COMUNE DI CAMPOROSSO

PROVINCIA DI IMPERIA

Progetto:
S.U.A.P. in Variante al P.U.C e al P.T.C.P. per realizzazione struttura commerciale - supermercato (MSV) e spazi esterni in località Braie
(Foglio 16 mapp. 1481, 1262, 1263, 1264 e 1265)

Committente:
Dott. Michele MANNINI, L.R. Soc NASHIRA CAPITAL S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettisti:
Geom. Armando BIASI e Arch. Claudia PONZIO

Dott. Geol. Demis CILIBERTI

Geologia Tecnica e Ambientale

Via Giovanni XXIII 25 - Vallecrosia (IM)
cell. 339 1079305
e-mail demis.cili@gmail.com

Vallecrosia, 6 Febbraio 2024

INDICE

- ***PREMESSA***
- ***INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO***
- ***CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI***
- ***PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE LEGGERE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI***
- ***INDAGINE GEOFISICA – PROSPEZIONE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (METODO HVSR)***
- ***CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO SISMICO***
- ***CONCLUSIONI***

- ***ALLEGATI***
  - *Carta geologico-geomorfologica (con elementi idrogeologici ed idrologici; scala 1:2.000)*
  - *Cartografia Piano di Bacino "Torrente Nervia"*
  - *Planimetria di progetto con ubicazione degli accertamenti geofisici e geognostici*
  - *Certificato parametri sismici – spettri di risposta*
  - *Prove penetrometriche dinamiche – elaborati*
  - *Stratigrafia pozzi acquedotto di Savona*
  - *Sezione stratigrafica interpretativa (sulla sezione B-B di progetto; scala 1:200)*
  - *Documentazione fotografica*

PREMESSA

Nella presente relazione vengono esposte le principali risultanze dell'indagine geologico – tecnica eseguita dallo scrivente Geologo Demis CILIBERTI (iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria con il numero 469) in Comune di Camporosso (IM) – Via Braie – a supporto di un pratica S.U.A.P in Variante al P.U.C e al P.T.C.P, curato dall'Arch. Claudio PONZIO e dal Geom. Armando BIASI, per la realizzazione di struttura commerciale - supermercato (MSV) e la sistemazione degli spazi esterni.

L'indagine, realizzata su commissione del Dott. Michele Mannini, Legale Rappresentante della Soc. NASHIRA CAPITAL S.R.L., è stata estesa ad una porzione di territorio comprendente l'area direttamente interessata dall'intervento e le zone ad essa immediatamente circostanti (per un congruo intorno), al fine di accertare la compatibilità del progetto con le caratteristiche geologiche l.s. del sito nonché fornire utili indicazioni di carattere stratigrafico, geotecnico e sismico al tecnico strutturista. Il progetto in esame prevede la realizzazione, in corrispondenza di un settore pianeggiante attualmente in parte adibito a coltivazioni (foto 1 e 3 in allegato) ed in parte incolto (foto 2), di un intervento con destinazione d'uso commerciale (supermercato) di media struttura e sistemazioni al contorno. La superficie dell'edifico (escluse le pensiline, tettoie e locali tecnici e sistemi di risalita pedonali e rampa carrabile per la porzione non utilizzabile in intradosso) è pari a mq 1.212,19 mq lordi, realizzati in un lotto di superficie complessiva pari a mq 4.686,00 (superficie catastale). L'edificio sarà realizzato ad un solo piano (piano terra) in struttura prefabbricata (c.a.p.). La copertura risulta adibita a parcheggio pertinenziale privato. All'interno della struttura si trovano gli ambienti destinati alla vendita e quelli di servizio (laboratori, depositi e magazzini, servizi). Il contorno risulta non interessato da alcun tipo di edificazione, data la presenza di vincolo di inedificabilità assoluta ai sensi delle PdB vigente, per una profondità di 20,00 ml a partire dalla struttura spondale del canale idraulico che si sviluppa lungo il confine nord del lotto di intervento. Su tale porzione, si prevede un intervento di livellamento morfologico del terreno, contenuto nell'altezza massima di 50 cm (tav.04) Il Progetto non prevede alcuna realizzazione di opera pubblica a scomputo oneri. Data l'impossibilità di recuperare superficie da cedere, il Progetto prevede la completa monetizzazione della superficie a standard pubblico (DM 1444/68) generato.

Per maggiore chiarezza circa le opere proposte si rimanda, comunque, alla consultazione degli elaborati progettuali.

L'intervento comporterà l'esecuzione di movimenti terra sufficientemente contenuti; il materiale di risulta degli scavi per la posa in opera delle fondazioni, qualora non conferito presso una discarica o un centro di recupero autorizzati, potrà essere riutilizzato all'interno della proprietà o, in alternativa, come reinterro in altro cantiere autorizzato nel rispetto dei

disposti di cui alla vigente normativa in materia di terre e rocce da scavo (D.P.R. 120/2017). Nel caso in cui si rendesse necessario l'utilizzo, ai fini della parziale sopraelevazione del piano campagna, di materiale in riporto non proveniente dal sito d'intervento, questo dovrà essere di buona qualità (con bassa percentuale di fine), certificato o comunque proveniente da altro cantiere autorizzato ai sensi della succitata normativa ambientale.

I carichi indotti sul terreno dalle nuove strutture sono da considerarsi in linea di massima comparabili con le pressioni esercitate dai fabbricati e strutture commerciali siti nelle immediate vicinanze all'area d'intervento.

L'indagine geologica è stata realizzata ai sensi:

- del D.M. del 14.01.2008 "Norme Tecniche per le costruzioni";
- del D. lgs 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- dall'art. 74 delle Norme di Conformità e Congruenza del PUC di Camporosso;
- delle prescrizioni fornite dal vigente Piano di Bacino Stralcio per la difesa idraulica ed idrogeologica "Torrente Nervia", strumento di pianificazione elaborato dalla Provincia di Imperia.

Il sito d'intervento non ricade in zona sottoposta a vincolo idrogeologico.

Secondo quanto riportato nella "Carta della pericolosità o suscettività al dissesto" (Tavola n. 14), allegata al suddetto Piano di Bacino, il sito d'intervento ricade in *"Zona Pg0– area a pericolosità molto bassa".*

Per quel che riguarda il rischio idraulico, il sito in esame ricade, secondo quanto previsto dalla Carta degli Ambiti Normativi relativi alle fasce di inondabilità allegata al Piano di Bacino, in *fascia C* ovvero in area potenzialmente inondabile con periodo di ritorno T = 500 anni. Per quel che concerne gli aspetti meramente di natura idraulica si rimanda agli elaborati specifici prodotti da altro tecnico qualificato (ingegnere).

Gli interventi previsti non pregiudicheranno né renderanno maggiormente onerosa l'attuazione delle previsioni del Piano stesso.

L'indagine geologica è stata sostanzialmente articolata secondo le seguenti fasi:

- raccolta e consultazione del materiale bibliografico e cartografico esistente e riguardante l'area in oggetto e le zone circostanti; nello specifico, si sono attentamente analizzate le stratigrafie dei sondaggi relativi ai pozzi dell'acquedotto di Savona siti nelle immediate viicinanze alla proprietà in oggetto (per maggiore chiarezza circa il posizionamento dei pozzi si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici presente in allegato);
- attenta analisi degli elaborati progettuali forniti dai tecnici progettisti;
- consultazione dei dati ottenuti da precedenti indagini geognostiche (prove penetrometriche dinamiche leggere) e geofisiche (prove Masw, sismiche a rifrazione e

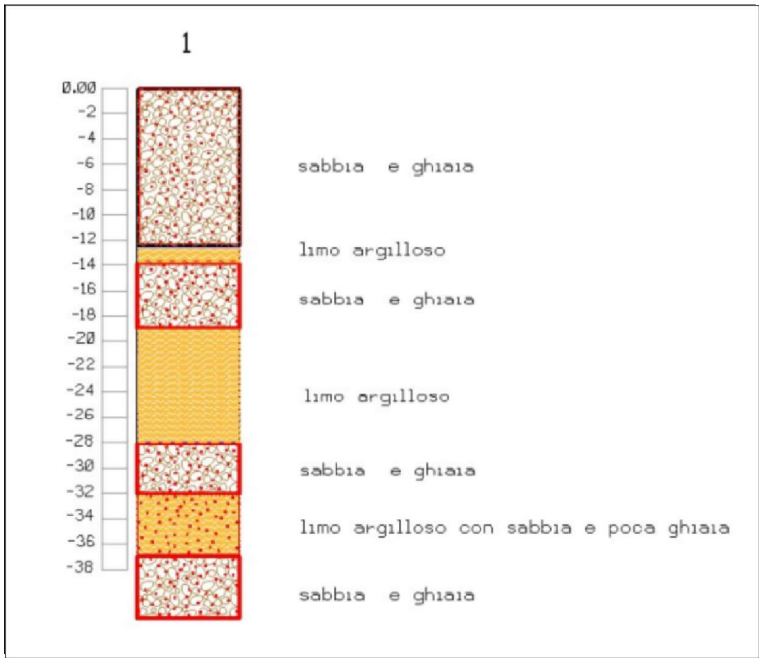
sismiche passive a stazione singola metodo HVSR) eseguite dallo scrivente in aree prossime sito d'intervento a supporto di precedenti progettazioni;

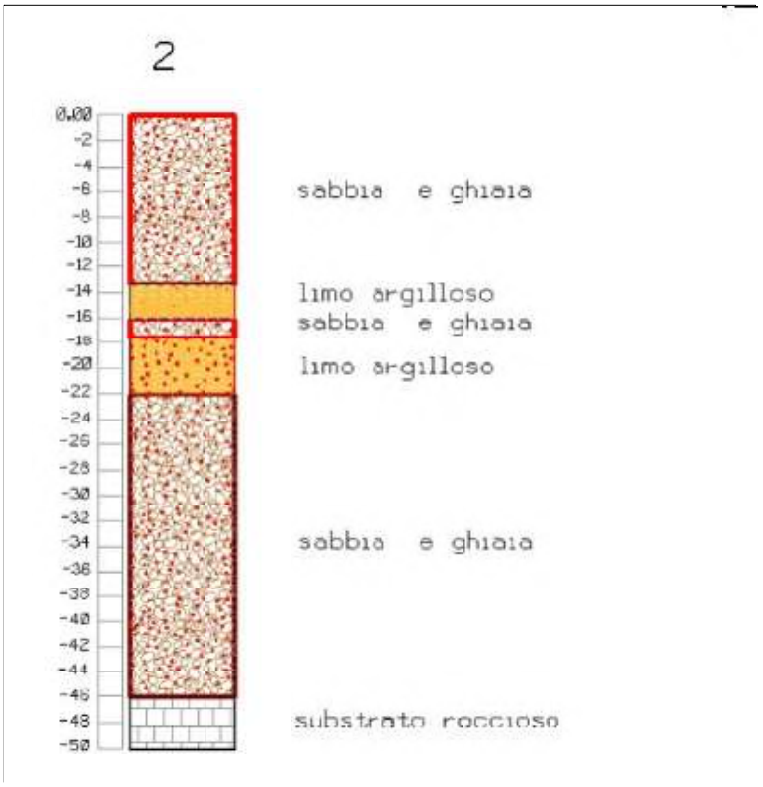
- sopralluogo in situ con rilevamento geologico-tecnico di superficie;
- esecuzione, nei punti meglio indicati nella planimetria in allegato, di n. 3 prove penetrometriche dinamiche leggere finalizzate alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo;
- esecuzione di indagine geofisica (n. 1 prospezione di sismica passiva a stazione singola - metodo HVSR) finalizzata alla determinazione della Vs30 e della Vs,eq nonché alla validazione della stratigrafia emersa dalle indagini di cui ai punti precedenti;
- sintesi di quanto emerso dalle indagini con redazione di elaborati grafici e della presente relazione esplicativa di sintesi.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO

L'area d'indagine è ubicata nel territorio comunale di Camporosso (IM), in località "Braie", in un'area mediamente antropizzata con presenza di diffusi insediamenti residenziali, turistici o commerciali e solo in parte ancora adibita alla pratica agricolo-floricola. Morfologicamente, la zona è riconducibile ad un ambiente di tipo fondovallivo; il sito d'intervento è infatti caratterizzato da morfologia pianeggiante e si colloca ad una quota di circa m 7 s.l.m.. Trattandosi di un tratto pianeggiante, *la proprietà in esame non è interessata da alcuna problematica di carattere geomorfologico*. I manufatti riscontrati nelle immediate vicinanze al lotto in esame non mostrano lungo le murature lesioni tali da giustificare la presenza di particolari problematiche di cedimenti in atto a livello fondazionale.

Dal punto di vista geolitologico, l'area è caratterizzata dalla presenza di depositi recenti di origine alluvionale a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaioso e sabbioso-limosa con intercalazione di orizzonti limoso-argillosi. Tali depositi, nei primi decimetri parzialmente rimaneggiati dalla pratica agricola (terreno vegetale), si presentano già a profondità abbastanza contenuta sufficientemente addensati e costipati e costituiscono generalmente un discreto terreno di fondazione. Le alluvioni, di potenza comunque pluridecametrica, sovrastano il substrato lapideo di età pliocenica. Si riportano di seguito le stratigrafie di n. 2 perforazioni eseguite nelle immediate vicinanze al sito d'intervento nell'ambito della realizzazione dei pozzi attualmente gestiti dall'Ireti (ex acquedotto di Savona):





Per maggiore chiarezza circa la caratterizzazione stratigrafica del sito si rimanda comunque alla consultazione dei capitoli relativi agli accertamenti geognostici e geofisici realizzati nonché degli elaborati in allegato.

CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi alluvionali sono caratterizzati, data la granulometria predominante medio-grossolana delle particelle, da una buona permeabilità per porosità e costituiscono il serbatoio (acquifero) per acque sotterranee di falda. La permeabilità risulta minore in concomitanza di livelli parzialmente cementati o costituiti da frazione fine predominante. Nelle immediate vicinanze al sito in esame è presente una grande derivazione d'acqua di "Campo Pozzi" attualmente gestita dalla Ireti costituita da n. 8 pozzi di subalveo che emungono acqua dal sottosuolo attraverso elettropompe sommerse ai fini per lo più potabili ed in subordine irrigui.

In loco è presente una falda acquifera con superficie piezometrica poco profonda (4-7 m circa), comunque variabile e strettamente connessa alle precipitazioni ed al regime idraulico del Torrente Nervia.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici, il sito d'intervento si colloca in un'area, come detto in premessa, potenzialmente alluvionabile solo per tempi di ritorno molto lunghi (500 anni), in adiacenza ad un canale di scolo delle acque di recente esecuzione. All'interno del lotto è presente un antico canale attualmente dismesso. Per quel che attiene le eventuali verifiche idrauliche si rimanda agli studi ed elaborati specifici prodotti da altro tecnico qualificato (ingegnere).

Le acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabilizzate dovranno essere opportunamente captate, convogliate e smaltite nell'esistente canale di scolo previo conferimento in vasca di raccolta intermedia dimensionata secondo quanto previsto dal vigente Regolamento Comunale per lo smaltimento delle acque bianche (il dimensionamento dovrà garantire un ritardo di immissione nel canale di deflusso non inferiore ad un quarto d'ora considerando una pioggia critica paria 100 mm/ora). Gli apporti idrici immessi nella vasca potranno anche essere riutilizzati per lo scarico dei wc.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE LEGGERE E PARAMETRI GEOTECNICI

Il rilevamento di superficie è stato supportato da un'indagine di profondità in sito con esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche utilizzando un penetrometro DPM medio (peso massa battente Kg 30). Tali prove, realizzate nei punti meglio indicati in allegato, sono state spinte fino a rifiuto (80 colpi/10 cm) ed hanno permesso, attraverso un'elaborazione dei dati di campagna, non solo di fornire un'indicazione sulla stratigrafia del sottosuolo (evidenziata nell'allegata sezione stratigrafica interpretativa) ma anche la determinazione dei principali caratteri geotecnici dei terreni attraversati.

Il rifiuto strumentale è stato ottenuto rispettivamente alle quote di m 2,90 (Pp1), m 1,20 (Pp2) e m 1,40 (Pp3) in concomitanza di orizzonti ghiaioso-sabbiosi con ciottoli sufficientemente addensati. Durante l'estrazione delle aste non si sono riscontrati orizzonti di terreno saturi d'acqua o particolarmente umidi.

I parametri geotecnici sono stati ricavati indirettamente attraverso l'applicazione di alcune correlazioni note in bibliografia ed attualmente scientificamente accettate, correlazioni che coinvolgono i valori di Nspt. Un primo passo è stato pertanto quello di rapportare, attraverso opportuni fattori, i valori dei colpi di penetrazione della punta dello strumento utilizzato (Nscpt) ai suddetti valori di Nspt.

I parametri ottenuti quindi attraverso l'applicazione di differenti correlazioni riconosciute dal punto di vista tecnico-scientifico presenti in bibliografia vengono interamente riportati in tabelle esplicative in allegato alla presente. I valori di seguito esposti derivano da accurate elaborazioni statistiche e medie matematiche dei valori emersi dalle correlazioni di cui sopra e possono essere riconducibili ai "parametri caratteristici" di cui alle NTC 2018.

STRATO 1) Depositi sabbiosi con ghiaia, limo e ciottoli a prevalente pezzatura medio-piccola poco addensati (presente fino alla profondità di m 1,0-1,50 circa dal p.c.):

γ_d (peso di volume drenato): 1,65 – 1,75 t_p/m^3;

γ_{saturo} (peso di volume saturo): 1,85 – 1,95 t_p/m^3;

φ' (angolo di attrito efficace): 28 – 29°;

c' (coesione efficace): 0,045 – 0,055 kg_p/cmq;

Cu (coesione non drenata): 0,65 – 0,75 kg_p/cmq;

dr (densità relativa): 35 – 50%

Nspt: 6,33 – 9,24

STRATO 2) Depositi sabbioso-ghiaiosi con ciottoli mediamente addensati (fino alla profondità superiore a m 5,0 dal p.c.)

γ_d (peso di volume drenato): 1,80 – 1, 95 t_p/m^3;

γ_{saturo} (peso di volume saturo): 1,90 – 2,10 t_p/m^3;

φ' (angolo di attrito efficace): 31 – 33°;

c' (coesione efficace): 0,065 – 0,075 kg_p/cmq;

Cu (coesione non drenata): 0,9 – 1,1 kg_p/cmq;

dr (densità relativa): 45 – 65%

Nspt: 12,72

Per quel che concerne i valori della coesione efficace si è fatto riferimento alla formula di Sellountou et al. (c'= a tanφ'), dove i valori del fattore "a" derivano da Senneset et al (1989) e si possono ricavare dalla seguente tabella, in relazione alla tipologia del terreno in esame:

Tabella 5.6. Valori di *a* e ϕ' riportati da Senneset et al. (1989)

Terreno	*a* (kPa)	ϕ' (°)	N_m	B_q
Argilla soffice	5-10	19-24	1-3	0,8-1,0
Argilla media	10-20	19-29	3-5	0,6-0,8
Argilla compatta	20-50	27-31	5-8	0,3-0,6
Limo soffice	0-5	27-31	5-30	0-0,4
Limo medio	5-15	29-33		
Limo compatto	15-30	31-35		
Sabbia sciolta	0	29-33	30-100	< 0,1
Sabbia media	10-20	31-37		
Sabbia densa	20-50	35-42		
Terreni OC	> 50	38-45	100	< 0

La tabella di cui sopra è stata estrapolata dal testo "Prove Geotecniche in situ" (A. Bruschi) della Dario Flaccovio Editore.

Nello specifico:

STRATO 1: c'= 10 (sabbia media) x tan (28°) = 5,31 Kpa = 0,053 Kg/cmq

STRATO 2: c'= 12 (sabbia media) x tan (31°) = 7,21 Kpa = 0,072 Kg/cmq

I valori riportati sono da ritenersi sufficientemente cautelativi.

INDAGINE GEOFISICA – PROSPEZIONI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (METODO HVSR)

Ad integrazione del rilevamento geologico di superficie e dell'indagine geognostica di cui al capitolo precedente, è stata eseguita, in corrispondenza del sedime del nuovo edificio (nel punto meglio indicato nell'elaborato specifico in allegato), una prospezione di sismica passiva a stazione singola denominata tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Tale tecnica permette la parametrizzazione sismica dei terreni mediante l'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici-stratigrafici. La modellazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo.

I dati che si ricavano sono spessori, profondità e velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno del sismostrato individuato.

Per tale indagine è stato utilizzato un acquisitore dati digitale Gemini 4 della PASI capace di acquisire e registrare i microtremori o rumore sismico ambientale, mediante una terna di geofoni con frequenza di risonanza 4,5 Hz, accuratamente accoppiati meccanicamente ed elettricamente ed orientati N-S, E–W e verticalmente (foto).



Prova HVSR

Per l'elaborazione dei dati è stato quindi utilizzato il software *WinMaswHVSR* della Eliosoft. I risultati ottenuti in merito alla frequenza fondamentale del sito vengono di seguito riportati:

Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio

www.winmasw.com

Data: 17 2022

Tempo: 8 30

Dataset: Capannone_braie.SAF

Frequenza di campionamento (Hz): 128

Lunghezza finestra (sec): 40

Lunghezza della sequenza temporale analizzata (min): 11.4

Rastremazione (%): 10

==========

Di seguito i risultati considerando i dati nella gamma di frequenza 0.5-20.0Hz

Frequenza di picco (Hz): 2,8 (±4,4)

Valore di picco HVSR: 2,2 (±0,3)

=== Criteri per una curva H/V affidabile ==========

1.[f0 > 10/Lw]: 2,8 > 0,25 (OK)

#2.[nc > 200]: 3631 > 200 (OK)

#3.[f0>0,5 Hz; sigmaA(f) < 2 per 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

=== Criteri per un picco H/V chiaro (almeno 5 dovrebbero essere completati) ==========

1.[esiste f- nell'intervallo [f0/4, f0] |AH/V(f-) < A0/2]: si, a frequenza 1.6Hz (OK)

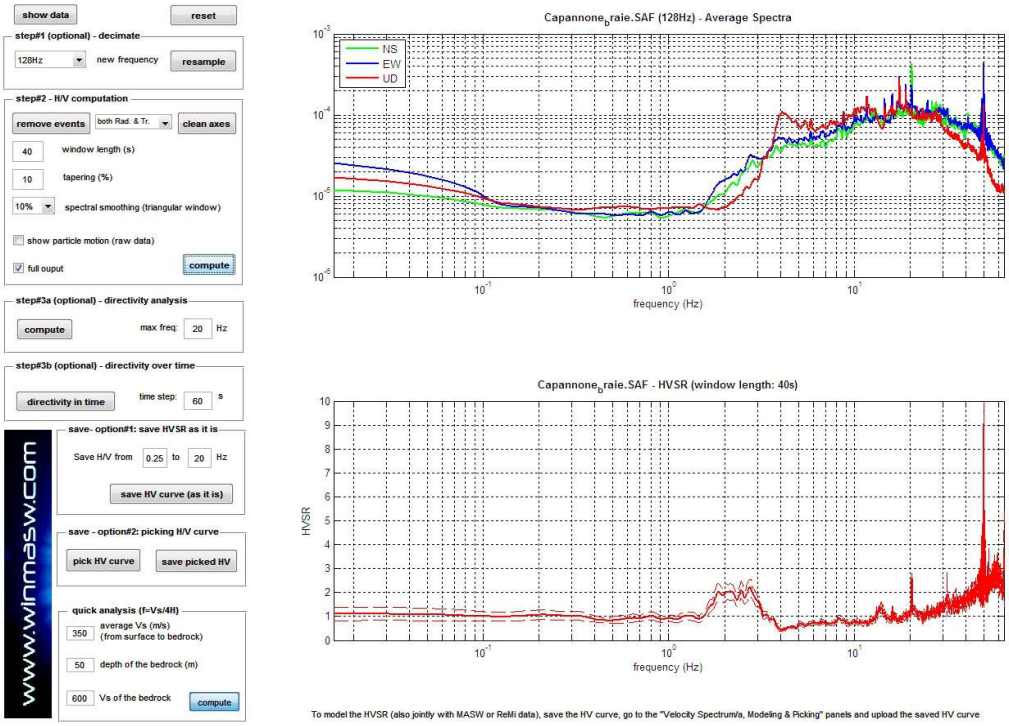
#2.[esiste f+ nell'intervallo [f0, 4f0] |AH/V(f+) < A0/2]: si, a frequenza 3.2Hz (OK)

#3.[A0 > 2]: 2.2 > 2 (OK)

#4.[fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (OK)

#5.[sigmaf < epsilon(f0)]: 4,371 > 0,138 (NO)

#6.[sigmaA(f0) < theta(f0)]: 0,336 < 1,58 (OK)



La frequenza fondamentale del sito risulta essere quindi di 2,8 Hz.

Attraverso la relazione

$$h = \frac{Vs}{4 f_0}$$

che lega frequenza di risonanza, spessore della coltre sovrastante il bedrock e velocità delle onde di taglio, utilizzando i dati di bibliografia disponibili,è stato calcolato il profilo Vs per l'area in esame. Una volta ipotizzata la stratigrafia del sottosuolo, si è quindi cercato di modellare la curva H/V ottenuta, come di seguito evidenziato:

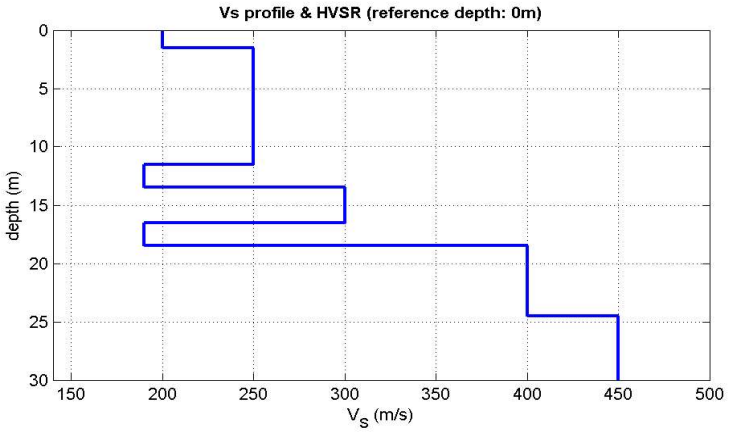
winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

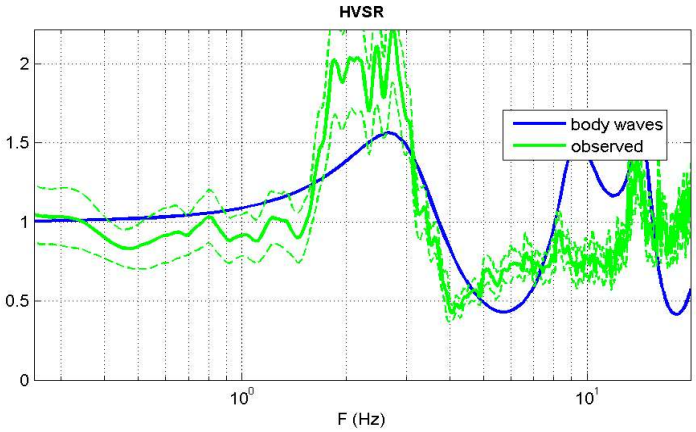
Main results

Date: 1 7 2022

Time: 8 43

Dataset:





