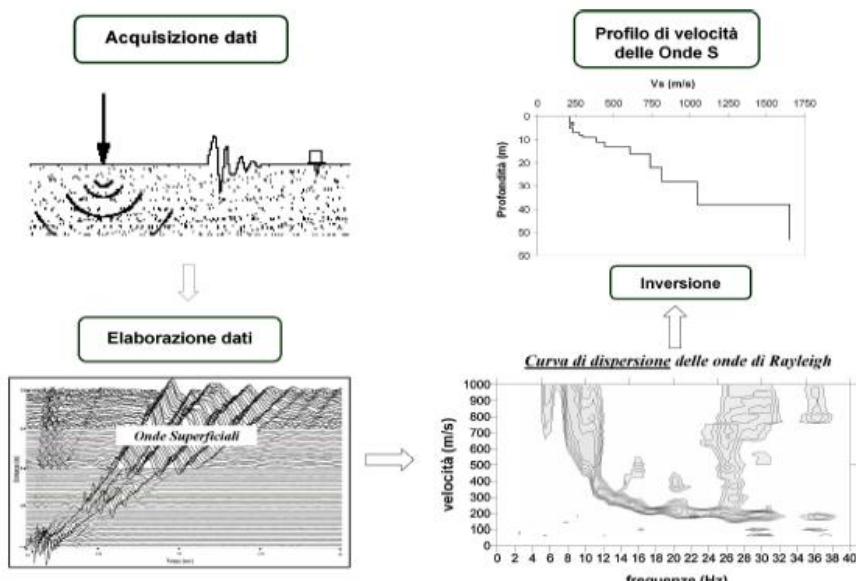
#### CENNI TEORICI

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh.

Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali



presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-parallelvi.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali delle curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

