



NUOVO NIDO E POLO DELL'INFANZIA ZEROSEI

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - missione 4 - Componente 1 - Investimento 1.1

COLOGNO AL SERIO, VIA CIRCONVALLAZIONE, 21

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

AIACE srl - società di ingegneria



via Monte Lungo 8
20125 MILANO

Il Committente

PROGETTAZIONE STRUTTURE

AIACE srl - società di ingegneria



via Monte Lungo 8
20125 MILANO



FASE DI PROGETTO:

Progetto Esecutivo

OGGETTO:

RELAZIONE
GEOLOGICA-GEOTECNICA-SISMICA

PE
011

DATA: 14/03/2023

COMMESSA: 4110

LAYOUT: D03 - Relazione geologico-geotecnica-sismica

REVISIONE	NOTA	DATA
0	EMISSIONE	14/03/2023

COMMITTENTE Amministrazione comunale di Cologno al Serio

OGGETTO Nuova costruzione di asilo nido e
ristrutturazione della scuola dell'infanzia in via
Circonvallazione n.21

COMUNE Cologno al Serio (BG)

Relazione geologica (R1, R3)
Relazione geotecnica (R2)

DATA febbraio 2023



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alessandro Ratazzi".

RELATORE *dott. geol. Alessandro Ratazzi*

SOMMARIO

Premessa

Relazione Geologica - Modellazione geologica e stratigrafica del sito

- Inquadramento geologico-geomorfologico
- Inquadramento idrologico e idrogeologico
- Indicazioni componente geologica PGT comunale
- Indagini in sito
 - Prove penetrometriche dinamiche SCPT
 - Prove di permeabilità di tipo Lefranc
 - Metodo HVSR

- Classificazione sismica
- Categoria sismica dei terreni

Relazione Geotecnica -Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

Considerazioni stratigrafiche e geotecniche

Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

- Fondazioni superficiali
- Pareti di scavo e opere di sostegno
- Dispersione delle acque bianche meteoriche

Allegati (in fondo al testo):

Ubicazione punti d'indagine

Diagrammi prove SCPT

(File – ColognoSerioAsilo)

Premessa

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Cologno al Serio è stato redatto il presente studio geologico con analisi geotecnica e note idrogeologiche a supporto della nuova costruzione di asilo nido e ristrutturazione della scuola dell'infanzia in via Circonvallazione n.21.

Sono state eseguite, in accordo con i progettisti, n.3 prove penetrometriche dinamiche SCPT spinte fino alla profondità di 10.0 m circa all'interno dei fori sono state eseguite speditive prove di permeabilità; per determinare le proprietà sismostratigrafiche dell'area, valutare la frequenza in sito e la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio ($V_{sequivalente}$), è stata effettuata un'indagine geofisica con prospezione HVSR.

I punti d'indagine sono stati localizzati compatibilmente con gli ingombri esistenti (al momento è presente parte dell'edificio oggetto di intervento) così come illustrato nello schema planimetrico allegato.

A completamento dello studio è stato effettuato un rilievo geologico-stratigrafico del sito oltre alla diretta osservazione dei depositi in affioramento in scavi realizzati nelle vicinanze del lotto in esame.

Non escludendo la possibilità di locali variazioni, qualora in fase di scavo si dovessero evidenziare differenze significative, sarà preciso obbligo dell'impresa esecutrice darne tempestiva comunicazione.

È stato fatto riferimento, infine, all'esauriente studio geologico (e relative mappe) redatto a supporto del PGT del comune di Cologno al Serio.

Nella presente relazione geotecnica saranno analizzati i risultati delle indagini svolte al fine di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico, geotecnico e idrogeologico il sottosuolo, di indicare la resistenza di progetto del terreno interagente con le opere di fondazione e stimare l'entità dei cedimenti indotti dalle opere in progetto. Si forniranno inoltre indicazioni sulle modalità di scavo e su eventuali opere di stabilizzazione e consolidamento; infine verranno indicate le modalità da seguire per il trattamento delle acque bianche.

Viene redatta seguendo le indicazioni tecniche esposte:

- nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 2003 relativa alla normativa sismica
- nell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, 17 gennaio 2018)
- nel D.G.R. 11 luglio 2014 - n. X/2129 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)
- nella L.R. 12 ottobre 2015, n.33 - Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche
- nel D.G.R. 30 marzo 2016 – n. X/5001 Approvazione delle linee guida di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)

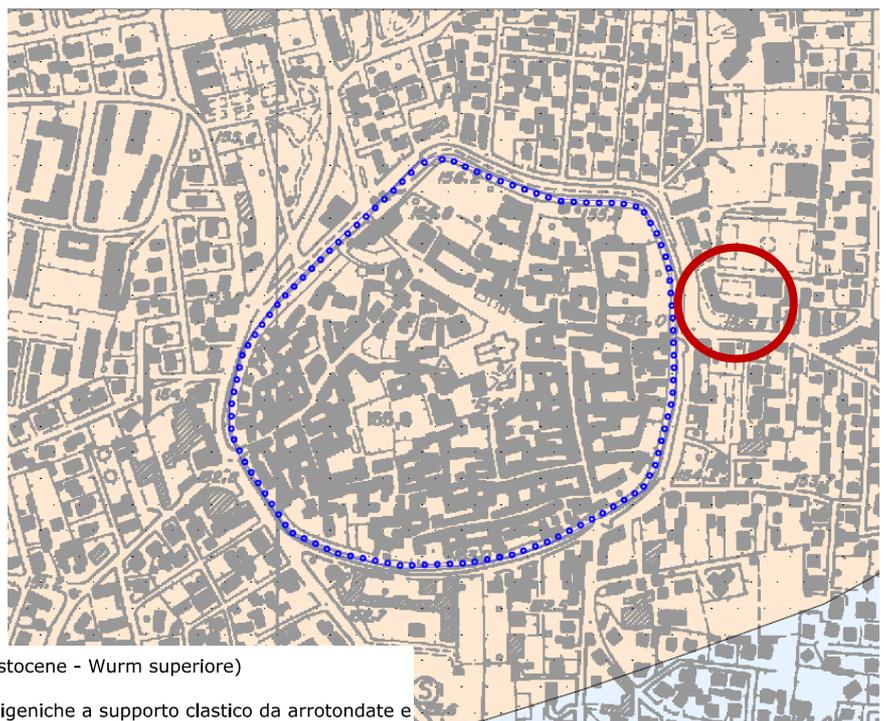
Relazione Geologica - Modellazione geologica e stratigrafica del sito

Inquadramento geologico - geomorfologico

L'area interessata dal progetto in esame è posta nella fascia centro-orientale dell'abitato di Cologno al Serio su di un tratto sub-pianeggiante ad una quota di circa 157 m s.l.m..