Mean model

Vs (m/s): 200 250 190 300 190 400 450

Spessore (m): 1,5, 10,0, 2,0, 3,0, 2,0, 6,0

Densità (gr/cm3) (valori approssimativi): 1,84 1,87 1,80 1,91 1,83 1,98 2,04

Modulo di taglio (MPa) (valori approssimativi): 74 117 65 172 66 317 413

Analisi delle velocità di fase

Valori approssimativi per Vp e Poisson (consultare il manuale)

Vp (m/s): 416 468 355 561 396 748 937

Poisson: 0.35 0.30 0.30 0.30 0.35 0.30 0.35

Vs30 (m/s): 284

Poiché in virtù di quanto previsto dalle nuove Norme Tecniche (NTC 2018) la classificazione del sottosuolo si effettua, non più sulla base della Vs30 ma in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;

VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

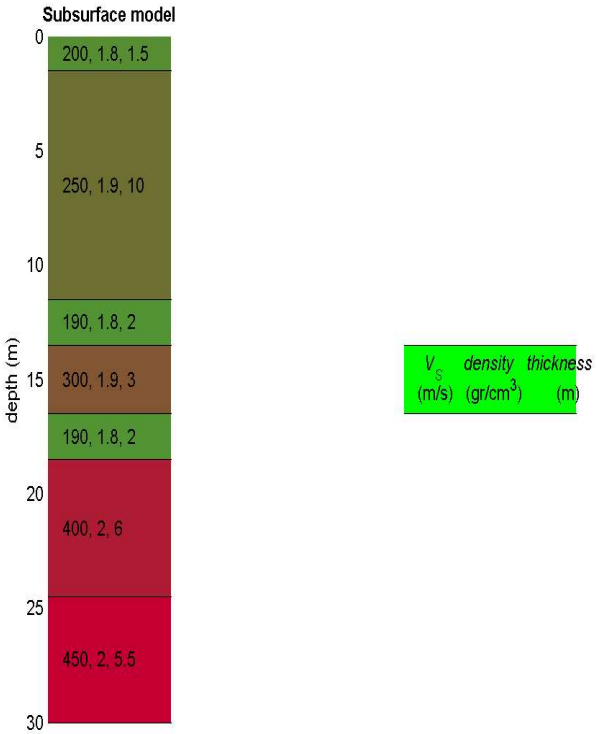
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Poiché il bedrock sismico si trova nel caso in esame oltre i 30 metri di profondità, la Vseq corrisponde alla Vs 30 ed è pertanto pari a:

Vs,eq (m/s): 284

Il risultato ottenuto induce a considerare **il terreno di fondazione ascrivibile alla classe C**

Si riporta di seguito la stratigrafia introdotta nel modello (riconducibile a quanto emerso dalle prove eseguite e dalla consultazione delle perforazioni dei vicini pozzi Ireti) :



CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO SISMICO

Alla luce di quanto previsto dalla vigente Normativa Regionale in materia di rischio sismico in vigore dal 19 Luglio 2017 (D.G.R. 2655 del 17/03/2017) il Comune di Camporosso viene classificato in ***Zona simica di tipo 3.***

Secondo le Norme Tecniche le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite, sia di esercizio che ultimi, si definiscono, invece, a partire dalla "pericolosità sismica di base" caratteristica del sito d'intervento. Tale pericolosità di base deriva da studi condotti a livello nazionale, è riferita a condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed è definita da forme spettrali determinate in funzione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_g), del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0) e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T_c*).

L'azione sismica così individuata, subordinata esclusivamente al posizionamento del sito d'intervento (in termini di latitudine e longitudine), deve essere quindi variata in funzione delle condizioni stratigrafiche del sottosuolo e della morfologia dei luoghi al fine di caratterizzare la risposta sismica locale. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi; in alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella successiva Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

hi spessore dell'i-esimo strato;

VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30 m nella

precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella successiva Tab. 3.2.II:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

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

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

La forma spettrale viene così modificata in funzione della stratigrafia attraverso la determinazione del Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica S_s e del coefficiente C_c che modifica il valore del periodo Tc corrispondente all'inizio nel tratto a velocità costante dello spetto ($T_c=C_c x T_c^*$) secondo le seguenti modalità:

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di S_S e di C_C*

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Nel caso specifico, come determinato dalla prova geofisica (sismica passiva metodo HVSR) realizzata in situ, il terreno di fondazione al nuovo edificio previsto può essere ricondotto, in via sufficientemente cautelativa, ad una **categoria di tipo C.**

Per tenere conto invece delle condizioni topografiche del sito d'intervento, in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T riportato di seguito e variabile in funzione delle categorie topografiche definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica* S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Per il caso in esame si ritiene opportuno l'utilizzo di un **coefficiente S_T pari a 1,00** in quanto il sito d'intervento si colloca in un contesto morfologico riconducibile alla **categoria T1.**

In allegato sono presenti specifici elaborati nei quali vengono riportati i parametri sismici relativi ai differenti stati limite sia ultimi che di esercizio.

Valutata quindi la risposta sismica locale come fin qui esposto, non resta che verificare la stabilità del sito in esame alla liquefazione del terreno. Il rischio di liquefazione viene espresso attraverso un coefficiente di sicurezza Fs dato dal rapporto tra la resistenza alla liquefazione (R) del deposito sciolto e lo sforzo dinamico di taglio (T) che lo sollecita durante l'evento sismico.

In riferimento a ciò si è proceduto, attraverso utilizzo di apposito software di calcolo (Liquiter della Geostru) al calcolo della suscettibilità alla liquefazione dei terreni riscontrati in loco utilizzando alcune metodologie semplificate, considerando in via cautelativa una superficie piezometrica ad una profondità di m 1 dal p.c. ed un terremoto massimo atteso di magnitudo 6,0. Per i calcoli si è utilizzato i valori di Nspt derivanti dalle prove penetrometriche realizzate in situ:

STIMA RISCHIO DI LIQUEFAZIONE CON SOFTWARE "LIQUITER" DELLA GEOSTRU – METODI SEMPLIFICATI

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Capannone commerciale

Cliente: Real Energy, Damele, Oasi del Nervia

Indirizzo, Coordinate: camporosso via braie

Data 01/07/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1.25

FALDA

Profondità falda idrica 1 m

CARICHI SUL PIANO CAMPAGNA

Base 32 m Lunghezza 50 m

Carico in superficie 20 kPa Metodo calcolo stato tensionale Bussinesq

Coefficiente di Poisson 0.3

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.13

Fattore amplificazione 0.13

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.4777

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6

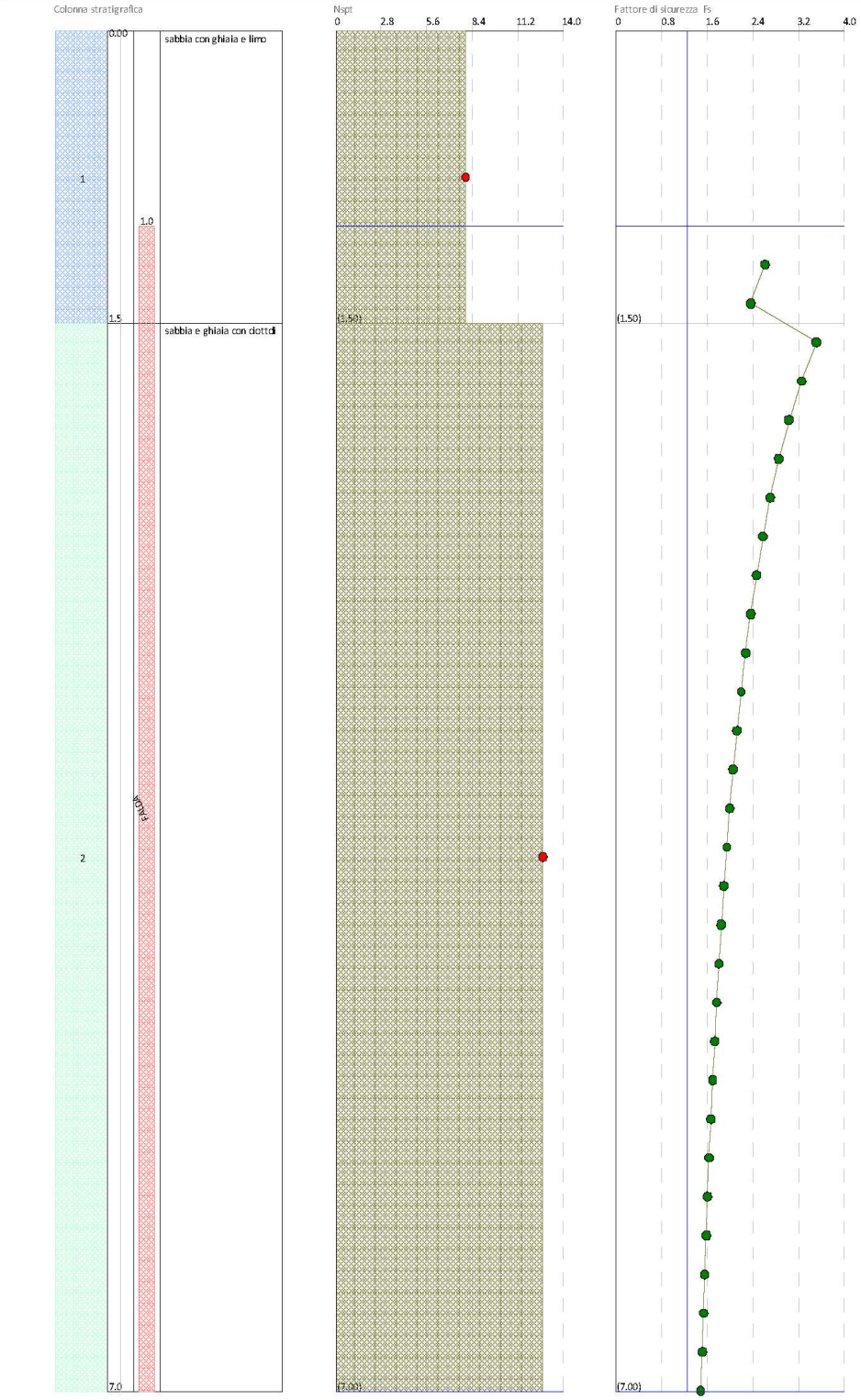
Distanza epicentro 20 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.192101

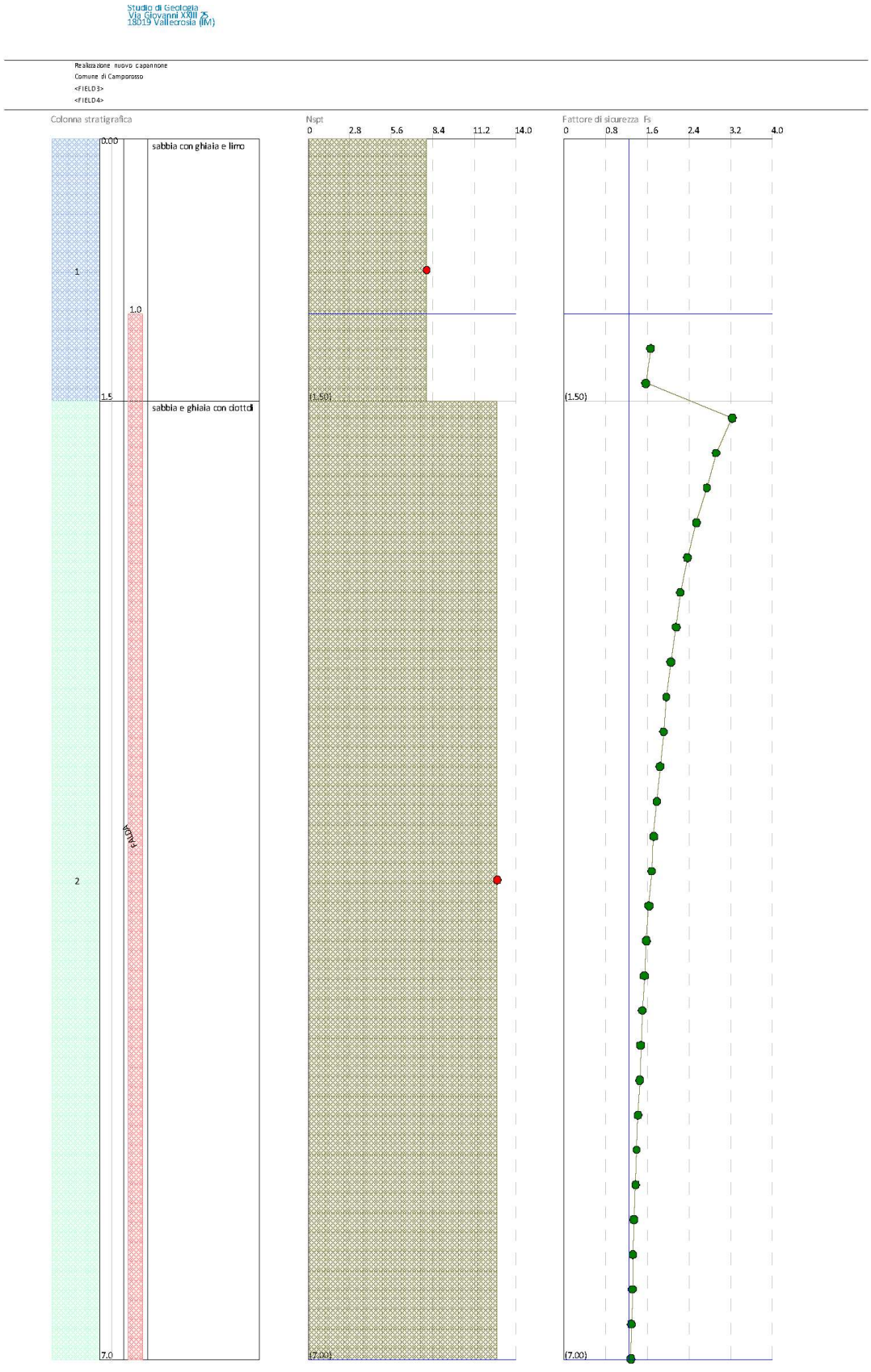
METODO DI SEED E IDRISS (1982)