### **STRUMENTAZIONE USATA**

-Sismografo Ambrogeo Echo 2002 seismic unit  
-Numero dei canali 12

-A/D conversione 16 bit

-Geofoni verticali da 4.5 hz

### **SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE**

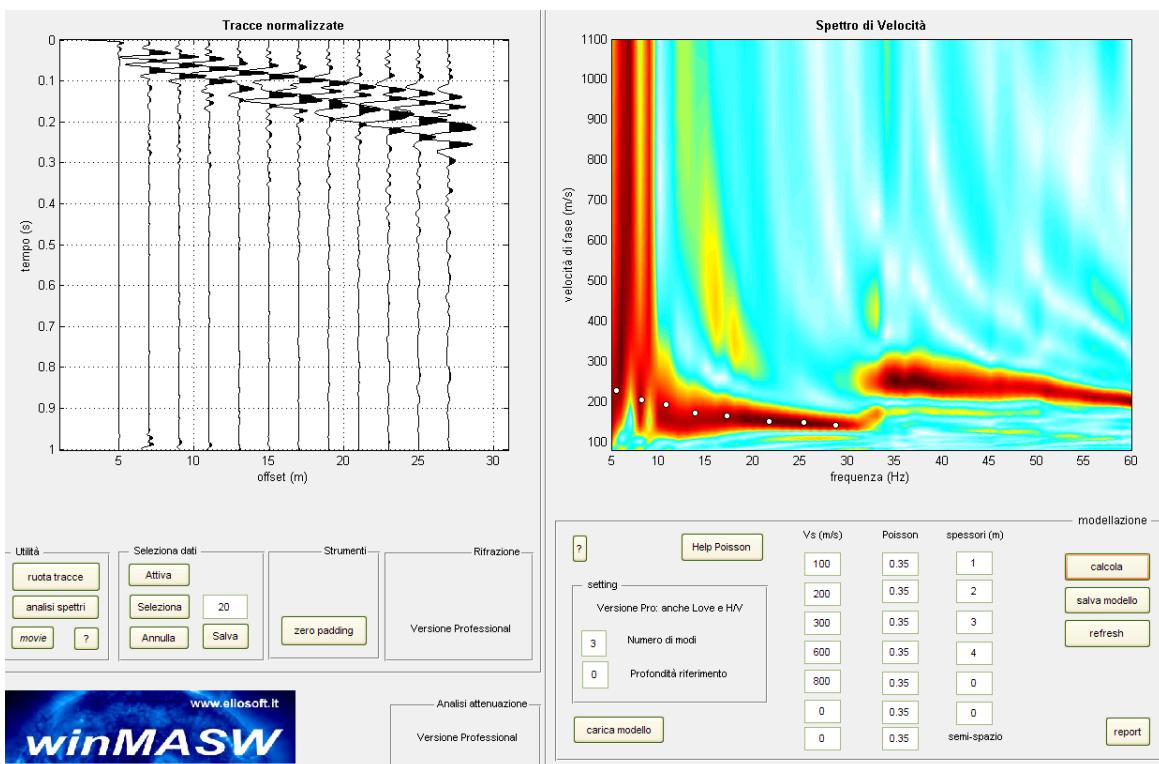
-energizzazione per rilievo masw

Massa battente (mazza da 8 kg)

### **MODALITA' OPERATIVA**

Si sono disposti i geofoni sul terreno quindi si è energizzato tramite mazza da 8 kg.  
Si sono effettuate registrazioni di 1 sec.

## MASW 1



## MODELLO MEDIO

V<sub>s</sub> (m/s): 113 179 258

Deviazioni Standard (m/s): 14 5 12

Spessori (m): 1.4 4.8

Deviazioni Standard (m): 0.2 0.4

Valori approssimati per V<sub>p</sub>, densità ed alcuni moduli elastici

V<sub>p</sub> (m/s): 248 369 546

Densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.72 1.81 1.91

Modulo di taglio (MPa): 22 58 127

Rapporto V<sub>p</sub>/V<sub>s</sub>: 2.19 2.06 2.12

Poisson: 0.37 0.35 0.36

Modulo di Young (MPa): 60 156 344

Lamé (MPa): 62 131 315

Modulo di compressione (MPa): 76 169 399

Fundamental mode

Mean model

f(Hz) VR(m/s)

5.54505	223.0879
8.22072	212.2247
10.7973	195.4281
13.8694	174.8714
17.2387	162.1319
21.6982	153.1167
25.3649	146.8913
28.7342	140.2881

