COMUNE DI OSPEDALETTI

PROVINCIA DI IMPERIA

Progetto:
Progetto turistico *«Ospedaletti Village»* in Corso Garibaldi n. 63
(foglio 13 mapp. 465 - 537 sub. 1)

Richiedente:
FUBAR srls

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettista:
Ing. Sandro MARINI

Dott. Geol. Demis CILIBERTI

Geologia Tecnica e Ambientale

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

Vallecrosia, 2 Marzo 2022

INDICE

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

- ***ALLEGATI***
  - *Carta geologico-geomorfologica (con elementi idrogeologici ed idrologici; scala 1:2.000)*
  - *Cartografia Piano di Bacino "Zona Bordighera-Ospedaletti"*
  - *Planimetria di confronto con ubicazione degli accertamenti geofisici e geognostici*
  - *Prove penetrometriche dinamiche leggere – elaborati*
  - *Certificato parametri sismici – spettri di risposta*
  - *Sezione stratigrafica interpretativa (sulla sezione 2-2 di confronto; scala 1:200)*
  - *Documentazione fotografica*

PREMESSA

Nella presente relazione vengono esposte le risultanze dell'indagine geologica eseguita dallo scrivente Geologo Demis CILIBERTI (iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria con il numero 469) in Comune di di Ospedaletti, Corso Garibaldi n. 63, a supporto di un progetto edilizio, curato dall'Ing. Sandro MARINI, che prevede la realizzazione di una sistemazione ad uso turistico di un'area attualmente terrazzata (foto 1-2). Nello specifico, è prevista la realizzazione di un volume interrato da adibire ad autorimessa, di un ampliamento all'edificio esistente da adibire a servizi, di alcune piazzole, della viabilità di accesso e di manovra oltre che l'esecuzione di nuove opere di sostegno del terreno. Per maggiore chiarezza circa le opere previste si rimanda, comunque, alla consultazione degli elaborati progettuali.

Gli interventi proposti comporteranno l'esecuzione di movimenti terra di entità non particolarmente significativa con pseudo-compensazione delle volumetrie di scavo con quelle di riporto. Il materiale di risulta degli scavi potrà essere riutilizzato in loco 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, come indicato nella Tavola 4 di confronto, ai fini del livellamento di terreno si rendessa necessario utilizzare ulteriore materiale non proveninete dal sito d'intervento, questo dovrà essere di buona qualità, certificato o proveniente da altro cantiere autorizzato nel rispetto della normativa ambientale di cui sopra.

L'indagine geologica, realizzata su commissione della FUBAR srls, è stata estesa ad una porzione di territorio comprendente l'area direttamente interessata dal progetto e le zone ad essa immediatamente circostanti (per un congruo intorno), al fine di accertare la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche l.s. del sito, nonché fornire al tecnico strutturista utili indicazioni di carattere stratigrafico, geotecnico e sismico.

L'indagine geologica è stata realizzata ai sensi:

- del D.M. del 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni";
- del D. lgs 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- delle prescrizioni fornite dal vigente Piano di Bacino Stralcio per la difesa idraulica ed idrogeologica "Zona Bordighera-Ospedaletti" elaborato dalla Provincia di Imperia.

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

Dal punto di vista della pericolosità geomorfologica, secondo quanto riportato nella "Carta della pericolosità o suscettività al dissesto" allegata al suddetto Piano di Bacino, **il sito d'intervento ricade in *"Zona Pg2 – area a suscettività media"*.**

Per quanto riguarda il rischio idraulico, **il sito d'intervento** si colloca ad una quota di assoluta sicurezza rispetto ai principali corsi d'acqua e **non rientra all'interno delle fasce fluviali inondabili** individuate dagli studi di carattere idraulico a supporto della Pianificazione

di Bacino e riportate nella "Carta delle fasce fluviali". **Il sito non ricade**, inoltre, **né nella fascia di inedificabilità** stabilita dal Regolamento Regionale n. 3/2011 e s.m.i. (R.R. 1/2016) per i rii facenti parte del reticolo idrografico regionale **nè all'interno della fascia di rispetto** di cui alla Normativa di Piano in riferimento alle distanze degli interventi dai corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico significativo e riportati nella "carta del reticolo idrografico".
Il rio più prossimo all'area d'intervento dista, infatti, ben oltre i m 40 previsti dalle norme.
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 immediatamente circostanti;
- sopralluogo in loco con esecuzione di rilevamento geologico–tecnico di superficie ed individuazione delle principali caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrologiche ed idrogeologiche della zona;
- indagine geognostica di profondità con esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche leggere con utilizzo di un penetrometro a massa battente di kg 30 ed infissione di una punta conica fino a rifiuto (100colpi/10 cm). L'elaborazione dei dati ottenuti, realizzata con l'ausilio di opportuni sistemi informatici ha, quindi, permesso di ottenere i principali parametri geotecnici dei terreni attraversati;
- esecuzione, nel punto meglio indicato nell'elaborato specifico in allegato, di una sismica passiva a stazione singola (metodo HVSR) finalizzata alla caratterizzazione sismica del sito (con determinazione della Vs30 e della Vs,eq) ed alla validazione della stratigrafia ipotizzata in seguito al rilevamento geologico di superficie ed alle prove di cui al punto precedente;
- sintesi di quanto emerso dalle indagini eseguite con redazione di elaborati grafici e della presente relazione esplicativa.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO

Il sito d'intervento si colloca nel territorio comunale di Ospedaletti, nell'immediato entroterra cittadino, in un'area solo parzialmente antropizzata ed in parte ancora adibita all'attività agricola.
Morfologicamente, la zona è riconducibile ad un ambiente tipicamente collinare. Il sito interessato dall'intervento proposto si colloca infatti, ad una quota di circa m 125-130 s.l.m, su di un versante degradante verso SSW.
Il tratto di pendio indagato è caratterizzato da acclività complessivamente media e dalla presenza di diffusi terrazzamenti antropici con muri di sostegno di altezza sufficientemente contenuta principalmente in pietra, solo in subordine in cls o c.a. (foto 1-2).

Ad eccezione di alcuni fenomeni dissestivi di natura superficiale coinvolgenti per lo più limitati tratti dei muri a secco, il rilevamento di superficie non ha messo in evidenza la presenza di particolari fenomeni gravitativi in atto coinvolgenti l'area indagata. Il sito d'intervento è da ritenersi allo stato attuale complessivamente stabile.

Dal punto di vista geolitologico, secondo quanto riportato nella cartografia ufficiale consultata (con particolare riferimento alla Carta Geologica d'Italia Progetto CARG – foglio 258/271 Sanremo alla scala 1:50.000) e secondo quanto appurato dal rilevamento di campagna, il substrato roccioso, sub-affiorante nei pressi di una vasca di raccolta esistente sita nel settore di monte del lotto d'intervento (foto 3), è costituito da strati torbiditici aventi spessori variabili da m 1 a m 5 di marne ed arenarie calcaree. Tali sequenze appartengono al "Membro di Villa Faraldi" (FSM2 nella cartografia CARG) datato Campaniano Sup.-Maastrichtiano Sup. facente parte a sua volta alla formazione del "Flysch di Sanremo", termine superiore dell'Unità Tettonica di Sanremo – Monte Saccarello. Tale Unità, così come le Unità flyschoidi di Moglio – Testico e di Borghetto d'Arroscia – Alassio (con le quali viene tradizionalmente raggruppata sotto la denominazione di Flysch ad Elmintoidi della Liguria Occidentale) occupa la posizione geometricamente più elevata nell'edificio a falde delle Alpi Liguri.

Il substrato lapideo si presenta in affioramento da mediamente ad intensamente fratturato con presenza di alcuni sistemi di discontinuità sistematici e persistenti aventi disposizione pseudo-ortogonale tra loro, nonché mediamente alterato. L'intersezione dei piani di discontinuità strutturali dà spesso origine a veri e propri blocchi lapidei disarticolati (nei termini più calcareo-arenacei) o a frammenti scagliosi (nei livelli marnoso-pelitici). Il tutto a testimonianza di un'intensa attività tettonico–deformativa subita dalla formazione in seguito alla messa in posto della catena Alpina.

Il substrato è, ove non affiorante e soprattutto in corrispondenza dei terrazzamenti antropici, sovrastato da terreno di natura eluvio–colluviale, localmente rimaneggiato e riportato. Dal punto di vista granulometrico, tale copertura, è sufficientemente eterogenea (limo-argillo-sabbiosa con frammenti litoidi) ed è caratterizzata da spessori sufficientemente contenuti (per lo più inferiori a m 2,0-2,5, solo localmente superiori).

Per maggiore chiarezza circa la caratterizzazione stratigrafica del sito si rimanda comunque alla consultazione dei capitoli relativi alle indagini geofisiche e geognostiche realizzate in situ nonché della sezione interpretativa in allegato.

