

Committente:

COOPERATIVA COMO CONSUMO
Via Roma 11 – Uggiate Trevano (CO)

Progetto:

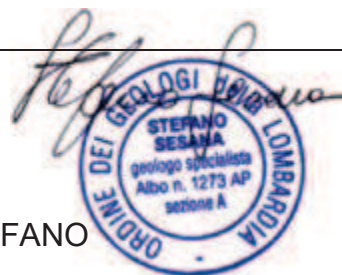
PROGRAMMA INTEGRATO D'INTERVENTO (P.I.I.)
COMPARTO COOP
VIA C. CANTÙ, VIA PARINI, VIA G. GARIBALDI, VIA MAMELI
COMUNE DI CADORAGO (CO)

Oggetto: /

RELAZIONE GEOLOGICA
R1 – R3

Redattore:

DOTT. GEOL. SESANA STEFANO



N.°	Data	Rev.	Riferimento
00	08/11/2021	PRIMA EMISSIONE	R.Geo
01			
02			
03			

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Fattibilità Geologica	4
1.2. Carta di sintesi	5
1.3. Pericolosità sismica locale	6
1.4. Descrizione degli interventi	7
2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	8
2.1. Inquadramento geografico geomorfologico	8
2.2. Caratteri geologici dell'area	8
2.3. Caratteri idrogeologici dell'area	9
2.4. Idrografia superficiale dell'area	10
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
3.1. Sondaggio geognostico- Criteri e modalità esecutive	11
3.1.1. Prove di permeabilità Le Franc	12
3.1.2. Prove SPT	13
3.2. Prove penetrometriche dinamiche	13
3.3. Risultati dell'indagine - Unità litotecniche	14
4. PERMEABILITÀ DEL SOTTOSUOLO	16
5. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	19
5.1. Problematiche di carattere geotecnico	19
5.2. Proprietà drenanti del sottosuolo	19
6. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	20
6.1. Condizioni Litologiche	20
6.2. Condizioni Topografiche	21
6.3. Stima della pericolosità sismica	21
6.4. Valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione	24
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	25
ALLEGATO 1 – PROVE PENETROMETRICHE	26
ALLEGATO 2 – HVSR	32
ALLEGATO 3 – STRATIGRAFIA SONDAGGIO	37

1. PREMESSA

Per conto della soc. COOP COMO CONSUMO è stata redatta la presente relazione geologica a supporto del progetto di: ampliamento nuovo fabbricato commerciale in via Mameli – via Garibaldi e parcheggi di via Cantù nel Comune di Cadorago (CO) vedi **Figura 1**.



Figura 1 - fotopiano dell'area in esame

Il presente elaborato è stato redatto secondo i seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 17 01 2018;
- D.G.R. 30 Novembre 2011 – n. IX/2016;
- D.G.R. 30 Marzo 2016 – n. X/5001.

1.1. Fattibilità Geologica

Sulla base delle informazioni desunte dallo Studio Geologico Comunale parte integrante del P.G.T, l'ambito d'interesse è stato inserito in **Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni**.

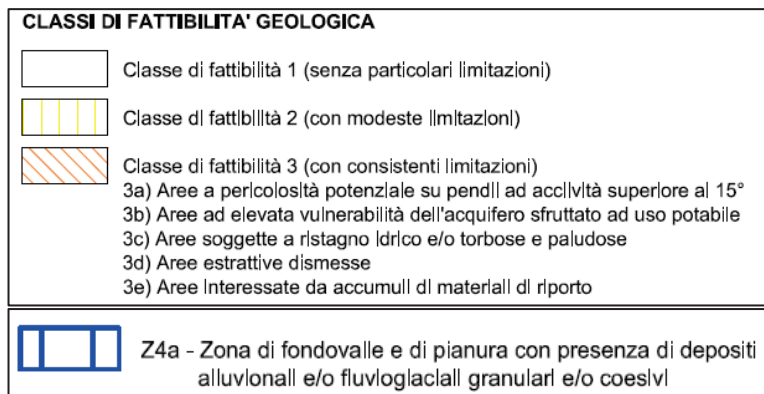
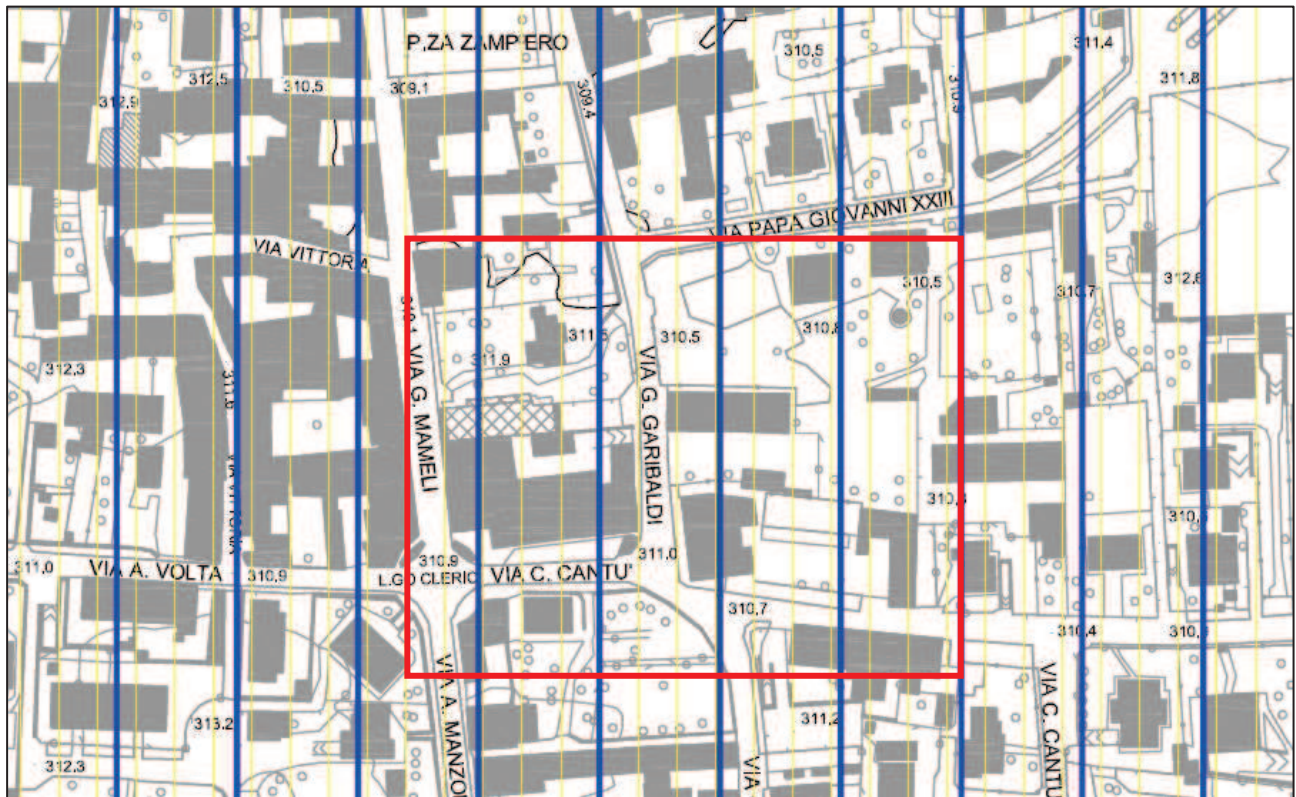


Figura 2 - stralcio carta di fattibilità geologica e delle azioni di piano

1.2. Carta di sintesi

L'area in esame non è caratterizzata da alcun elemento di pericolosità e/o vulnerabilità specifico (**Figura 3**). L'intervento ricade tra le aree con coltri a bassa consistenza di spessore localmente superiore a 3 m.