Studio di Geologia
Via Giovanni XXIII 25
13019 Varallo Sesia (VC)

Realizzazione nuovo capannone
Comune di Camporosso
<FIELD3>
<FIELD4>



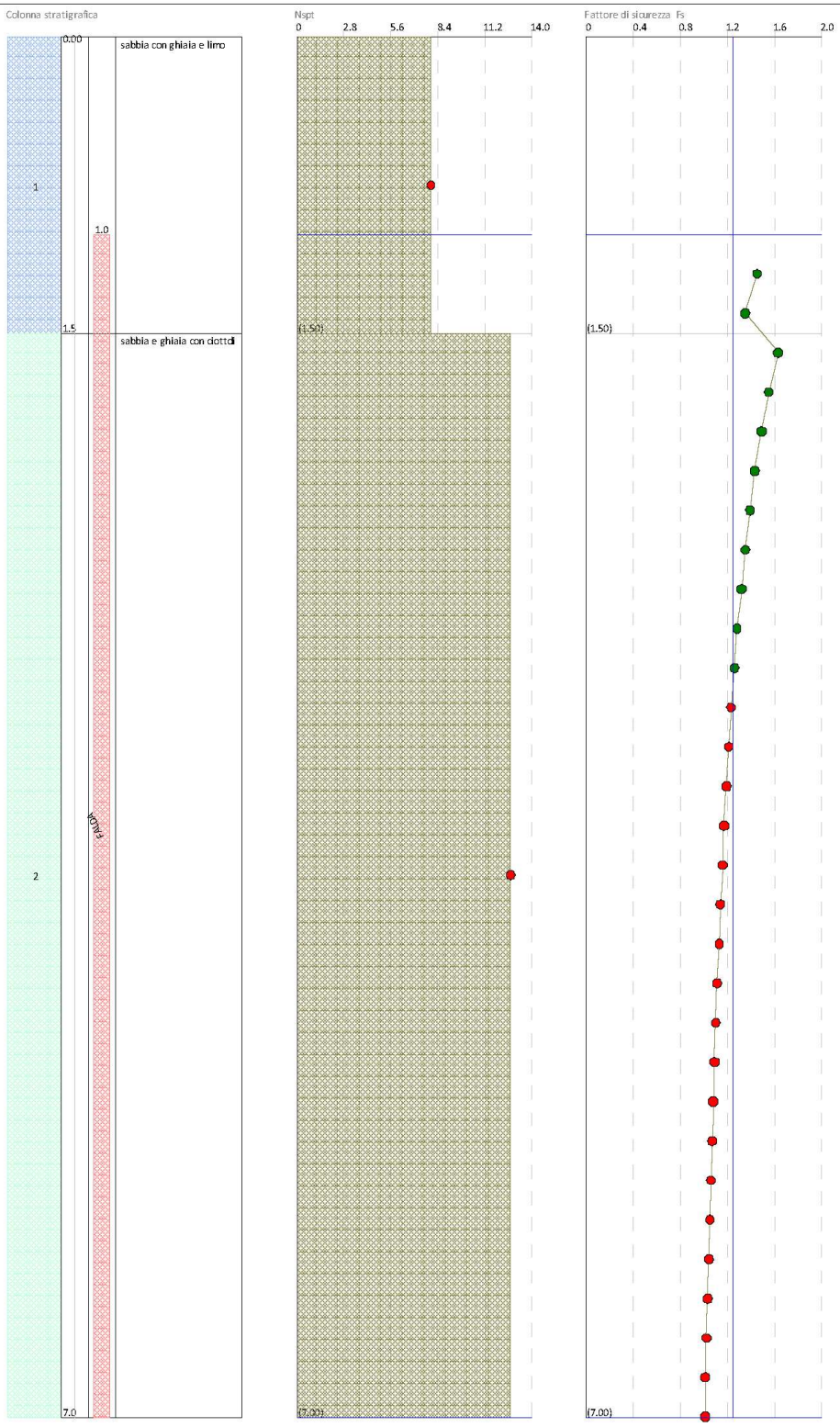
METODO IDRISS E BOULANGER (2008)



METODO DI CORTE' (1985)

Studio di Geologia
Via Giovanni XXIII
13019 Varallo Sesia (VC)

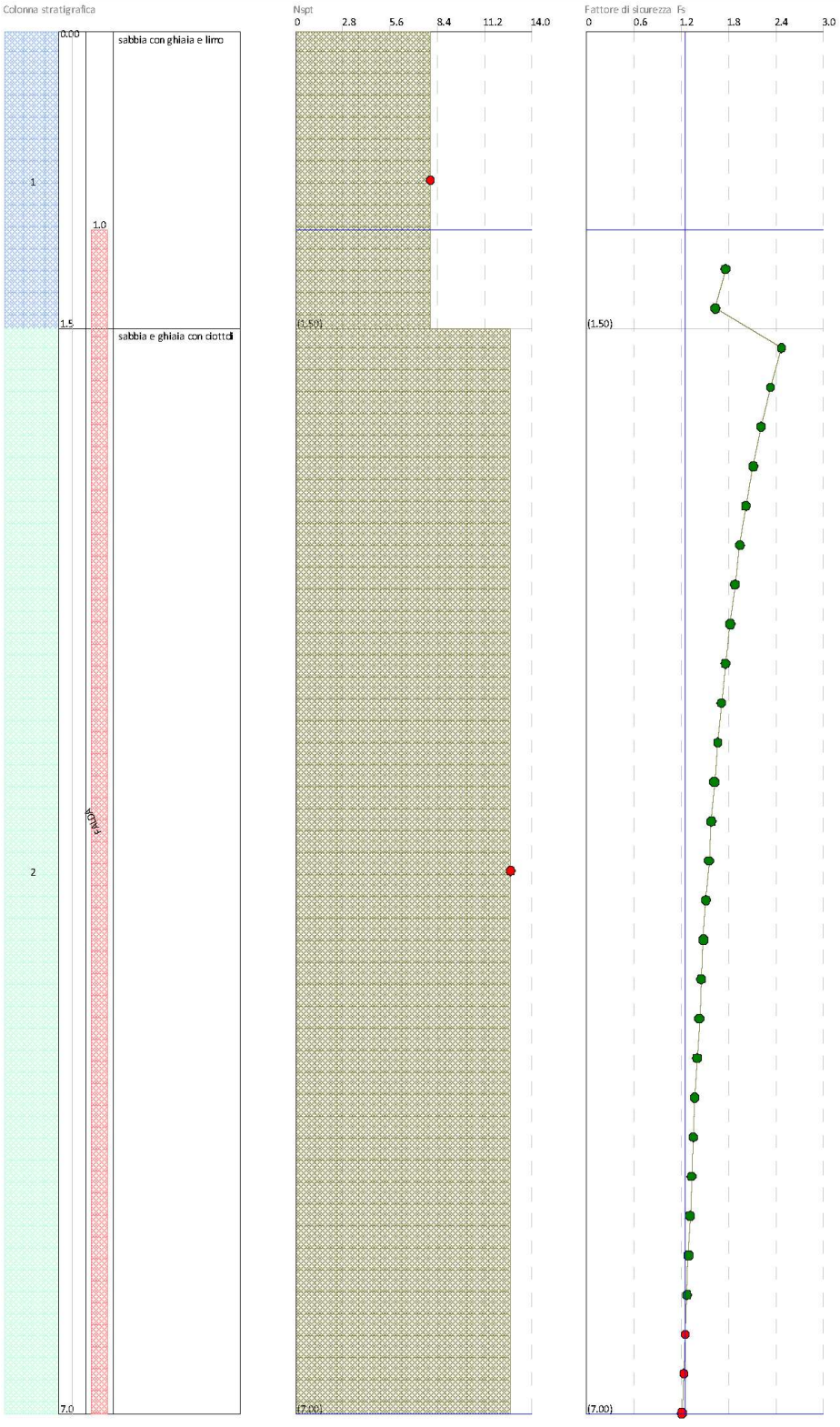
Realizzazione nuovo capannone
Comune di Camporosso
<FIELD3>
<FIELD4>



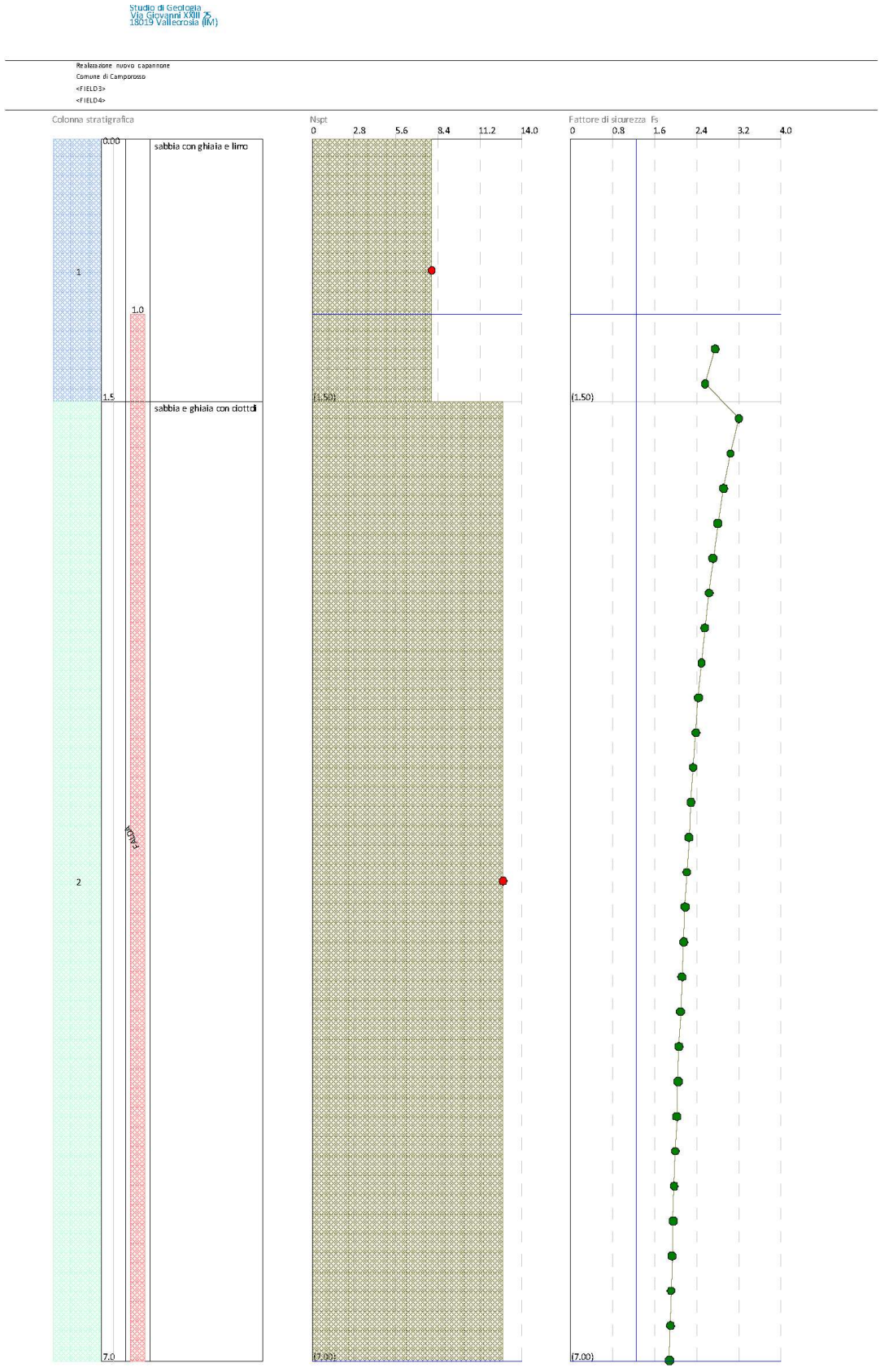
METODO DI FINN (1985)

Studio di Geologia
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia (IM)