È caratterizzata da depositi di origine fluvioglaciale, dell'“*Unità di Cologno*” del “*Complesso del Serio*” del Pleistocene superiore, costituiti da ghiaie poligeniche a supporto clastico, con matrice sabbiosa. La cementazione può essere da diffusa a scarsa. Localmente è presente una copertura di limi di esondazione.



- UNITA' DI COLOGNO (tardo Pleistocene - Wurm superiore)
- Depositi fluvioglaciali: ghiaie poligeniche a supporto clastico da arrotondate e discoidali, a matrice sabbioso-calcareo.

Inquadramento idrologico e idrogeologico

Dal punto di vista idrologico, è presente il Fiume Serio, che scorre però ben incassato nel suo “alveo” ad una distanza tale da non creare nessun tipo di problema alle opere in progetto. Oltre a ciò, la cartografia non segnala nulla di rilevante se non una serie di rogge e piccoli torrenti con uso prevalentemente irriguo e che attualmente registrano una certa portata idrica solo in periodi con pluviometrie intense e/o durature. Per il resto la circolazione idrica superficiale è per lo più a carattere diffuso, controllata dalla morfologia locale e marcata dalle eventuali regimazioni antropiche.

Le informazioni relative alle note idrogeologiche sono state desunte dai dati bibliografici esistenti e relativi ai pozzi ad uso idropotabile censiti e dei quali si conoscono le caratteristiche di costruzione e le stratigrafie dei terreni scavati.

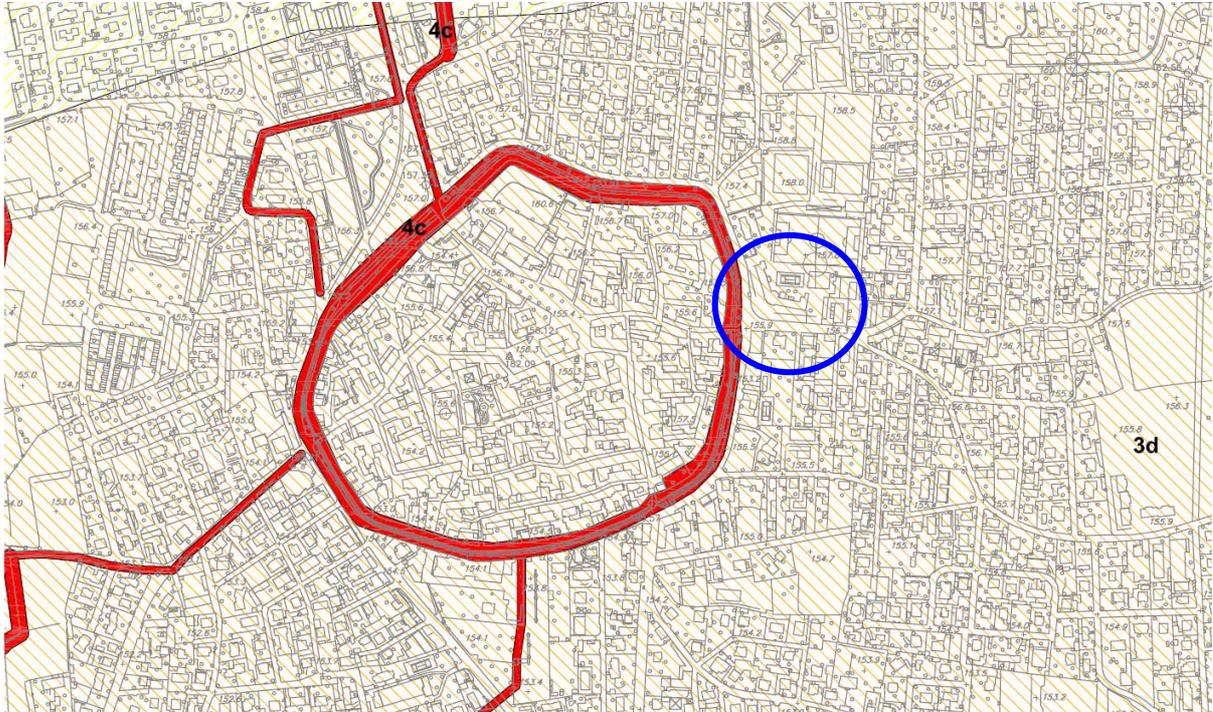
Come si ricava anche dalla consultazione della carta idrogeologica di PGT il livello piezometrico è posto tra le quote di 150 e 152 m s.l.m. (e quindi ad una profondità di circa 5/7.0 m dall’attuale piano campagna).

Le oscillazioni stagionali possono arrivare anche a 2/2.5 m; la direzione di flusso della falda è mediamente N/NE - S/SW.



Indicazioni componente geologica PGT comunale

Nella Carta di fattibilità redatta a supporto al PGT l'area è posta in "Classe 3d, Area con consistenti limitazioni" per elevata vulnerabilità dell'acquifero; dal punto di vista sismico l'area di studio è classificata in zona Z4a.



Aree di fattibilità di Classe 3d:

Fattibilità con consistenti limitazioni

Descrizione: Aree caratterizzate da vulnerabilità dell'acquifero elevata: falda freatica da -2,00 metri a -5,00 metri dal p.c. soprattutto nel periodo estivo e in concomitanza di eventi pluviometrici significativi.

Prescrizioni: Per le nuove opere edificatorie e/o di ampliamento, ricadenti all'interno di queste aree dovrà essere eseguita un'indagine idrogeologica di dettaglio al fine di escludere il pericolo di contaminazione della falda superficiale.

Opere in sottterraneo potranno essere eseguite con particolari cautele di impermeabilizzazioni, in quanto le aree sono soggette a fluttuazioni della falda freatica.

Occorrerà, inoltre, prevedere interventi volti alla mitigazione del rischio di contaminazione della falda superficiale: collegamento alla rete fognaria o realizzazione di fosse tipo IMHOFF.

Per nuovi interventi edificatori permance, infine, l'obbligo di eseguire indagini geotecniche (ai sensi del D.M. 11/03/88 e D.M. 14/09/2005).

3d

Z4a

Sia nella Carta dei Vincoli Geologici che in quella di Sintesi non vengono segnalate problematiche di sorta, se non quelle già evidenziate nella carta di fattibilità.