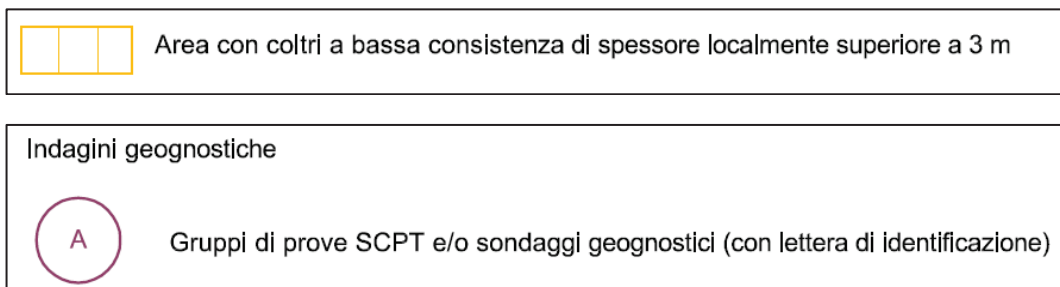
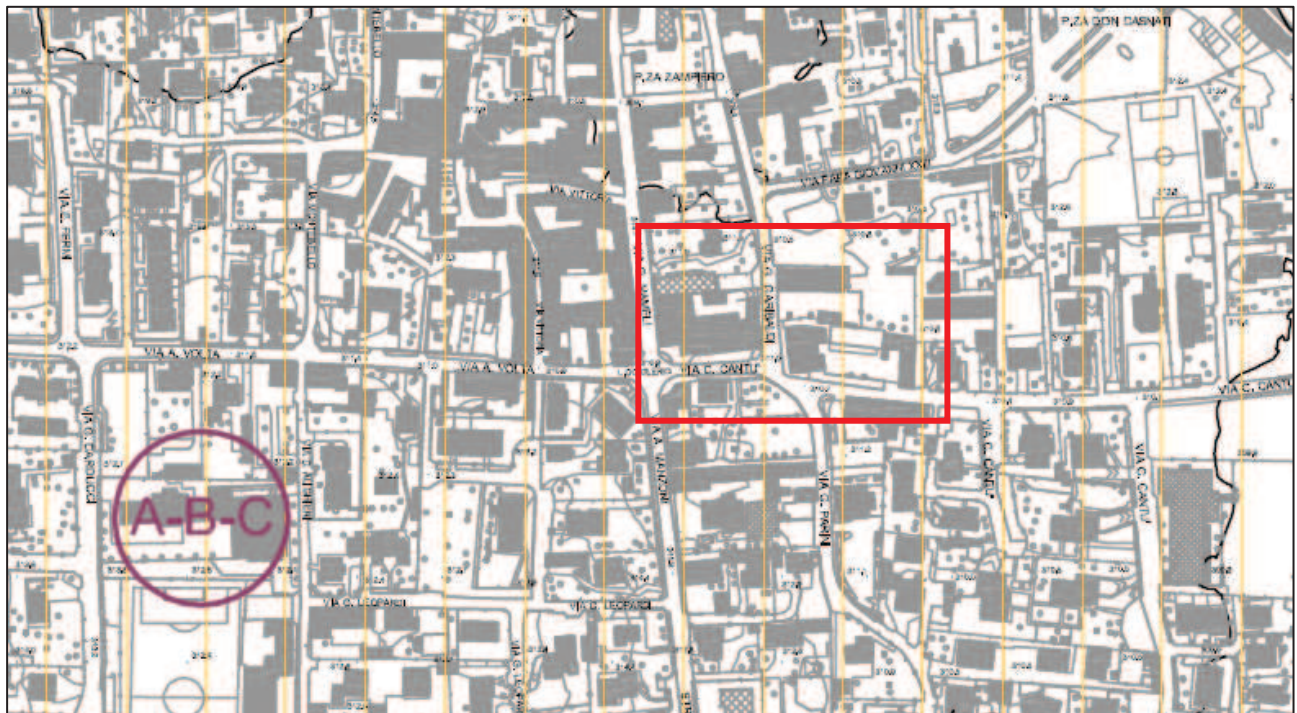
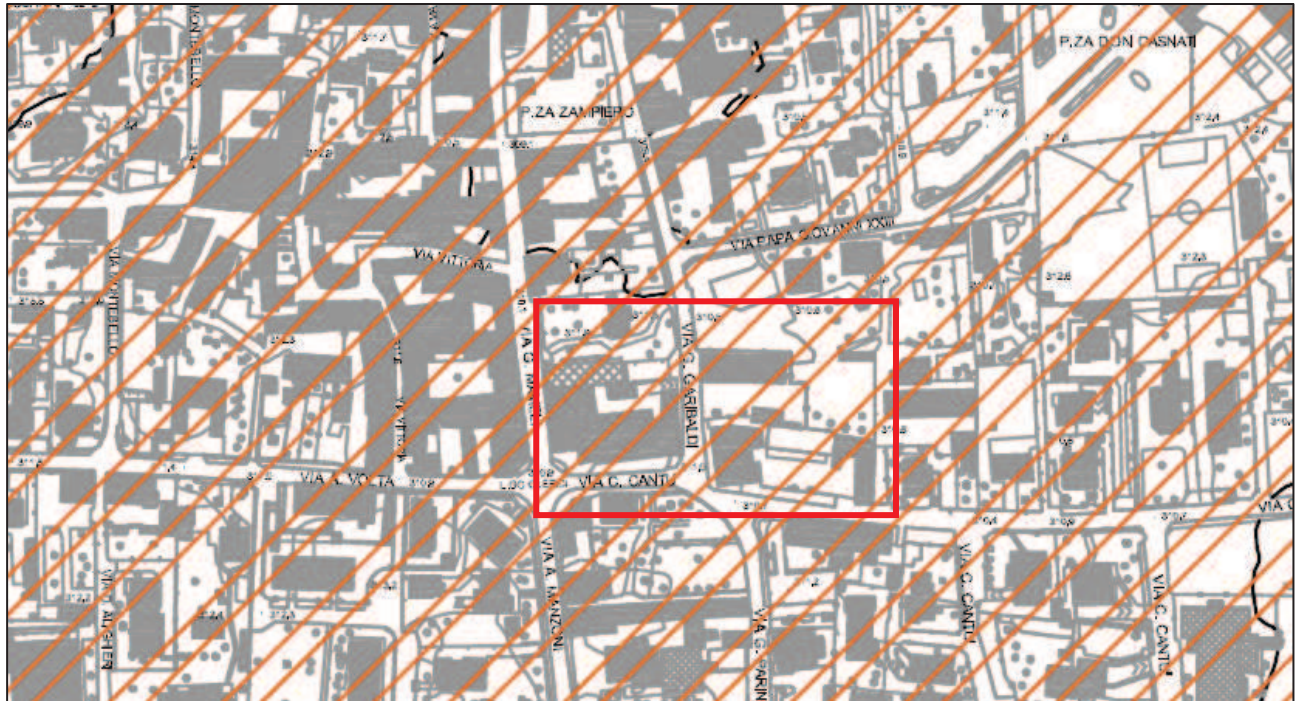


Figura 3 - stralcio carta di sintesi (da Componente Geologica del PGT)

1.3. Pericolosità sismica locale

La **Figura 4** seguente riporta uno stralcio della carta di pericolosità sismica locale allegata al PGT.

L'ambito ricade all'interno di uno scenario di tipo **"Z4a"**: Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.



Z4a - Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi

Figura 4 - stralcio della carta della PLS (da Componente Geologica del PGT)

Il territorio comunale di Cadorago è stato classificato in **Zona Sismica 4**.

1.4. Descrizione degli interventi

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di un nuovo fabbricato commerciale con demolizione di edifici esistenti e riqualificazione delle aree circostanti con formazione di aree a parcheggio. Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico degli interventi in progetto.

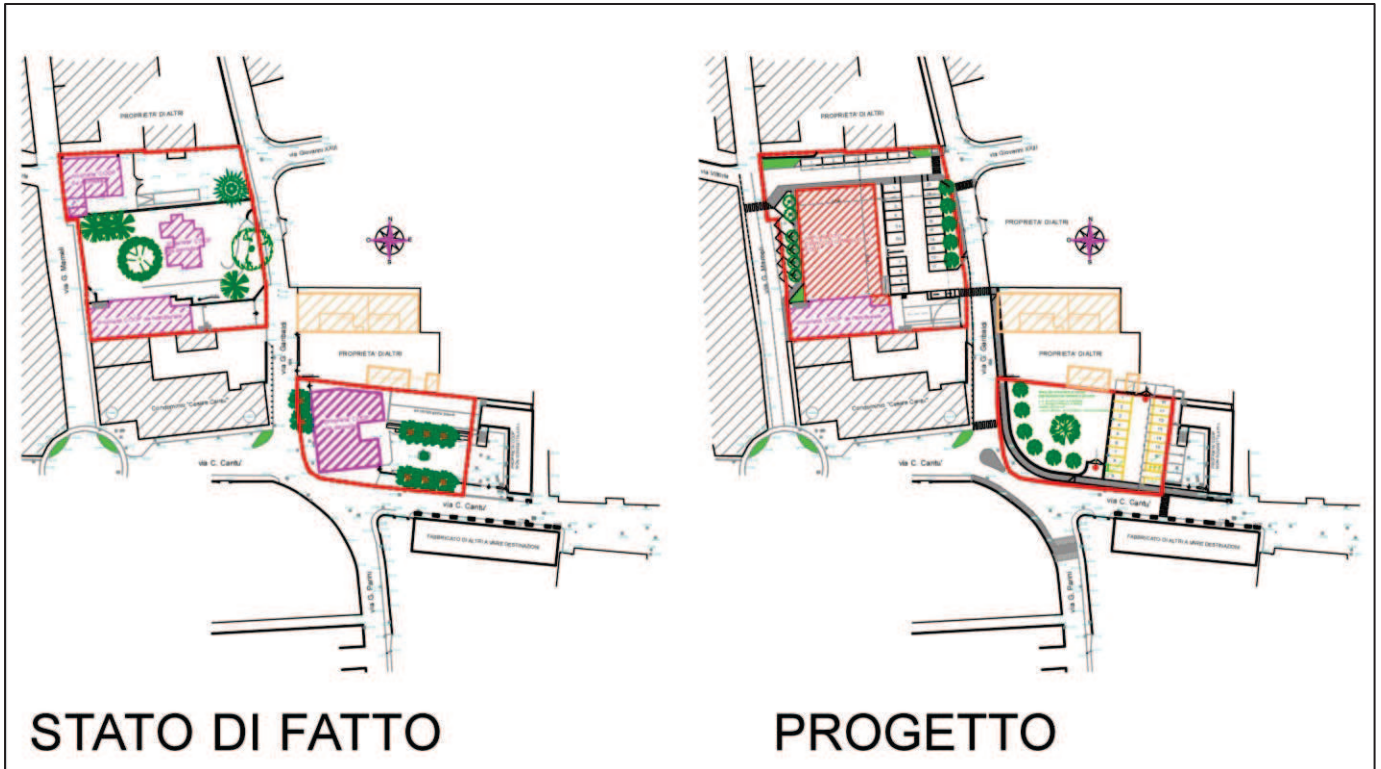


Figura 5 - stralcio planimetrico delle opere in progetto

Per i dettagli si rimanda agli elaborati di progetto a cura dell'Arch. Giovanni Gaspa e Geom. Augusto Bianchi.

2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

2.1. Inquadramento geografico geomorfologico

L'ambito in esame si colloca nella porzione centrale del territorio comunale di Cadorago, ad una quota di circa 311 m s.l.m. Il territorio comunale di Cadorago è ubicato nell'ambito dell'Alta Pianura Lombarda, all'estremità meridionale dell'Anfiteatro morenico del Lario, ed è caratterizzato dalla presenza di potenti ed estese coltri di depositi in prevalenza sciolti, modellati secondo morfologie blande e legati geneticamente al glacialismo alpino di età pleistocenica.

L'area ed un intorno significativo si possono ritenere stabili senza evidenze di dissesti potenziali o in atto.

Nello specifico l'area si presenta pressoché pianeggiante, con una debole vergenza verso Sud Est apprezzabile solo a scala pluridecimetrica; l'area è parzialmente obliterata dall'attività antropica.

2.2. Caratteri geologici dell'area

Nel sito di intervento affiorano depositi di origine fluvioglaciale, riferiti alla glaciazione rissiana (secondo la nomenclatura tradizionale), la cui genesi è riconducibile all'azione delle acque di fusione glaciale.

Da un punto di vista litologico, tali depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie con percentuale variabile, ma in generale modesta, di matrice limosa, e presentano una coltre d'alterazione superficiale argillosa pari a 4-5 m, di colore rossastro, dovuta alla ferrettizzazione tipica delle fasi glaciali più antiche. Questi depositi danno luogo alle aree pianeggianti di raccordo tra i rilievi di origine morenica.

Nello specifico l'area in oggetto è ubicata in corrispondenza dei depositi di contatto morenico appartenenti **all'Unità di Cadorago**: si tratta di ghiaie medio fini a supporto di matrice, diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie medio grossolane massive a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti (depositi fluvioglaciali).

Di seguito (*Figura 6*) si riporta lo stralcio della Carta geologica con l'individuazione dell'area in esame.

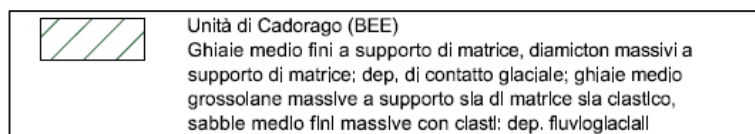


Figura 6 – stralcio della carta geologica

2.3. Caratteri idrogeologici dell'area

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico dell'area in esame, ricostruito sulla base delle stratigrafie dei pozzi ubicati nelle immediate vicinanze, si evidenzia la presenza di una falda freatica con direzione di flusso NW-SE posta all'interno dei depositi ghiaioso-conglomeratici riferibili al Ceppo, con soggiacenza di circa 70 m rispetto al piano campagna. La piezometria della falda è compresa tra i 240 e i 250 m s.l.m.

Data la natura dei terreni presenti, non si può escludere la presenza nell'area di falde sospese a bassa soggiacenza, legate a variazioni locali della permeabilità dei terreni (presenza di maggior percentuale di fine) e/o di lenti leggermente cementate. Le indagini eseguite non hanno evidenziato la presenza di falde superficiali.