CARATTERI IDROGEOLOGICI ED IDROLOGICI

Dal punto di vista idrogeologico, non sono state rilevate lungo il tratto di versante coinvolto dall'intervento in esame emergenze idriche come sorgenti o particolari venute d'acqua; nello specifico si è rilevato quanto segue:

- la formazione rocciosa flyschoide di substrato è caratterizzata da una permeabilità secondaria media in corrispondenza di livelli particolarmente fratturati;
- la coltre di copertura presenta una permeabilità primaria (per porosità) complessivamente media, variabile comunque in funzione della percentuale di frazione argillosa presente e del differente grado di compattazione delle particelle.

Le discrete capacità drenanti del terreno di copertura, seppur poco potente, e la sottostante presenza di roccia fratturata fanno sì che, in occasione di intensi e prolungati fenomeni piovosi, si possano instaurare circuiti idrici sub-superficiali o comunque poco profondi, in ogni caso non continui e strettamente connessi alle precipitazioni. La circolazione avviene nella coltre o, più in profondità, lungo i giunti dell'ammasso lapideo.

Nell'area indagata, è comunque da escludere la presenza di una vera e propria falda idrica a ridotta soggiacenza continua e duratura. Evetnauli emergenze idriche incontrate durante le operazioni di scavo dovranno essere adeguatamente captate e smaltite nell'esistente sistema di deflusso delle acque bianche.

Per quanto riguarda l'idrologia superficiale, il deflusso delle acque è, in corrispondenza del tratto di versante indagato, solo in minima parte garantito dalla presenza di opere di regimazione antropica connesse per lo più alla viabilità e si sviluppa, pertanto, in buona parte come ruscellamento diffuso o incanalato lungo vie preferenziali di scorrimento rappresentate da strade o camminamenti/sentieri soprattutto ove disposti lungo la massima pendenza.

L'intervento proposto comporterà l'esecuzione di superfici impermeabilizzate di estensione sufficientemente contenuta (riconducibili sostanzialmente alla copertura dell'autorimessa; la viabilità e le piazzole saranno infatti realizzate con materiali drenanti). Le acque intercettate dalle nuove superfici impermeabilizzate dovranno essere comunque adeguatamente convogliate e smaltite nell'esistente sistema di deflusso (rappresentato dalla canaletta sita a margine della strada pubblica che confluisce quindi, oltre m 200 ad Ovest, nel rio Carrubbo) previa eventuale realizzazione di vasca di ritardo intermedia.

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

Ad integrazione del rilevamento geologico di superficie è stata realizzata, in primis, nel punto meglio indicato nell'elaborato specifico in allegato, n. 1 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: 2 3 2022

Tempo: 9 48

Set di dati: Fubar.SAF

Frequenza di campionamento (Hz): 128

Lunghezza finestra (sec): 40

Lunghezza della sequenza temporale analizzata (min): 9.3

Rastremazione (%): 10

==========

Di seguito i risultati considerando i dati nella gamma di frequenza 0.5-60.0Hz

Frequenza di picco (Hz): 52,9 (±5,8)

Valore di picco HVSR: 5,8 (±0,6)

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

1.[f0 > 10/Lw]: 52,9 > 0,25 (OK)

#2.[nc > 200]: 55052 > 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 44,9Hz (OK)

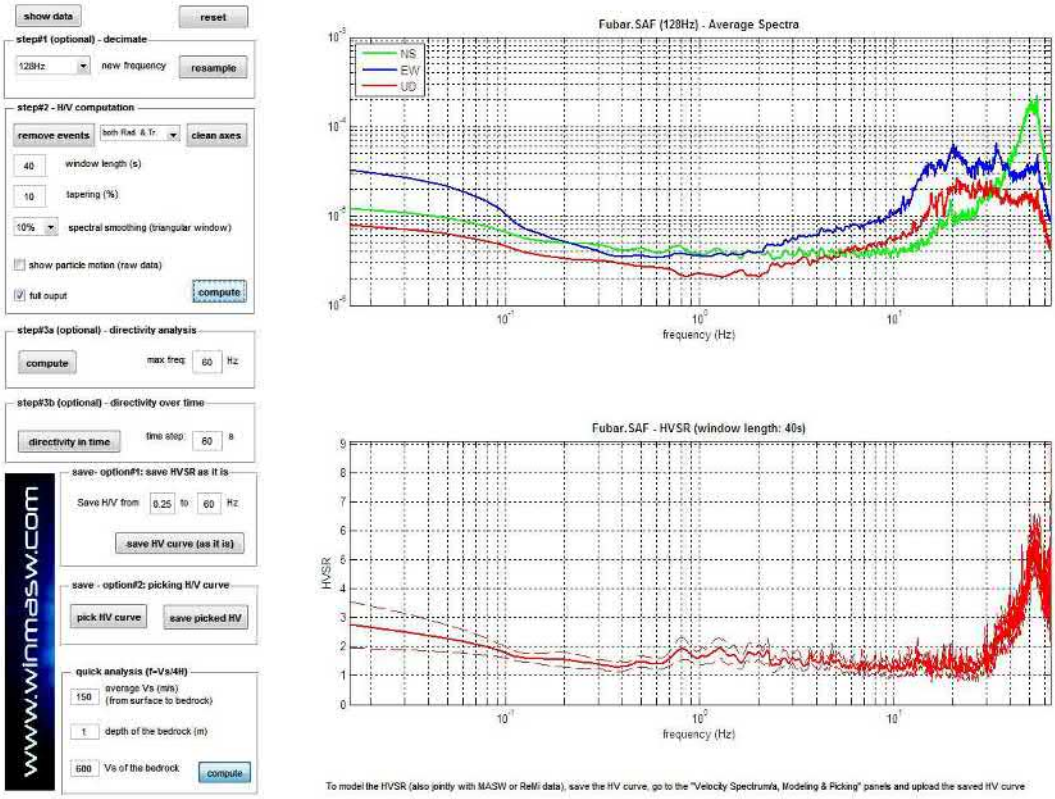
#2.[esiste f+ nell'intervallo [f0, 4f0] |AH/V(f+) < A0/2]: (NO)

#3.[A0 > 2]: 5,8 > 2 (OK)

#4.[fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (NO)

#5.[sigmaf < epsilon(f0)]: 5.842 > 2.647 (NO)

#6.[sigmaA(f0) < theta(f0)]: 0,669 < 1,58 (OK)



La frequenza fondamentale del sito risulta essere quindi di 52,9 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:

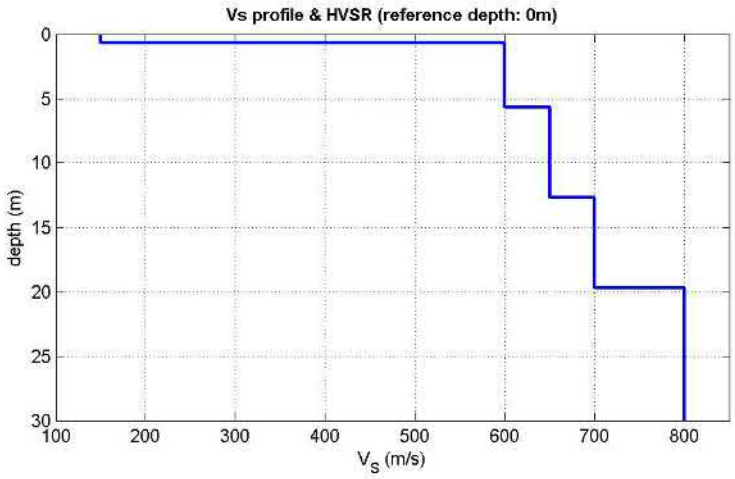
winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

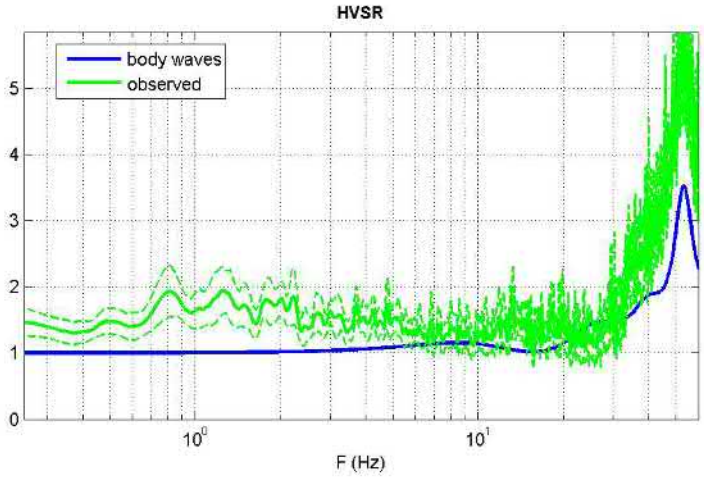
Main results

Date: 2 3 2022

Time: 09 51

Dataset:





Mean model

Vs (m/s): 150 600 650 700 800

Thickness (m): 0.7, 5.0, 7.0, 7.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.77 2.06 2.08 2.09 2.12

Shear modulus (MPa) (approximate values): 40 743 880 1022 1356

Analyzing Phase velocities

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 312 1039 1126 1143 1306

Poisson: 0.35 0.25 0.25 0.20 0.20

Vs30 (m/s): 643

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;