Indagini in sito

Prove penetrometriche dinamiche DPSH-SCPT

Le prove penetrometriche dinamiche SCPT sono state eseguite con penetrometro dinamico pesante PAGANI 63.5 Kg, montato su carro a cingoli gommati i cui componenti sono rigorosamente conformi alle norme geotecniche in materia. In particolare, il penetrometro impiegato può essere descritto come penetrometro classe DPSH tipo "Meardi" o "Terzaghi modificato" o "pesante" o "STANDARD CONE PENETRATION TEST".

I dati tecnici del penetrometro sono così riassumibili:

<i>Diametro delle aste:</i>	32 mm	
<i>Punta conica – diametro:</i>	50.8 mm	2"
<i>Conicità:</i>	90°	
<i>Peso del maglio :</i>	63.5 kg	
<i>Altezza di caduta (volata):</i>	75 cm	30"

La prova consiste nel misurare il numero dei colpi (N_{SCPT}) necessari all'infissione delle aste D. 32 mm per un intervallo pari a 20 centimetri.

Tale valore viene poi "normalizzato" con fattori di conversione, per essere comparabile con le prove di riferimento SPT.

Nell'allegato vengono esposti i diagrammi relativi alla prova dove in ascissa, in funzione della profondità, con linea continua viene esposto il valore " N_{SCPT} " relativo all'avanzamento delle aste.



Prova di permeabilità tipo “Lefranc”

Per avere conferma delle personali conoscenze idrogeologiche del sito e del Coefficiente di Permeabilità (K) è stata eseguita una prova in sito con il metodo Lefranc (a livello variabile) tra i 1 e i 3 metri.



Tale prova non è realmente conforme alle specifiche in tal senso ma si ritiene l’ approssimazione, anche in relazione alle finalità della determinazione, assolutamente accettabile.

La metodologia seguita ha previsto:

- predisposizione del foro
- posizionamento di un tubo di rivestimento “cieco” nella parte sommitale
- immissioni di acqua in modo continuo e prolungato fino a saturare il terreno
- immissioni di acqua fino a riempimento del tubo
- misura degli abbassamenti all’ interno del tubo ad intervalli regolari di tempo mediante utilizzo di freatimetro elettroacustico.

È stato rilevato un valore $K=5.0 \times 10^{-5}$ m/s.

Lo stesso valore era noto allo scrivente per specifiche prove in sito effettuate in passato nel medesimo contesto.

Per avere un’ indicazione approssimativa relativamente al grado di permeabilità e al drenaggio dei terreni, si forniscono riferimenti bibliografici (Casagrande e Fadum).

Tabella 3.1 Coefficiente di permeabilità k per vari terreni

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	
Drenaggio	buono			povero				praticamente impermeabile					
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati				terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici				
												terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo	

Tabella 3.2 Classificazione del terreno secondo il valore di k

Grado di permeabilità	Valore di k (m/s)
alto	superiore a 10^{-3}
medio	$10^{-3} \div 10^{-5}$
basso	$10^{-6} \div 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} \div 10^{-9}$
impermeabile	minore di 10^{-9}

Metodo HVSR

La metodologia d'indagine HVSR (detta anche tecnica di Nakamura, 1989) è una tecnica sismica passiva che prevede la misura del “rumore ambientale” o “microtremore”, della superficie terrestre dovuto a fenomeni sia naturali (es. vento) che antropici.

Il metodo porta ad individuare eventuali fenomeni di amplificazione sismica e risonanza dovuti alla stratigrafia locale ed alle discontinuità presenti nel substrato.

La tecnica è non invasiva, rapida e non necessita di fonti di energizzazione esterne, dato che il rumore ambientale è ovunque presente.

Essa sfrutta le basi teoriche dei metodi sismici tradizionali (riflessione, rifrazione), unite a quelle dei microtremori.

Lo spessore di uno strato, noto da precedenti indagini (es. sondaggio, prove penetrometriche, etc.) e la velocità delle onde S di taglio in tale strato determinano la “frequenza fondamentale di risonanza” delle onde secondo la relazione:

$$f_0 = V_s/4h,$$

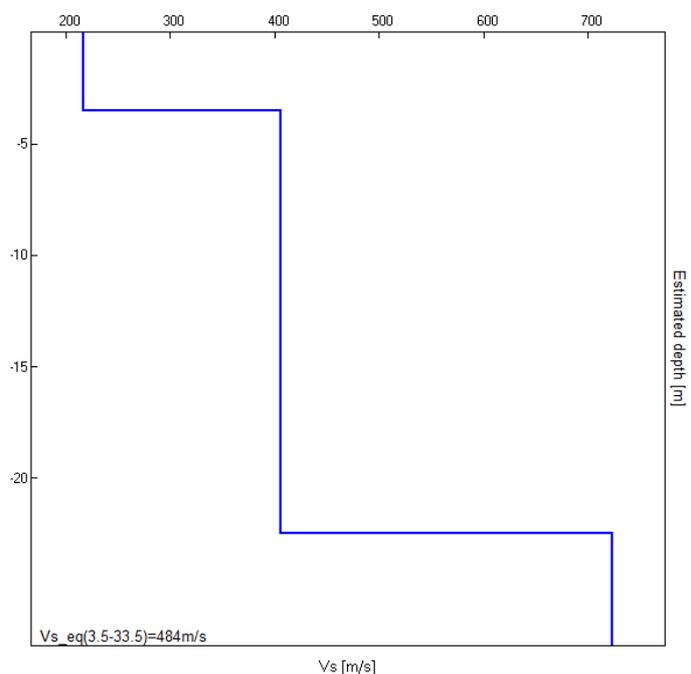
dove V_s è la velocità delle onde S nello strato attraversato ed h il suo spessore.

I microtremori sono principalmente legati alle onde superficiali, in particolare alle onde di Rayleigh, e solo in parte alle onde di volume P o S. Nelle analisi si fa ad ogni modo riferimento alle onde S dato che la velocità delle onde di Rayleigh è molto simile a quella delle onde S.

La frequenza fondamentale di risonanza del sito è legata al passaggio delle onde da un materiale ad un altro avente diversi valori di velocità delle onde sismiche e di densità, quindi è legata alla presenza di un contrasto d'impedenza acustica.

Il rapporto H/V permette di determinare tale frequenza fondamentale.

Tramite opportuni algoritmi si può compiere un'inversione degli spettri H/V al fine di determinare i profili di velocità delle onde di taglio S e quindi il valore $V_{s\text{equivalenti}}$, come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.



Classificazione sismica

Cologno al Serio è in classe "3" e con Ag_{Max} pari a 0,116714.