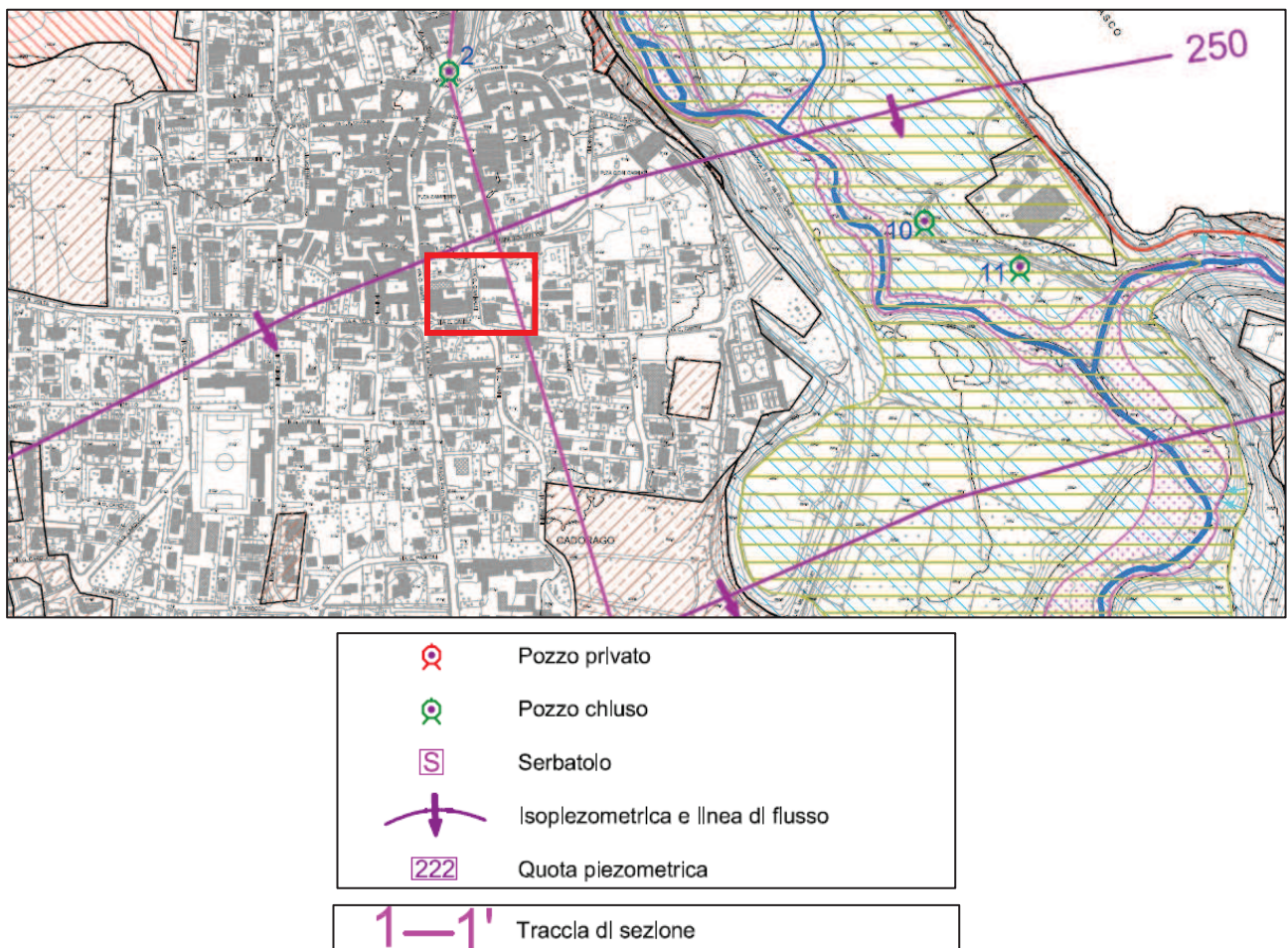


Figura 7 – stralcio della carta idrogeologica

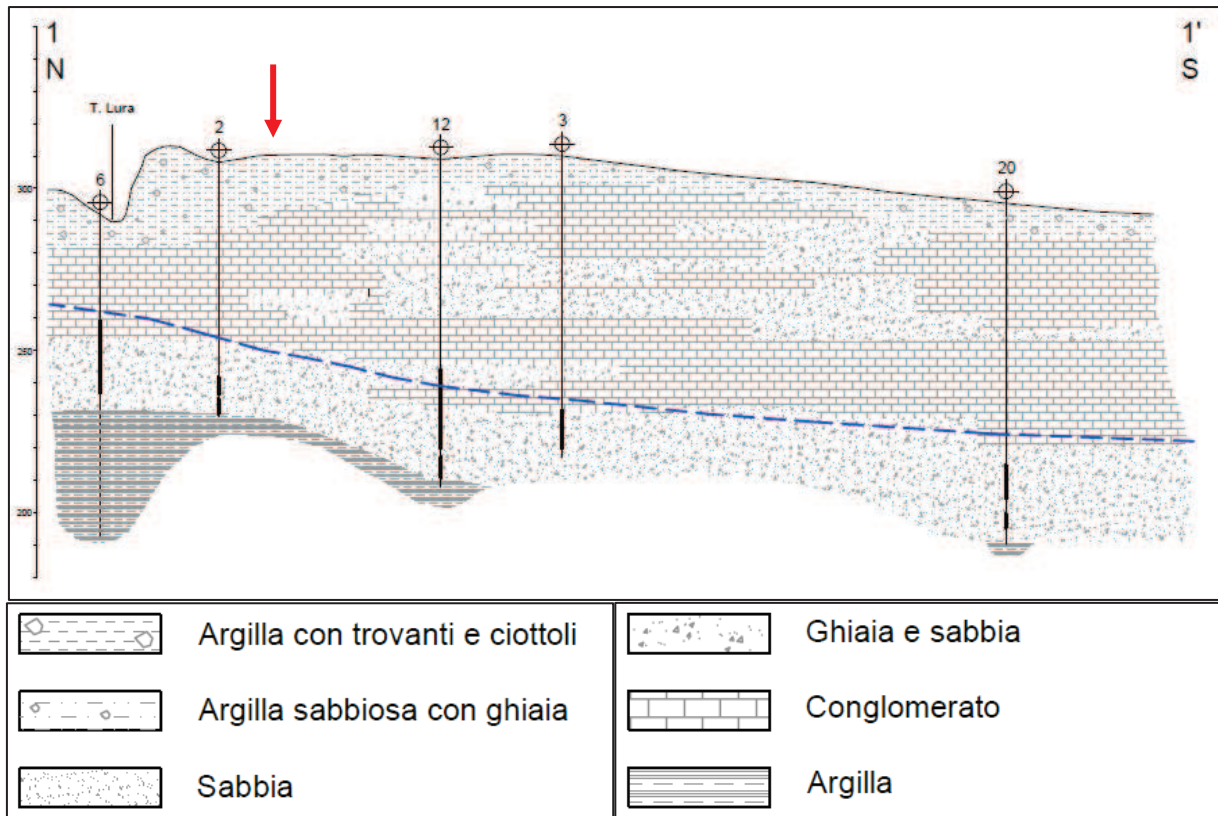


Figura 8 – sezione idrogeologica con individuato la proiezione dell'area in oggetto

2.4. Idrografia superficiale dell'area

Nell'intorno dell'area non sono presenti corpi idrici d'interesse. Si segnala la presenza del Torrente Lura che attraversa il territorio comunale con andamento circa N-S e scorre ad una distanza di almeno 500 m ad est dall'area in esame.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione sito specifica dell'area, l'identificazione delle unità litotecniche del sottosuolo e successivamente per la definizione della parametrizzazione geotecnica del terreno, presso il sito in oggetto sono state effettuate le seguenti indagini, ubicate come da *Figura 9*:

- n.5 prove penetrometriche dinamiche;
- n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo con prove Le Franc e SPT in foro;



Figura 9 – ubicazione indagini geognostiche

3.1. Sondaggio geognostico- Criteri e modalità esecutive

Il sondaggio geognostico a carotaggio continuo è stato eseguito con una sonda Comacchio GEO 205, mediante tecnica a rotazione utilizzando il rivestimento sulle pareti del foro.

Le operazioni di carotaggio sono state eseguite a secco, con recupero integrale del materiale carotato, mediante un carotiere semplice avente diametro di 101 mm; per il rivestimento del foro sono stati utilizzati tubi con diametro di 127 mm.

Le carote prelevate sono state alloggiare in apposite cassette catalogatrici, da 5 m ciascuna.

Il sondaggio è stato spinto fino ad una profondità di 10 m dal piano campagna e entro il foro di sondaggio, in fase di avanzamento, sono state eseguite:

- n.2 prove Le Franc a carico variabile;
- n.3 prove SPT (Standard Penetration Test), per la determinazione indiretta dei parametri di resistenza e deformabilità. Le prove sono state condotte secondo la normativa ASTM D 1586-84 (Riapp. 92) impiegando un dispositivo di battitura con sganciamento automatico, con maglio da 63.5kg, aste \varnothing 50mm e campionatore Raymond con punta chiusa (rendimento del sistema di battitura 60%);

L'indagine è stata condotta in conformità a quanto disposto dalla seguente norme:

- circolare LL.PP. del 24/09/88 del 24/09/88 n° 30483;
- AGI – Associazione Geotecnica Italiana - Raccomandazione sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (1977);
- A.S.T.M. D 1586-67 – “Standard Method for penetration test and split barrel sampling ad soils (1974).

3.1.1. Prove di permeabilità Le Franc

Al fine di determinare la conducibilità idraulica del terreno in foro di sondaggio sono state effettuate n. 2 prova di permeabilità tipo Le Franc a carico variabile.

Modalità esecutive:

- per la prova a carico variabile il foro di sondaggio è stato riempito fino all'estremità del rivestimento e gli abbassamenti del livello dell'acqua all'interno del foro sono stati misurati ad intervalli di tempo definiti.

I risultati delle prove sono riportati in seguito

Sondaggio	n° prova	Tipo di Prova	Profondità da p.c. [m]
S1	1	Le Franc Variabile	5.00 ÷ 5.50
S2	1	Le Franc Variabile	7.50 ÷ 8.00

Tabella 1

3.1.2. Prove SPT

Nella tabella seguente vengono riportati, per tutti i sondaggi eseguiti, le profondità di prova e il corrispondente valore di N_{SPT} (numero di colpi necessario ad una penetrazione del campionatore Raymond a punta chiusa per tre tratti di 15 cm).

Profondità	S1
4.5	4-9-6
6.0	4-6-27
7.5	14-13-13

Tabella 2

In **Allegato 3** si riporta la stratigrafia del sondaggio con indicato le prove SPT e le prove Le Franc e la documentazione fotografica delle indagini svolte.