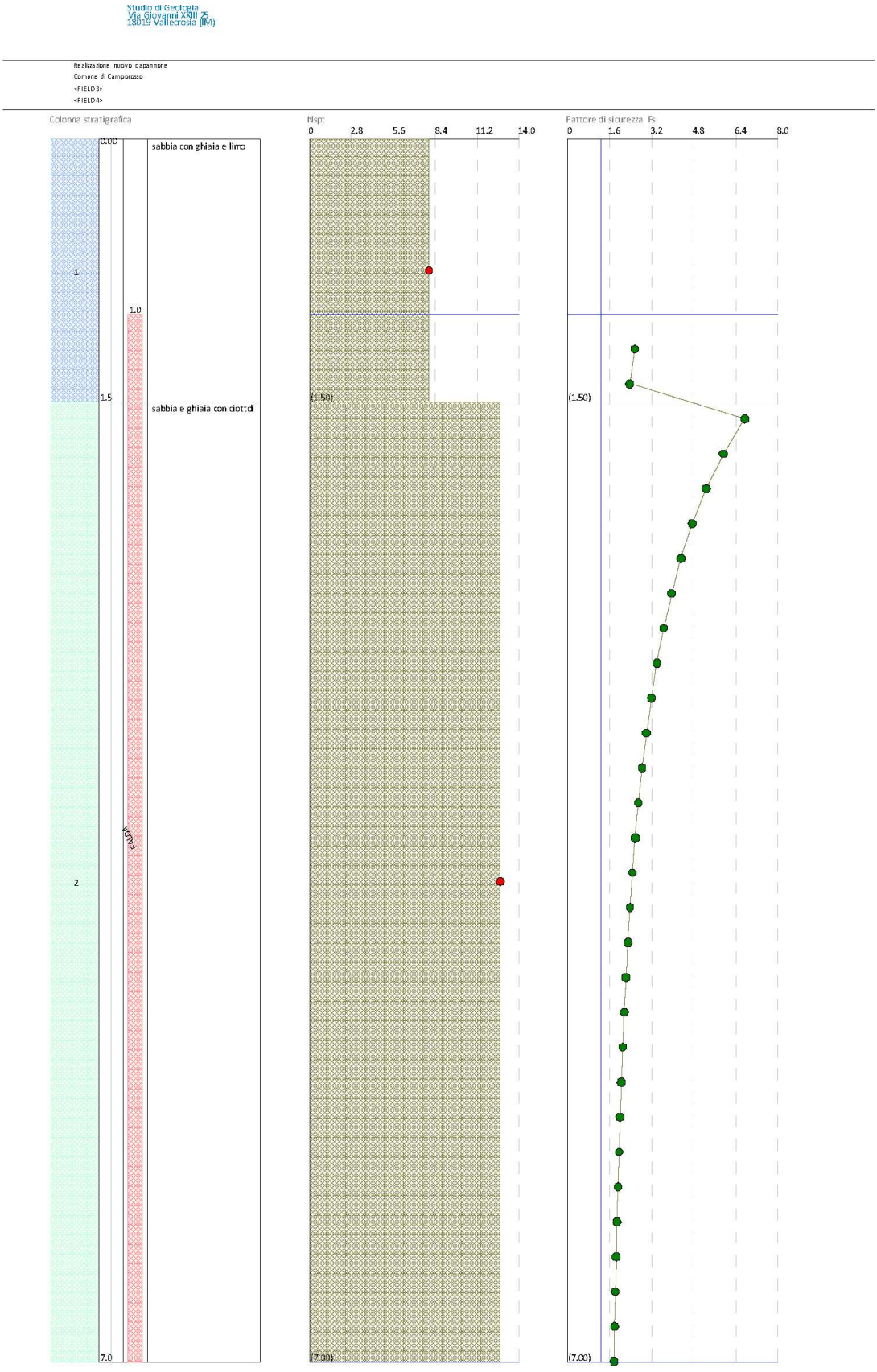
Realizzazione nuovo capannone
Comune di Camporosso
<FIELD3>
<FIELD4>



METODO DI IWASAKI ET AL. (1978, 1984)



METODO DI TOKIMATSU E YOSHIMI (1983)



Dall'applicazione dei metodi semplificati emerge come, considerando un carico indotto pari a 2 kg/cmq, il livello di terreno interessato dalle fondazioni del nuovo edificio sia caratterizzato, in virtù del discreto grado di addensamento, da un rischio di liquefazione sufficientemente basso.

CONCLUSIONI

Sulla base di quanto emerso dalle indagini realizzate ed esposto nel presente elaborato, rimandando, per quel che concerne gli aspetti meramente idraulici a studi ed elaborati specifici prodotti da altro tecnico qualificato (ingegnere), ***lo scrivente attesta la fattibilità geologica dell'intervento previsto (realizzazione capannone commerciale),*** nell'assoluto rispetto, comunque, delle raccomandazioni e prescrizioni tecniche di seguito fornite.

Le fondazioni al fabbricato in progetto dovranno poggiare su orizzonti di terreno sabbioso con ghiaia e ciottoli sufficientemente addensati, individuati in linea di massima ad una profondità superiore a m 1,0 dall'attuale piano campagna. Il piano di appoggio dovrà essere quanto più possibile omogeneo in modo da evitare l'innesco di eventuali cedimenti differenziali delle strutture.

Il materiale di risulta degli scavi per la posa in opera delle fondazioni, qualora non conferito presso una discarica o un centro di recupero autorizzati, potrà essere riutilizzato all'interno della proprietà o, in alternativa, come reinterro in altro cantiere autorizzato nel rispetto dei disposti di cui alla vigente normativa in materia di terre e rocce da scavo (D.P.R. 120/2017). Nel caso in cui si rendesse necessario l'utilizzo, ai fini della parziale sopraelevazione del piano campagna, di materiale in riporto non proveniente dal sito d'intervento, questo dovrà essere di buona qualità (con bassa percentuale di fine), certificato o comunque proveniente da altro cantiere autorizzato ai sensi della succitata normativa ambientale.

Le acque meteoriche intercettate dalle superfici impermeabilizzate dovranno essere opportunamente captate, convogliate e smaltite nell'esistente canale di scolo previo conferimento in vasca di raccolta intermedia dimensionata secondo quanto previsto dal vigente Regolamento Comunale per lo smaltimento delle acque bianche (il dimensionamento dovrà garantire un ritardo di immissione nel canale di deflusso non inferiore ad un quarto d'ora considerando una pioggia critica paria 100 mm/ora). Gli apporti idrici immessi nella vasca potranno anche essere riutilizzati per lo scarico dei wc.

Vallecrosia, 6 Febbraio 2024

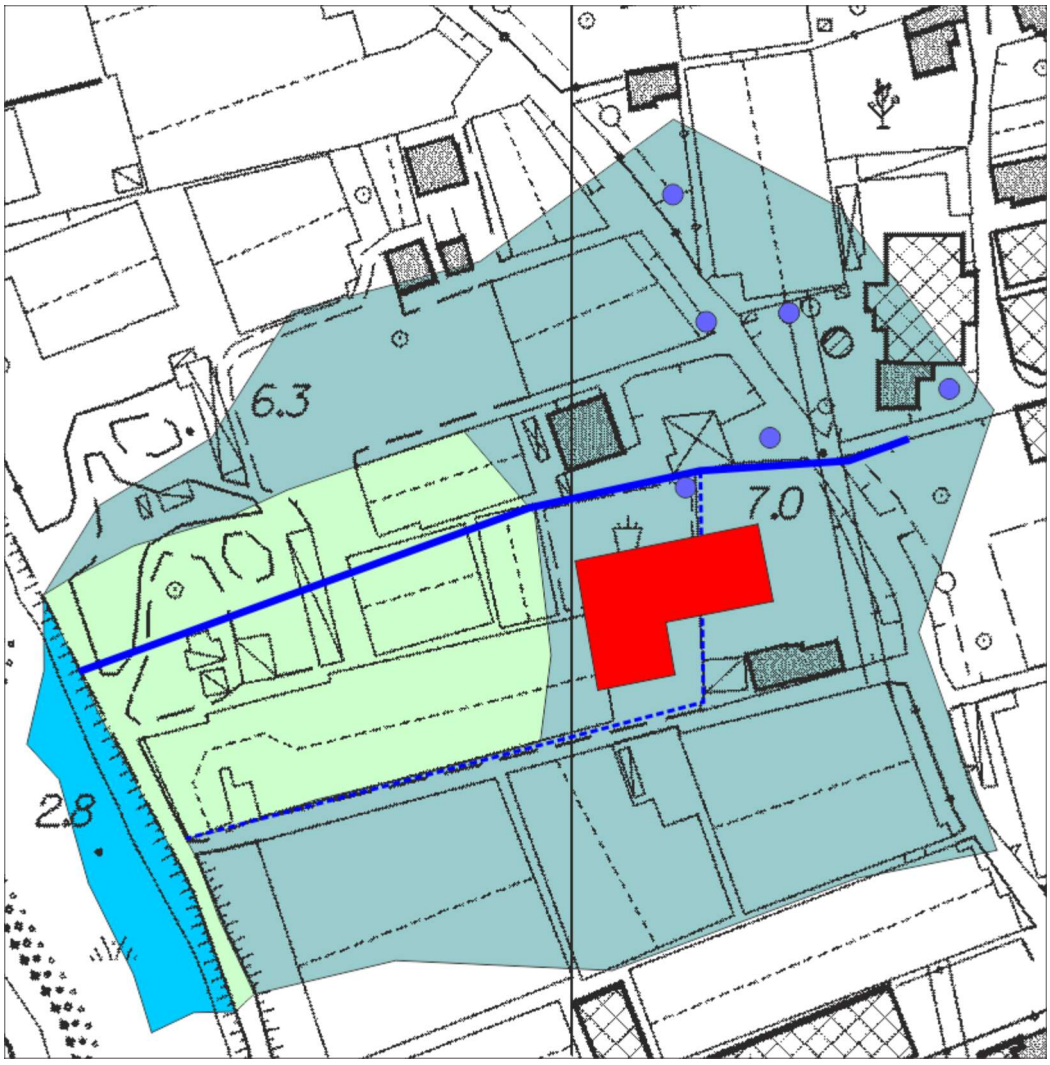


Dott. Geol. Demis CILIBERTI

CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

(con elementi idrogeologici ed idrologici)

Scala 1:2.000



LEGENDA

Terreno di riporto antropico medio grossolano permeabile per porosità presente nel sito d'intervento e lungo la pista ciclabile adiacente l'argine del Nervia di recente realizzazione

Depositi alluvionali (Quaternario)
Alluvioni mobili attuali nell'alveo del Torrente Nervia ghiaioso-ciottolosi e molto permeabili.
Alluvioni recenti di fondovalle a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosacon limo e ciottoli. Tali depositi presentano una permeabilità primaria media, localmente medio-alta

Novo canale di scolo delle acque — canale dismesso

Pozzi esistenti ad uso potabile

Ubicazione di massima nuovo capannone in progetto

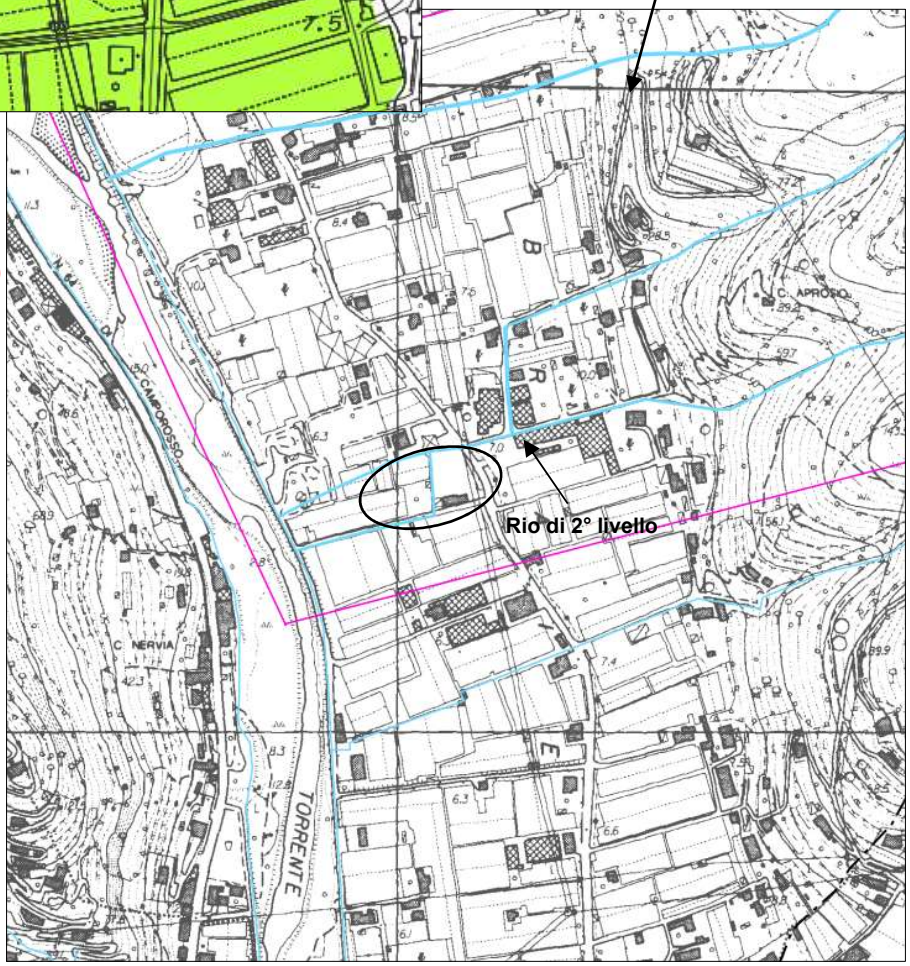
Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO
"TORRENTE NERVIA "



= Area d'intervento

Carta del reticolo idrografico



Carta degli Ambiti Normativi
(Fascia C - aree storicamente inondate)

Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO
"TORRENTE NERVIA "

