

PROGETTAZIONE ESECUTIVA, COORDINAMENTO SICUREZZA E DIREZIONE LAVORI STRUTTURALE, ARCHITETTONICA ED IMPIANTISTICA, NONCHE' VERIFICHE A CALDO DELLE STRUTTURE RELATIVE ALL'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO
CUP: F35E22000030001



COMMITTENTE:

COMUNE DI VERDELLO
PROVINCIA DI BERGAMO

FUTURA

Unione Europea Ministero dell'Istruzione Italia domani

LA SCUOLA
PER L'ITALIA DI DOMANI

Livello di Progetto:

Preliminare ☐
Definitivo ☐
Esecutivo ☒

Autore:

P&P

Codice:

04_23_GC

Scala:

-

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Tavola:

GEO

Data:

04/08/23

Revisione:

P & P

**PROGETTAZIONE STRUTTURALE E COORDINAMENTO
P&P Consulting Engineers Studio Associato**

Via Pastrengo, 9 - 24068 - Seriate (BG)
+39 035 3235700 - fax +39 035 3235750
E-mail: info@pepconsultingengineers.it



**PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
Arch. Alberto Valtulini**
Via G. Moroni - 24127 - Bergamo (BG)



COMMITTENTE	Amministrazione comunale di Verdello
OGGETTO	Adeguamento/miglioramento sismico della scuola secondaria di I grado in via Papa Giovanni XXIII n.46 CIG: 9952352CAC; CUP: F35E2200003000
COMUNE	Verdello (Bg) Relazione geologica (R1, R3) Relazione geotecnica (R2)
DATA	luglio 2023
RELATORE	dott. geol. Alessandro Ratazzi



A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. Ratazzi", positioned over the bottom right of the circular stamp.

SOMMARIO

Premessa

Relazione Geologica - Modellazione geologica e stratigrafica del sito

- Inquadramento geologico-geomorfologico
- Inquadramento idrologico e idrogeologico
- Indicazioni componente geologica PGT comunale
- 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

Allegati (in fondo al testo):

Diagrammi prove SCPT (indagini pregresse)

Rielaborazione MASW (indagini pregresse)

(File – VerdelloComune)

Premessa

Su incarico dell'Amministrazione comunale di Verdello, è stato redatto il presente studio geologico con analisi geotecnica e note idrogeologiche per il progetto di adeguamento/miglioramento sismico della scuola secondaria di I grado in via Papa Giovanni XXIII n.46 nel comune di Verdello (Bg).

Date le personali conoscenze dell'area, in accordo con i progettisti e la proprietà, sono stati utilizzati i risultati di indagini geognostiche e relazioni geologico tecniche seguite dal sottoscritto o effettuate da altre società, in passato, nelle immediate vicinanze e comunque nel medesimo ambito geologico-geomorfologico. A completamento dello studio è stato effettuato un rilievo geologico-stratigrafico del sito oltre alla diretta osservazione dei depositi in affioramento in scavi nelle immediate vicinanze del lotto in esame.

Trattandosi di risultati desunti da indagini puntuali, e 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.

Oltre a ciò, è stato fatto riferimento all'esauriente studio geologico (e relative mappe) redatto a supporto del PGT del comune di Verdello.

Nella presente relazione geologica e geotecnica saranno analizzati i risultati delle indagini svolte al fine di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico, geotecnico e idrogeologico il sottosuolo: qualora necessario, non appena saranno note le caratteristiche fondazionali mi rendo disponibile a redigere apposita integrazione per indicare la resistenza di progetto del terreno interagente con le opere di fondazione e stimare l'entità dei cedimenti indotti dalle opere in progetto.