3.2. Prove penetrometriche dinamiche

Le prove penetrometriche sono state eseguite secondo i criteri standardizzati normalmente in uso, impiegando un penetrometro semovente superpesante (DPSH) tipo "Meardi AGI", avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Peso del maglio: 73 kg
- Altezza di caduta: 75 cm
- Diametro della punta: 51 mm
- Conicità della Punta: 60°

Le prove sono state effettuate a quote leggermente diverse, con uno scarto ridotto l'una dall'altra, le verticali d'indagine sono state arrestate per rifiuto alle seguenti profondità:

- P1 a 9.60 m da p.c. (rifiuto);
- P2 a 9.60 m da p.c. (rifiuto);
- P3 a 9.60 m da p.c. (rifiuto);
- P4 a 9.90 m da p.c. (rifiuto);
- P5 a 6.60 m da p.c. (rifiuto);

Le profondità indagate sono sufficienti ad acquisire i dati necessari alla risoluzione delle problematiche geotecniche inerenti all'intervento in esame.

I diagrammi penetrometrici ottenuti sono riportati in allegato, i grafici delle prove indicano in ascissa il numero di colpi necessario per far avanzare la punta di 30 cm (N_{SPT}), in ordinata invece la profondità di avanzamento della punta (m). Durante la prova non è stata rilevata la presenza di acqua.

3.3. Risultati dell'indagine - Unità litotecniche

La caratterizzazione del sottosuolo viene effettuata mediante l'interpretazione dei diagrammi penetrometrici, alla luce della storia geologica che ha interessato l'area di indagine, nonché della composizione litologica del materiale, informazioni dedotte dalle fonti di seguito allegate:

- studio geologico Comunale;
- indagini eseguite;

Le informazioni lito-stratigrafiche derivanti dalle indagini geognostiche condotte hanno consentito il raggiungimento di una definizione del quadro litologico e litostratigrafico del primo sottosuolo dell'area di indagine.

Le indagini hanno permesso di individuare i seguenti orizzonti:

- **PRIMO STRATO $N_{SPT} 2\div3$**

Rinvenuto con spessori variabili tra 0.60 m (P4) e 3.0 m (P5). Si tratta di terreni antropicamente rimaneggiati passanti a terreno vegetale superficiale ed i sottostanti orizzonti di alterazione limi sabbiosi (localmente argillosi) inglobanti localmente ghiaietto, limi sabbioso ghiaiosi con rati ciottoli. Presenta un grado di addensamento basso, ascrivibile alle categorie inferiori definibile "molto sciolto" (Clayton 1995).

- **SECONDO STRATO $N_{SPT} 9\div10$**

È stato rinvenuto sotto la prima unità fino alle profondità di 9.00 m da p.c. in tutte le prove. Presenta rispetto all'unità soprastante un aumento della resistenza alla penetrazione e del grado di addensamento, definibile come "mediamente addensato" (Clayton 1995). Dal punto di vista litologico comprende sabbie / sabbie limose con ghiaia e rari ciottoli e i terreni sottostanti caratterizzati da alternanze di ghiaie (con ciottoli e trovanti).

- **TERZO STRATO $N_{SPT} >20$**

È stato rinvenuto sotto la seconda unità, fino al raggiungimento della condizione di rifiuto. Presenta rispetto all'unità soprastante un ulteriore aumento della resistenza alla penetrazione ed un maggior grado di addensamento; l'unità è ascrivibile alle categorie superiori, definibile come "mediamente addensato - addensato" (Clayton 1995). Dal punto di vista litologico si tratta di alternanze di ghiaie (con ciottoli e trovanti) in matrice sabbiosa, sabbioso limosa.

	P1	P2	P3	P4	P5	S1
0.3	24	4	10	8	1	
0.6	13	2	5	7	1	
0.9	4	2	3	6	1	
1.2	3	6	2	7	1	
1.5	3	7	6	9	1	
1.8	2	5	6	10	2	
2.1	2	5	8	8	2	
2.4	3	4	7	5	1	
2.7	2	5	3	9	2	
3.0	4	8	6	10	3	
3.3	7	8	7	9	7	
3.6	11	9	6	8	5	
3.9	6	5	9	7	6	
4.2	8	4	10	11	10	
4.5	7	5	13	8	24	15
4.8	8	4	16	9	15	
5.1	10	4	17	7	14	
5.4	11	7	11	15	17	
5.7	11	9	8	10	19	
6.0	15	11	6	7	23	33
6.3	9	12	7	12	39	
6.6	11	10	17	16	100	
6.9	8	8	11	9		
7.2	8	7	9	8		
7.5	9	9	7	7		26
7.8	10	7	10	9		
8.1	9	10	8	11		
8.4	12	7	6	13		
8.7	10	8	9	8		
9.0	14	11	13	10		
9.3	40	38	41	17		
9.6	100	100	100	28		
9.9				100		

Tabella 3

4. PERMEABILITÀ DEL SOTTOSUOLO

Al fine di determinare il valore di permeabilità dei terreni nell'area in oggetto, sono state effettuate n. 2 prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile.

Modalità esecutive:

- per la prova a carico variabile il foro di sondaggio è stato riempito fino all'estremità del rivestimento e gli abbassamenti del livello dell'acqua all'interno del foro sono stati misurati ad intervalli di tempo definiti.

Di seguito si riassumono i valori ottenuti:

Sondaggio	n° prova	Profondità di profondità (m da p.c.)	Tipo di Prova	K (m/s)	K (cm/s)
S1	1	5.00 – 5.50	Lefranc a carico variabile	5.55×10^{-6}	5.55×10^{-4}
S1	2	7.50 – 8.00	Lefranc a carico variabile	3.49×10^{-6}	3.49×10^{-4}

Tabella 4 - Valori di Permeabilità misurati da prove

I valori misurati sono propri di un terreno a permeabilità tra buona prossima a scarsa.

k - cm/sec	10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
permeabilità	buona					scarsa			praticamente nulla			
	ghiaia pulita		sabbia pulita e miscela di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici ed inorganici, miscela di sabbia, limo ed argilla, depositi di argilla stratificata.			terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			
							terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo.					

Figura 10 - Valori indicativi del coefficiente di permeabilità da Casagrande e Fadum

Di seguito si riporta l'elaborazione delle prove effettuate.

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE

Località: Cadorago (CO)

Data: 23/07/2021

Committente: COOP COMO CONSUMO

SONDAGGIO: **S1** PROVA: **L1**

Tempo (s)	livello da bocca foro (m)	h (altezza livello da livello falda o fondo foro)	Permeabilità K (m/s)
0	0,00	6,00	
30	0,05	5,95	7,06E-06
60	0,105	5,90	7,84E-06
90	0,15	5,85	6,47E-06
120	0,20	5,80	7,25E-06
180	0,29	5,71	6,60E-06
240	0,37	5,63	5,95E-06
300	0,46	5,54	6,80E-06
360	0,53	5,47	5,37E-06
480	0,68	5,32	5,87E-06
600	0,82	5,18	5,63E-06
720	0,96	5,04	5,78E-06
900	1,14	4,86	5,12E-06
1200	1,44	4,56	5,38E-06
1500	1,66	4,34	4,17E-06
1800	1,89	4,11	4,60E-06

Diametro del foro (m)	0,127
Area del foro (mq)	0,01266
Lunghezza del tratto filtrante (m)	0,50
Altezza iniz. acqua da livello falda o fondo foro (m)	6,00
Profondità del foro (m)	5,50
Sporgenza testa tubo rivestimento (m)	0,50
Coefficiente di forma C_L	0,50

Permeabilità media* (m/s): **5,55E-06**

*Valori compresi tra circa 1/4 e 3/4 dell'abbassamento totale (Beers,

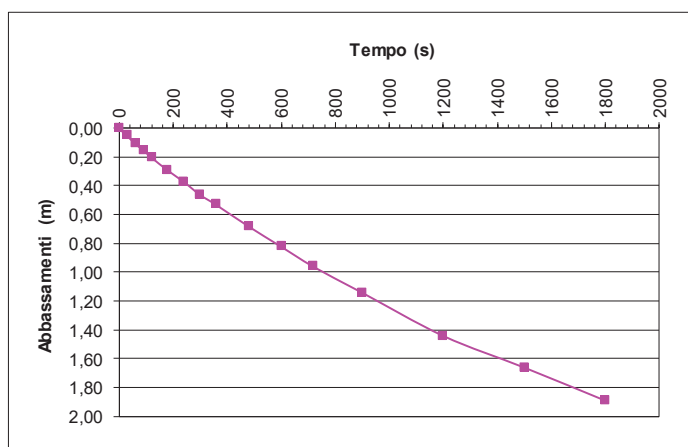
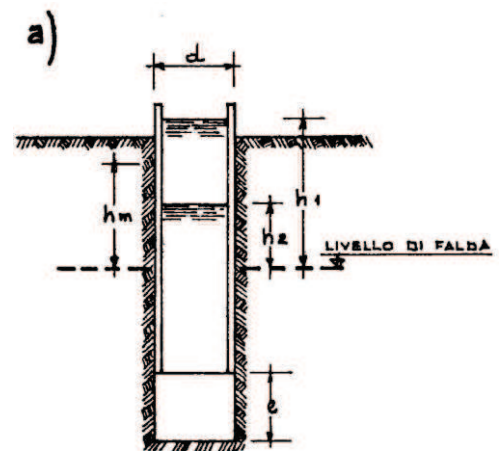


Figura 11

5. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Alla luce della tipologia dell'intervento in oggetto, viste:

- le risultanze emerse dalle indagini;
- i caratteri geologici e geomorfologici dell'area e del suo intorno significativo;
- la classe di fattibilità geologica dell'area;

è possibile affermare che l'opera in oggetto è compatibile con il sito individuato per la realizzazione.

Le problematiche che interessano l'intervento sono quindi riconducibili:

1. problematiche di carattere geotecnico (identificazione della più idonea tipologia fondazionale, dimensionamento fondazionale);
2. proprietà drenanti del primo sottosuolo;

5.1. Problematiche di carattere geotecnico

Le problematiche geotecniche sono riconducibili alle scarse proprietà meccaniche del primo orizzonte, che dovrà essere superato dalle fondazioni. Le stesse potranno quindi essere impostate sulla seconda unità tuttavia trasferendo al suolo pressioni modeste in quanto anche tale unità non presenta elevati valori di portanza.

In fase esecutiva, qual ora dovessero emergere i seguenti fattori:

- presenza di sottoservizi sotto l'impronta delle fondazioni;
- in caso di presenza di reti idriche e fognarie verificare l'esistenza di possibili inconvenienti derivanti da immissioni o perdite nel sottosuolo;
- presenza di manufatti interrati;

5.2. Proprietà drenanti del sottosuolo

Le prove di permeabilità effettuate hanno evidenziato un terreno con proprietà drenanti modeste, la presenza in profondità di un deposito con matrice fine dovrà essere tenuta in considerazione per la valutazione dello smaltimento delle acque meteoriche.

6. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

6.1. Condizioni Litologiche

Per le condizioni litologiche andrà attribuita una specifica categoria di suolo (previa esecuzione di specifiche indagini), tra quelle definite dalla tabella 3.2.II delle NTC 2018 ripresa di seguito, sulla base del profilo di Vs. I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

con:

h_i = spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ = 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 V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, 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 in 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.

Tabella 5

Dall'indagine HVSR condotta presso l'area in oggetto è emerso un valore di V_S 30 pari a 425 m/s, da cui si evince che la

categoria di terreno è la “B”.