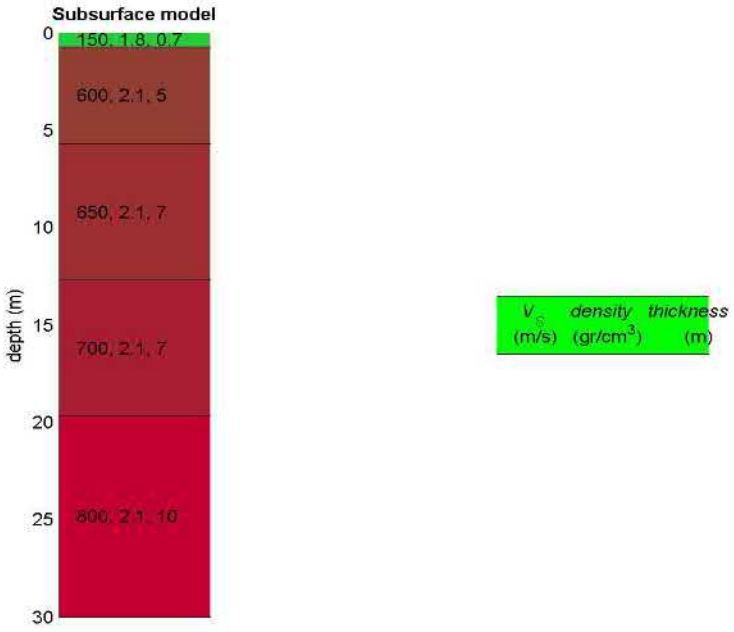
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Si è calcolato il valore della Vs,eq in virtù della modellazione di cui sopra

Vs,eq (m/s): 585

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

Si riporta di seguito l'effettiva stratigrafia introdotta nel modello *(terreno di copertura avente spessore pari a 0,70 m sovrastante termini lapidei di substrato alterati e fratturati e via via maggiormente integri con la profondità)*:



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE LEGGERE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il rilevamento di superficie è stato quindi supportato, oltre che dall'indagine sismica di cui al capitolo precedente, anche da accertamenti geotecnici di profondità consistiti essenzialmente nell'esecuzione di n. 3 prove penetrometriche dinamiche leggere, adeguatamente distribuite nel lotto d'intervento, con utilizzo di un penetrometro PAGANI DPM medio (massa battente 30 kg). Tali prove avevano lo scopo, oltre che fornire indicazioni di natura stratigrafica, anche di parametrizzare dal punto di vista geotecnico i livelli di terreno attraversati.

In generale, le prove hanno evidenziato come vi sia un livello di copertura parzialmente rimaneggiato e caratterizzato da un grado di addensamento da poco a mediamente significativo avente uno spessore di circa m 1,0 - 1,5 sovrastante termini lapidei di substrato parzialmente degradati.

Non è stata rilevata in fase estrattiva la presenza di acqua nei fori. Le prove sono state arrestate per rifiuto strumentale (70 colpi/10 cm) rispettivamente alla profondità di m 1,20 (Pp1), m 1,70 (Pp2) e m 1,40 (Pp3) dal piano campagna.

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 leggero utilizzato (Nscpt) ai suddetti valori di Nspt.

I parametri ottenuti, interamente riportati in allegato in tabelle esplicative vengono comunque di seguito riportati in maniera sintetica:

STRATO 1 Coltre eterogenea da poco a mediamente addensata (fino alla profondità massima di circa m 1,60 dal p.c.)

γ_d (peso di volume drenato): 1,60 – 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): 27 – 28°;

***c'** (coesione efficace): 0,04 – 0,05 kg_p/cmq*

***Cu** (coesione non drenata):0,40 – 0,45 kg_p/cmq*

***Nspt:** 4,02 – 5,56*

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'= 8 (limo medio) x tan (27°) = 4,08 Kpa = 0,041 Kg/cmq

I parametri di resistenza al taglio riconducibili ai termini lapidei di substrato sottostanti la coltre sono stati estrapolati, invece, da rilievi geomeccanici dell'ammasso roccioso realizzati su affioramenti riscontrati in aree non distanti dal sito d'intervento in occasione di precedenti indagini, nonché sulla base di quanto emerso dalla prova geofisica realizzata in loco e di quanto indicato nella bibliografia tecnica consultata:

***STRATO 2* Substrato flyschoide alterato e fratturato:**

γ_d (peso di volume drenato): 2,15 – 2,25 t_p/m^3;

γ_{saturo} (peso di volume saturo): 2,20 – 2,30 t_p/m^3;

φ (angolo di attrito): 29 – 31°;

c (coesione): 2,0 – 2,5 kg_p/cmq

I valori indicati sono da ritenersi sufficientemente cautelativi.

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 Ospedaletti 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 ($T_c=C_cxT_c^*$) 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 realizzate in loco, il terreno di fondazione alle nuove strutture previste può essere ricondotto, in via sufficientemente cautelativa, ad una **categoria di tipo B.**

La roccia alterata e fratturata può essere assimilata, dal punto di vista della risposta sismica, ad una roccia tenera.

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 1,10** in quanto il sito d'intervento si colloca nel settore intermedio di un versante morfologicamente riconducibile alla **categoria T3.**

Valutata quindi la risposta sismica locale come fin qui esposto, non resta che verificare la stabilità del sito indagato alla liquefazione del terreno; in merito a ciò, vista la discreta percentuale di particelle limose ed argillose costituenti la coltre di copertura, la presenza di roccia a profondità sufficientemente limitata dal piano di campagna, nonché l'assenza di una vera e propria falda idrica a ridotta soggiacenza, *lo scrivente ritiene impossibile l'innesco, anche a seguito di azioni cicliche e dinamiche di discreta entità, dei menzionati fenomeni di perdita di resistenza al taglio del terreno*.

CONCLUSIONI

Le indagini geologiche eseguite hanno consentito di evidenziare principalmente quanto segue:

- il sito d'intervento è caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso di natura flyschoide appartenente alla formazione del "Flysch di Sanremo" e, più nello specifico, al "Membro di Villa Faraldi" di età Campaniano Sup - Maastrichtiano Sup (FSM_2 nella cartografia ufficiale progetto CARG). Il Flysch di Sanremo rappresenta il termine superiore dell'Unità Tettonica di Sanremo – Monte Saccarello. Tale Unità, così come le Unità flyschoidi di Moglio – Testico e di Borghetto d'Arroscia – Alassio (con le quali viene tradizionalmente raggruppata sotto la denominazione di Flysch ad Elmintoidi della Liguria Occidentale) occupa la posizione geometricamente più elevata nell'edificio a falde delle Alpi Liguri. ;
- il substrato di cui sopra è costituito, nell'area d'indagine, da marne ed arenarie calcaree costituenti strati torbiditici e con livelli calcilutitici passanti a strati marnoso-arenacei o

arenaceo-argillitici. L'ammasso roccioso è, ove affiorante, interessato da alcuni sistemi di frattura discretamente sistematici e persistenti aventi disposizione per lo più pseudo-ortogonale tra di loro ed è caratterizzato da un grado di alterazione da medio a medio-alto.

- In corrispondenza dei terrazzamenti antropici il substrato roccioso è sovrastato da terreno parzialmente rimaneggiato e riportato avente granulometria eterogenea (limoso-sabbiosa con argilla e frammenti lapidei) e caratterizzato da un grado di addensamento da basso a medio-basso. Lo spessore di tale terreno di copertura è da ritenersi nell'area indagata, sufficientemente contenuto e solo localmente superiore a m 2,0.
- non è presente in loco una vera e propria falda idrica continua e duratura a ridotta soggiacenza; in occasione di eventi meteorici di discreta entità si possono comunque instaurare circuiti idrici sub-superficiali o poco profondi strettamente connessi alle precipitazioni. La circolazione idrica, in tali casi, avviene nella coltre (caratterizzata da grado di permeabilità primaria per porosità da medio a medio-basso) e lungo le fratture dell'ammasso lapideo.
- Il sito d'intervento è da considerarsi allo stato attuale complessivamente stabile e non evidenzia la presenza di particolari problematiche di natura geomorfologica.
- dal punto di vista sismico il terreno di fondazione alle nuove strutture può essere condotto, in virtù della classificazione di cui alle NTC 2018, ad un suolo di tipo B. per quel che riguarda il coefficiente di amplificazione topografica St lo scrivente ritiene adeguato utilizzare un valore pari a 1,10 (categoria geomorfologica T3 nel settore intermedio del versante);

Ala luce di quanto sopra, presa attentamente visione delle soluzioni progettuali proposte, **lo scrivente attesta la fattibilità geologica degli interventi previsti,** nell'assoluto rispetto, comunque, delle raccomandazioni e prescrizioni tecniche di seguito fornite.