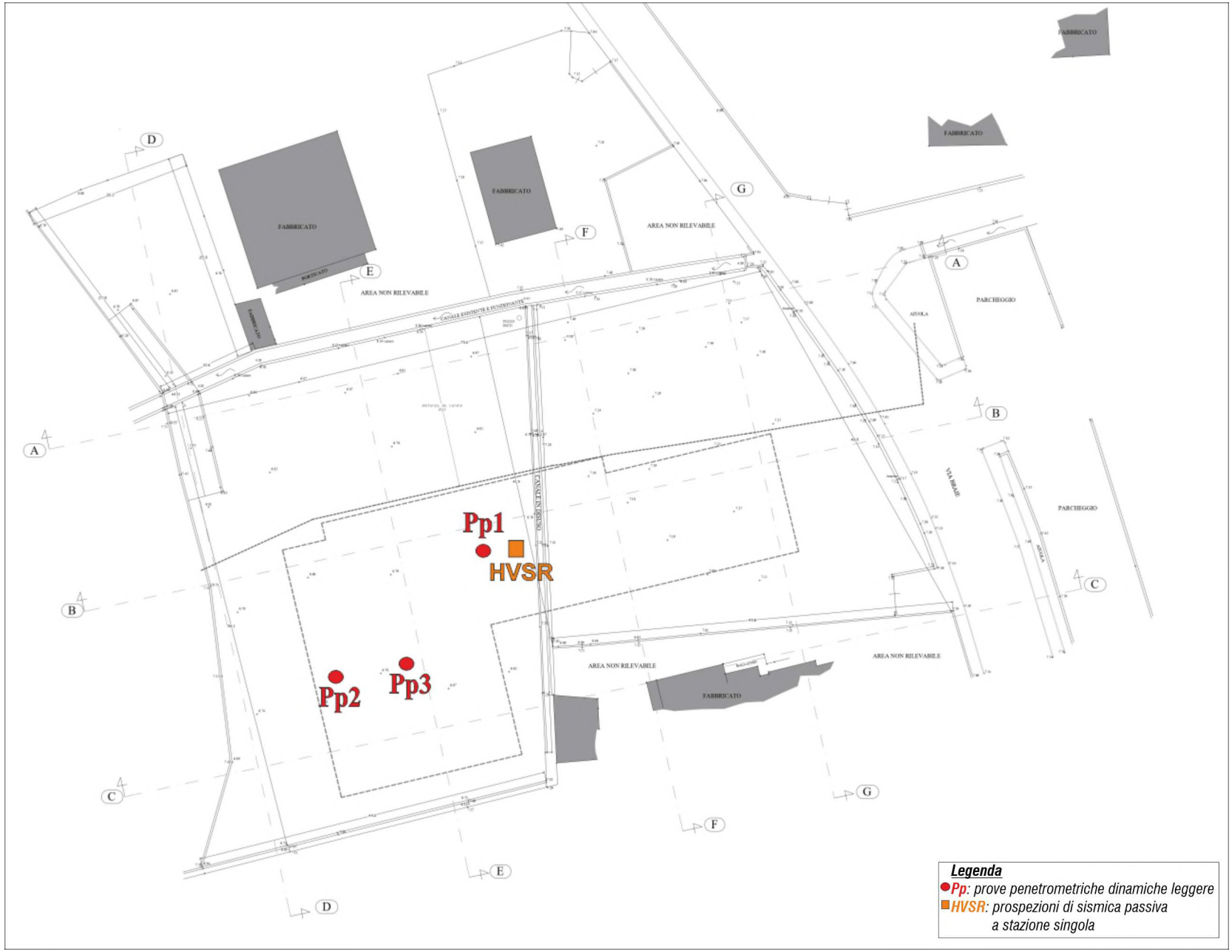
= Area d'intervento



Carta della Pericolosità o Suscettività al Dissesto
(Pg0)

Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE DEGLI ACCERTAMENTI GEOFISICI E GEOGNOSTICI



Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione:Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 43,796333 [°]

longitudine: 7,633056 [°]

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	19340	43,787400	7,600183	2819,4
Sito 2	19341	43,790850	7,669201	2964,5
Sito 3	19119	43,840730	7,664492	5543,7
Sito 4	19118	43,837290	7,595353	5467,3

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,034	2,593	0,201
Danno (SLD)	63	75	0,048	2,582	0,228
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,158	2,469	0,298
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,211	2,492	0,313

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,780	1,000	0,010	0,005	0,505	0,200
SLD	1,500	1,710	1,000	0,014	0,007	0,711	0,200
SLV	1,470	1,570	1,000	0,056	0,028	2,277	0,240
SLC	1,380	1,540	1,000	0,082	0,041	2,858	0,280

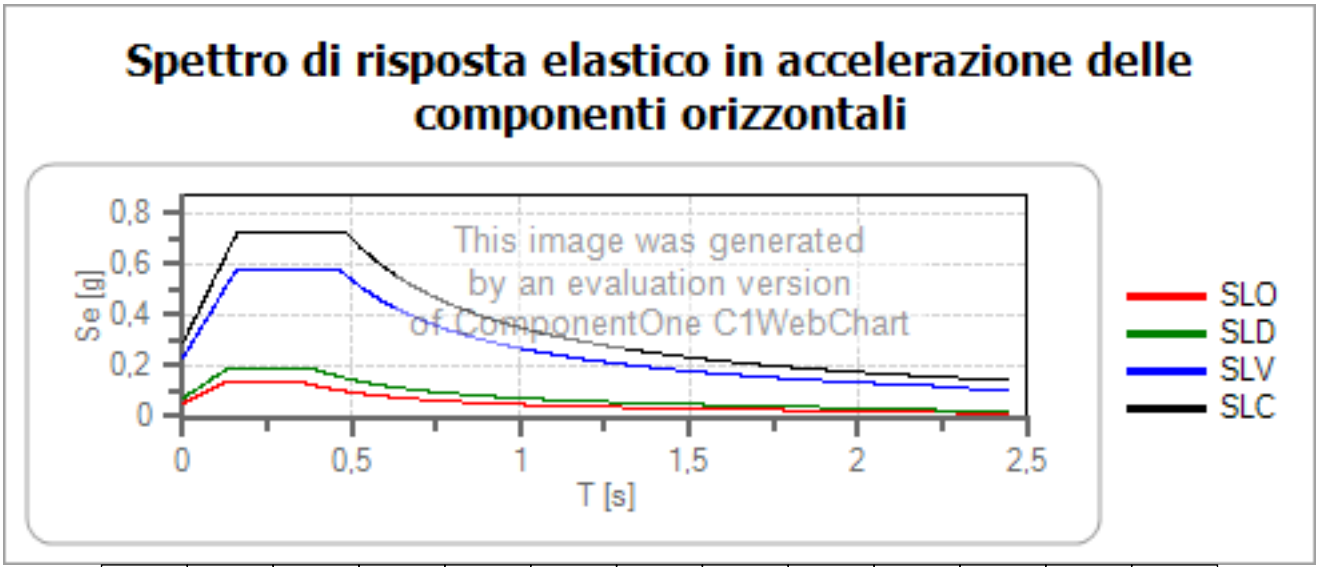
Geostru

Spettri di risposta

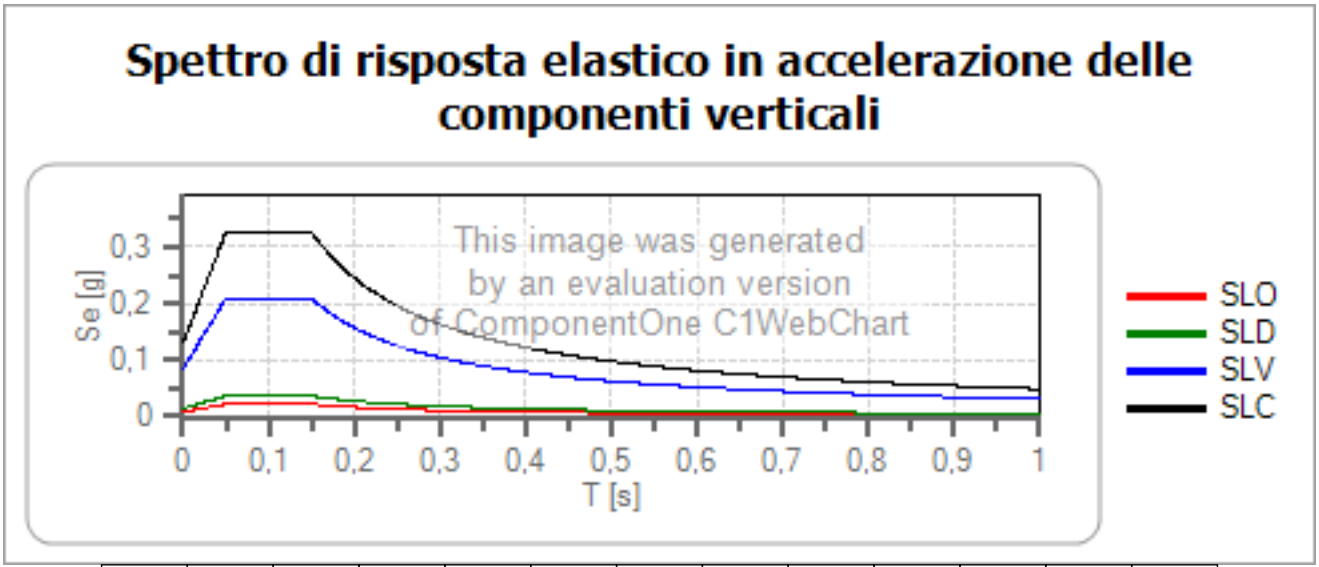
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,034	2,593	0,201	1,500	1,780	1,000	1,500	1,000	0,119	0,358	1,737
SLD	1,5	0,048	2,582	0,228	1,500	1,710	1,000	1,500	1,000	0,130	0,390	1,793
SLV	1,5	0,158	2,469	0,298	1,470	1,570	1,000	1,470	1,000	0,156	0,468	2,232
SLC	1,5	0,211	2,492	0,313	1,380	1,540	1,000	1,380	1,000	0,161	0,482	2,445



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,034	2,593	0,201	1,000	1,780	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1,5	0,048	2,582	0,228	1,000	1,710	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1,5	0,158	2,469	0,298	1,000	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1,5	0,211	2,492	0,313	1,000	1,540	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

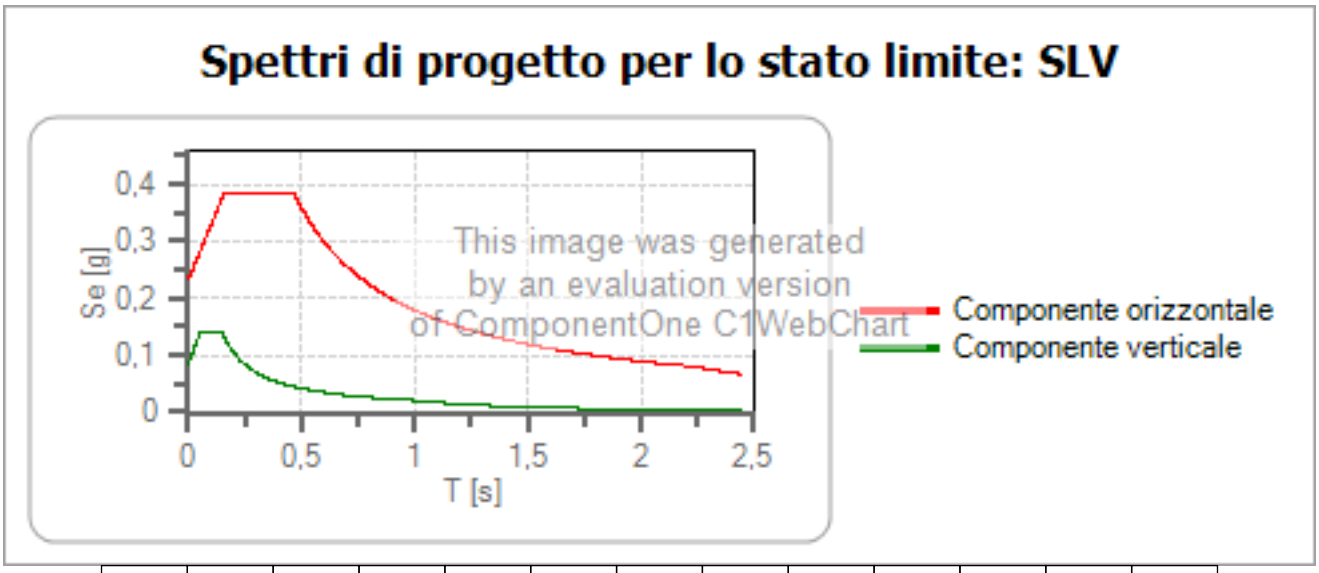
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

Stato limite: SLV



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	1,5	0,158	2,469	0,298	1,470	1,570	1,000	1,470	1,500	0,156	0,468	2,232
SLV verticale	1,5	0,158	2,469	0,298	1,470	1,570	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Rel energy Srl, Sig Lucia Damele e Oasi del Nerv ia Srl Cantiere: Capannone commerciale Località: Camporosso - Via Braie	

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DMP 3020 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	15.25 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °



Pp1



Pp2



Pp3

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 δ) 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 α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- 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 ≤10	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 δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 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 δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² 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 δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm^2 rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm^2, 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;

δ = 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 (δ/ 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:

$(N_1)_{60}=C_N \times N_{60}$ con $C_N=\sqrt{(Pa/\sigma'_{vo})}$ $C_N<1.7$ Pa=101.32 kPa *(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:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot \left(\sigma_{Nspt}\right)$$

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:

$$Nspt,_k = Nspt,_{medio} - 1.645 \cdot \left(\sigma_{Nspt}\right) / \sqrt{n}$$

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 (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

Nspt corretto = 15 + 0.5 × (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 argillosi-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) σ>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) σ>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 τ 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/cmq.