6.2. Condizioni Topografiche

Per condizioni topografiche invece se ci si trova davanti a condizioni complesse sarà necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni semplici si può adottare seguente la classificazione riportata in tabella 3.2.III – NTC 2018.

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30m.

Nel caso in esame considerato il contesto pianeggiante, la categoria di appartenenza è la “T1”.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

Tabella 6

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite in precedenza oltre naturalmente all'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

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

Tabella 7

6.3. Stima della pericolosità sismica

Il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido).

Per tale determinazione è necessario conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare.

Si determina quindi la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

La vita nominale “ V_N ” di un'opera strutturale (NTC) è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella **Tabella 8** (Tab. 2.4.I delle NTC 18) e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Nel caso in esame trattandosi di un'opera ordinaria la V_N sarà 50 anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 8

CLASSI D'USO (§ 2.4.2 NTC 18)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe 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.
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel caso in esame ricade in classe II, costruzioni il cui uso preveda grandi affollamenti ($C_U = 1,0$);

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in *Tabella 9* (Tab. 2.4.II. delle NTC 18).

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 9

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA (§2.4.3 NTC 18)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni):

$$V_R = V_N \times C_U = 50$$

Dopo aver raccolto tutti i dati (fattore di struttura etc.) ed aver determinato la categoria di sottosuolo, si potrà procedere con il calcolo dell'azione sismica e la determinazione dei seguenti parametri sismici: K_h , K_v e A_{max} , in funzione dello stato limite di riferimento.

Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

$C_U = 1$

Stato Limite	T_r [anni]	β_s [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	30	0.018	2.577	0.158
Danno (SLD)	50	0.020	2.558	0.168
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.040	2.843	0.284
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.049	2.882	0.304

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Stato Limite: SLO, SLD, SLV, SLC

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz. categoria	1,59	1,56	1,42	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0,6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.004	0.005	0.010	0.012
k_v	0.002	0.002	0.005	0.005
A_{max} [m/s²]	0.185	0.230	0.474	0.575
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

Figura 13 - parametri sismici (www.qeostru.com)

6.4. Valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione

Il § 7.11.3.4.1 delle NTC 18 “Generalità” si afferma che:

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l’impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

Al § 7.11.3.4.2 vengono indicate le condizioni per il quale, al verificarsi di almeno una di queste, può essere omessa la verifica a liquefazione:

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 $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} 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 Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

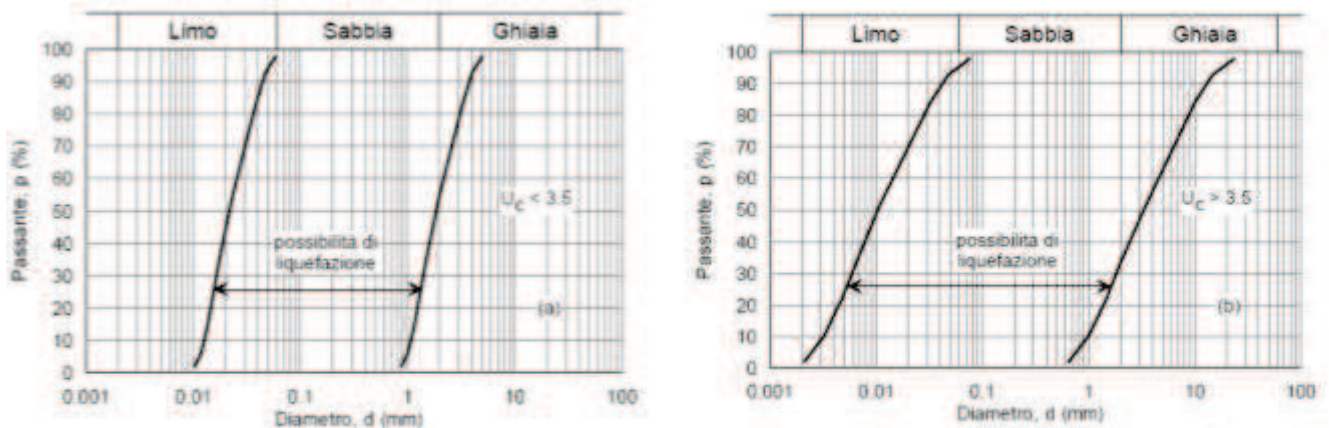


Figura 14 - fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (figura 7.11.1 NTC 2008)

Quando la condizione 1 non risulta soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Visto il verificarsi delle seguenti condizioni:

- l’accelerazione orizzontale massima $a_g < 0,1$;
- profondità della falda

È possibile affermare che non sussistono le condizioni di suscettibilità alla liquefazione.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area oggetto di studio si colloca in via Mameli – via Garibaldi e via Cantù nel Comune di Cadorago (CO), in un contesto morfologico pianeggiante completamente stabile, ad una quota di 311 m s.l.m.

La struttura geologica è caratterizzata dalla presenza di depositi quaternari, di origine continentale, legati unicamente all'attività glaciale. Nello specifico l'area in oggetto è ubicata in corrispondenza dei depositi di contatto morenico e depositi fluvio-glaciali appartenenti **all'Unità di Cadorago**: si tratta di ghiaie medio fini a supporto di matrice, diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie medio grossolane massive a supporto sia di matrice sia clastico, sabbie medio fini massive con clasti.

L'intervento in progetto è compatibile con le limitazioni previste dalla classe di fattibilità geologica indicata dallo studio geologico comunale di supporto allo strumento urbanistico vigente.

Caratteri Sismici del sito:

- con Delibera di Giunta Regionale dell'11 luglio 2014 - n. X/2129, la Regione Lombardia ha provveduto all'aggiornamento delle zone sismiche. Per il Comune di Cadorago è stata confermata la **Zona Sismica 4**;
- lo scenario di pericolosità sismica locale attribuito in sede di PGT è "Z4a";
- l'approfondimento condotto in un cantiere prossimo all'area in oggetto, ha consentito di attribuire la **categoria di suolo "B"**;
- mentre la **categoria topografica è la T1**.

Problematiche Geologiche / Geotecniche

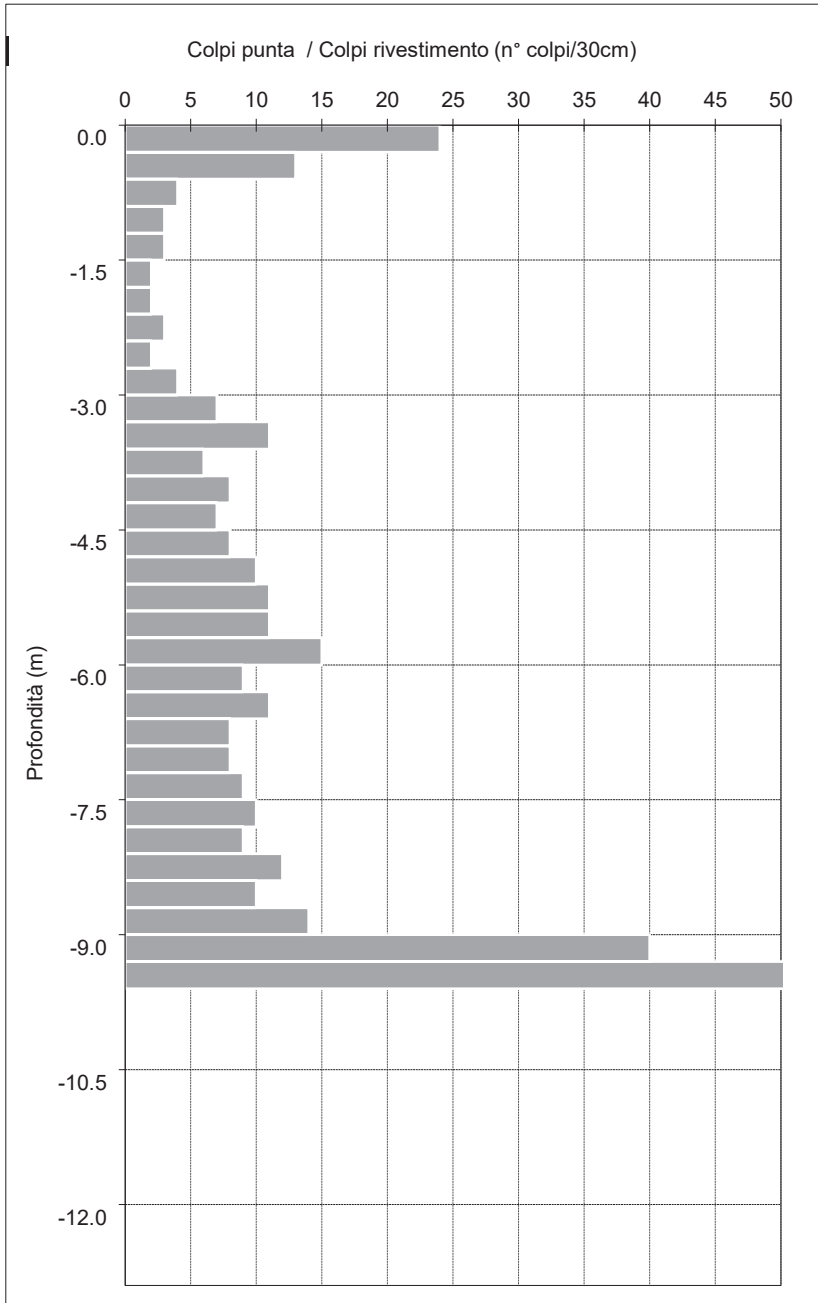
- Le scadenti proprietà meccaniche degli strati superficiali, in particolare al primo strato, sono tali da non renderlo idoneo all'imposta delle fondazioni. Per quanto concerne il secondo strato pur avendo l'accortezza di trasferire pressioni modeste al sottosuolo lo stesso può ritenersi idoneo, si rimanda alla relazione geotecnica per le verifiche del caso.
- Le prove di permeabilità effettuate hanno evidenziato un terreno con proprietà drenanti modeste di cui si dovrà tenere in considerazione per la valutazione dello smaltimento delle acque meteoriche.