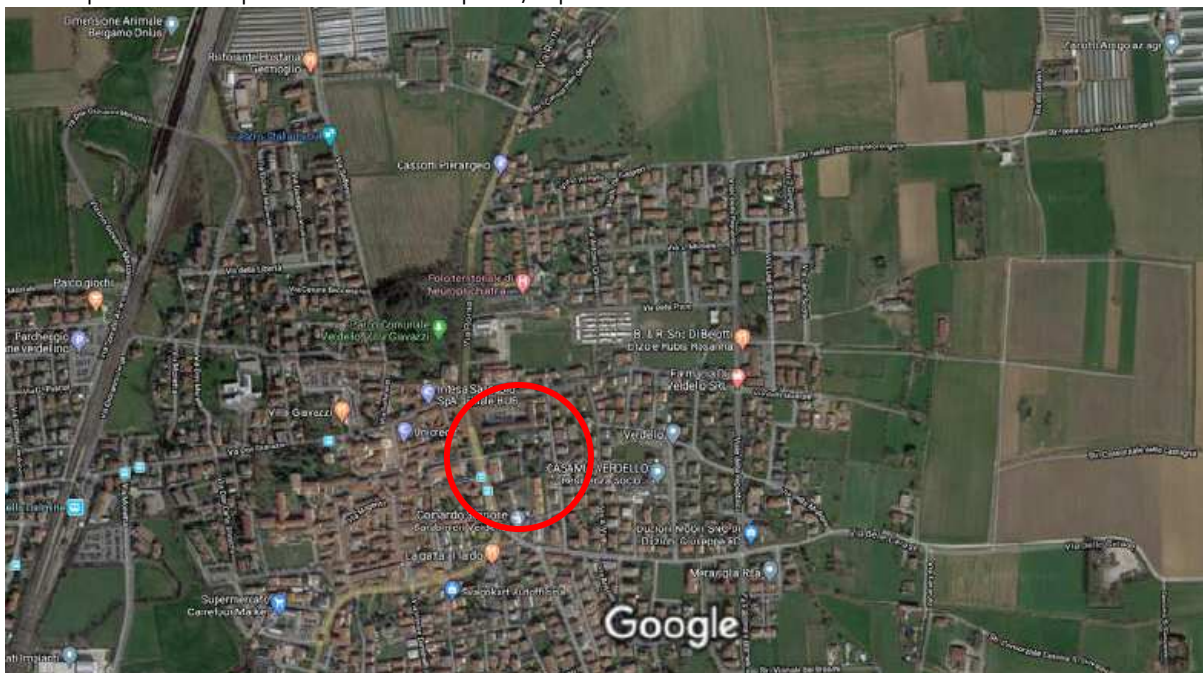
Viene redatta seguendo le indicazioni tecniche esposte:

- 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

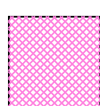
Inquadramento geologico - geomorfologico

L'area interessata dall'intervento è posta nel settore centrale del comune di Verdello (BG) ad una quota di circa 176 m s.l.m., in un ambito dell'alta pianura, interamente pianeggiante ed interrotta solamente dagli orli dei terrazzi fluvio-glaciali che interessano questo settore e dalla locale presenza di piccoli corsi d'acqua e/o paleoalvei.



Dal punto di vista geomorfologico appartiene all'ambito dell'alta pianura, è interamente pianeggiante ed interrotta solamente dagli orli dei terrazzi fluvio-glaciali che interessano questo settore e dalla locale presenza di piccoli corsi d'acqua e/o paleoalvei.

I depositi stratigrafici che lo caratterizzano sono di origine e fluvio-glaciale (*"Unità di Torre Boldone"* del *"Complesso di Ponte Selva"*) costituiti da ghiaie poligeniche a supporto di matrice. È presente una copertura di limi di esondazione plurimetrica.