TR (anni)	Ag (g)	F0(-)	TC*(s)
30	0,030	2,439	0,196
50	0,039	2,479	0,215
72	0,048	2,420	0,234
101	0,056	2,436	0,242
140	0,066	2,426	0,256
201	0,078	2,420	0,262
475	0,112	2,415	0,272
975	0,147	2,464	0,277
2475	0,200	2,512	0,288

Vita nominale della costruzione (anni): VN: 50

Classe d'uso della costruzione c_u : 1,5

Periodo di riferimento per la costruzione (anni): VR: 50

Stato Limite	TR (anni)	Ag (g)	F0(-)	TC*(s)
SLO	45	0.041	2.430	0.216
SLD	75	0.054	2.401	0.237
SLV	712	0.143	2.452	0.272
SLC	1462	0.182	2.494	0.281

Categoria sismica dei terreni

L'area in esame viene classificata in "Zona Z4a": l'attuale normativa prevede che debbano essere effettuati approfondimenti di studio sismico di secondo livello al fine di determinare in modo semiquantitativo il fattore di amplificazione locale F_a . Tale valore è utilizzato in fase progettuale per ottimizzare le strutture sotto l'aspetto della prevenzione antisismica.

Sulla base delle indagini sismiche note (e in parte riportate anche in PGT) sono presumibili terreni con V_{se} equivalenti (riferiti al piano di appoggio delle fondazioni) compresi tra 460-490 m/s e quindi di categoria B e con un andamento della curva delle velocità, assimilabile a quella di riferimento litologica della Regione Lombardia "limoso-sabbiosa2".

Con il metodo di calcolo indicato dalla normativa si ottengono valori di F_a pari a.

Fa Intervallo di periodo 0,1 – 0,5 s: 1.8

Fa Intervallo di periodo 0,5 – 1.5 s: 1.3

Per il comune di Cologno al Serio, i valori di soglia del Fattore di amplificazione F_a forniti dalla Regione Lombardia, differenziati per suoli di fondazione e per periodi, sono:

INTERVALLO	Valori soglia			
	B	C	D	E
0.1 - 0.5	1,5	1,9	2,3	2,0
0.5 - 1.5	1,7	2,5	4,3	3,1

e rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

L'approfondimento sismico di secondo livello ha evidenziato quanto segue:

INTERVALLO 0.1 / 0.5 s – Strutture basse, regolari e rigide: $1.8 > 1.5 < 1.9$

Sarà necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (in questo caso suolo C).

INTERVALLO 0.5 / 1.5 s – Strutture alte e flessibili: $1.3 < 1.7$

Sarà possibile applicare lo spettro previsto dalla normativa vigente e utilizzare un suolo B.

Per determinare i parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali si potrà fare riferimento alla tabella:

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1.00	0.15	0.40	2.00
B-C-E	1.25	0.15	0.50	2.00
D	1.35	0.20	0.80	2.00

Mentre per quelli della componente verticale:

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A-B-C-D-E	1.00	0.05	0.15	1.00

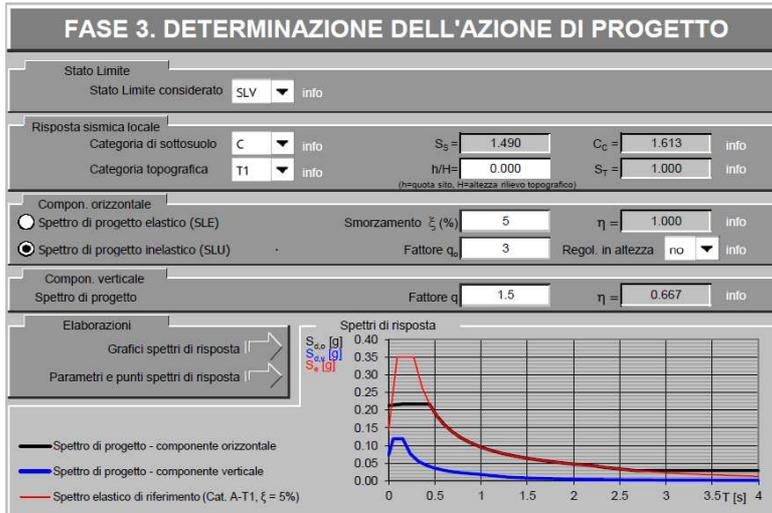
Definizione dei parametri e dei coefficienti sismici

Categoria sottosuolo:	C	Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni	Coefficiente c_u :	1.5

	SLO	SLD	SLV	SLC
S_s^* (ampl. stratigrafica)	1,50	1,50	1,49	1,42
C_c^* (coeff.funz. categ.)	1,73	1,69	1,61	1,59
S_t^* (amplificazione topografica)	1,00	1,00	1,00	1,00

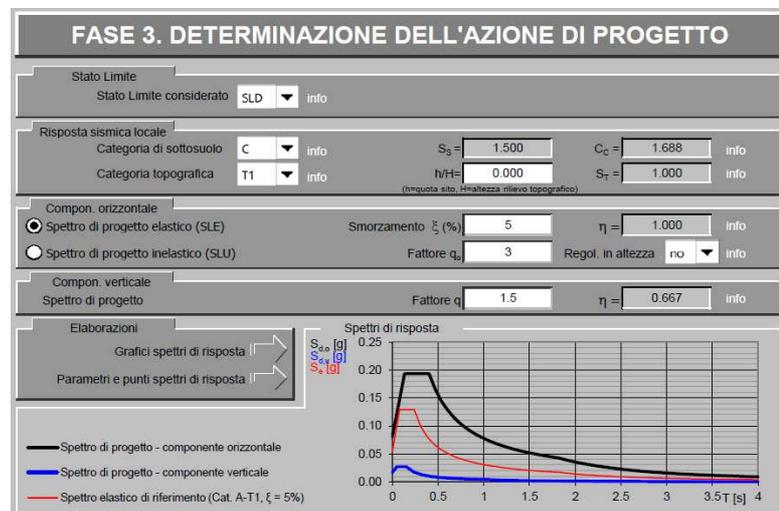
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,016	0,052	0,063
kv	0,006	0,008	0,026	0,031
A_{max} [m/s ²]	0,609	0,802	2,107	2,559
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Determinazione dell'azione di progetto



SLU

SLE



Date le condizioni sismiche e le caratteristiche stratigrafiche/idrogeologiche del sito si è ritenuto necessario accertare la possibilità di liquefazione dei terreni (*“riduzione di resistenza e/o di rigidezza causata durante il moto sismico dall’aumento di pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi”*). Facendo riferimento alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni:

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_C < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_C > 3,5$.