## MODELLO MIGLIORE

Vs (m/s): 119.2334 180.9769 260.8618

Spessori (m): 1.5926 4.7172

Valori approssimati per Vp, densità ed alcuni moduli elasticici

Vp (m/s): 249 356 521

Densità (gr/cm3): 1.72 1.80 1.90

Moduli di Taglio (MPa): 24 59 129

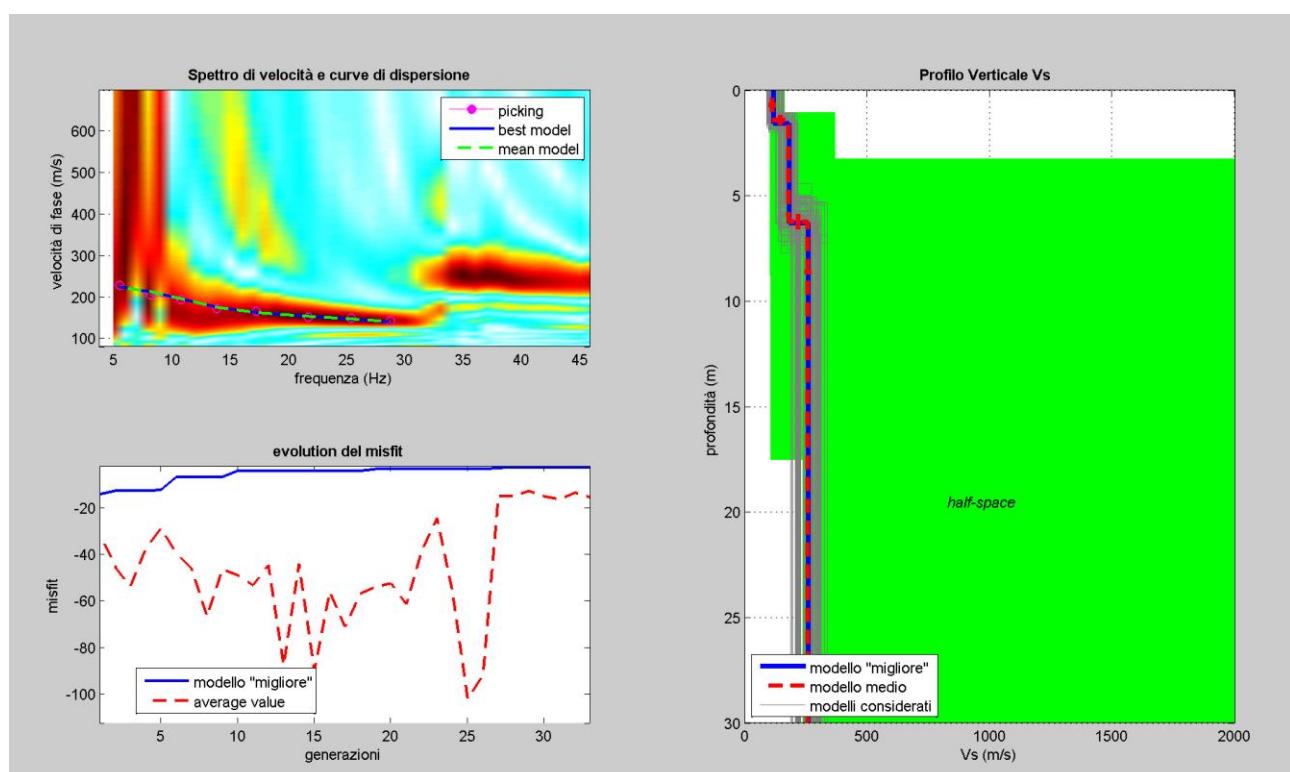
Rapporto Vp/Vs: 2.09 1.97 2.00

Poisson: 0.35 0.33 0.33

Moduli di Young (MPa): 66 157 344

Lamé (MPa): 58 110 256

Modulo di compressione (MPa): 74 150 342



dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

## Fundamental mode

### best model

F(Hz)	VR(m/s)
5.54505	223.4667
8.22072	212.045
10.7973	195.0909
13.8694	175.0265
17.2387	162.4082
21.6982	152.9628
25.3649	146.2722
28.7342	139.6489