Dott. Geol. Stefano Sesana

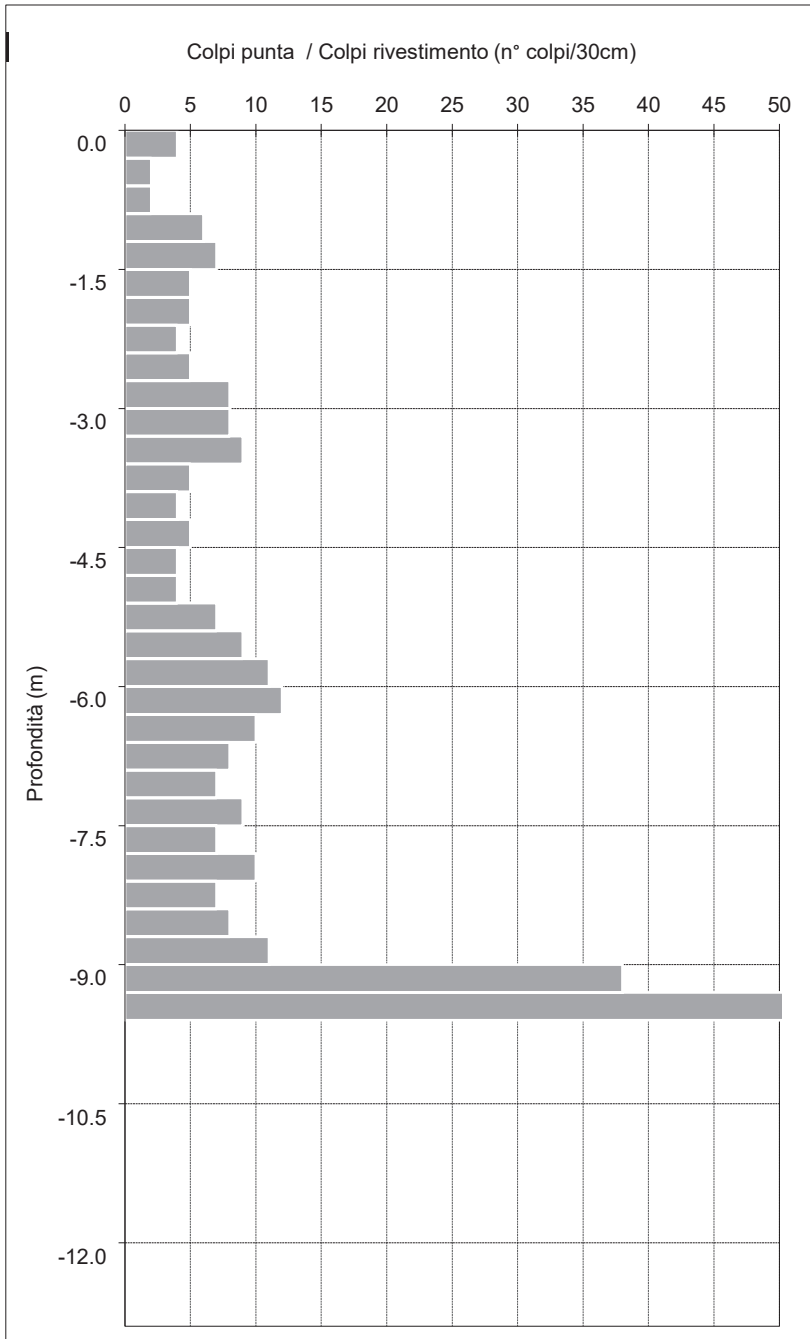
ALLEGATO 1 – PROVE PENETROMETRICHE

Prova penetrometrica dinamica n.		1	
Comm.:	COOP COMO CONSUMO	Data:	22/07/2021
Località:	Cadorago (CO)	Quota inizio:	p.c.
Indirizzo:	via Garibaldi - via Mameli - via Cantù	Falda (m):	-
Attrezzatura:	Pagani 63/100		



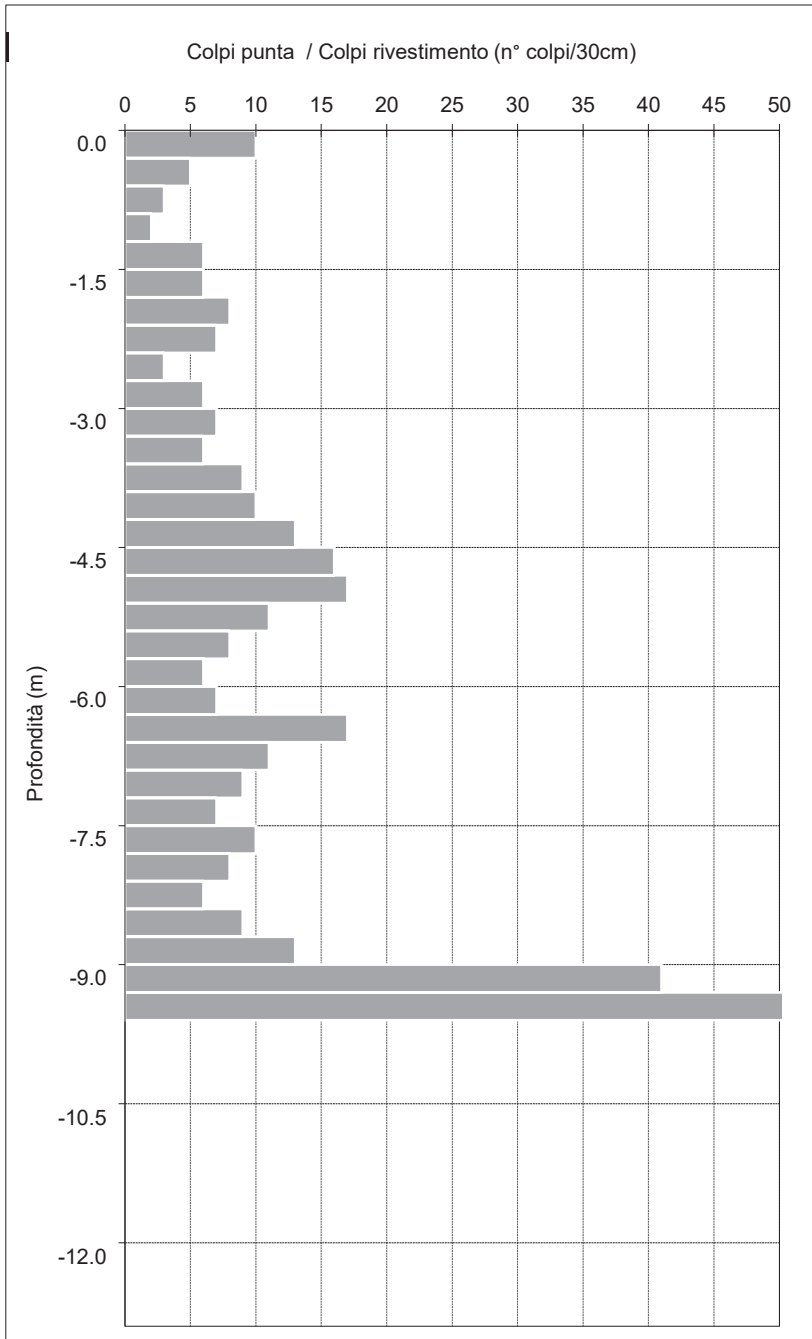
Quota [m]		N _{SAPT}	N _{RIVEST}
0,0	-0,3	24	
-0,3	-0,6	13	
-0,6	-0,9	4	
-0,9	-1,2	3	
-1,2	-1,5	3	
-1,5	-1,8	2	
-1,8	-2,1	2	
-2,1	-2,4	3	
-2,4	-2,7	2	
-2,7	-3,0	4	
-3,0	-3,3	7	
-3,3	-3,6	11	
-3,6	-3,9	6	
-3,9	-4,2	8	
-4,2	-4,5	7	
-4,5	-4,8	8	
-4,8	-5,1	10	
-5,1	-5,4	11	
-5,4	-5,7	11	
-5,7	-6,0	15	
-6,0	-6,3	9	
-6,3	-6,6	11	
-6,6	-6,9	8	
-6,9	-7,2	8	
-7,2	-7,5	9	
-7,5	-7,8	10	
-7,8	-8,1	9	
-8,1	-8,4	12	
-8,4	-8,7	10	
-8,7	-9,0	14	
-9,0	-9,3	40	
-9,3	-9,6	100	
-9,6	-9,9		
-9,9	-10,2		
-10,2	-10,5		
-10,5	-10,8		
-10,8	-11,1		
-11,1	-11,4		
-11,4	-11,7		
-11,7	-12,0		

Prova penetrometrica dinamica n.		2	
Comm.:	COOP COMO CONSUMO	Data:	22/07/2021
Località:	Cadorago (CO)	Quota inizio:	p.c.
Indirizzo:	via Garibaldi - via Mameli - via Cantù	Falda (m):	-
Attrezzatura:	Pagani 63/100		



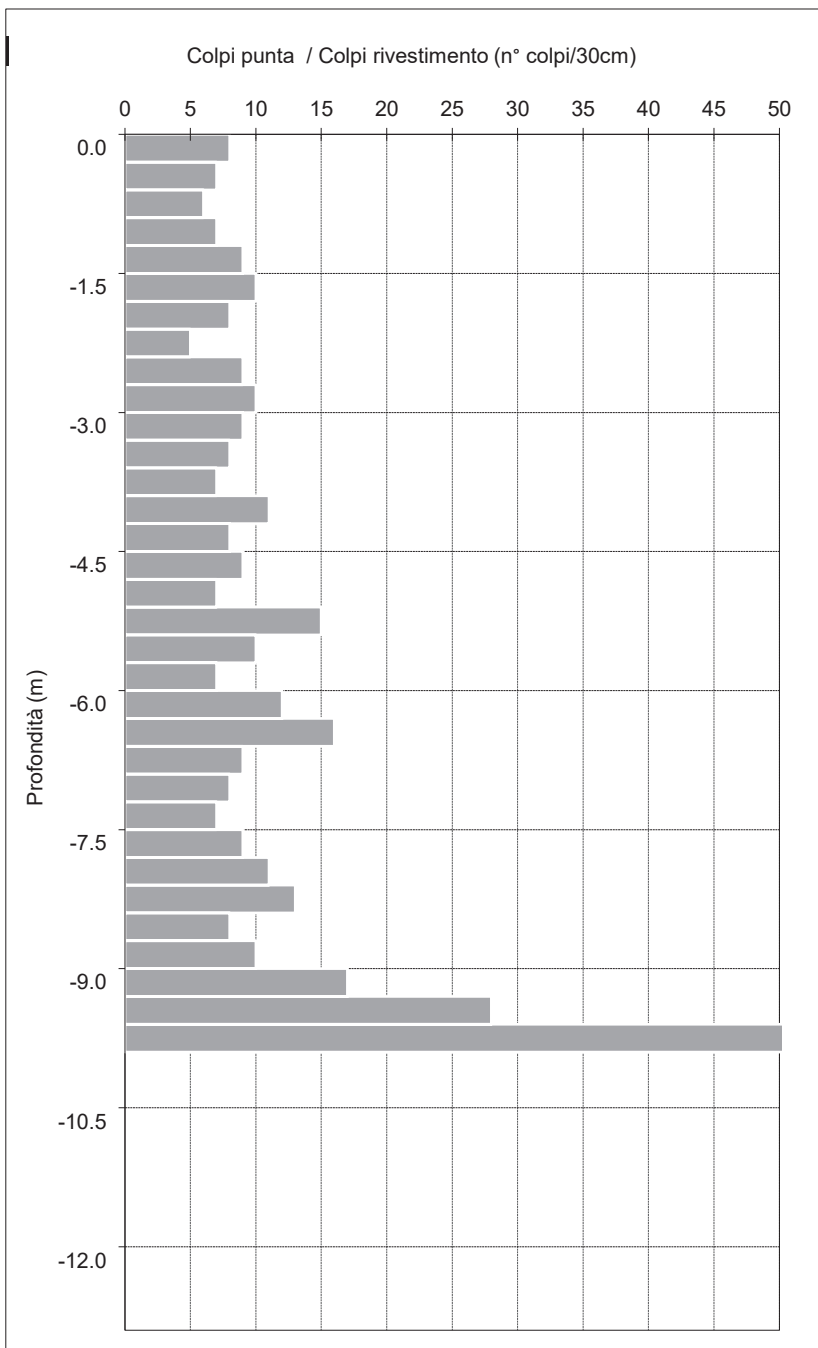
Quota [m]		N _{SCPT}	N _{RIVEST}
0,0	-0,3	4	
-0,3	-0,6	2	
-0,6	-0,9	2	
-0,9	-1,2	6	
-1,2	-1,5	7	
-1,5	-1,8	5	
-1,8	-2,1	5	
-2,1	-2,4	4	
-2,4	-2,7	5	
-2,7	-3,0	8	
-3,0	-3,3	8	
-3,3	-3,6	9	
-3,6	-3,9	5	
-3,9	-4,2	4	
-4,2	-4,5	5	
-4,5	-4,8	4	
-4,8	-5,1	4	
-5,1	-5,4	7	
-5,4	-5,7	9	
-5,7	-6,0	11	
-6,0	-6,3	12	
-6,3	-6,6	10	
-6,6	-6,9	8	
-6,9	-7,2	7	
-7,2	-7,5	9	
-7,5	-7,8	7	
-7,8	-8,1	10	
-8,1	-8,4	7	
-8,4	-8,7	8	
-8,7	-9,0	11	
-9,0	-9,3	38	
-9,3	-9,6	100	
-9,6	-9,9		
-9,9	-10,2		
-10,2	-10,5		
-10,5	-10,8		
-10,8	-11,1		
-11,1	-11,4		
-11,4	-11,7		
-11,7	-12,0		