Allo stato attuale delle conoscenze, almeno nel sito in esame e per i terreni presenti dalla quota di fondazione, non è nota la presenza di terreni sabbiosi con distribuzione granulometrica indicata al punto n. 4 dalla normativa; si esclude pertanto il pericolo di liquefazione.

Relazione Geotecnica -Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

Considerazioni stratigrafiche e geotecniche

Le descrizioni stratigrafiche sono da ritenere indicative in quanto dedotte in modo indiretto durante l'esecuzione delle prove.

LIVELLO [1]: dal piano campagna fino alla profondità di circa 4.5-5.0 m circa.

Superato uno spessore superficiale di materiale di riporto e/o rimaneggiato si tratta di terreno eluviale-colluviale in prevalenza limoso – sabbioso con ghiaia alterata con N_{SCPT} (numero dei colpi necessari all'avanzamento di 20 centimetri della punta conica) mediamente compreso tra 4 e 6; è descrivibile come “*sciolto*” (Associazione Geotecnica Italiana 1977); si possono stimare:

Peso di Volume (t/mc): 1.65

Angolo di Attrito (°): 25-26

Modulo Elastico (kg/cmq): 50-60

ricordando che:

Peso di volume: stima valutata in relazione a N_{SCPT}

Angolo di attrito: correlazione tra N_{SCPT} e ϕ di Meyerhof per terreni con una percentuale di sabbia fine e limo superiore a 5

Modulo elastico: valutato da correlazioni empiriche tra N_{SCPT} e il tipo di terreno

Relativamente ai “*valori caratteristici, V_k* ” dell'angolo d'attrito interno, si è optato per considerarli pari a quelli medi ricavati dall'indagine, mentre i “*valori di progetto V_p* ” sono stati determinati utilizzando i coefficienti riduttivi parziali, indicati nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni*).

LIVELLO [2]: dalla base dello strato precedente e fino alla massima profondità investigata.

Livello costituito da sabbie con limi e ghiaie con N_{SCPT} compreso tra 10 e 18 (“*moderatamente addensato*” AGI 1977).

Dalla profondità di 5.0 m circa tale livello è da ritenere saturo in acqua.

Dal punto di vista della caratterizzazione geotecnica si possono prevedere:

Peso di Volume (t/mc): 1.70-1.75

Peso di Volume in falda (t/mc): 1.20-1.25

Angolo di Attrito (°): 29-31

Modulo Elastico (kg/cmq): 90-120

Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

Fondazioni superficiali

Il progetto in esame contempla la realizzazione di nuove fondazioni a platea alle profondità di 1.2 e 4.0 m.

Per le considerazioni idrogeologiche espresse in precedenza si consiglia di prevedere, per i volumi interrati, una buona impermeabilizzazione e/o la realizzazione di vasche di raccolta e vespaio aerato.

È stata determinata (con le relazioni di Terzaghi, Meyerhof e Brinch-Hansen) la resistenza del sistema terreno-fondazione (R_d) con la combinazione e l'approccio di calcolo che la normativa richiede. Sono stati inoltre calcolati i cedimenti totali teorici che potrebbero registrarsi qualora le condizioni stratigrafiche locali interagissero con le opere di fondazione uniformemente sollecitate dalla resistenza di progetto in condizioni di esercizio ($R_{d(SLE)}$) per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione, nel rispetto della condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove: E_d : valore di progetto dell'effetto delle azioni.

C_d : valore limite dell'effetto delle azioni

Alla luce di quanto sopra si potrà quindi prevedere:

- fondazione a PLATEA a -1.2 m, con Carico Unitario o Resistenza di Progetto in condizioni di esercizio ($R_{d(SLE)}$) di 0.8 kg/cmq; i cedimenti totali teorici saranno contenuti nell'ordine di 2.5 cm, in parte compensati dalla tipologia di fondazione adottata.

RESISTENZA DI PROGETTO DEL SISTEMA GEOTECNICO ($R_d(SLU)$) con coeff. parz. $M1, R1$

FONDAZIONE				TERRENO(k)		RESISTENZA DI PROGETTO		
Profondità	Rinterro	Largh. (B)	Lungh.(L)	γ	ϕ	Terzaghi	Meyerhof	Brinch-Hansen
[m]	[m]	[m]	[m]	[t/mc]	[°]	R_d	R_d	R_d
						[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1.2	0.6	10.0	10.0	1.65	25.0	7.8	8.3	9.2

RESISTENZA DI PROGETTO DEL SISTEMA GEOTECNICO ($R_d(SLU)$) con coeff. parz. $M1, R3$

FONDAZIONE				TERRENO(k)		RESISTENZA DI PROGETTO		
Profondità	Rinterro	Largh. (B)	Lungh.(L)	γ	ϕ	Terzaghi	Meyerhof	Brinch-Hansen
[m]	[m]	[m]	[m]	[t/mc]	[°]	R_d	R_d	R_d
						[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1.2	0.6	10.0	10.0	1.65	25.0	3.4	3.6	4.0

Resistenza di Progetto in condizioni di esercizio $R_d(SLE)$ 0.8 [kg/cmq]

Cedimento del terreno previsto con $R_d(SLE)$ 0.8 [kg/cmq]: 2.6 [cm]

Valore di Resistenza per verifica di stabilità globale $M2+R2$ (con $\gamma_R=1,1$) 2.3 [kg/cmq]

- fondazione a PLATEA a -4.0 m, con Carico Unitario o Resistenza di Progetto in condizioni di esercizio ($R_{d(SLE)}$) di 0.8 kg/cmq; i cedimenti totali teorici saranno contenuti nell'ordine di 1.2 cm, anche in questo caso in gran parte compensati dalla tipologia di fondazione adottata.

RESISTENZA DI PROGETTO DEL SISTEMA GEOTECNICO (Rd(SLU) con coeff. parz. M1,R1)

FONDAZIONE				TERRENO(k)		RESISTENZA DI PROGETTO		
Profondità	Rinterro	Largh. (B)	Lungh.(L)	γ	ϕ	Terzaghi	Meyerhof	Brinch-Hansen
[m]	[m]	[m]	[m]	[t/mc]	[°]	Rd	Rd	Rd
4.0	0.6	10.0	10.0	1.65	26.0	9.0	9.9	10.6

RESISTENZA DI PROGETTO DEL SISTEMA GEOTECNICO (Rd(SLU) con coeff. parz. M1,R3)

FONDAZIONE				TERRENO(k)		RESISTENZA DI PROGETTO		
Profondità	Rinterro	Largh. (B)	Lungh.(L)	γ	ϕ	Terzaghi	Meyerhof	Brinch-Hansen
[m]	[m]	[m]	[m]	[t/mc]	[°]	Rd	Rd	Rd
4.0	0.6	10.0	10.0	1.65	26.0	3.9	4.3	4.6

<u>Resistenza di Progetto in condizioni di esercizio</u>	<u>Rd(SLE)</u>	<u>0.8</u>	[kg/cmq]
<u>Cedimento del terreno previsto con Rd(SLE)</u>	<u>0.8</u>	[kg/cmq]:	<u>1.2</u>
<u>Valore di Resistenza per verifica di stabilità globale M2+R2 (con $\gamma_R=1,1$)</u>			<u>2.7</u>

Resta inteso che l'entità dei cedimenti qui stimati dovrà essere confrontata con quella che il progettista ritiene essere compatibile con la durabilità e l'esercizio dell'opera nelle diverse condizioni.