- *Le operazioni di scavo dovranno essere eseguite in un periodo di scarse precipitazioni meteoriche e sotto la supervisione di un geologo; allo scavo dovrà fare seguito la repentina esecuzione dei contenimenti utilizzando nel periodo intermedio adeguate opere di sostegno provvisionali. Eventuali emergenze idriche incontrate durante le fasi di escavazione dovranno essere captate attraverso opere di presa e regolarmente canalizzate fino al sistema di deflusso predisposto per lo smaltimento delle acque bianche. Il materiale di risulta degli scavi, 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, come*

indicato nella Tavola 4 di confronto, ai fini del livellamento di terreno si rendessa necessario l'utilizzo di ulteriore materiale non proveninete dal sito d'intervento, questo dovrà essere di buona qualità, certificato o proveniente da altro cantiere autorizzato nel rispetto della normativa ambientale di cui sopra.

- *Le fondazioni alle nuove strutture in progetto (autorimessa ed ampliamento edificio), di tipo diretto ed obbligatoriamente continue, dovranno poggiare su termini lapidei di substrato. Il piano di posa dovrà essere quanto più possibile omogeneo in modo da evitare il potenziale innesco di cedimenti differenziali delle strutture;*
- *I nuovi muri di sostegno dovranno anch'essi essere dotati di fondazioni spinte fino alla roccia di substrato nonché di adeguati sistemi di drenaggio in modo da evitare l'insorgere di pressioni neutre in grado di comprometterne la staticità e la stabilità;*
- *Le acque intercettate dalle nuove superfici impermeabilizzate dovranno essere adeguatamente convogliate e smaltite nell'esistente sistema di deflusso (rappresentato dalla canaletta sita a margine della strada pubblica che confluisce quindi, oltre m 200 ad Ovest, nel rio Carrubbo) previa eventuale realizzazione di vasca di ritardo intermedia.*

Vallecrosia, 2 Marzo 2022



Dott. Geol. Demis CILIBERTI

CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

(con elementi idrogeologici ed idrologici)

Scala 1:2.000



LEGENDA

Formazione del Flysch di Sanremo

Membro di Villa Faraldi (Campaniano Sup. - Maastrichtiano Sup.)

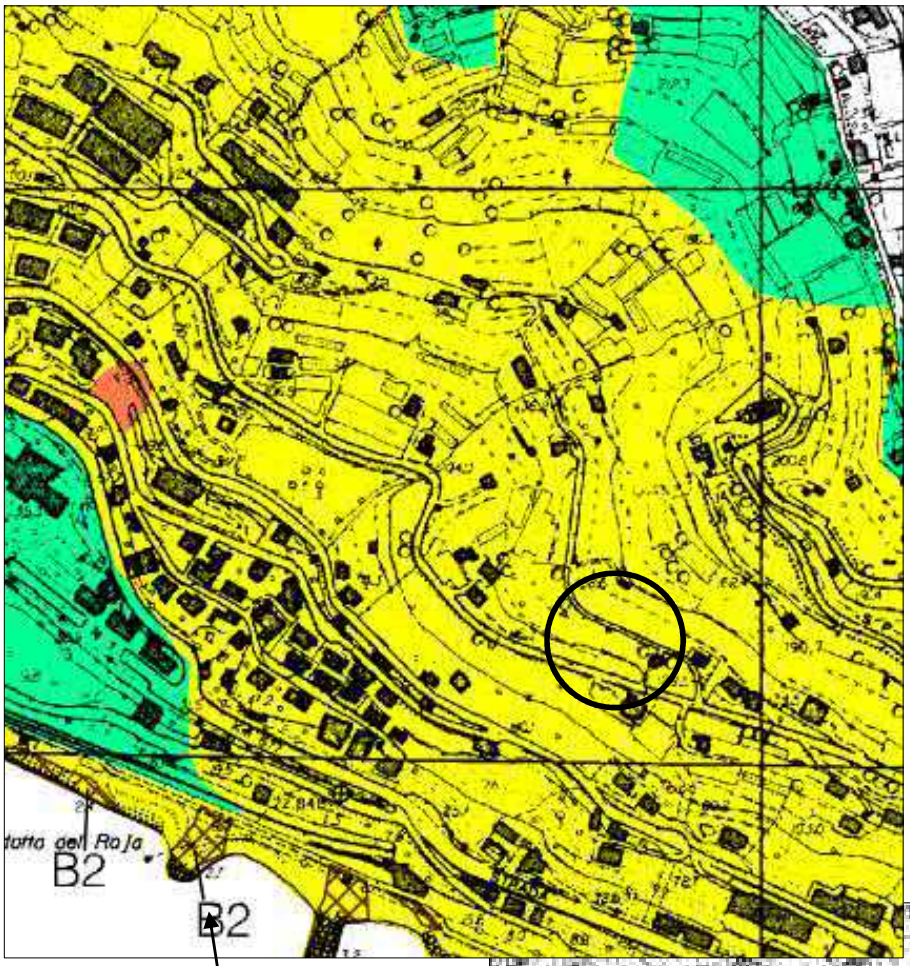
Marne ed arenarie calcaree costituenti strati torbiditici aventi spessori di m 1-5. La roccia, semipermeabile per fratturazione soprattutto nei primi metri ove si presenta estremamente degradata, è, ove non affiorante, sovrastata da terreno di copertura (coltre eluvio-colluviale) granulometricamente eterogeneo di potenza in genere inferiore a m 3.0, solo localmente superiore. La coltre è caratterizzata da una permeabilità primaria per lo più media.

Substrato roccioso sub-affiorante

Ubicazione di massima area d'intervento

Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

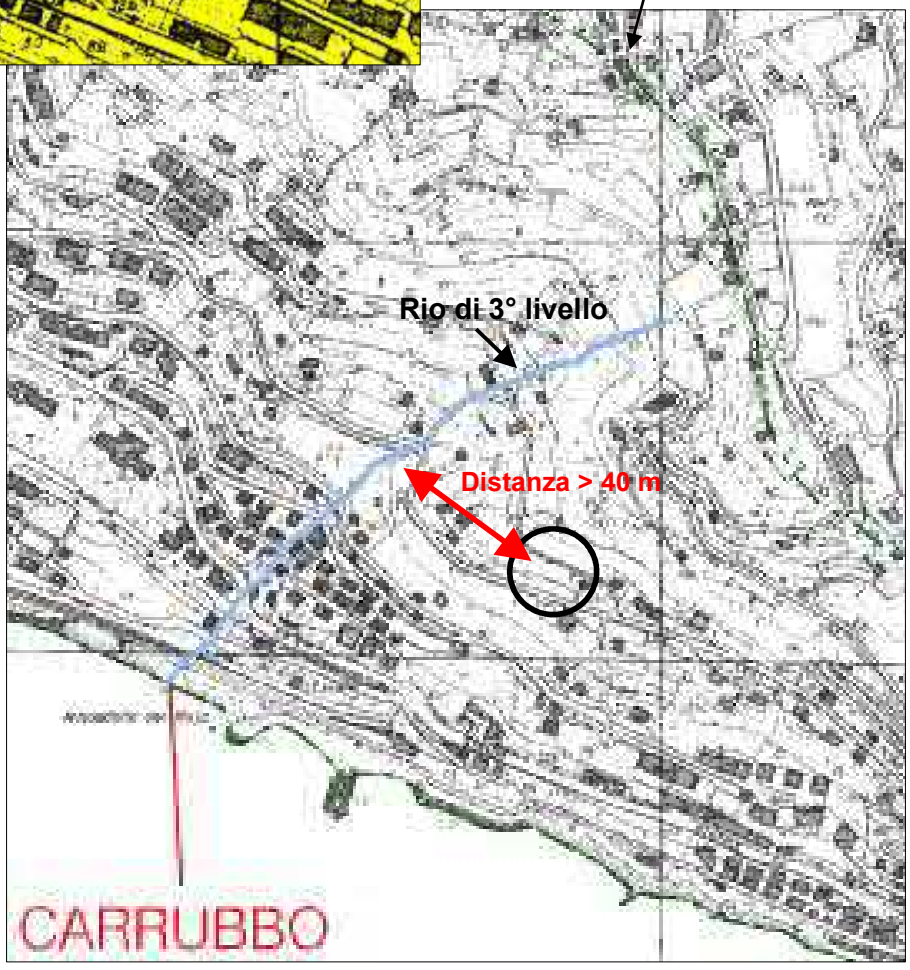
CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO
"ZONA BORDIGHERA-OSPEDALETTI"



= Area d'intervento

Carta del reticolo idrografico
(NO FASCIA DI INEDIFICABILITA' NE' DI RISPETTO)