VS5 (modello medio): 153 m/s

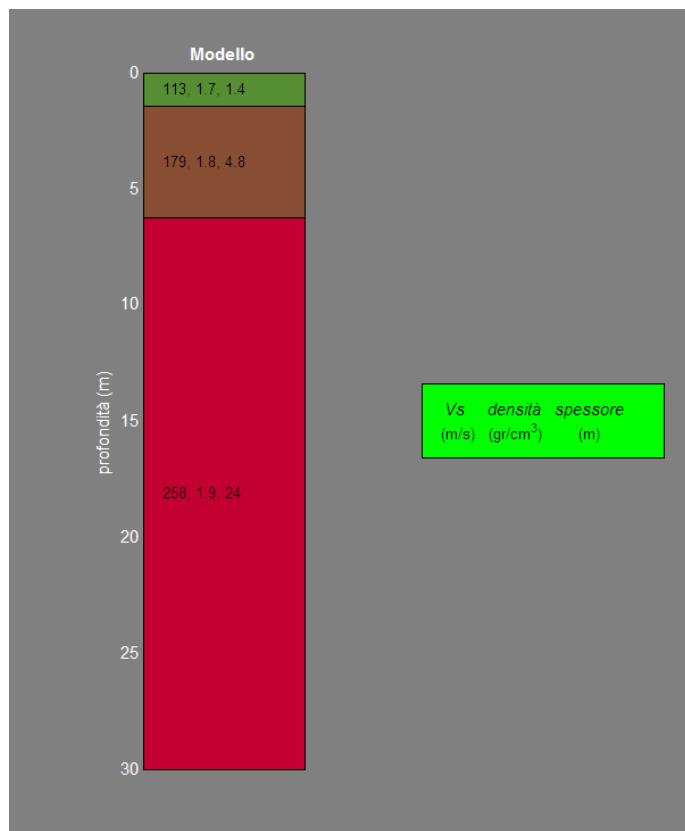
VS5 (modello "migliore"): 155 m/s

VS20 (modello medio): 215 m/s

VS20 (modello "migliore"): 218 m/s

VS30 (modello medio): 228 m/s

VS30 (modello "migliore"): 230 m/s **suolo tipo S1** (per la presenza di torbe con spessori maggiori di 3 mt)



Stratigrafia

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

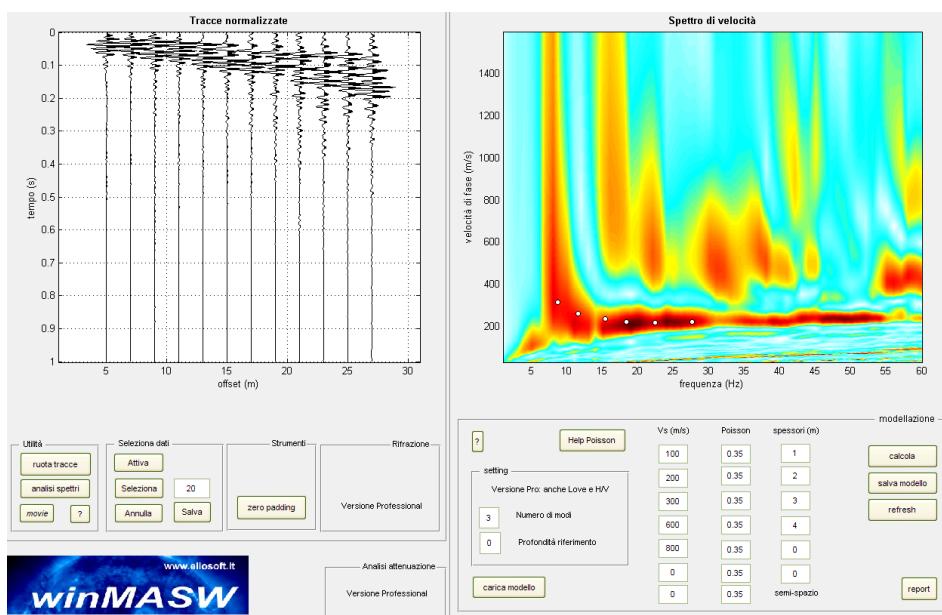
D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

**S1** - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero 10 < cuS30 < 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

**S2** - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

## MASW 2



## MODELLO MEDIO

Vs (m/s): 230 257 462

Deviazioni Standard (m/s): 0 0 0

Spessori (m): 6.9 4.7

Deviazioni Standard (m): 0.0 0.0

Valori approssimati per Vp, densità ed alcuni moduli elastici

Vp (m/s): 485 524 981

Densità (gr/cm3): 1.88 1.90 2.05

Modulo di taglio (MPa): 99 125 437

Rapporto Vp/Vs: 2.11 2.04 2.12

Poisson: 0.35 0.34 0.36

Modulo di Young (MPa): 269 336 1188

Lamé (MPa): 243 270 1097

Modulo di compressione (MPa): 309 354 1389

Fundamental mode

Mean model

f(Hz) VR(m/s)