Modulo di reazione *(Ko)*

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson 1983 Qc

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/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc=20 e Qc/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), 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 Penetrometro Statico** (Qc)*

- Robertson 1983 Qc

***Modulo Edometrico-Confinato** (Mo)*

- 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/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (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** (Ey)*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi 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

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

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

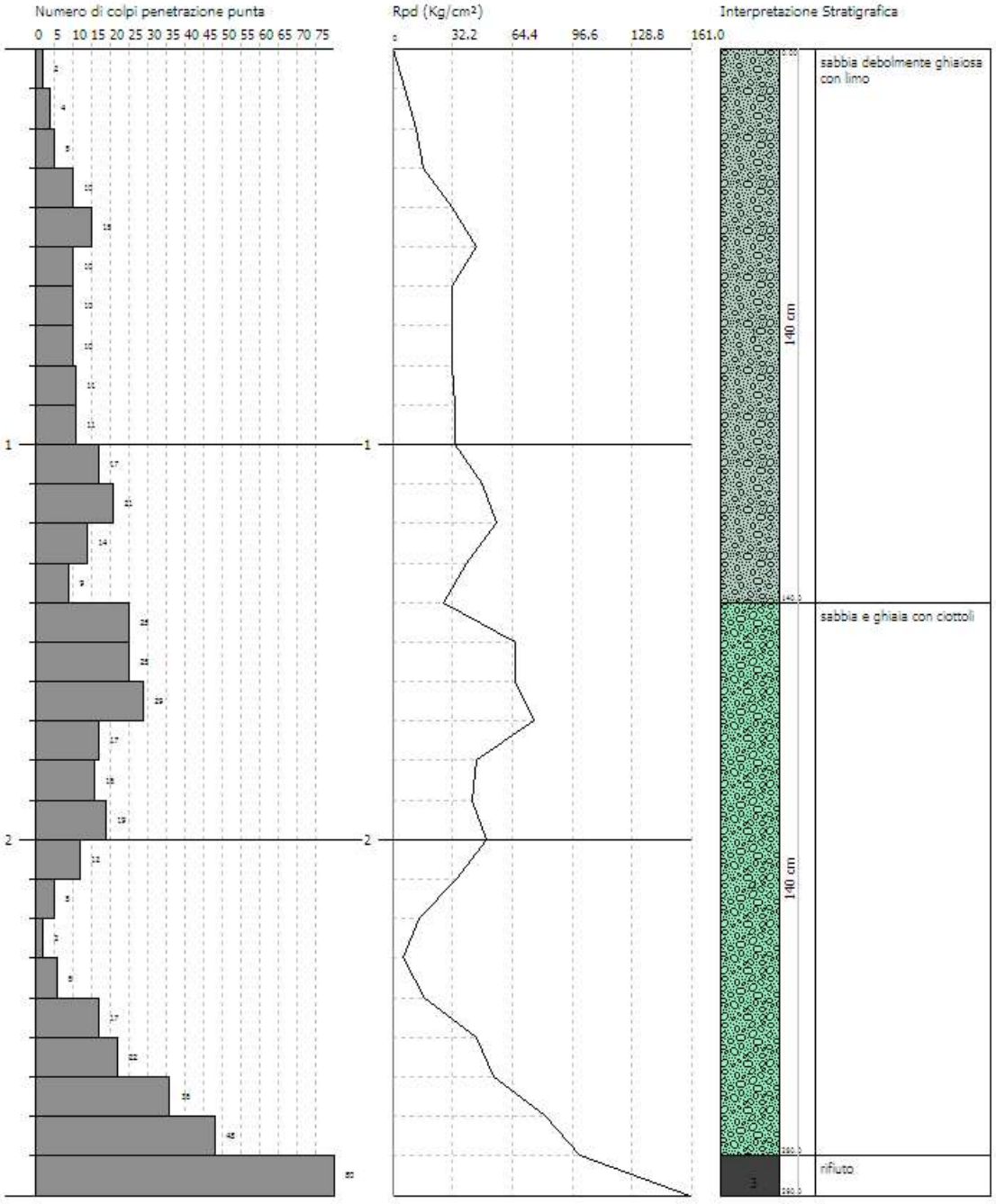
Studio di Geologia CILIBERTI
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia(IM)
Cell 3391079305

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: Rel energy Srl. Sig Lucia Damele e Oasi del Nerv ia Srl
Cantiere: Capannone commerciale
Località: Camporosso - Via Braie

Data: 29/06/2022

Scala 1:15



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

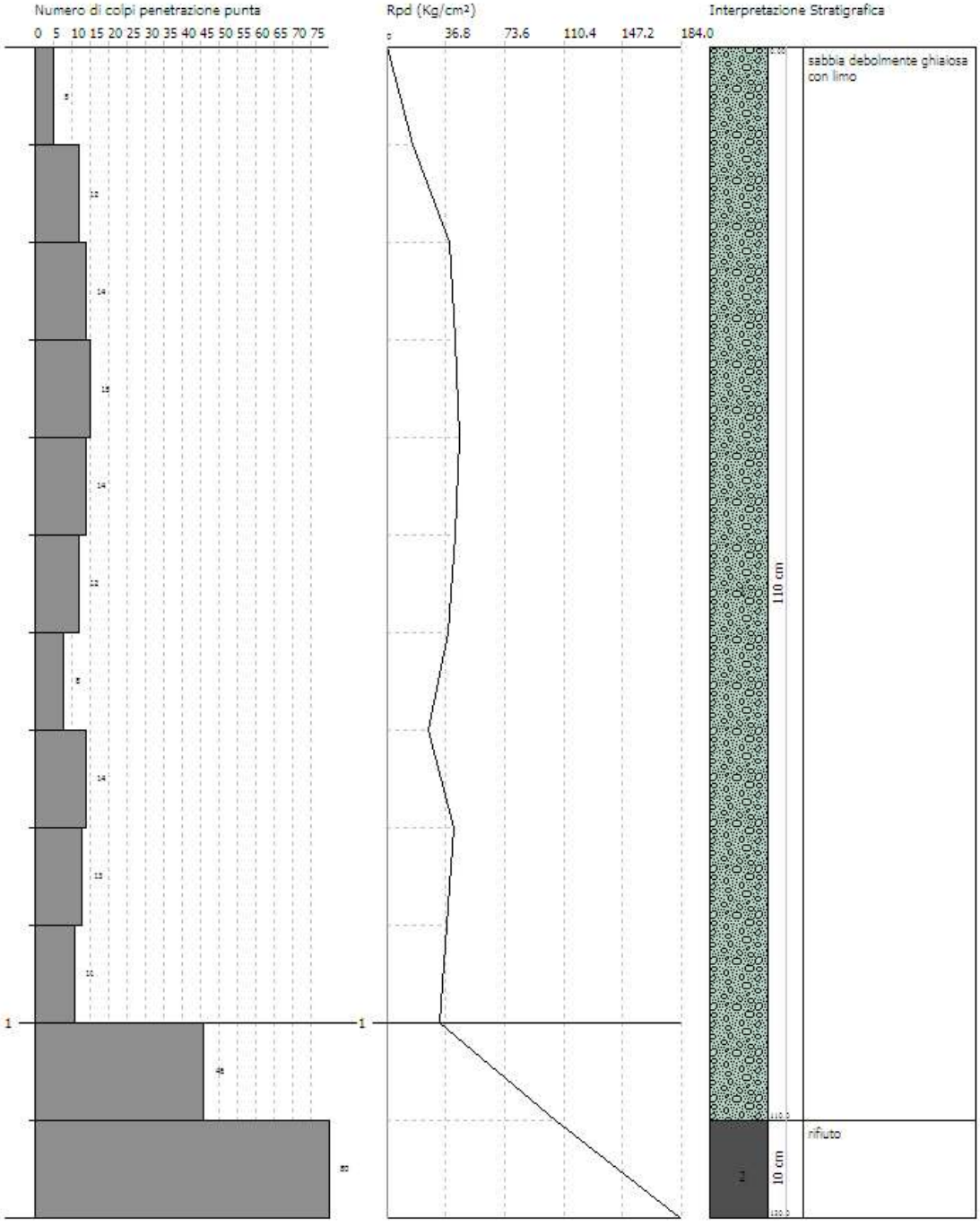
Studio di Geologia CILIBERTI
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia(IM)
Cell 3391079305

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: Rel energy Srl, Sig Lucia Damele e Oasi del Nerv ia Srl
Cantiere: Capannone commerciale
Località: Camporosso - Via Braie

Data: 29/06/2022

Scala 1:6



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

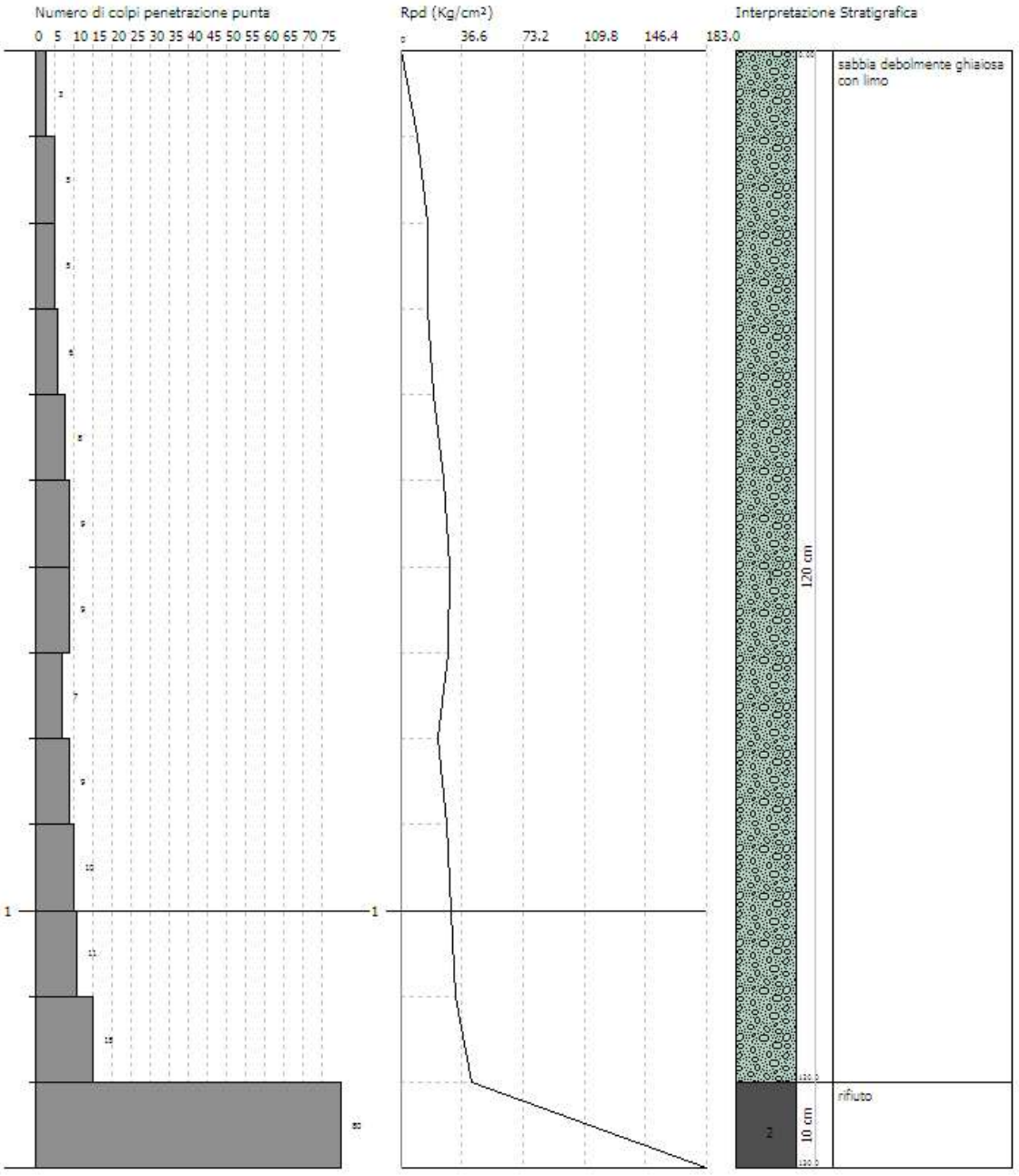
Studio di Geologia CILIBERTI
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia(IM)
Cell 3391079305

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: Rel energy Srl, Sig Lucia Damele e Oasi del Nerv ia Srl
Cantiere: Capannone commerciale
Località: Camporosso - Via Braie

Data: 29/06/2022

Scala 1:7



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 29/06/2022
Profondità prova 2.90 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	2	0.857	6.47	7.56	0.32	0.38
0.20	4	0.855	12.91	15.11	0.65	0.76
0.30	5	0.853	16.11	18.89	0.81	0.94
0.40	10	0.851	32.14	37.78	1.61	1.89
0.50	15	0.799	45.27	56.66	2.26	2.83
0.60	10	0.847	32.00	37.78	1.60	1.89
0.70	10	0.845	31.93	37.78	1.60	1.89
0.80	10	0.843	31.86	37.78	1.59	1.89
0.90	11	0.842	33.29	39.56	1.66	1.98
1.00	11	0.840	33.22	39.56	1.66	1.98
1.10	17	0.788	48.18	61.14	2.41	3.06
1.20	21	0.736	55.61	75.52	2.78	3.78
1.30	14	0.785	39.50	50.35	1.98	2.52
1.40	9	0.833	26.96	32.37	1.35	1.62
1.50	25	0.731	65.74	89.91	3.29	4.50
1.60	25	0.730	65.59	89.91	3.28	4.50
1.70	29	0.728	75.92	104.30	3.80	5.21
1.80	17	0.776	47.46	61.14	2.37	3.06
1.90	16	0.775	42.54	54.91	2.13	2.75
2.00	19	0.773	50.42	65.20	2.52	3.26
2.10	12	0.822	33.84	41.18	1.69	2.06
2.20	5	0.820	14.07	17.16	0.70	0.86
2.30	2	0.819	5.62	6.86	0.28	0.34
2.40	6	0.817	16.83	20.59	0.84	1.03
2.50	17	0.766	44.67	58.34	2.23	2.92
2.60	22	0.714	53.93	75.50	2.70	3.78
2.70	36	0.663	81.89	123.55	4.09	6.18
2.80	48	0.611	100.72	164.73	5.04	8.24
2.90	80	0.610	160.16	262.53	8.01	13.13

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.4	10.64	39.13	Incoerente - coesivo	0	1.91	2.1	0.13	0.78	8.33	sabbia debolmente ghiaiosa con limo
2.8	16.25	57.08	Incoerente - coesivo	0	2.03	2.23	0.41	0.78	12.72	sabbia e ghiaia con ciottoli
2.9	80	262.53		0	0.0	0.0	0.55	0.78	62.64	rifiuto

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	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] - sabbia debolmente ghiaiosa	8.33	1.40	0.56	1.04	0.50	0.34	0.82	1.17	0.74	1.07	0.42	1.30	1.04

con limo													
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	0.86	1.59	0.50	0.50	1.25	1.71	1.11	1.43	0.64	1.87	1.59