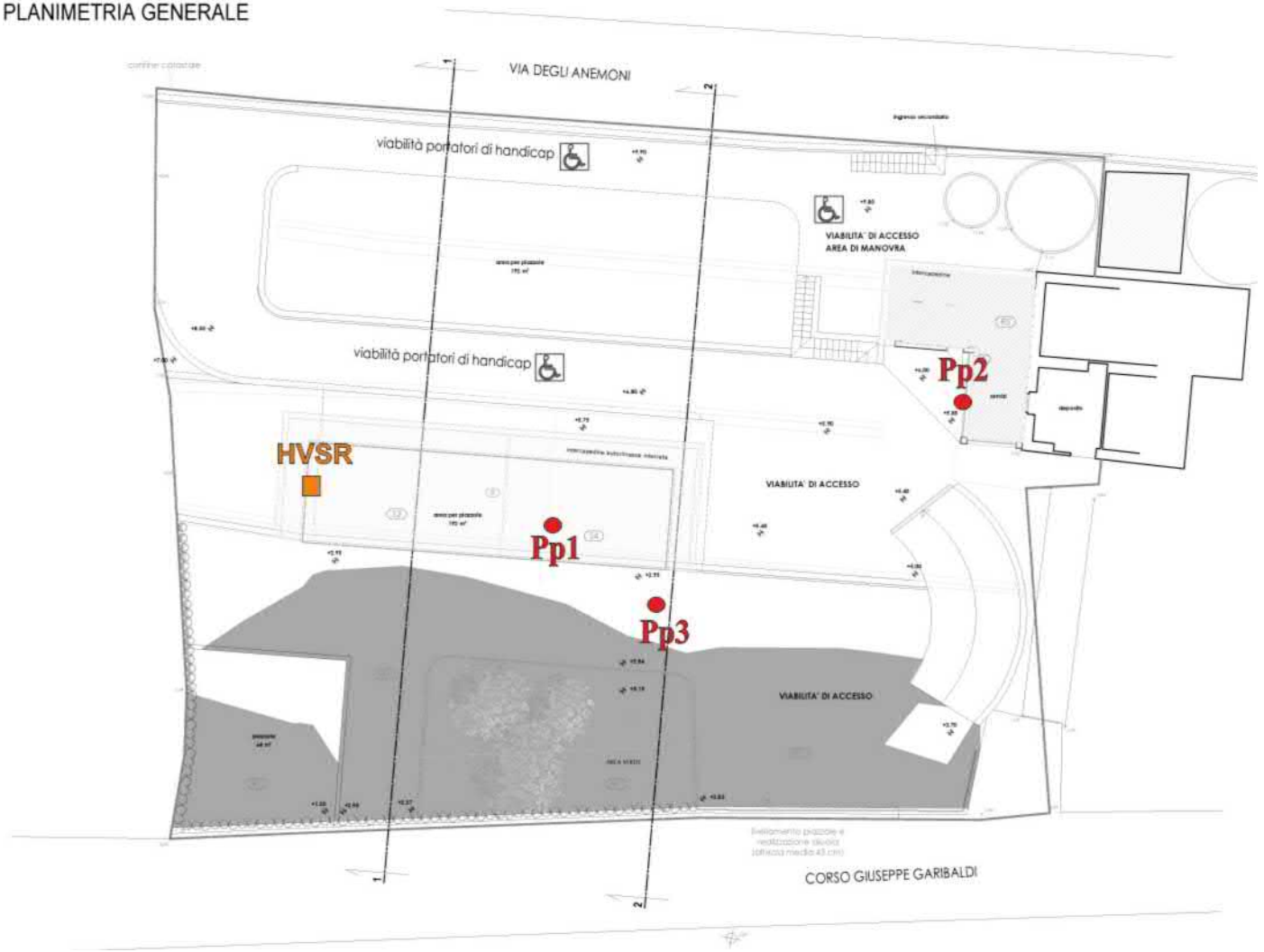
Carta della Pericolosità o Suscettività al dissesto
(Pg2)



Geol. Demis Ciliberti - *Geologia Tecnica e Ambientale*

PLANIMETRIA DI CONFRONTO CON UBICAZIONE DEGLI ACCERTAMENTI GEOFISICI E GEOGNOSTICI

PLANIMETRIA GENERALE



Legenda
- ***Pp**: prova penetrometrica dinamica leggera*
- ***HVSR**: prospezioni di sismica passiva a stazione singola*

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: FUBAR SRLS Cantiere: Villaggio turistico Località: Ospedaletti (IM) - Corso garibaldi	

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)
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.

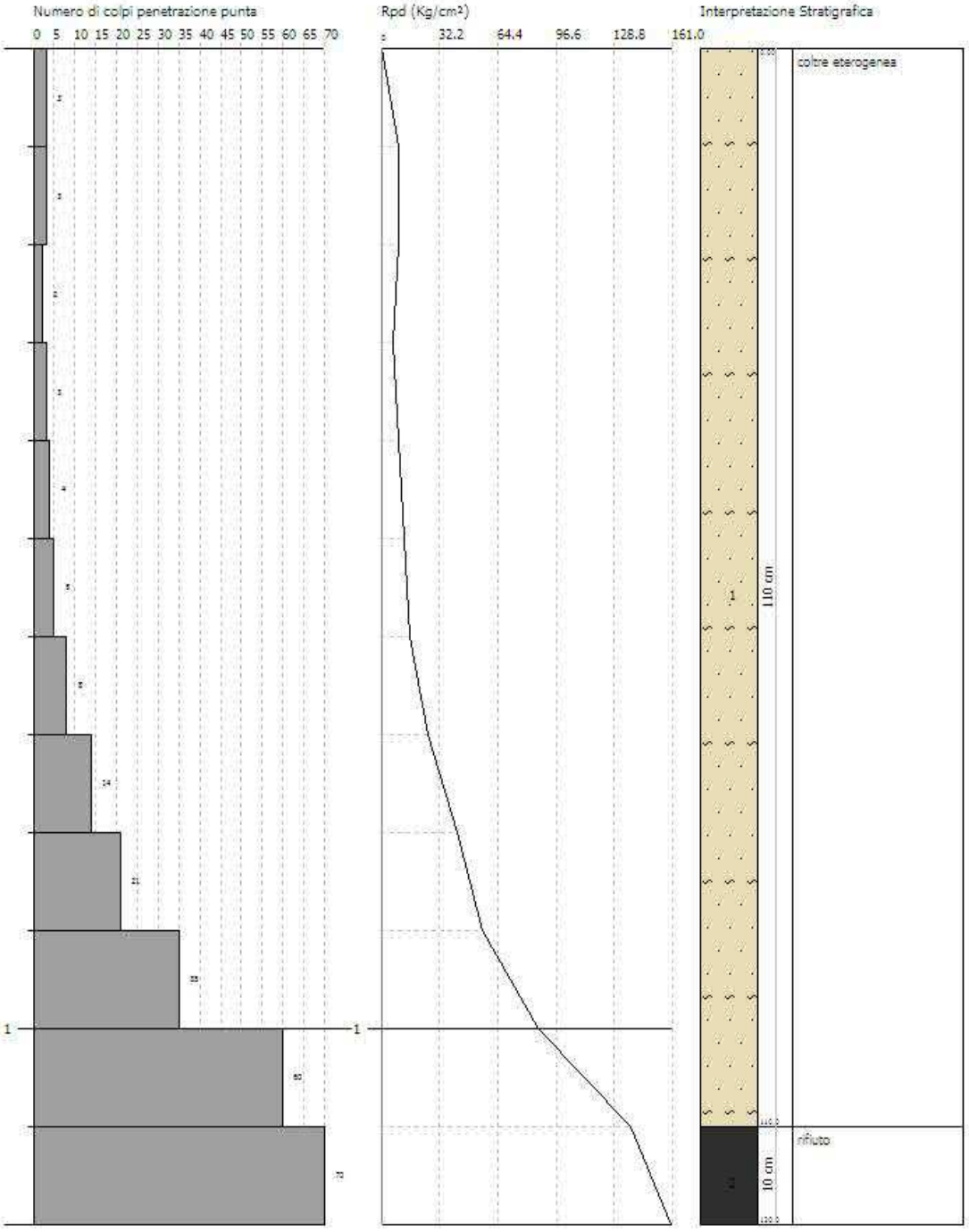
Studio di Geologia CILIBERTI
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia(IM)
Cell 3391079305

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

Committente: FUBAR SRLS
Cantiere: Villaggio turistico
Località: Ospedaletti (IM) - Corso garibaldi