Unità di Torre Boldone (Complesso di Ponte della Selva):

Depositi fluvio-glaciali, morfologie discretamente conservate, suoli di spessore > 3.5 m, copertura loessica sempre presente. Pleistocene medio

Inquadramento idrologico e idrogeologico

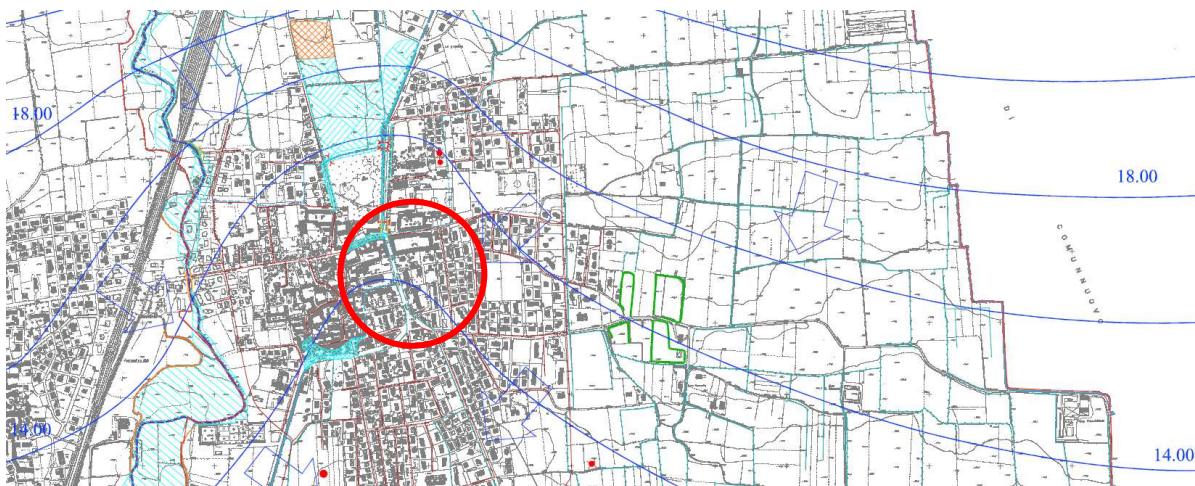
La cartografia non segnala nulla di rilevante se non la presenza di una serie di rogge, canali e piccoli torrenti con uso prevalentemente irriguo e che attualmente registrano una certa portata idrica solo in periodi con pluviometrie intense e/o durature.

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.

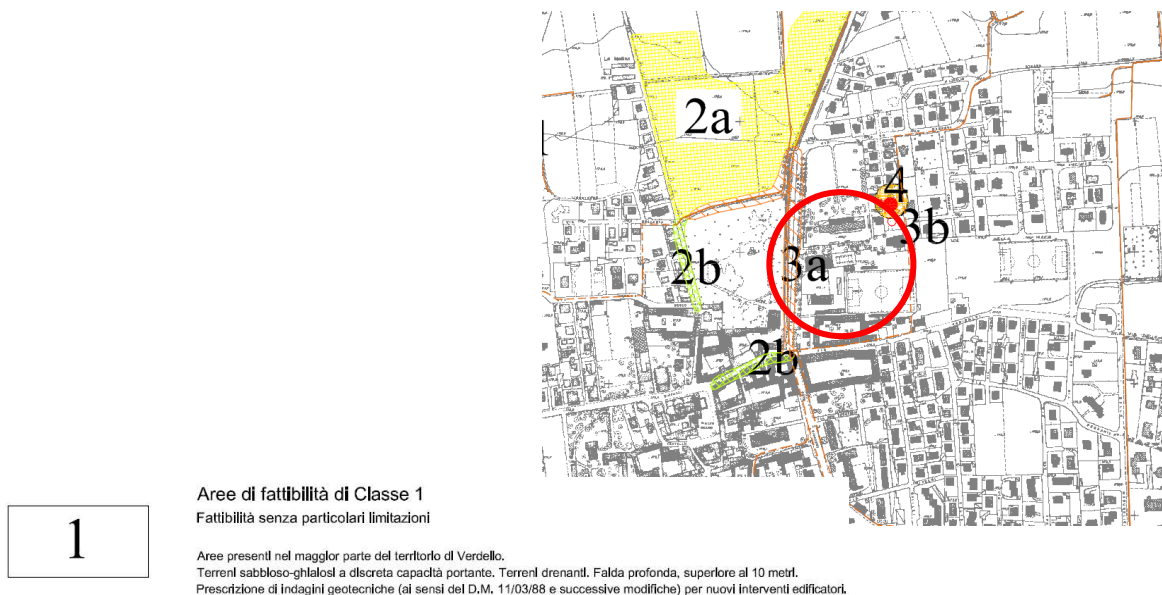
Come si ricava anche dalla consultazione della Carta della Soggiacenza di PGT il livello di falda è posto ad una profondità di circa 12-14 m dall'attuale piano campagna)