8.70721 323.2826

11.5775 253.6333

15.4045 228.7723

18.3811 222.4246

22.4207 218.66

27.6297 216.6872

## MODELLO MIGLIORE

Vs (m/s): 229.3095 253.1839 476.6888

Spessori (m): 6.7682 4.7329

Valori approssimati per Vp, densità ed alcuni moduli elastici

Vp (m/s): 509 506 950

Densità (gr/cm3): 1.89 1.89 2.04

Moduli di Taglio (MPa): 99 121 464

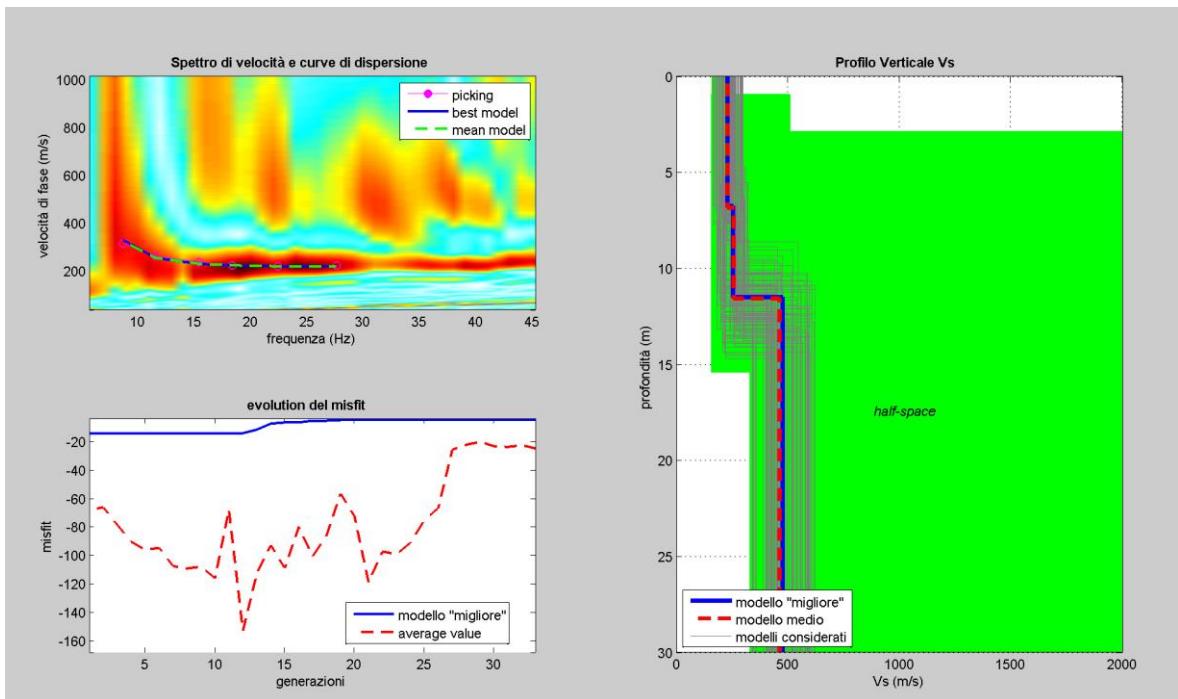
Rapporto Vp/Vs: 2.22 2.00 1.99

Poisson: 0.37 0.33 0.33

Moduli di Young (MPa): 272 322 1237

Lamé (MPa): 291 242 913

Modulo di compressione (MPa): 358 322 1223



dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode

best model

F(Hz)	VR(m/s)
8.70721	328.0723
11.5775	253.3308
15.4045	228.4086
18.3811	222.1837
22.4207	218.5257
27.6297	216.6143