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	Robertson (1983)	16.66
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	Robertson (1983)	25.44

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	38.22	--	86.75	104.13
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	58.36	--	131.53	127.20

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	75.40	83.30
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	125.88	127.20

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	Meyerhof ed altri	1.91
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	Meyerhof ed altri	2.03

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	Meyerhof ed altri	2.10
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	Meyerhof ed altri	2.23

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	Ohta & Goto (1978) Limi	92.15
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	Ohta & Goto (1978) Limi	122.57

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	34.32	66.38	79.88	29.18
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	37.91	71.1	72.93	38.69

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per	Peck-Hanson-Thornbur	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki

			presenza falda	n-Meyerhof 1956					Sabbie		(ROAD BRIDGE SPECIFICATION)			
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	29.38	22.38	30.33	32.8	33.02	0	<30	26.18	29.5	37	27.91
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	30.63	23.63	31.56	31.06	34.67	37.95	30-32	28.81	30.82	39.65	30.95

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
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	---	66.64	98.99	---	---
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	254.57	101.76	150.80	275.40	138.60

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)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	---	44.57	59.14	75.15
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	76.32	53.59	90.31	94.73

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	Meyerhof ed altri	1.67
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	Meyerhof ed altri	1.82

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	(A.G.I.)	0.34
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	(A.G.I.)	0.33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	476.78	456.48

[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	709.79	591.22

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	Ohta & Goto (1978) Limi	92.15
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	Ohta & Goto (1978) Limi	122.57

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	Navfac 1971-1982	1.74
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	Navfac 1971-1982	2.67

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	8.33	1.40	8.33	Robertson 1983	16.66
[2] - sabbia e ghiaia con ciottoli	12.72	2.80	12.72	Robertson 1983	25.44

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 29/06/2022
Profondità prova 1.20 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	5	0.857	16.18	18.89	0.81	0.94
0.20	12	0.855	38.74	45.33	1.94	2.27
0.30	14	0.803	42.45	52.89	2.12	2.64
0.40	15	0.801	45.37	56.66	2.27	2.83
0.50	14	0.799	42.25	52.89	2.11	2.64
0.60	12	0.847	38.40	45.33	1.92	2.27
0.70	8	0.845	25.54	30.22	1.28	1.51
0.80	14	0.793	41.96	52.89	2.10	2.64
0.90	13	0.792	37.01	46.75	1.85	2.34
1.00	11	0.840	33.22	39.56	1.66	1.98
1.10	46	0.638	105.55	165.43	5.28	8.27
1.20	80	0.636	183.06	287.71	9.15	14.39

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.1	11.8	44.14	Incoerente - coesivo	0	1.94	2.13	0.11	0.78	9.24	sabbia debolmente ghiaiosa con limo
1.2	80	287.71		0	0.0	0.0	0.21	0.78	62.64	rifiuto

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	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	Begeman n	De Beer
[1] - sabbia debolmen	9.24	1.10	0.62	1.16	0.50	0.37	0.91	1.32	0.82	1.14	0.46	1.50	1.16

te ghiaiosa con limo													

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	Robertson (1983)	18.48

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	42.39	--	96.03	115.50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	85.86	92.40

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	Meyerhof ed altri	1.94

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	Meyerhof ed altri	2.13

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	Ohta & Goto (1978) Limi	89.55

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	37.13	71.07	89.04	31.29

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)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	29.64	22.64	30.59	33.46	33.38	0	<30	26.77	29.77	38.01	28.59

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
[1] - sabbia debolmente	9.24	1.10	9.24	---	73.92	109.73	---	---

ghiaiosa con limo								

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)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	---	46.44	65.60	79.21

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	Meyerhof ed altri	1.70

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	(A.G.I.)	0.34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	525.59	486.34

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	Ohta & Goto (1978) Limi	89.55

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	Navfac 1971-1982	1.94

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	9.24	1.10	9.24	Robertson 1983	18.48

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 29/06/2022
Profondità prova 1.30 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.10	3	0.857	9.71	11.33	0.49	0.57
0.20	5	0.855	16.14	18.89	0.81	0.94
0.30	5	0.853	16.11	18.89	0.81	0.94
0.40	6	0.851	19.28	22.67	0.96	1.13
0.50	8	0.849	25.65	30.22	1.28	1.51

0.60	9	0.847	28.80	34.00	1.44	1.70
0.70	9	0.845	28.73	34.00	1.44	1.70
0.80	7	0.843	22.30	26.44	1.12	1.32
0.90	9	0.842	27.24	32.37	1.36	1.62
1.00	10	0.840	30.20	35.96	1.51	1.80
1.10	11	0.838	33.15	39.56	1.66	1.98
1.20	15	0.786	42.42	53.95	2.12	2.70
1.30	80	0.635	182.57	287.71	9.13	14.39

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1.2	8.08	29.86	Incoerente - coesivo	0	1.83	1.89	0.11	0.78	6.33	sabbia debolmente ghiaiosa con limo
1.3	80	287.71		0	0.0	0.0	0.22	0.78	62.64	rifiuto

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	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	Begeman n	De Beer
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	0.40	0.79	0.25	0.26	0.62	0.90	0.57	0.91	0.32	0.97	0.79

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	Robertson (1983)	12.66

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	29.04	--	66.35	79.13

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	52.40	63.30

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	Meyerhof ed altri	1.83

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	Meyerhof ed altri	1.89

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	Ohta & Goto (1978) Limi	85.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	29.24	58.71	73.76	24.29

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)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	28.81	21.81	29.77	32.79	32.22	0	<30	24.74	28.9	34.69	26.25

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
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	---	50.64	---	---	---

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)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	---	40.47	44.94	66.23

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	Meyerhof ed altri	1.59

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.90

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	(A.G.I.)	0.34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	368.33	385.98

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - sabbia debolmente	6.33	1.20	6.33	Ohta & Goto (1978) Limi	85.3

ghiaiosa con limo					

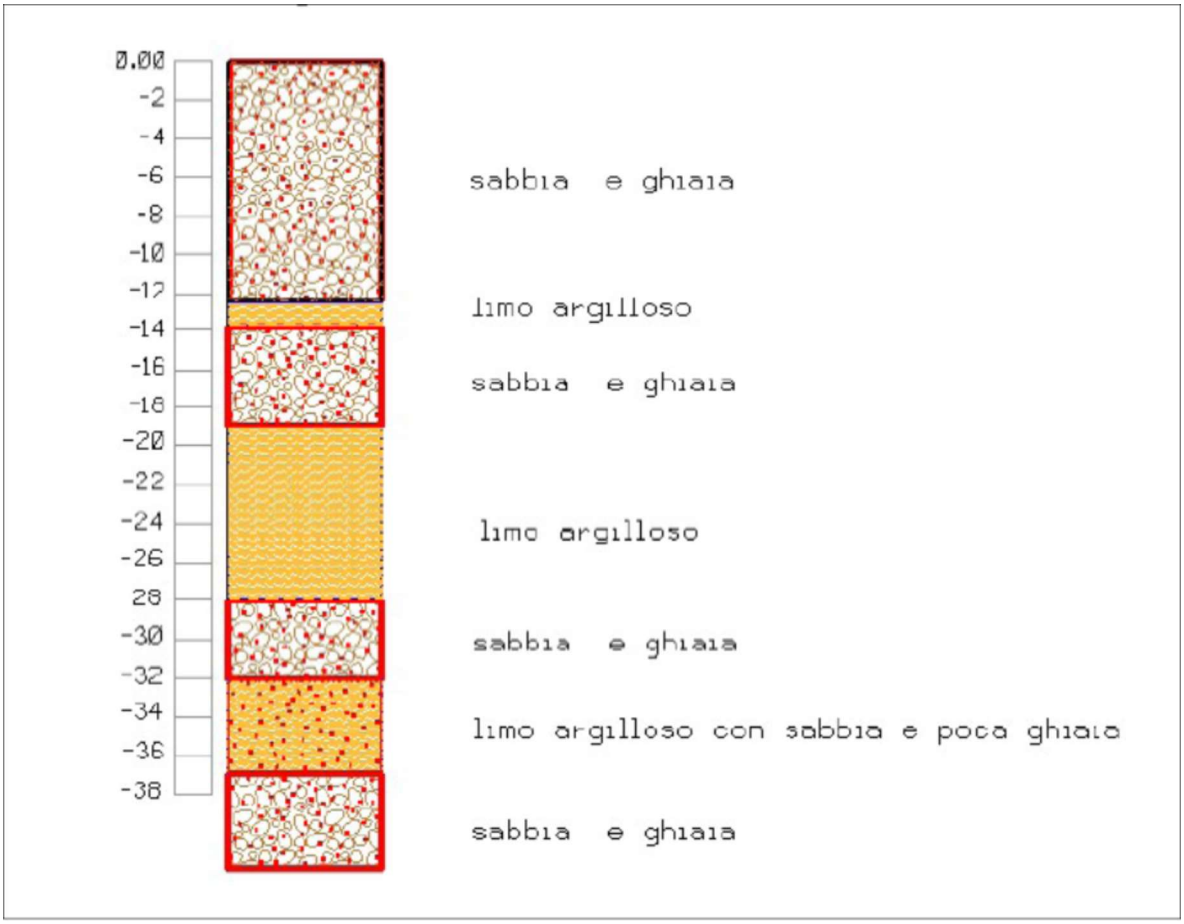
Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	Navfac 1971-1982	1.29

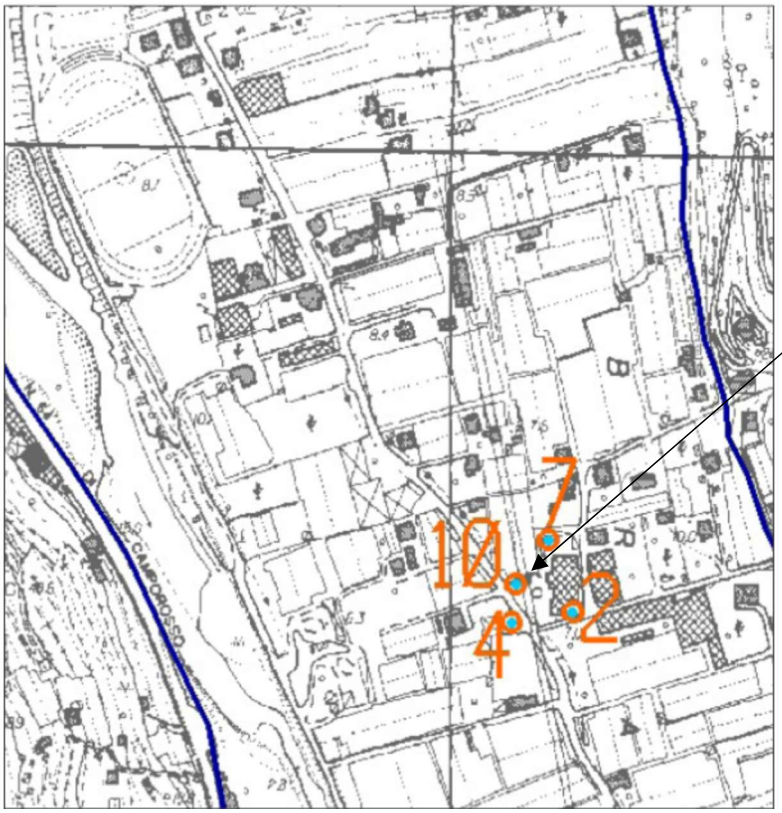
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - sabbia debolmente ghiaiosa con limo	6.33	1.20	6.33	Robertson 1983	12.66

STRATIGRAFIA POZZI ACQUEDOTTO DI SAVONA



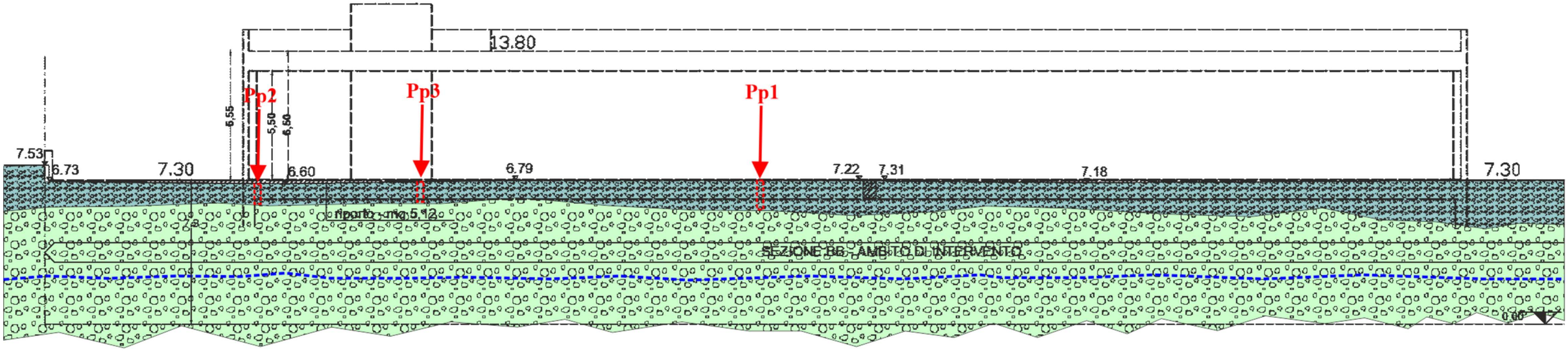
Fonte: Piano di Bacino Stralcio sul bilancio idrico del Torrente Nervia



SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

Scala 1:200

Sulla sezione C-C di progetto



LEGENDA

- Depositi alluvionali sabbiosi con ghiaia e ciottoli a prevalente pezzatura medio-piccola e limo subordinato
- Depositi alluvionali sabbiosi con ghiaia e ciottoli
- Livello piezometrico medio della falda (dati forniti dai pozzi IRETI S.p.A)

Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1



Foto 2



Foto 3