Soluzioni o valutazioni per ipotesi di geometrie differenti, potranno essere predisposte su richiesta del progettista strutturale.

Pareti di scavo e opere di sostegno

Qualora i fronti di scavo non dovessero interessare a confine, edifici esistenti o strade, considerando il solo aspetto di stabilità, le operazioni di movimento terra potrebbero essere realizzate senza particolari opere preliminari di consolidamento.

Questo, tuttavia, non significa che non si dovranno adottare tutte le precauzioni previste dalla normativa vigente in merito alla sicurezza sui luoghi di lavoro per altezze superiori a 1.5 m (D.Lvo. n° 81/08).

Si segnala comunque che gli scavi di ribasso, che abitualmente vengono realizzati con fronti praticamente verticali sono da ritenere "stabili" solo in condizioni a brevissimo termine (secondo le indicazioni desunte dall'utilizzo del Metodo di Taylor) e pertanto sono assolutamente da evitare.

In condizioni di medio e lungo termine, condizioni nelle quali il terreno perde del tutto le caratteristiche di coesione, sia per le caratteristiche stratigrafiche che geotecniche dei terreni esaminati, la stabilità dei fronti potrà essere garantita solamente con angoli di scarpata non superiori a 55°.

Si raccomanda, comunque, di mantenere gli scavi aperti per il minor tempo possibile avendo cura di coprire il fronte (già dal bordo superiore) mediante teli impermeabili in nylon o politene. Sarà necessario incanalare, raccogliere ed allontanare eventuali venute d'acqua.

Per qualunque caso analizzato si sconsiglia il carico (anche accidentale) del tratto di monte a ridosso del fronte di scavo.

In aderenza a sovraccarichi o nell'impossibilità di seguire le modalità sopra indicate, si dovrà procedere in sezione parziale con realizzazione di eventuali sottomurazioni, o in alternativa, un lavoro preliminare di consolidamento.

Infine, si dovranno valutare le problematiche legate alla possibile presenza di acqua, eventualmente prevedendo un sistema di de-watering.

Mi rendo comunque disponibile, in una fase progettuale più avanzata, a meglio valutare l'intervento ottimale.

Dispersione delle acque bianche meteoriche

Le prove di permeabilità eseguite hanno permesso di rilevare valori di permeabilità medi pari a 5.0×10^{-5} m/s per i primi 3 metri circa.

Pertanto, relativamente alla dispersione delle acque raccolte (rigorosamente bianche e conformemente alla normativa vigente), in questa fase si possono prevedere solo pozzi di grandi dimensioni e tali da consentire anche un adeguato volume di accumulo; sarà necessario verificare puntualmente le caratteristiche di permeabilità prevedendo prove di dispersione in fase preliminare.

La granulometria dei depositi e la loro permeabilità dovranno essere comunque verificate e confermate in fase di scavo.

Si raccomanda in ogni modo di realizzare gli eventuali pozzi perdenti discosti il più possibile dalle strutture di fondazione.

Il modello geologico del sito, costruito mediante esecuzione di indagini puntuali, è applicabile tridimensionalmente a tutta l'area oggetto di intervento.

Trattandosi di risultati desunti da prove puntuali, e non escludendo la possibilità di locali variazioni, sarà necessario verificare e confermare in fase di scavo le indicazioni qui esposte.

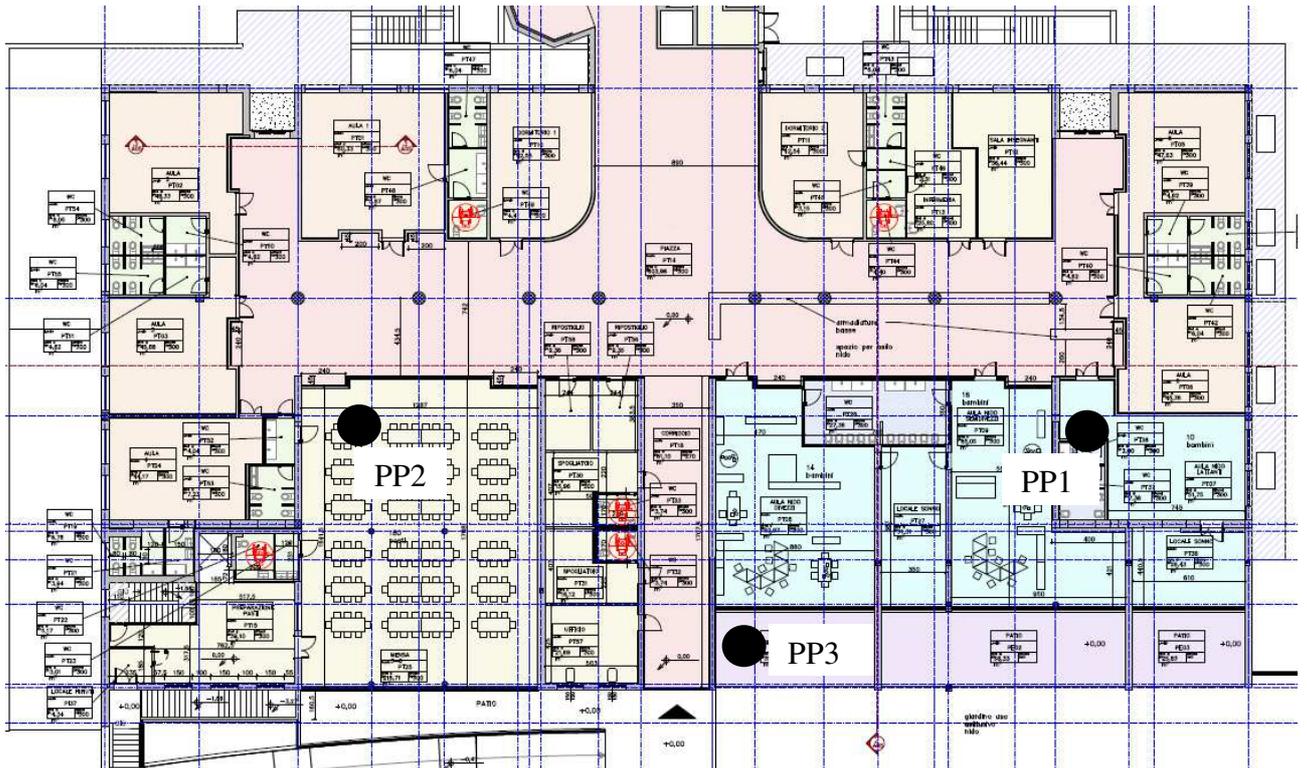
Dal punto di vista della compatibilità degli interventi di trasformazione territoriale l'area non presenta alcuna restrizione, infatti, non vi sono situazioni di rischio idrogeologico.