Data: 18/02/2022

Scala 1:6



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

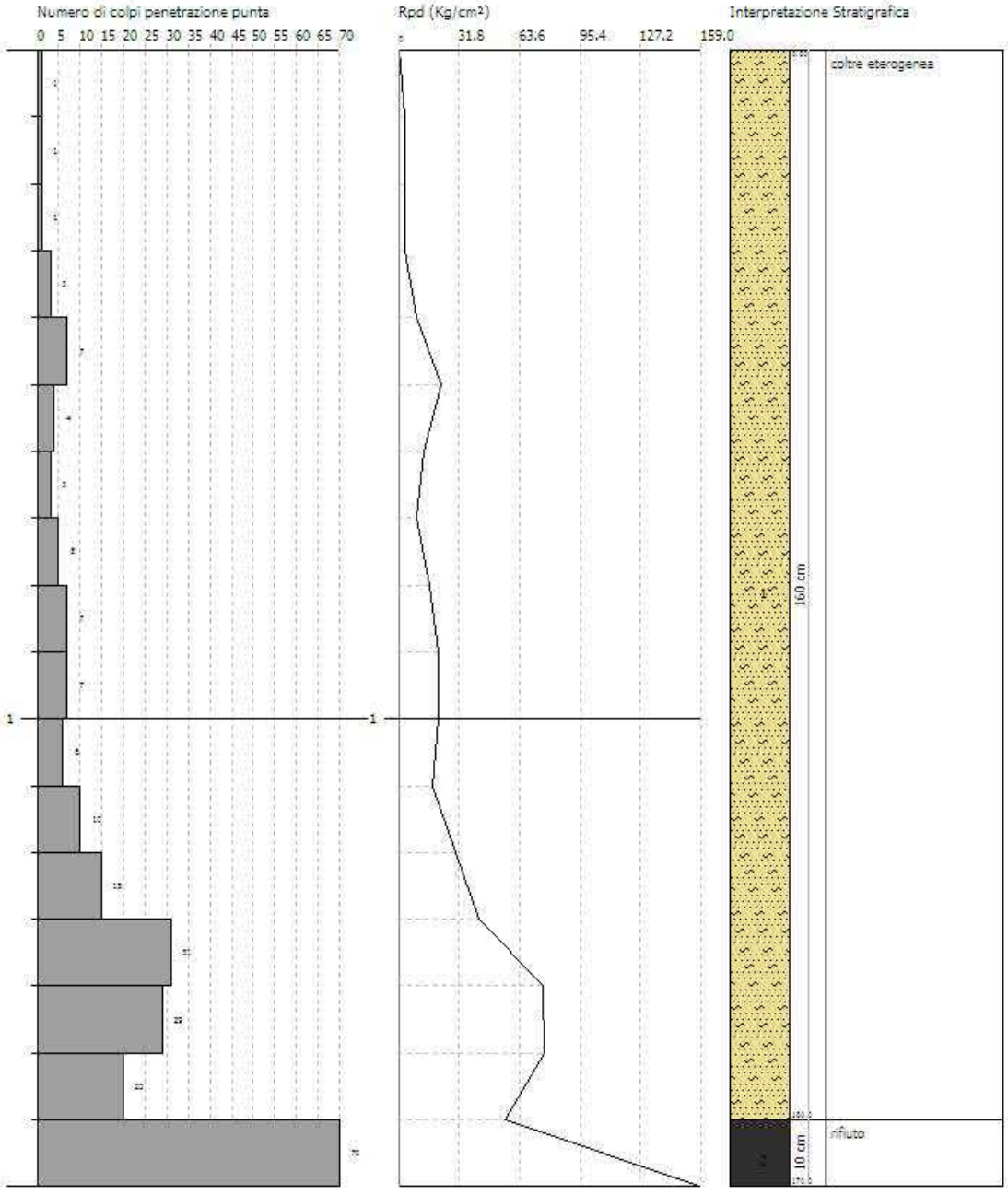
Studio di Geologia CILIBERTI
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia(IM)
Cell 3391079305

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

Committente: FUBAR SRLS
Cantiere: Villaggio turistico
Località: Ospedaletti (IM) - Corso garibaldi

Data: 18/02/2022

Scala 1:9



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

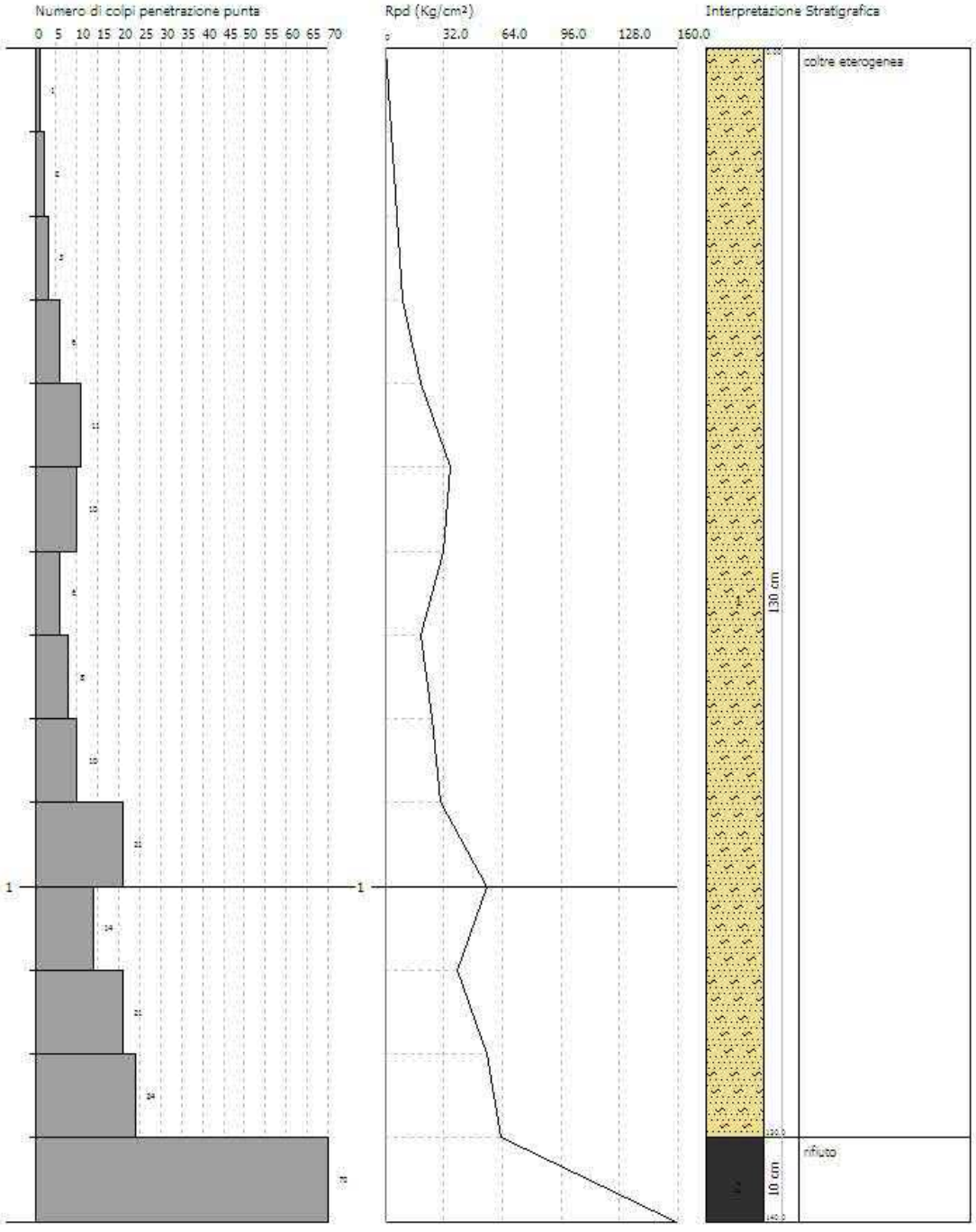
Studio di Geologia CILIBERTI
Via Giovanni XXIII 25
18019 Vallecrosia(IM)
Cell 3391079305

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

Committente: FUBAR SRLS
Cantiere: Villaggio turistico
Località: Ospedaletti (IM) - Corso garibaldi

Data: 18/02/2022

Scala 1:7



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 18/02/2022
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	3	0.857	9.71	11.33	0.49	0.57
0.20	3	0.855	9.69	11.33	0.48	0.57
0.30	2	0.853	6.44	7.56	0.32	0.38
0.40	3	0.851	9.64	11.33	0.48	0.57
0.50	4	0.849	12.83	15.11	0.64	0.76
0.60	5	0.847	16.00	18.89	0.80	0.94
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	21	0.742	56.00	75.52	2.80	3.78
1.00	35	0.690	86.82	125.87	4.34	6.29
1.10	60	0.638	137.67	215.78	6.88	10.79
1.20	70	0.636	160.18	251.75	8.01	12.59

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	5.25	19.83	Incoerente - coesivo	0	1.99	2.19	0.11	0.76	4.02	coltre eterogenea
1.2	70	251.75		0	0.0	0.0	0.22	0.78	54.81	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	Begeman n	De Beer
[1] - coltre eterogene a	4.02	1.10	0.25	0.50	0.25	0.16	0.39	0.60	0.37	0.73	0.20	0.56	0.50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	Robertson (1983)	8.04

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	18.44	60.30	42.79	50.25

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	25.83	40.20

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	Meyerhof ed altri	1.70

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	Meyerhof ed altri	1.87

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	Ohta & Goto (1978) Limi	77.54

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	20.69	46.8	59.42	18.17

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] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	28.15	21.15	29.13	32.06	31.25	0	<30	22.77	28.21	30.73	23.97

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] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	---	32.16	---	---	---

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] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	---	35.72	28.54	55.93

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	Meyerhof ed altri	1.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	(A.G.I.)	0.35

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] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	240.37	292.48

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	Ohta & Goto (1978) Limi	77.54

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	Navfac 1971-1982	0.76

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - coltre eterogenea	4.02	1.10	4.02	Robertson 1983	8.04