Prova penetrometrica dinamica n.		3	
Comm.:	COOP COMO CONSUMO	Data:	22/07/2021
Località:	Cadorago (CO)	Quota inizio:	p.c.
Indirizzo:	via Garibaldi - via Mameli - via Cantù	Falda (m):	-
Attrezzatura:	Pagani 63/100		



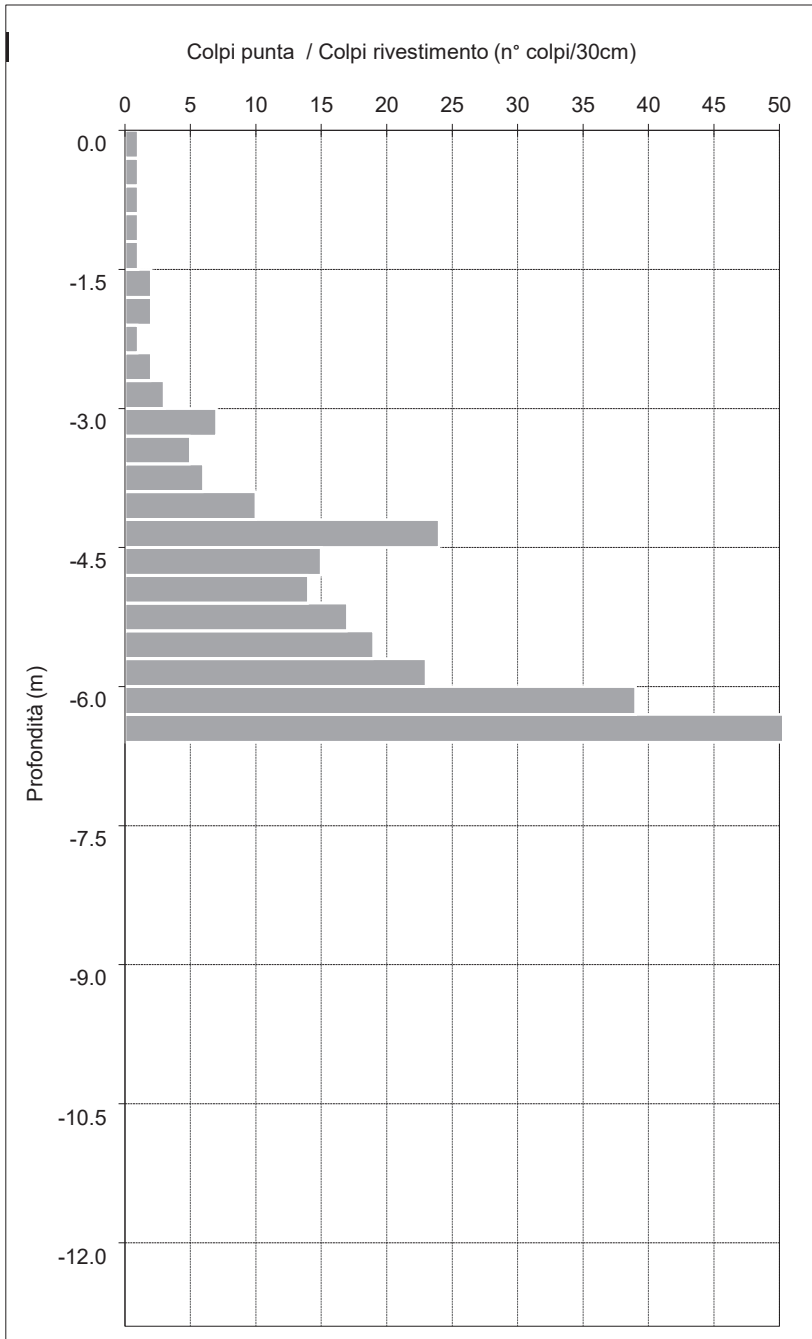
Quota [m]		N _{SCPT}	N _{RIVEST}
0,0	-0,3	10	
-0,3	-0,6	5	
-0,6	-0,9	3	
-0,9	-1,2	2	
-1,2	-1,5	6	
-1,5	-1,8	6	
-1,8	-2,1	8	
-2,1	-2,4	7	
-2,4	-2,7	3	
-2,7	-3,0	6	
-3,0	-3,3	7	
-3,3	-3,6	6	
-3,6	-3,9	9	
-3,9	-4,2	10	
-4,2	-4,5	13	
-4,5	-4,8	16	
-4,8	-5,1	17	
-5,1	-5,4	11	
-5,4	-5,7	8	
-5,7	-6,0	6	
-6,0	-6,3	7	
-6,3	-6,6	17	
-6,6	-6,9	11	
-6,9	-7,2	9	
-7,2	-7,5	7	
-7,5	-7,8	10	
-7,8	-8,1	8	
-8,1	-8,4	6	
-8,4	-8,7	9	
-8,7	-9,0	13	
-9,0	-9,3	41	
-9,3	-9,6	100	
-9,6	-9,9		
-9,9	-10,2		
-10,2	-10,5		
-10,5	-10,8		
-10,8	-11,1		
-11,1	-11,4		
-11,4	-11,7		
-11,7	-12,0		

Prova penetrometrica dinamica n.		4	
Comm.:	COOP COMO CONSUMO	Data:	22/07/2021
Località:	Cadorago (CO)	Quota inizio:	p.c.
Indirizzo:	via Garibaldi - via Mameli - via Cantù	Falda (m):	-
Attrezzatura:	Pagani 63/100		



Quota [m]		N _{SCPT}	N _{RIVEST}
0,0	-0,3	8	
-0,3	-0,6	7	
-0,6	-0,9	6	
-0,9	-1,2	7	
-1,2	-1,5	9	
-1,5	-1,8	10	
-1,8	-2,1	8	
-2,1	-2,4	5	
-2,4	-2,7	9	
-2,7	-3,0	10	
-3,0	-3,3	9	
-3,3	-3,6	8	
-3,6	-3,9	7	
-3,9	-4,2	11	
-4,2	-4,5	8	
-4,5	-4,8	9	
-4,8	-5,1	7	
-5,1	-5,4	15	
-5,4	-5,7	10	
-5,7	-6,0	7	
-6,0	-6,3	12	
-6,3	-6,6	16	
-6,6	-6,9	9	
-6,9	-7,2	8	
-7,2	-7,5	7	
-7,5	-7,8	9	
-7,8	-8,1	11	
-8,1	-8,4	13	
-8,4	-8,7	8	
-8,7	-9,0	10	
-9,0	-9,3	17	
-9,3	-9,6	28	
-9,6	-9,9	100	
-9,9	-10,2		
-10,2	-10,5		
-10,5	-10,8		
-10,8	-11,1		
-11,1	-11,4		
-11,4	-11,7		
-11,7	-12,0		

Prova penetrometrica dinamica n.		5	
Comm.:	COOP COMO CONSUMO	Data:	22/07/2021
Località:	Cadorago (CO)	Quota inizio:	p.c.
Indirizzo:	via Garibaldi - via Mameli - via Cantù	Falda (m):	-
Attrezzatura:	Pagani 63/100		



Quota [m]		N _{S_{CPT}}	N _{R_{IVEST}}
0,0	-0,3	1	
-0,3	-0,6	1	
-0,6	-0,9	1	
-0,9	-1,2	1	
-1,2	-1,5	1	
-1,5	-1,8	2	
-1,8	-2,1	2	
-2,1	-2,4	1	
-2,4	-2,7	2	
-2,7	-3,0	3	
-3,0	-3,3	7	
-3,3	-3,6	5	
-3,6	-3,9	6	
-3,9	-4,2	10	
-4,2	-4,5	24	
-4,5	-4,8	15	
-4,8	-5,1	14	
-5,1	-5,4	17	
-5,4	-5,7	19	
-5,7	-6,0	23	
-6,0	-6,3	39	
-6,3	-6,6	100	
-6,6	-6,9		
-6,9	-7,2		
-7,2	-7,5		
-7,5	-7,8		
-7,8	-8,1		
-8,1	-8,4		
-8,4	-8,7		
-8,7	-9,0		
-9,0	-9,3		
-9,3	-9,6		
-9,6	-9,9		
-9,9	-10,2		
-10,2	-10,5		
-10,5	-10,8		
-10,8	-11,1		
-11,1	-11,4		
-11,4	-11,7		
-11,7	-12,0		