I risultati esposti nella presente non tengono conto di eventuali vincoli urbanistici, regolamenti edilizi locali e di altri vincoli imposti dalle pubbliche Autorità, dei quali non sono stato incaricato di verificare l'esistenza.

Resto a disposizione per qualsiasi chiarimento.



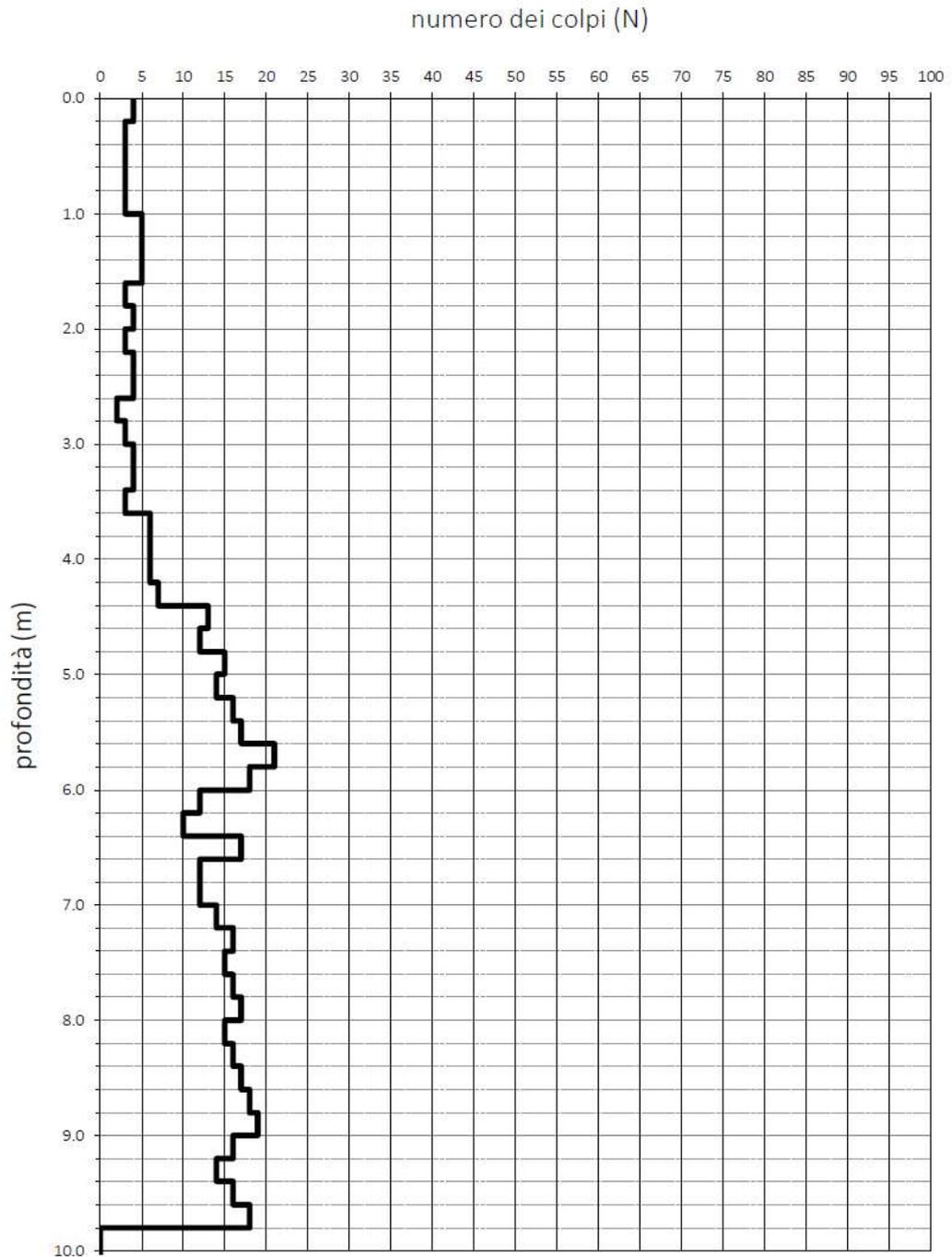
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alessandro Ratazzi".