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 18/02/2022
Profondità prova 1.70 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	1	0.857	3.24	3.78	0.16	0.19
0.20	1	0.855	3.23	3.78	0.16	0.19
0.30	1	0.853	3.22	3.78	0.16	0.19
0.40	3	0.851	9.64	11.33	0.48	0.57
0.50	7	0.849	22.45	26.44	1.12	1.32
0.60	4	0.847	12.80	15.11	0.64	0.76
0.70	3	0.845	9.58	11.33	0.48	0.57
0.80	5	0.843	15.93	18.89	0.80	0.94
0.90	7	0.842	21.19	25.17	1.06	1.26
1.00	7	0.840	21.14	25.17	1.06	1.26
1.10	6	0.838	18.08	21.58	0.90	1.08
1.20	10	0.836	30.08	35.96	1.50	1.80
1.30	15	0.785	42.32	53.95	2.12	2.70
1.40	31	0.683	76.13	111.49	3.81	5.57
1.50	29	0.731	76.26	104.30	3.81	5.21
1.60	20	0.780	56.07	71.93	2.80	3.60
1.70	70	0.628	158.08	251.75	7.90	12.59

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
1.6	5.38	19.71	Incoerente - coesivo	0	1.71	1.87	0.14	0.78	4.21	coltre eterogenea
1.7	70	251.75		0	0.0	0.0	0.27	0.78	54.81	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	Begemann	De Beer
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	0.26	0.53	0.25	0.17	0.41	0.59	0.38	0.75	0.21	0.56	0.53

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	Robertson (1983)	8.42

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	19.32	63.15	44.73	52.63

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	28.02	42.10

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	Meyerhof ed altri	1.71

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	Meyerhof ed altri	1.87

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	Ohta & Goto (1978) Limi	84.03

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	21.01	47.1	57.3	18.7

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)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	28.2	21.2	29.18	31.65	31.34	0	<30	22.95	28.26	31.03	24.18

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] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	---	33.68	---	---	---

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] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	---	36.11	29.89	56.78

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	Meyerhof ed altri	1.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella

		(m)	presenza falda		(1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	251.04	300.85

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	Ohta & Goto (1978) Limi	84.03

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	Navfac 1971-1982	0.80

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - coltre eterogenea	4.21	1.60	4.21	Robertson 1983	8.42

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI
Prova eseguita in data 18/02/2022
Profondità prova 1.40 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	1	0.857	3.24	3.78	0.16	0.19
0.20	2	0.855	6.46	7.56	0.32	0.38
0.30	3	0.853	9.66	11.33	0.48	0.57
0.40	6	0.851	19.28	22.67	0.96	1.13
0.50	11	0.849	35.27	41.55	1.76	2.08
0.60	10	0.847	32.00	37.78	1.60	1.89
0.70	6	0.845	19.16	22.67	0.96	1.13
0.80	8	0.843	25.49	30.22	1.27	1.51
0.90	10	0.842	30.26	35.96	1.51	1.80
1.00	21	0.740	55.87	75.52	2.79	3.78
1.10	14	0.788	39.68	50.35	1.98	2.52
1.20	21	0.736	55.61	75.52	2.78	3.78
1.30	24	0.735	63.40	86.31	3.17	4.32
1.40	70	0.633	159.32	251.75	7.97	12.59

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
1.3	7.1	26.39	Incoerente - coesivo	0	1.79	1.88	0.12	0.78	5.56	coltre eterogenea
1.4	70	251.75		0	0.0	0.0	0.23	0.78	54.81	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] - coltre eterogenea	5.56	1.30	0.35	0.70	0.25	0.23	0.54	0.79	0.50	0.85	0.28	0.83	0.70

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	Robertson (1983)	11.12

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat

[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	25.51	83.40	58.50	69.50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	43.54	55.60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	Meyerhof ed altri	1.79

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	Meyerhof ed altri	1.88

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	Ohta & Goto (1978) Limi	84.71

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	IntestazioneNSPT$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	26.58	54.8	68.28	22.31

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] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	28.59	21.59	29.56	32.45	31.9	0	<30	24.13	28.67	33.54	25.55

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] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	---	44.48	---	---	---

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] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	---	38.88	39.48	62.80

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	Meyerhof ed altri	1.56

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	(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] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	326.05	356.57

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	Ohta & Goto (1978) Limi	84.71

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	Navfac 1971-1982	1.12

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - coltre eterogenea	5.56	1.30	5.56	Robertson 1983	11.12

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: 43,801144 [°]

longitudine: 7,730843 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	19341	43,790850	7,669201	5078,2
Sito 2	19342	43,794250	7,738293	972,2
Sito 3	19120	43,844140	7,733573	4786,0
Sito 4	19119	43,840730	7,664492	6907,4

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T3

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,026	2,541	0,194
Danno (SLD)	63	50	0,038	2,621	0,206
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,140	2,440	0,290
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,189	2,479	0,305

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,530	1,100	0,007	0,003	0,335	0,200
SLD	1,200	1,510	--	0,000	--	0,000	0,200
SLV	1,200	1,410	1,100	0,044	0,022	1,813	0,240
SLC	1,200	1,400	1,100	0,060	0,030	2,444	0,240

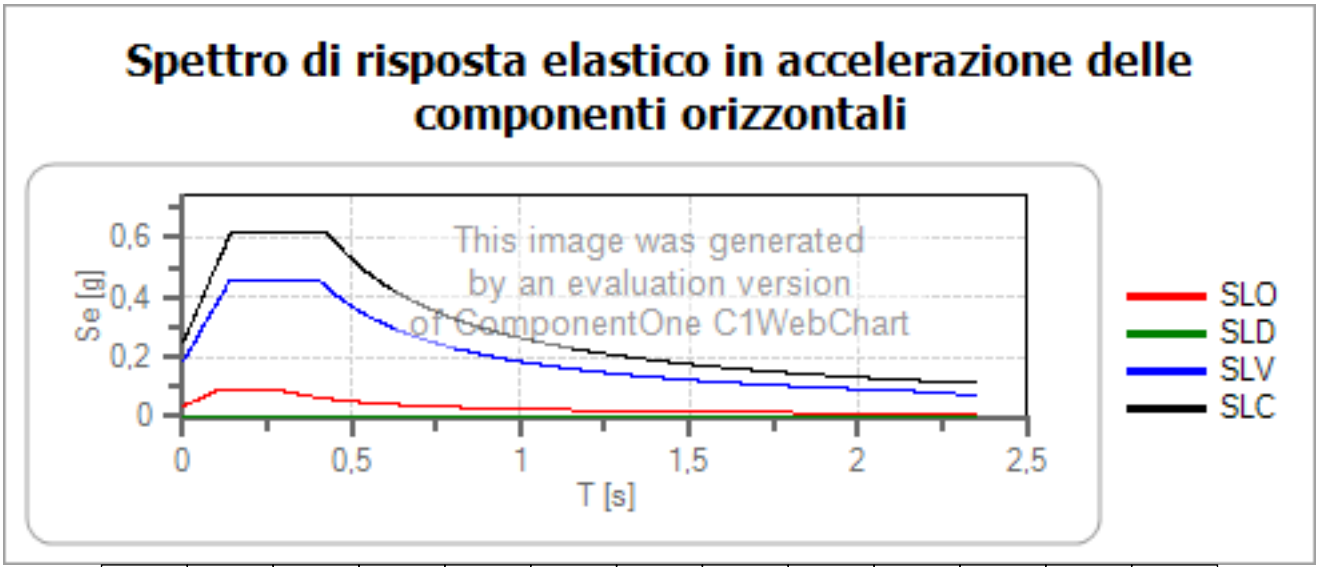
Geostru

Spettri di risposta

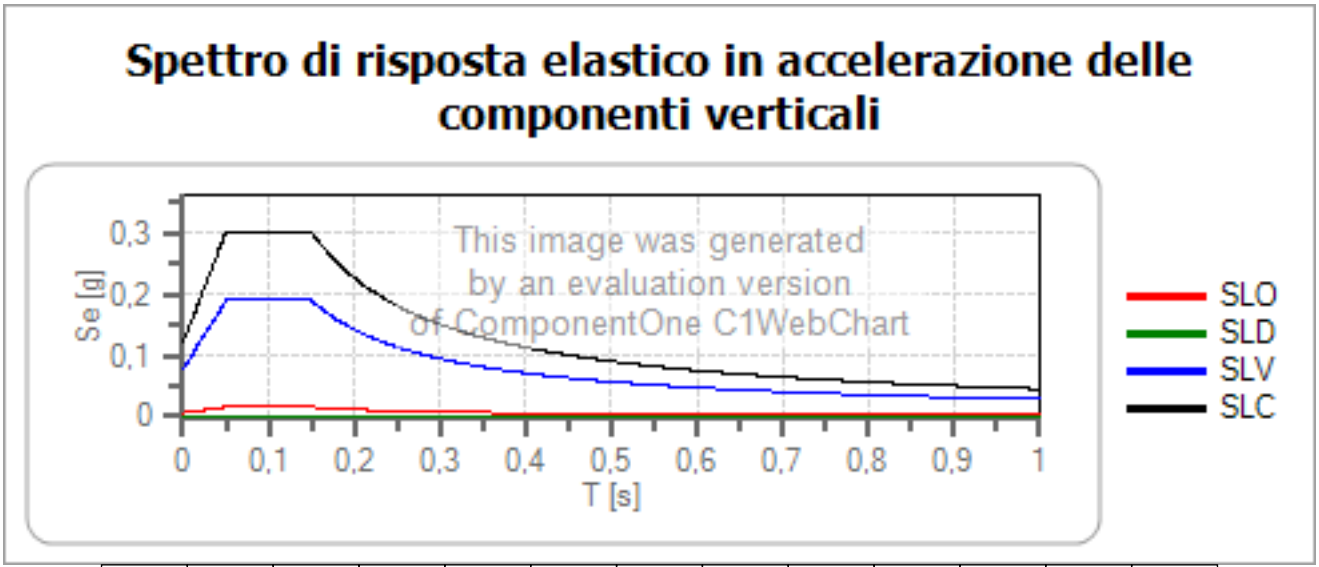
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