Non sono indicate, e non si conoscono, le oscillazioni massime stagionali; 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 1, senza particolare limitazioni", mentre dal punto di vista della pericolosità Sismica Locale, è classificata in zona Z4a.



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

Classificazione sismica

Verdello è in classe “3” e con A_g Max pari a 0,117616.

TR (anni)	A_g (g)	$F_0(-)$	$TC^*(s)$
30	0.030	2.439	0.196
50	0.039	2.480	0.216
72	0.047	2.419	0.234
101	0.056	2.432	0.241
140	0.065	2.423	0.255
201	0.077	2.419	0.261
475	0.112	2.413	0.270
975	0.147	2.462	0.275
2475	0.200	2.511	0.287

Vita nominale della costruzione (anni): VN: 50

Classe d'uso della costruzione c_u : 2.0

Periodo di riferimento per la costruzione (anni): VR: 100

Stato Limite	TR (anni)	A_g (g)	$F_0(-)$	$TC^*(s)$
SLO	60	0.043	2.449	0.225
SLD	101	0.056	2.432	0.241
SLV	949	0.145	2.460	0.275
SLC	1950	0.184	2.499	0.283

Categoria sismica dei terreni

L'area in esame viene classificata in “Zona 4a”: 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 effettuate sono presumibili terreni con V_{se} equivalenti (riferiti al piano di appoggio delle fondazioni) pari 490-500 m/s (categoria B) e con un andamento della curva delle velocità, assimilabile a quella di riferimento litologica della Regione Lombardia “*limosa-argillosa2*”.

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: 1.6

Fa Intervallo di periodo 0,5 – 1.5 s: 1.2

Per il comune di Verdello, 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	2,4	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: $1.6 > 1.5$ ma < 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: $1.2 < 1.7$

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:

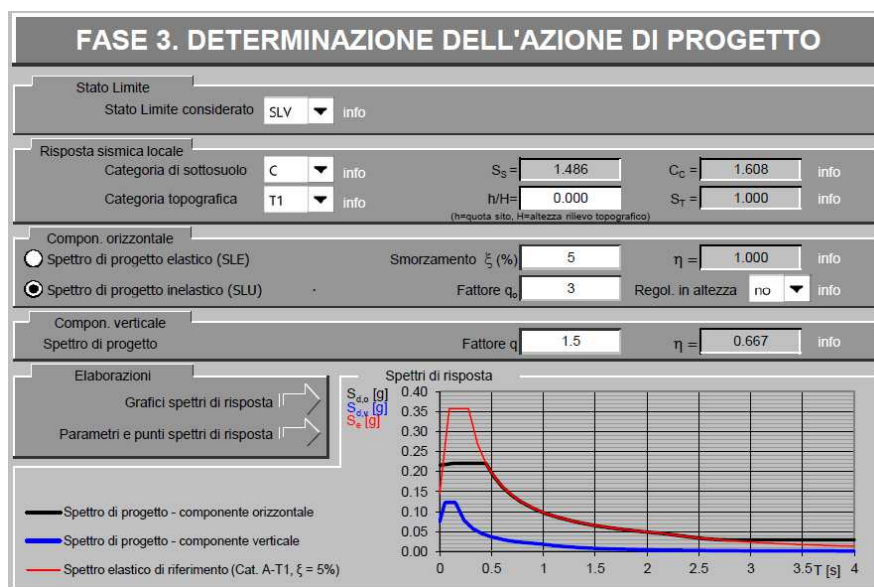
Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A-B-C-D-E	1.00	0.05	0.15	1.00

Categoria sottosuolo:	C	Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni	Coefficiente cu:	2

	SLO	SLD	SLV	SLC
S_s^* (ampl. stratigrafica)	1,50	1,50	1,49	1,43
C_c^* (coeff.fun. categ.)	1,72	1,68	1,61	1,59
S_t^* (amplificazione topografica)	1,00	1,00	1,00	1,00

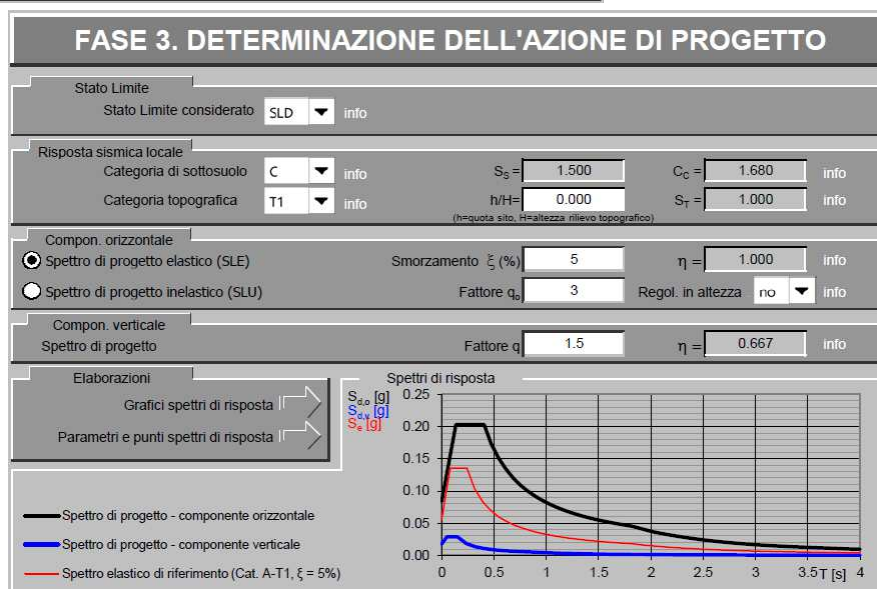
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,016	0,051	0,062
kv	0,006	0,008	0,025	0,031
A_{max} [m/s ²]	0,615	0,802	2,072	2,529
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Determinazione dell'azione di progetto



SLU

SLE



Facendo riferimento al paragrafo 7.11.3.4.2. delle NTC 2018 (*esclusione della verifica a liquefazione*):

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 $U_C > 3,5$.

date le condizioni stratigrafiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche del sito, non sussistono pericoli in tal senso.

Caratterizzazione e modellazione geotecnica

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 2-3.0 m.

Superato uno spessore superficiale di terreno rimaneggiato e/o di riporto e/o eluviale si tratta di limi sabbiosi descrivibili come *"sciolti-poco addensati"* (Associazione Geotecnica Italiana 1977). Si possono ipotizzare:

Peso di Volume (t/mc): 1.60-1.65

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

LIVELLO [2]: dalla base dello strato precedente fino alla massima profondità investigata di 10.0 m circa (ma presumibilmente oltre).

Sabbie limose con ghiaie parzialmente alterate (*"moderatamente addensate"* AGI 1977) e così caratterizzabili:

Peso di Volume (t/mc): 1.65-1.70

Angolo di Attrito (°): 27-29

Modulo Elastico (kg/cmq): 90-110

Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

Fondazioni superficiali

Allo stato attuale delle conoscenze non sono note le tipologie e le caratteristiche delle fondazioni esistenti e/o di progetto.

Qualora necessario, sarà cura dello scrivente eseguire le analisi previste da normativa su richiesta dei progettisti e/o committenti.

Pareti di scavo e opere di sostegno

Eventuali nuovi fronti di scavo, se non dovessero interessare a confine edifici esistenti o strade, considerando il solo aspetto di stabilità del fronte, potrebbero essere realizzati senza particolari opere preliminari di consolidamento.

A ridosso di fondazioni esistenti si dovrà fare molta attenzione che questi non vadano a "scalzare" le fondazioni adiacenti per evitare cedimenti e/o lesioni nelle strutture.

Si dovranno adottare inoltre tutte le precauzioni previste dalla normativa vigente in merito alla sicurezza sui luoghi di lavoro per eventuali scavi con altezza superiore a 1.5 m (D.Lvo. n° 81/08).

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

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

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

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.

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 indagini puntuali, e 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.

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

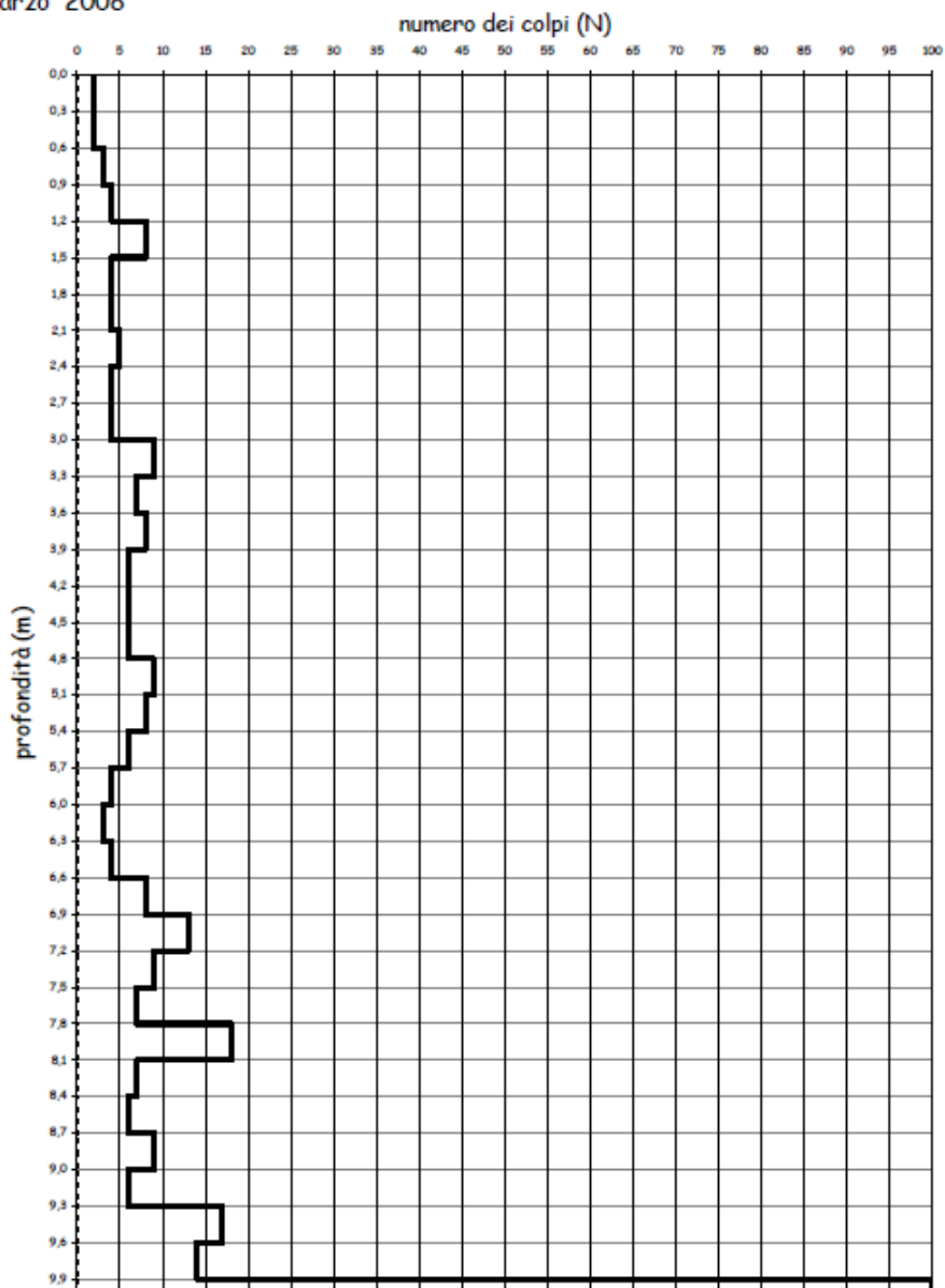
Resto a disposizione per qualsiasi chiarimento.



Verdello (BG)

PROVA PENETROMETRICA SCPT n°02

marzo 2008



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - Rivestimento

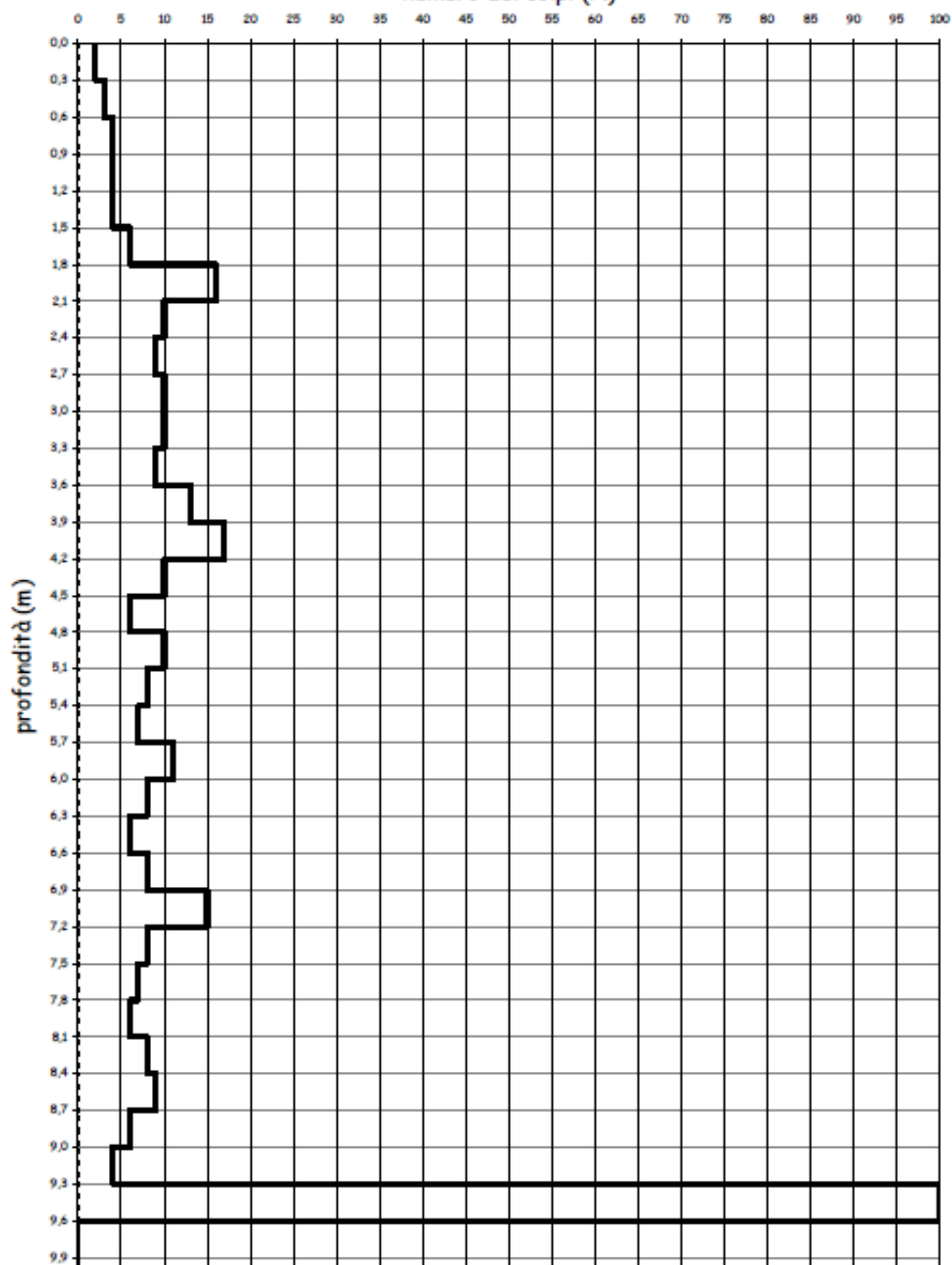
SO.GE.TEC. S.r.l.

Verdello (BG)

PROVA PENETROMETRICA SCPT n°07

marzo 2008

numero dei colpi (N)



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

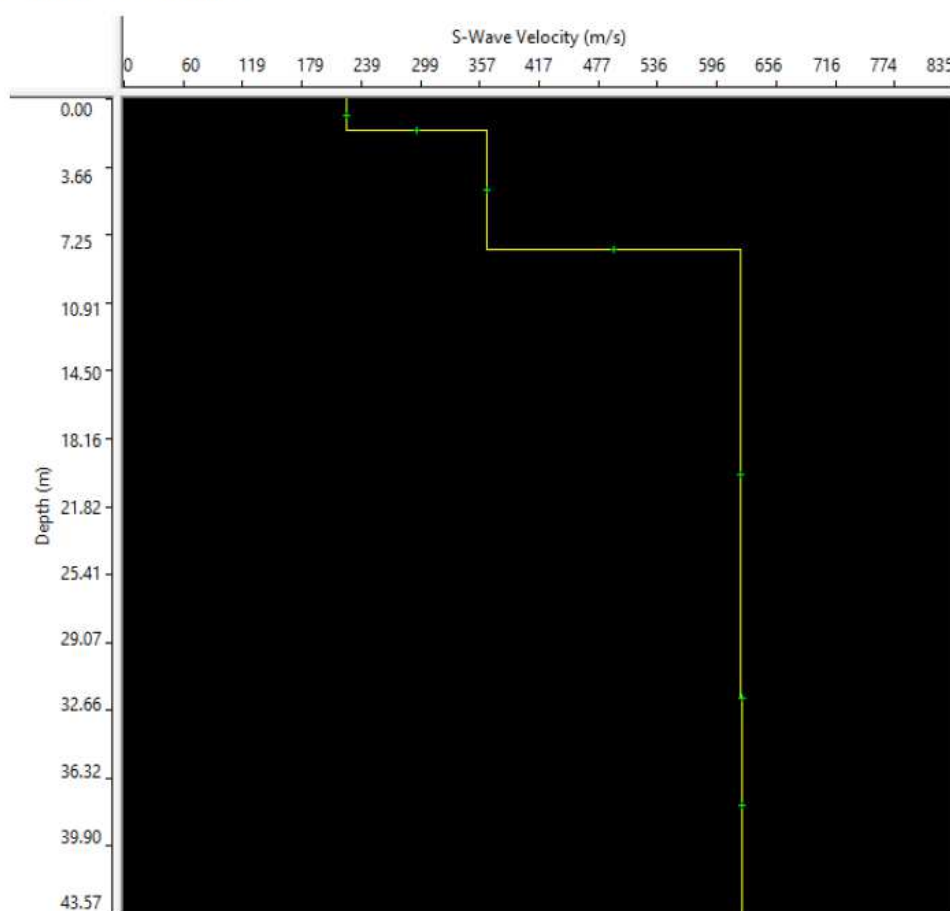
— Punta
..... Rivestimento

SO.GE.TEC. S.r.l.

Strato	Prof. [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1	0,00	1,69	223
2	1,69	6,38	365
3	23,92	8,08	620
4	32,00	Inf.	622

Tabella dei valori di velocità delle onde S (Vs) in funzione dello spessore degli strati riscontrati

Per quanto riguarda l'area in esame i risultati ottenuti mostrano un valore di riferimento di **Vs30** pari a **496 m/s** equivalente ad un suolo di fondazione di tipo 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".



Profilo del modello sintetico di calcolo

Indagini pregresse