Ubicazione punti d'indagine

Cologno al Serio
febbraio 2023

PROVA PENETROMETRICA SCPT n.01

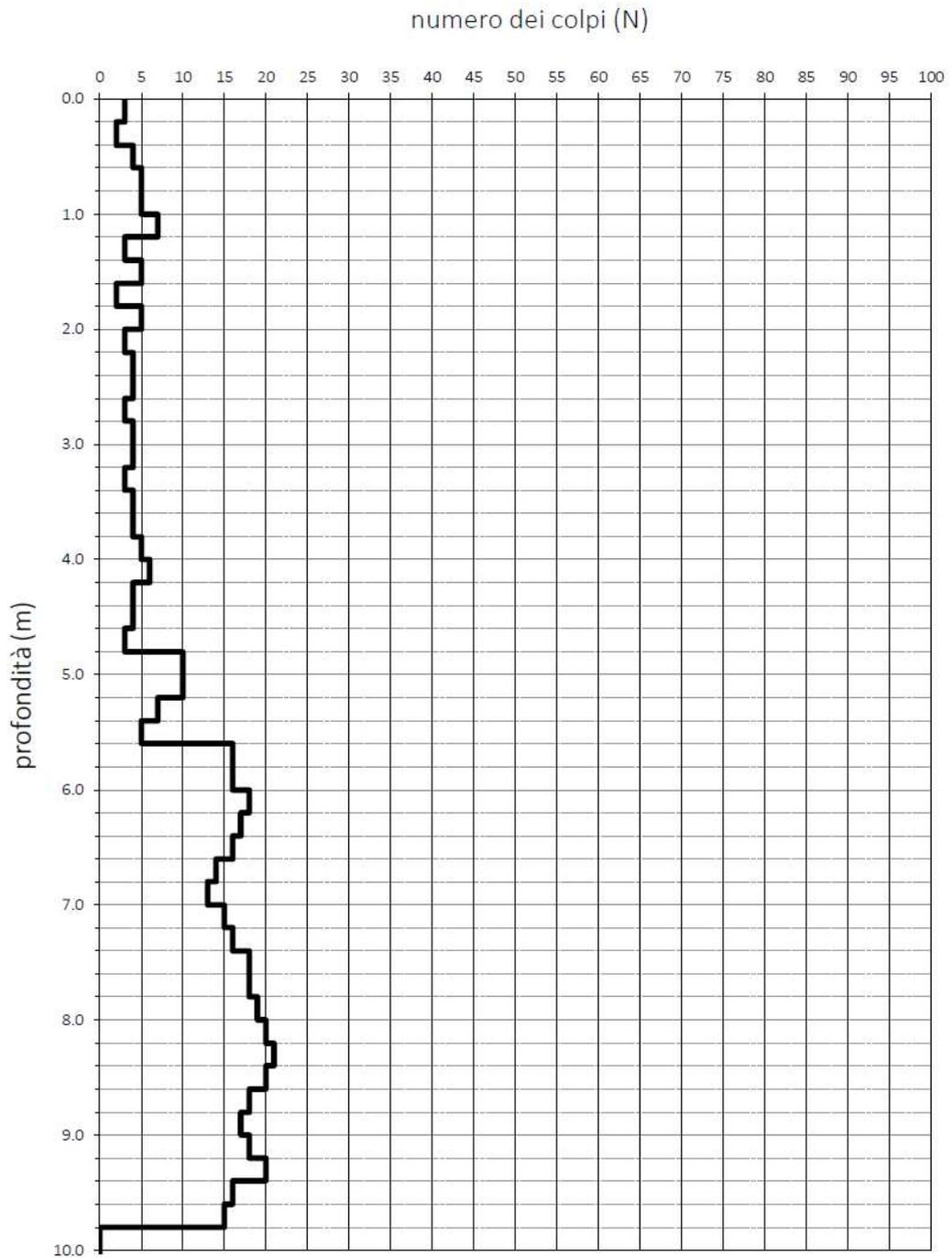


Maglio: 63,5 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm



Cologno al Serio
febbraio 2023

PROVA PENETROMETRICA SCPT n.02

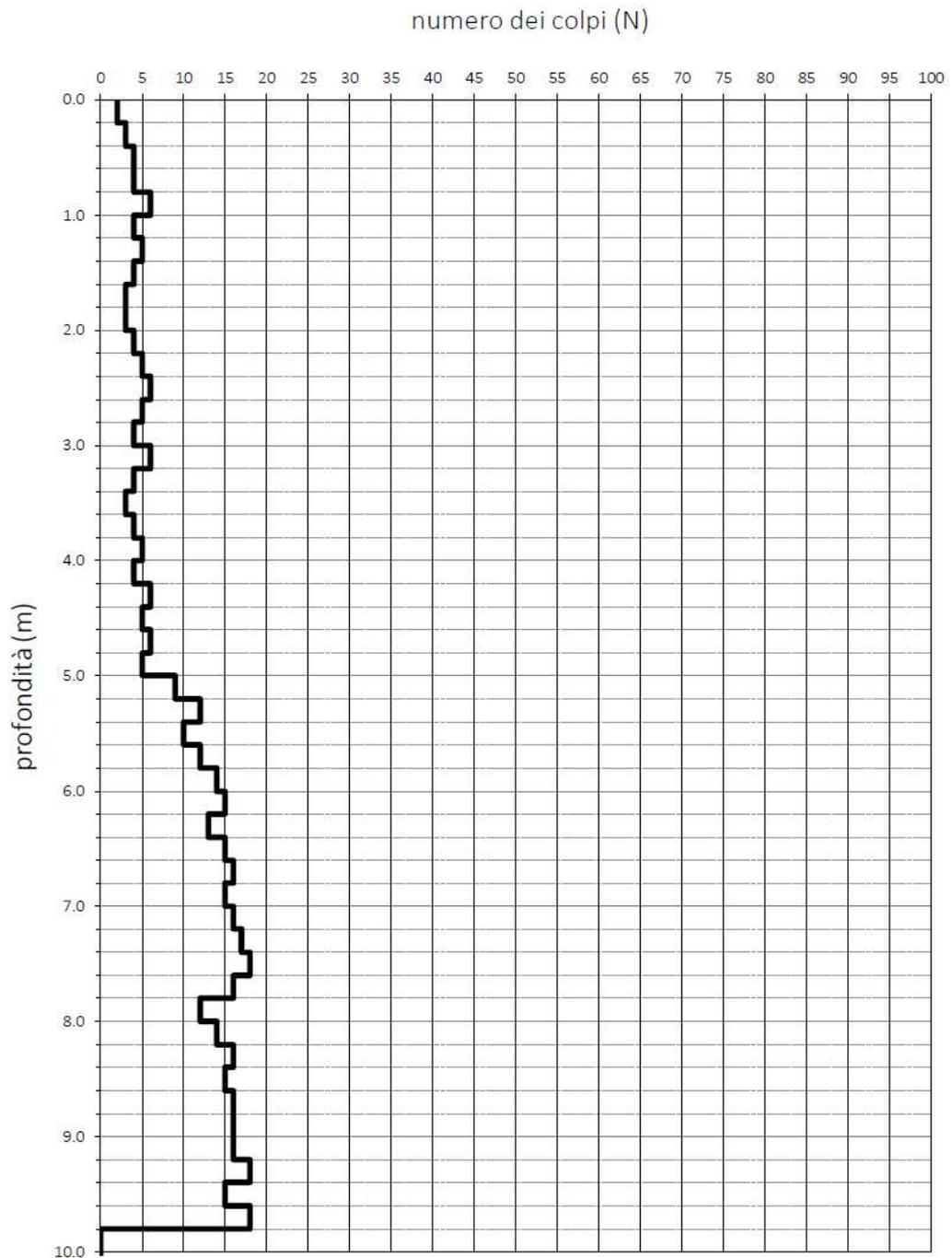


Maglio: 63,5 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm



Cologno al Serio
febbraio 2023

PROVA PENETROMETRICA SCPT n.03



Maglio: 63,5 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm