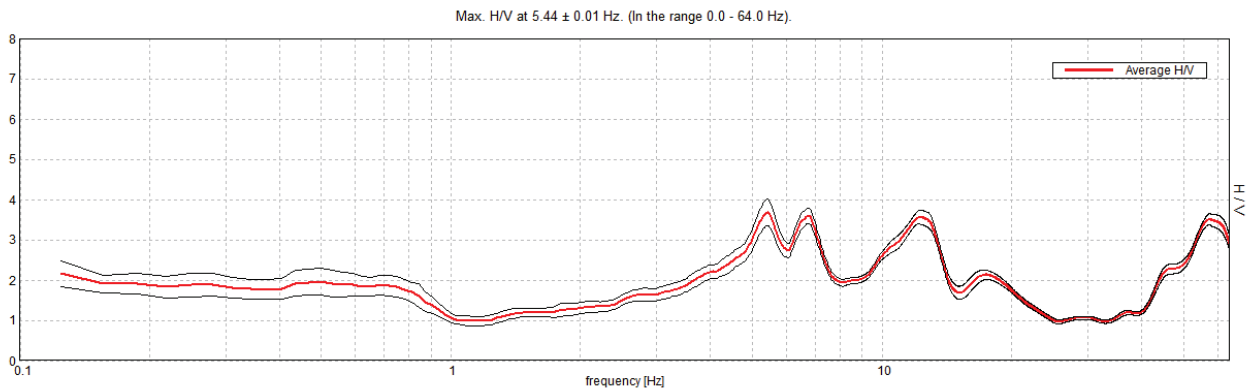
ALLEGATO 2 – HVSR

COOP COMO CADORAGO, CADORAGO 13_50

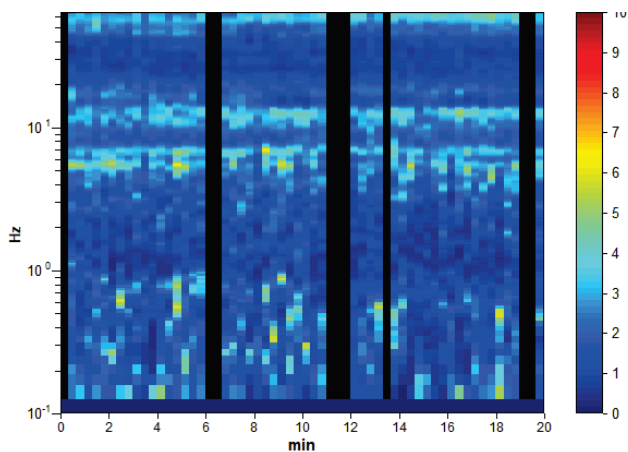
Strumento: TRZ-0047/01-09
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: n.a.
 Inizio registrazione: 21/03/00 03:55:41 Fine registrazione: 21/03/00 04:15:41
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%

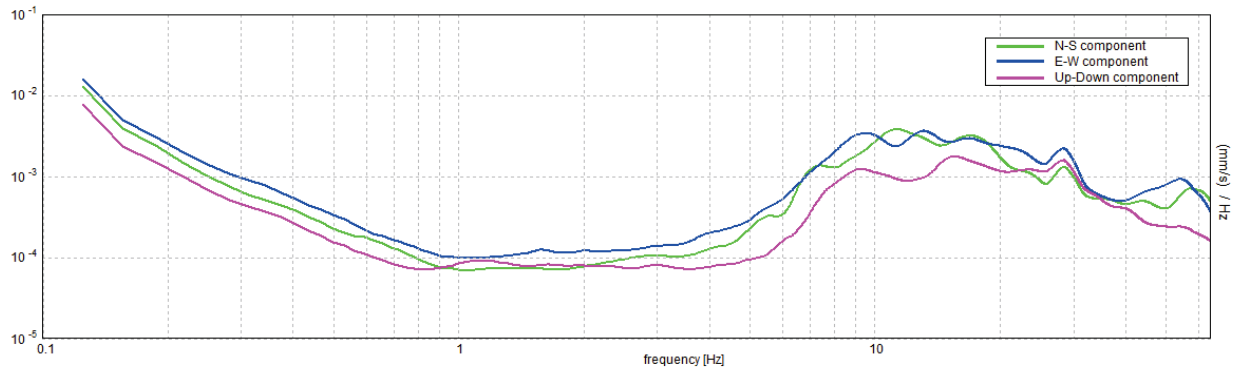
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



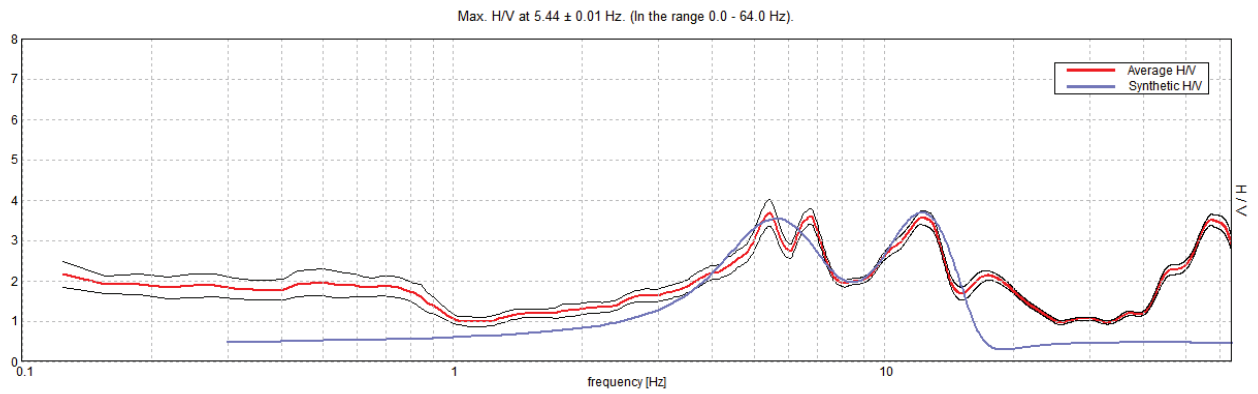
SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

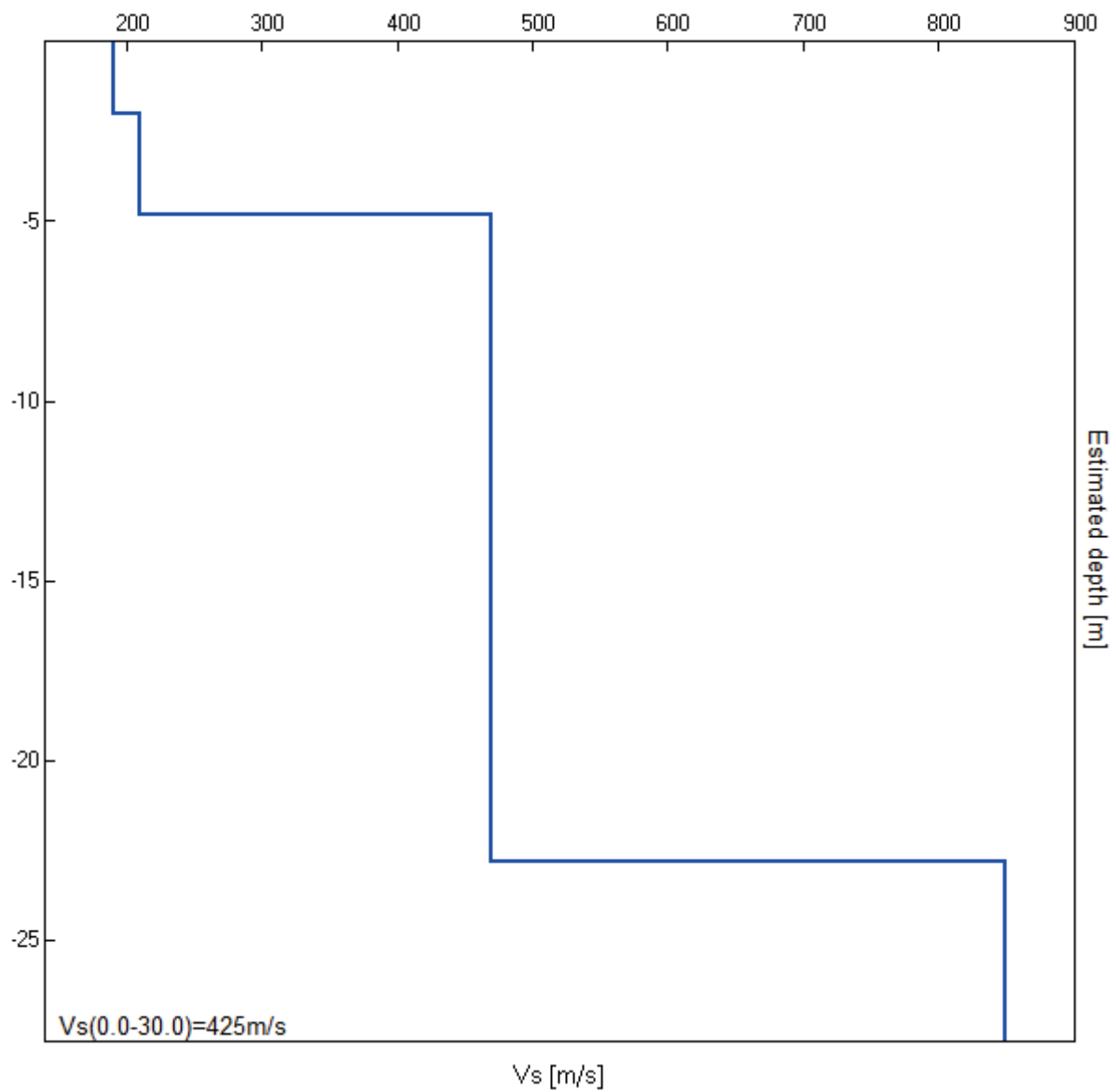


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	190	0.40
4.80	2.80	210	0.39
22.80	18.00	470	0.35
inf.	inf.	850	0.35

Vs(0.0-30.0)=425m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Grilla* prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 5.44 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	5.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5546.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 262	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.68 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0018 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.00978 < 0.27188	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3228 < 1.58	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO 3 – STRATIGRAFIA SONDAGGIO

Data inizio - fine: 23/07/2021

Attrezzatura: COMACCHIO GEO 205

Quota inizio: p.c.

Met.Perf.: rot. Ø 127/101mm

SONDAGGIO "S1"

Prof	Stratigrafia	Descrizione	SPT	LF	Camp	Pz	Falda	Note
0,80	1	Sabbia fine colore marrone beige						
1,10		Limo colore marrone bruno con resti di vegetazione						
2,00	2	Limo colore marrone beige						
3,00	3	Limo colore marrone bruno						
4,50	4	Limo colore marrone beige con rara ghiaia						
5,00	5	Limo sabbioso con ciottoli ϕ 10 cm	4-9-6	5,00				
5,50		Sabbia con ghiaia colore marrone grigio e rari ciottoli di origine cristallina ϕ 8-9 cm		5,50				
6,30	6	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa	4-6-27					
7,00	7	Limo sabbioso ghiaioso passante a sabbia limosa con rari ciottoli ϕ 8-9 cm						
8,00	8	Sabbia limosa con ghiaia colore marrone chiaro	14-13-13	7,50				
9,30	9	Sabbia con ghiaia debolmente limosa colore marrone chiaro		8,00				
10,00	10	Sabbia con ghiaia e ciottoli ϕ 8-9 cm colore marrone grigio						
		FINE SONDAGGIO						
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							

SEGUE DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Allegato : STRATIGRAFIA SONDAGGIO "S1"

Località : Via Garibaldi - Cadorago (CO)

Comm: SOC. COOP COMO CONSUMO

STUDIOSESANA
geologia geotecnica ambiente

s.s.dei Giovi, 22 Vertemate con Minoprio (CO)
www.studiosesana.it

SONDAGGIO "S1"

S1 - Cassetta 1 da 0 - 5 m



S1 - Cassetta 2 da 5 - 10 m



SONDAGGIO "S1"

Postazione sondaggio



Allegato : POSTAZIONE SONDAGGIO "S1"

Località : Via Garibaldi - Cadorago (CO)

Comm: SOC. COOP COMO CONSUMO

STUDIOSESANA
geologia geotecnica ambiente

s.s.dei Giovi, 22 Vertemate con Minoprio (CO)
www.studiosesana.it