VS5 (modello medio): 230 m/s

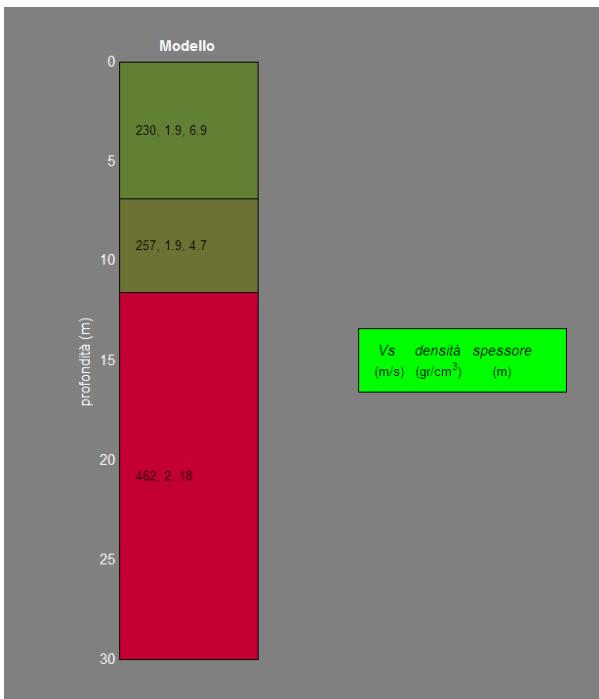
VS5 (modello "migliore"): 229 m/s

VS20 (modello medio): 301 m/s

VS20 (modello "migliore"): 303 m/s

VS30 (modello medio): 341 m/s

VS30 (modello "migliore"): 345 m/s **suolo tipo C**



stratigrafia

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero 10 < cu30 < 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

## **Parametri sismici MASW n. 1 (sedimenti di retro-duna)**

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 42,3823089856579

longitudine: 11,4496536158419

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 26276	Lat: 42,3657Lon: 11,3921	Distanza: 5075,022
Sito 2 ID: 26277	Lat: 42,3669Lon: 11,4598	Distanza: 1906,370
Sito 3 ID: 26055	Lat: 42,4169Lon: 11,4582	Distanza: 3907,211
Sito 4 ID: 26054	Lat: 42,4157Lon: 11,3904	Distanza: 6116,388

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: S1

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,026 g

Fo: 2,616

Tc\*: 0,190 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,031 g  
Fo: 2,659  
Tc\*: 0,212 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,057 g  
Fo: 2,790  
Tc\*: 0,299 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,067 g  
Fo: 2,883  
Tc\*: 0,312 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 0,000  
Cc: 0,000  
St: 1,000  
Kh: 0,000  
Kv: 0,000  
Amax: 0,000  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 0,000  
Cc: 0,000  
St: 1,000  
Kh: 0,000  
Kv: 0,000  
Amax: 0,000  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 0,000  
Cc: 0,000  
St: 1,000  
Kh: 0,000  
Kv: 0,000  
Amax: 0,000  
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 0,000  
Cc: 0,000  
St: 1,000  
Kh: 0,000  
Kv: 0,000  
Amax: 0,000  
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

Coordinate WGS84

latitudine: 42.381321  
longitudine: 11.448697

## **Parametri sismici MASW n. 2 (sedimenti di duna)**

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 42,3808350196071

longitudine: 11,4495465958423

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 26276	Lat: 42,3657 Lon: 11,3921	Distanza: 5009,401
Sito 2 ID: 26277	Lat: 42,3669 Lon: 11,4598	Distanza: 1764,610
Sito 3 ID: 26055	Lat: 42,4169 Lon: 11,4582	Distanza: 4070,089
Sito 4 ID: 26054	Lat: 42,4157 Lon: 11,3904	Distanza: 6210,300

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,026 g

Fo: 2,617

Tc\*: 0,190 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,031 g  
Fo: 2,659  
Tc\*: 0,212 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,057 g  
Fo: 2,790  
Tc\*: 0,299 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,067 g  
Fo: 2,883  
Tc\*: 0,312 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500