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	0,026	2,541	0,194	1,200	1,530	1,100	1,320	1,000	0,099	0,296	1,703
SLD	1	0,038	2,621	0,206	1,200	1,510	0,000	0,000	1,000	0,104	0,311	1,751
SLV	1	0,140	2,440	0,290	1,200	1,410	1,100	1,320	1,000	0,136	0,409	2,160
SLC	1	0,189	2,479	0,305	1,200	1,400	1,100	1,320	1,000	0,142	0,426	2,355



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,026	2,541	0,194	1,000	1,530	1,100	1,100	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,038	2,621	0,206	1,000	1,510	0,000	0,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,140	2,440	0,290	1,000	1,410	1,100	1,100	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,189	2,479	0,305	1,000	1,400	1,100	1,100	1,000	0,050	0,150	1,000

Spettro di progetto

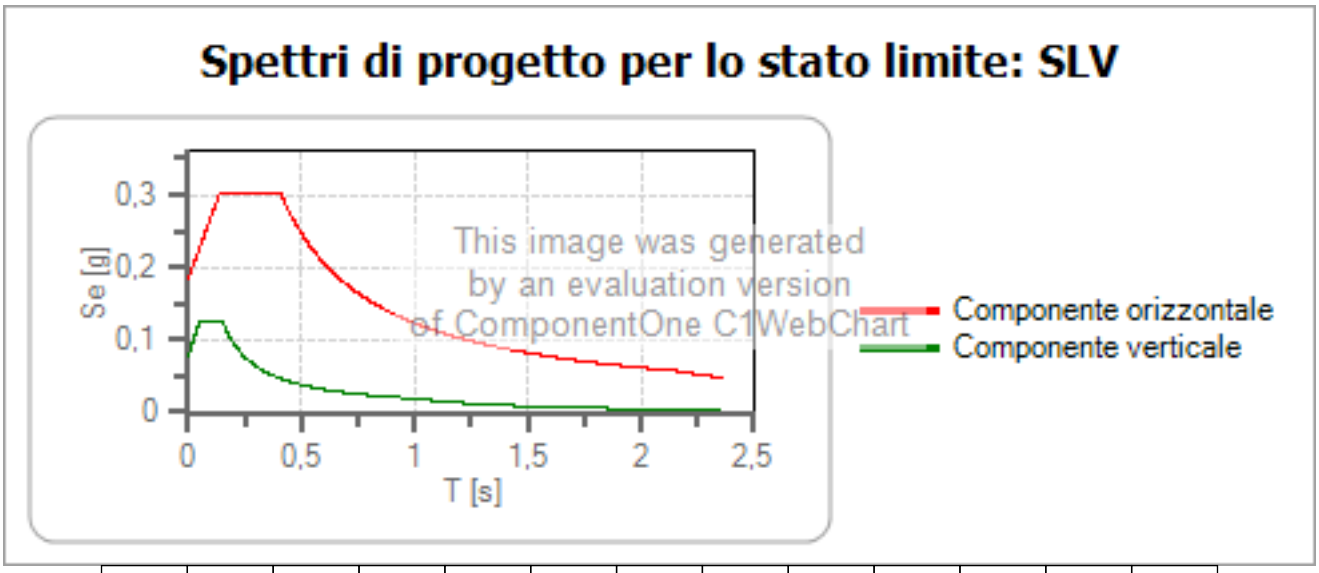
Coefficiente di struttura q per lo spettro orizzontale = 1.5

per lo spettro orizzontale = 0,667

Coefficiente di struttura q per lo spettro verticale = 1.5

per lo spettro verticale = 0,667

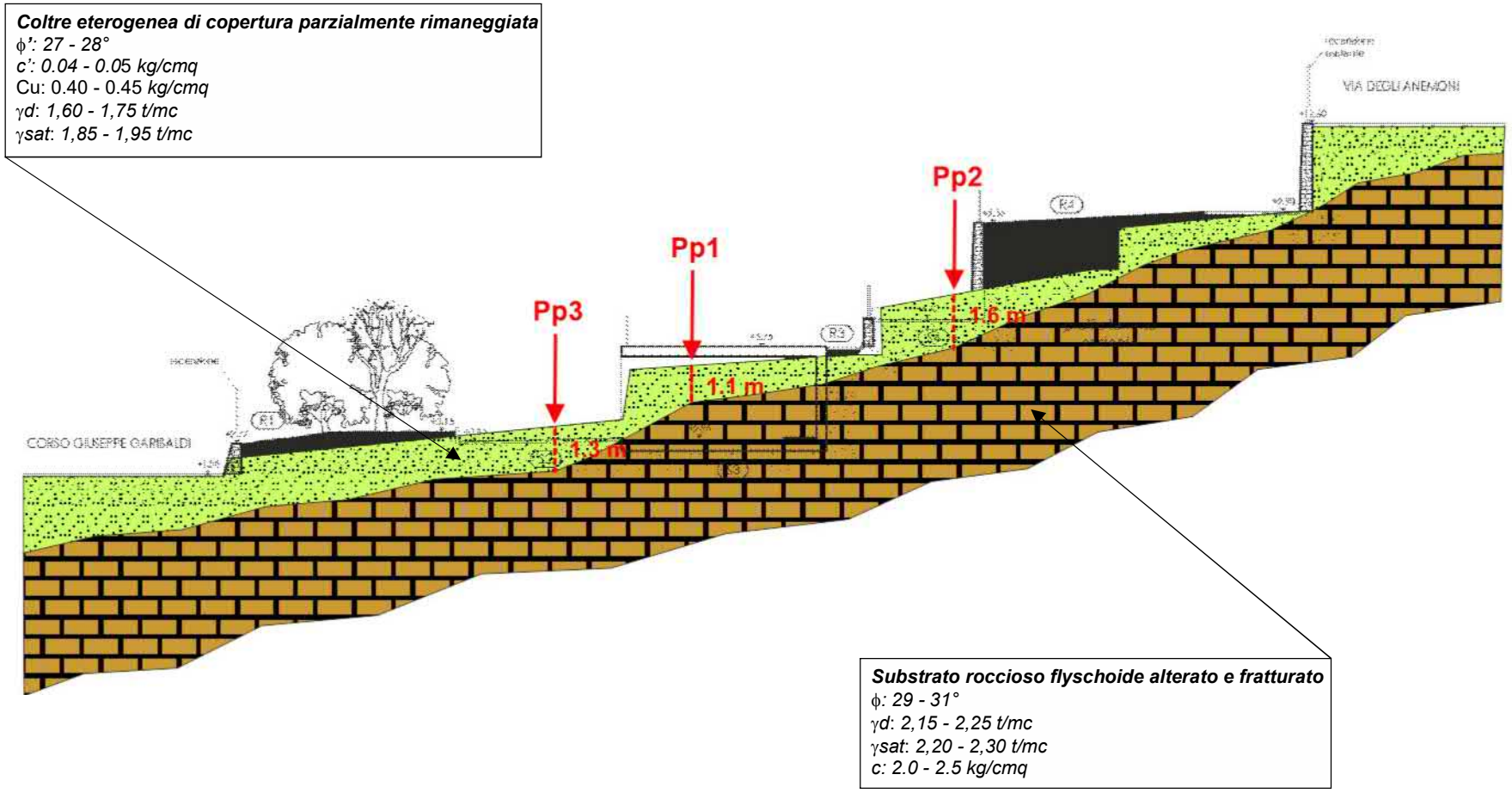
Stato limite: SLV



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLV orizzontale	1	0,140	2,440	0,290	1,200	1,410	1,100	1,320	1,500	0,136	0,409	2,160
SLV verticale	1	0,140	2,440	0,290	1,200	1,410	1,100	1,100	1,500	0,050	0,150	1,000

SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA

Su stralcio della sezione 2-2 di confronto
Scala 1:200



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1



Foto 2



Foto 3