Cc: 1,820

St: 1,000

Kh: 0,008

Kv: 0,004

Amax: 0,384

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,750

St: 1,000

Kh: 0,009

Kv: 0,005

Amax: 0,460

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500

Cc: 1,560

St: 1,000

Kh: 0,017

Kv: 0,009

Amax: 0,844

Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500

Cc: 1,540

St: 1,000

Kh: 0,020

Kv: 0,010

Amax: 0,990

Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

Coordinate WGS84

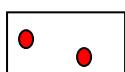
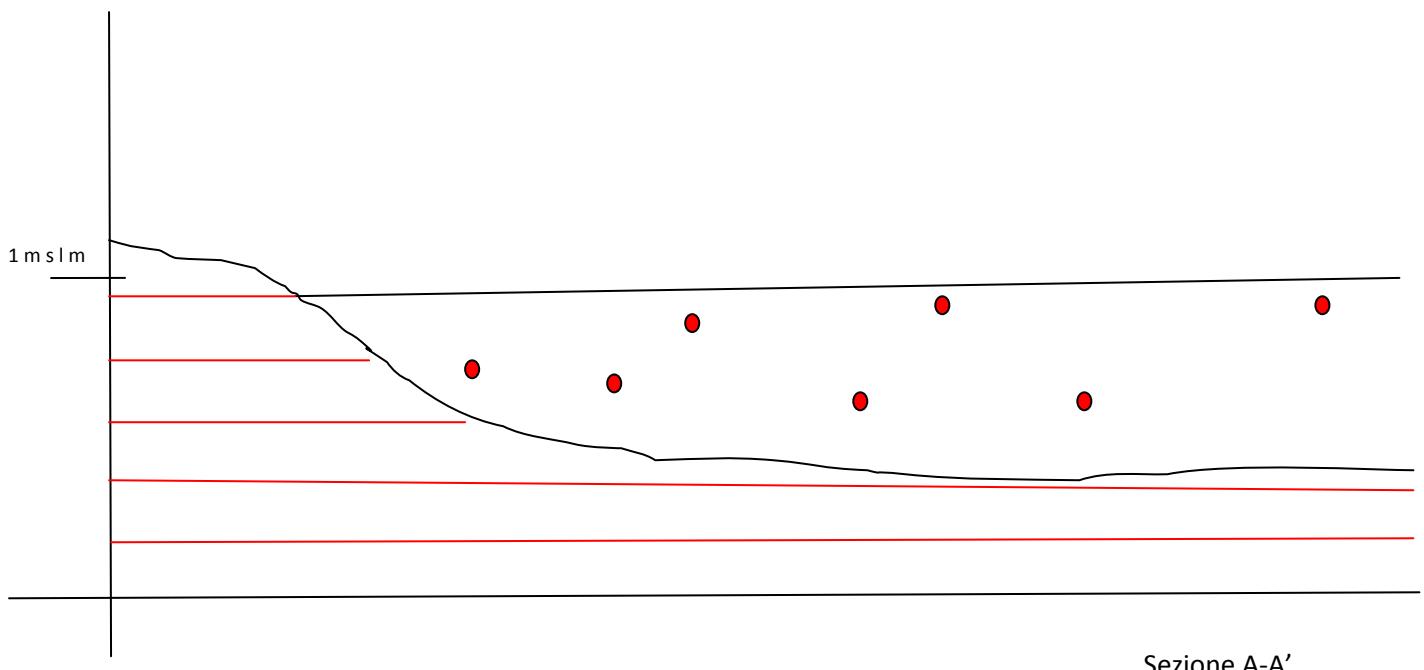
latitudine: 42.379847

longitudine: 11.448590



Ubicazione indagini

- CPT bibliografiche
  - CPT
  - /— Traccia di sezione A-A'
  - Sondaggio
  - Penetrometrie dinamiche leggere
- MASW n. 1                            MASW n. 2



depositi torboso limoso sabbiosi di retroduna

*Angolo di attrito interno .....*  $17^{\circ}-19^{\circ}$

*Peso specifico .....*  $1,4-1,5 \text{ t/m}^3$

*Coesione .....*  $4-5 \text{ Kpa}$



Sabbie di duna e sedimento di duna

*Angolo di attrito interno .....*  $27^{\circ}-28^{\circ}$

*Peso specifico .....*  $1,8 \text{ t/m}^3$

*Coesione .....*  $16-17 \text{ Kpa}$